ПЕРШИЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ СЕМІНАР

"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ. ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ"

Україна, м. Трускавець, 10–14 листопада 2014 р.

МАТЕРІАЛИ СЕМІНАРУ

ТРУСКАВЕЦЬ

БАЛЬНЕОЛОГІЧНИЙ КУРОРТ

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА ГЕОЛОГІЇ ТА НАДР УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА КОМІСІЯ УКРАЇНИ ПО ЗАПАСАХ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Національна академія наук України
Український державний геологорозвідувальний інститут
Державна установа "Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології МОЗ України"
Навчально-науковий інститут "Інститут геології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка
Геологічний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка
Геолого-екологічний факультет Криворізького національного університету
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

ПЕРШИЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ СЕМІНАР

"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ. ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ"

Україна, м. Трускавець, 10–14 листопада 2014 р.

СПОНСОРСЬКА ПІДТРИМКА:

LUBEL COAL COMPANY

Дочірнє підприємство
"Сі-Сі-Ай-Любеля"

PPC

Спільне підприємство
"Полтавська Газонафтова Компанія"
JV Poltava Petroleum Company

GTI

Приватне акціонерне товариство
"ГЕОТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

КИЇВ – 2014

ШАНОВНІ УЧАСНИКИ

ПЕРШОГО НАУКОВО-ПРАКТИЧНОГО СЕМІНАРУ

"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ. ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ"!

Щиро вітаю організаторів, учасників та гостей Науково-практичного семінару "Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування" з початком його роботи.

Енергетична незалежність – одне з пріоритетних завдань, які стоять перед Україною сьогодні. Вона досягається через нарощення власного видобутку енергоносіїв, в першу чергу, газу та нафти.

Наслідком анексії Кримського півострову та проведення АТО в Донецькій і Луганській областях України стало зниження енергетичної безпеки нашої держави та руйнування вугледобувної галузі України.

Сьогодні країна змушена імпортувати нафту, газ, вугілля, в той час, як Україна надзвичайно багата на ці корисні копалини. В цих складних умовах, в яких перебуває країна, в цілому, та геологічна галузь, зокрема, нашими пріоритетними завданнями є забезпечення ефективного та збалансованого використання природних ресурсів України, відкриття нових родовищ, нарощення видобутку корисних копалин, встановлення прозорих та зрозумілих правил користування надрами для всіх зацікавлених сторін, залучення приватних інвестицій у геологорозвідку та надрокористування, встановлення ефективного контролю за діяльністю надрокористувачів, вдосконалення механізму державно-приватного партнерства.

Проведення Семінару є кроком, що сприятиме підвищенню ролі надрокористування в Україні та вирішенню завдань, які сьогодні стоять перед геологічною галуззю.

З повагою,

Голова
Державної служби
геології та надр України **Д.А. Кащук**

УДК 504+550+553+556
Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування. Матеріали Першого науково-практичного семінару (10–14 листопада 2014 р., м. Трускавець). Державна комісія України по запасах корисних копалин (ДКЗ). – К.: ДКЗ, 2014. – 390 с.

© Державна комісія України по запасах корисних копалин, 2014

ЗМІСТ

Секція 1. ІНВЕСТИЦІЙНІ ПРОПОЗИЦІЇ ПО РОЗВІДЦІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН УКРАЇНИ

Рудько Г.І., Ловинюков В.І., Григіль В.Г. Деякі висновки з результатів науково-дослідних і експертних робіт Державної комісії України по запасах корисних копалин з геолого-економічної оцінки родовищ нафти і газу **8**

Жикаляк М.В. Інноваційні чинники державного регулювання та оподаткування надрокористування в Україні **14**

Галецький Л.С., Чернієнко Н.М., Ремезова О.О. Роль мінерально-ресурсної бази України для виводу економіки із кризового стану **19**

Плотніков О.В., Курило М.М. Геолого-економічні та екологічні чинники розвитку залізорудної мінерально-сировинної бази України в інвестиційних проектах технологій прямого відновлення заліза **23**

Толкунов А.А. Оцінка інвестиційної привабливості нафтогазоперспективних об'єктів **30**

Гаврилюк Р.О., Толкунов А.А. Формування оптимального портфелю інвестиційних проектів нафтогазовидобувних компаній при освоєнні вуглеводневого потенціалу надр України **35**

Мельничук В.Г., Приходько В.Л. Обґрунтування інвестицій у вивчення та освоєння покладів міді на Волині на прикладі рудопрояву "Жиричі" **41**

Ремезова О.О. Перспективи освоєння нових бурштиноносних об'єктів в Україні та впорядкування видобутку бурштину **49**

Пройдак Ю.С., Камкина Л.В., Мешалкин А.П., Стовба Я.В. Оценка металлургической ценности железной руды залежи "Дружба" ПАО "Евраз-Сухая балка" для использования в доменной плавке **52**

Гасик М.И., Пройдак Ю.С. Инвестиционно-привлекательные разработки вовлечения в металлургическое производство дистен-силлиманитового и ставролитового концентратов – продуктов обогащения полиметаллической цирконо-титановой руды на Вольногорском горнометаллургическом комбинате **59**

Маєвський Б.Й., Мончак Л.С., Степанюк В.П., Анікеєв С.Г., Куровець С.С., Здерка Т.В., Максимів А.І. Нафтогазоперспективні об'єкти в Івано-Франківській області **63**

Манюк М.І., Манюк О.Р., Мацолак І.М. Щодо надійності прогнозних оцінок перспектив нафтогазоносності структурних об'єктів Передкарпатського прогину **67**

Секція 2. НОРМАТИВНО-ЗАКОНОДАВЧА БАЗА В НАДРОКОРИСТУВАННІ – АДАПТАЦІЯ ДО МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ

Іванов Є.А., Біланюк В.І. Концептуальні засади геокадастрового вивчення гірничопромислових територій та об'єктів **71**

Денисик Г.І., Корінний В.І., Страшевська Л.В. Геологічні пам'ятки Поділля – складова частина міжнародного проекту "Геосайти" **78**

Рудько Г.І., Лагода О.А. Наукові і методичні основи гірничого права на сучасному етапі **85**

Лагода О.А. Законодавча база енергетичних ресурсів України **90**

Трохименко В.М., Василенко А.П. Проблеми надрокористування на прикладі розробки титанових родовищ в межах західної частини Українського кристалічного щита **98**

Секція 3. НАЦІОНАЛЬНІ ТА МІЖНАРОДНІ КЛАСИФІКАЦІЇ РЕСУРСІВ НАДР. ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН ЗА НАЦІОНАЛЬНИМИ ТА МІЖНАРОДНИМИ СТАНДАРТАМИ

Рудько Г.І., Ловинюков В.І., Нецький О.В. Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр як інструмент їх геолого-економічної оцінки **101**

Довганич А.В., Ловка Л.В., Дашко В.В. Аналіз і порівняння національної та міжнародної класифікації запасів і ресурсів. Методичні підходи до ГЕО родовищ **108**

Бала В.В., Ловинюков В.І. Особливості геолого-економічної оцінки родовищ флюсових вапняків **115**

Рудько Г.І., Нецький О.В., Назаренко М.В., Хоменко С.А., Федорова І.А. Сучасні підходи застосування геоінформаційних систем при виконанні геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин та гармонізації їх запасів **124**

Литвинюк С.Ф., Ловинюков В.І. Золоте зруденіння України як об’єкт геолого-економічної оцінки **128**

Рудько Г.І., Петришин В.Ю. Мідне зруденіння Волинського рудоносного району, як об’єкт геолого-економічної оцінки **133**

Рудько Г.І., Петришин В.Ю. Проблеми стабілізації екологічної ситуації в Калуському гірничопромисловому районі **140**

Дерев’янко І.В., Жаданос О.В. Оцінка техногенного родовища електротермічного виробництва карбіду кремнію з метою вилучення металургійного SiC і графіту **150**

Гасик М.И., Цветков И.В. Фазовые равновесия в природных и техногенных магнезиальных оливиново-пироксеновых силикатах и их применение в металлургическом производстве **154**

Рудько Г.І., Стецюк В.В. Геоморфологічна оцінка виникнення еколого-географічних проблем, пов’язаних із видобуванням мінеральної сировини **158**

Рудько Г.І., Бондар М.О. Екологічна безпека територій м. Києва та Середнього Придніпров'я у зв'язку з розвитком екзогеодинамічних процесів **164**

Секція 4. ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА УКРАЇНИ: ПЕРСПЕКТИВИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ШЛЯХ ДО ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ

Михайлов В.А., Вижва С.А., Чепіль П.М. Сланцевий газ та інші нетрадиційні джерела вуглеводнів України: стан проблеми і перспективи видобутку **168**

Трофимчук О.М., Коржнев М.М., Яковлєв Є.О., Якушенко Л.М. Сланцевий газ як "панацея" у позбавленні енергетичної залежності України **176**

Бегаль А.С., Толкунов А.А. Проведення робіт з підготовки вуглеводневої ресурсної бази для зміцнення енергетичної безпеки України **183**

Жикаляк М.В. Науково-практичні аспекти взаємозв’язку і взаємовідносин вугленосних та нафтогазоносних формацій Дніпровсько-Донецького вугленафтогазоносного басейну **185**

Крупський Ю.З., Губич І.Б., Вислоцька О.І. Пропозиції щодо покращення раціонального використання надр та екологічного стану довкілля при пошуках і розвідці вуглеводнів **190**

Іванік О.М., Вижва С.А., Литвинов В.В., Бондар К.С., Назаренко М.В. Інформаційне, програмне та математичне забезпечення видобутку метану закритих шахт: компоненти, методи, моделі **193**

Абєлєнцев В.М., Міщенко Л.О. Оптимізація вилучення вуглеводнів за рахунок дослідження неоднорідності порового середовища **200**

Дмитровський Ю.М., Гоцинець О.С. Визначення механізму формування багатопластових родовищ південної прибортової зони Дніпровсько-Донецької западини **204**

Ловинюков В.І., Бакаржієв А.Х. Мінерально-сировинна база ядерного палива України **209**

Бала В.В., Ловинюков В.І. Енергетичний потенціал вугільних родовищ України **212**

Литвинюк С.Ф., Ловинюков В.І. Основні критерії та показники геолого-економічної оцінки вугільних родовищ України **220**

Поп С.С. Гідроенергетика Закарпаття: сучасний стан та перспективи розвитку **225**

Рудько Г.І., Нецький О.В. Постійно діючі різномасштабні еколого-технологічні моделі нафтогазоносних надр **233**

Шмандий В.М., Харламова Е.В., Ригас Т.Е., Знайко Н.С. Управление экологической безопасностью в техногенно нагруженном регионе **236**

Адаменко О.М., Міщенко Л.В., Зорін Д.О. Екологічні вимоги та їх дотримання при розвідці та видобутку сланцевих газів на Олеській площі **241**

Рудько Г.І., Цибульська О.В., Савлучинський О.М. Екологічна безпека при розробці нетрадиційних покладів вуглеводневої сировини **246**

Трофимчук О.М., Радчук В.В., Яковлєв Є.О. Екологічний стан гірничодобувних районів Донбасу та Карпатського регіону як загроза національній безпеці України **255**

Маєвський Б.Й., Здерка Т.В., Куровець С.С., Пилипів Н.В. Щодо оцінки запасів нафти у порово-тріщинних породах-колекторах **261**

Хомин В.Р., Маєвський Б.Й., Клюка А.Р., Пилипюк С.В. Геологічні чинники екологічної безпеки при дослідженні ресурсів газу в слабопроникних породах-колекторах і сланцюватих відкладах України **265**

Боднарчук В.С. Перспективи видобутку вуглеводнів з чорносланцевих ущільнених порід в Західному регіоні України **268**

Секція 5. МЕДИЧНА ГЕОЛОГІЯ ЯК НОВИЙ НАУКОВИЙ НАПРЯМ

Рудько Г.И., Нецкий А.В. Научные и методологические основы медицинской геологии **276**

Рудько Г.І. Біогеологія. Біосфера від архею до техногену **280**

Сафранов Т.А. Фізіологічна повноцінність мінерального складу підземних питних вод як фактор формування здоров'я населення (на прикладі Одеської агломерації) **284**

Безвушко Е.В., Малко Н.В. Стан тканин пародонта у дітей, які проживають в умовах впливу дії несприятливих чинників навколишнього середовища **292**

Малюк В.І., Репецька Г.Г. Роль кальцію в організмі людини **295**

Дмитрук Ю.М. Місце ґрунтосфери в контексті проблем медичної геології **298**

Дяків В.О., Оринчак С.І., Пукало Р.М. Передумови створення спелеотерапевтичного підземного відділення на базі рудника № 1 Стебницького ГХП "Полімінерал" **304**

Мокієнко А.В., Ковальчук Л.Й. Аналіз ризиків впливу води на здоров'я населення **310**

Мокієнко А.В., Нікіпелова О.М., Насібуллін Б.А. Щодо необмеженості питних режимів мінеральних вод **318**

Мокієнко А.В., Хмєлєвська О.М., Ніколенко С.І. Аутохтонна мікрофлора мінеральних вод як модулятор безпечності та бальнеологічної активності **321**

Ковальчук Л.Й., Мокієнко А.В. Гігієнічне та медико-екологічне обґрунтування впливу води, як фактора ризику, на здоров'я населення (на прикладі Українського Придунав'я) **324**

Бабов К.Д., Нікіпелова О.М., Погребний А.Л., Насібуллін Б.А., Гуща С.Г. Мінеральні йодо-бромні води – біологічна дія та практичне використання на курорті Бердянськ **327**

Нікіпелова О.М., Насібуллін Б.А., Гуща С.Г., Солодова Л.Б. Деякі гідрохімічні та біологічні особливості борних мінеральних вод України **330**

Бабов К.Д., Нікіпелова О.М., Погребний А.Л., Насібуллін Б.А., Гуща С.Г. Кремнійвмісні мінеральні води України та їх сучасне використання у лікувальній практиці **335**

Секція 6. ПРОБЛЕМИ ГЕОЛОГІЧНОГО ВИВЧЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ ПИТНИХ І МІНЕРАЛЬНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Рудько Г.І., Нецький О.В. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання населення України **341**

Нікіпелова О.М., Сторчак О.В., Мокієнко А.В. Інженерно-геологічне обстеження ділянки Лотатники 2 та стан родовищ природних джерел № 11–18 Моршинського родовища **347**

Кошляков О.Є., Диняк О.В., Кошлякова І.Є. Встановлення тенденцій та чинників змін якості питних підземних вод за допомогою геоінформаційного аналізу (на прикладі м. Києва) **352**

Кроик А.А., Павличенко А.В. Роль пород зоны аэрации в снижении загрязнения подземных вод в районах размещения прудов-накопителей шахтных вод **357**

Дмитрук Ю.М., Черлінка В.Р. Тримірна візуалізація ресурсів підземних вод засобами ГІС GRASS **363**

Гайдін А.М., Дяків В.О., Чікова І.В. Водні ресурси новостворених озер Львівщини **367**

Палієнко В.П., Спиця Р.О., Барщевський М.Є. Дослідження умов формування родовищ корисних копалин України впродовж неотектонічного етапу **374**

Люта Н.Г., Лютий Г.Г. Формування хімічного складу води при зміні геохімічних умов під впливом експлуатаційних водовідборів **380**

Люта Н.Г., Саніна І.В. Перспективи видобування мінеральних вод в Україні **383**

Горова А.І., Павличенко А.В., Кулина С.Л. Вплив шахтних вод Червоноградського гірничопромислового регіону на якість підземних та поверхневих вод **385**

СЕКЦІЯ 1

ІНВЕСТИЦІЙНІ ПРОПОЗИЦІЇ ПО РОЗВІДЦІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН УКРАЇНИ

УДК 553.04:553.98

ДЕЯКІ ВИСНОВКИ З РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ І ЕКСПЕРТНИХ РОБІТ ДЕРЖАВНОЇ КОМІСІЇ УКРАЇНИ ПО ЗАПАСАХ КОРИСНИХ КОПАЛИН З ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ РОДОВИЩ НАФТИ І ГАЗУ

Рудько Г.І., *д. геол.-мін. н, д. геогр. н., д. т. н., проф.*, ***Ловинюков В.І.***, ***Григіль В.Г.***,
Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), rudko@dkz.gov.ua

Розглянуто: основні вимоги повноцінного функціонування і розвитку нафтогазової галузі; існуюча нормативно-правова база та єдина науково-технічна політика щодо геолого-економічної оцінки вуглеводневої сировини; значення Державного балансу для прийняття управлінських рішень на рівні центральних і вищих органів виконавчої влади; практичне застосування Класифікації запасів та умови підготовленості родовища до промислової розробки; типові помилки і упущення із застосування Класифікації при складанні ГЕО надрокористувачами; недоліки у методиці проведення геологічного вивчення, у т. ч. дослідно-промислової розробки, а також при підготовці родовищ до розгляду в ДКЗ України; значення затверджених запасів для користувачів надр; перспективи розширення обсягів видобутку вуглеводневої сировини.
В результаті ГЕО родовищ вуглеводнів є основою для розробки проектів видобувних робіт та складання відповідних банківських ТЕО для залучення інвестицій.

CERTAIN CONCLUSIONS ON THE RESULTS OF SCIENTIFIC RESEARCH AND EXPERT WORK OF STATE COMMISSION OF UKRAINE ON MINERAL RESOURCES CONCERNING ECONOMIC-GEOLOGICAL EVALUATION OF OIL AND GAS FIELDS

Rudko G.I., *Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Dr. Sci. (Geogr.), Dr. Sci. (Eng.), Prof.*, ***Lovyniukov V.I.***, ***Grygil V.G.***,
State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), rudko@dkz.gov.ua

The following aspects were reviewed in the article: basic requirements of full operation and development of oil and gas industry; existing regulatory and legal framework and unified scientific and technical policy on economic-geological evaluation of hydrocarbons; State balance results for decision-making at levels of headquarters and senior executive authorities; practical application of the Resources Classification and conditions of field preparedness to industrial development; obvious mistakes and omissions during the Classification usage when the economic-geological evaluation is being carried out by subsoil users; drawbacks in the methodology of geological study, including research and industrial development, as well as preparation of fields for consideration in the State Commission; value of approved stocks for users of natural resources; prospects for expansion of hydrocarbon production.
As a result, economic-geological evaluation of hydrocarbon deposits is the basis for the development of mining works and preparation of relevant banking feasibility studies for investment attraction.

Україна має потужний потенціал для нарощування видобутку вуглеводнів в межах нафтогазоносних регіонів.

Для повноцінного функціонування і розвитку нафтогазової галузі та створення перспектив нарощування видобутку вуглеводнів необхідним є:

– об’єктивна оцінка запасів та ресурсів нафти і газу на основі єдиних науково-методичних критеріїв;

– забезпечення достовірності оцінених запасів нафти і газу;

– визначення реальної промислової цінності;

– визначення безпечності інвестицій, що здійснюються у видобування нафти і газу;

– створення умов для найповнішого, економічно раціонального і комплексного використання запасів з дотриманням вимог щодо охорони надр та навколишнього природного середовища;

– забезпечення належної плати за користування надрами;

– розробка форми звітності на різних стадіях використання ділянки надр.

Державна комісія України по запасах корисних копалин (ДКЗ) здійснює єдину науково-технічну політику щодо геолого-економічної оцінки, вдосконалення державного обліку і повноти використання запасів родовищ вуглеводнів. ДКЗ розроблено 12 нормативно-правових документів, що врегульовують ГЕО вуглеводневої сировини.

В Україні розроблена національна Класифікація запасів та ресурсів корисних копалин і адаптована до Міжнародної Рамкової класифікації ООН. Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 05.05.1997 № 432 (далі – "Класифікація...", 1997 р.).

На базі розроблених нормативно-правових документів ДКЗ здійснила державну експертизу матеріалів більш як 370 геолого-економічних оцінок родовищ вуглеводнів, по багатьох родовищах виконана повторна геолого-економічна оцінка.

Всі дані з ГЕО родовищ вносяться у Державний баланс запасів України згідно з формою статистичної звітності № 6-ГР звітного балансу запасів вуглеводнів, що розроблена ДКЗ відповідно до вимог "Класифікації...", 1997 р.

Державний баланс є генералізованою збіркою відомостей для прийняття управлінських рішень на рівні центральних і вищих органів виконавчої влади щодо:

– визначення оптимальних рівнів видобутку нафти і газу в країні;

– оцінки забезпеченості економіки країни розвіданими достовірними запасами вуглеводневої сировини;

– розробки планів розвитку нафтогазової промисловості;

– розробки напрямів подальшого геологічного та техніко-економічного вивчення нафтогазоносних надр;

– розробки заходів, що забезпечують раціональне і комплексне освоєння родовищ вуглеводнів в процесі їх промислового використання.

Очевидно, що для вирішення трьох перших завдань державного обліку запасів вуглеводнів вирішальне значення мають достовірні запаси класу 111, які є єдиною реальною підставою для планування можливих оптимальних рівнів видобутку нафти і газу, так як об’єднують видобувні запаси, розробка яких є економічно ефективною, які мають достатню геологічну (категорії А + В + C_1), та техніко-економічну вивченість і повністю підготовлені до промислової розробки або знаходяться у промисловій розробці. Тому як для власника надр, так і для інвестора достовірні запаси є надзвичайно важливим класом і в Державному балансі їх належить відповідним чином виділяти.

Наявність на родовищі запасів класу 111 вказує на те, що воно належить до Державного фонду родовищ і підготовлене до промислової розробки, а також на те, що кількість цих запасів на момент оцінки достатня для компенсації капіталовкладень у промислове освоєння родовища. Віднесення запасів вуглеводнів до класу 111 свідчить про те, що ці запаси належним чином (відповідно до законодавства) перевірені і підтверджені, як можливі для видобутку.

Вірогідні запаси класів 121 та 122 є найближчим і реальним резервом для нарощування кількості достовірних запасів класу 111 і підставою для розробки напрямів подальшого геологічного і техніко-економічного вивчення.

Наявність запасів класу 121 (у разі відсутності запасів класу 111) вказує на те, що в межах ділянки нафтогазоносних надр, що вивчається, виявлені розвідані запаси вуглеводнів, але їхня техніко-економічна вивченість є недостатньою для детальної геолого-економічної

оцінки, або їхня кількість недостатня для того, щоб компенсувати всі капітальні вкладення у розвідку і промислове освоєння досліджуваної ділянки нафтогазоносних надр. Ділянка нафтогазоносних надр (родовище), в межах якої найбільш детально вивченими є запаси вуглеводнів класу 121, має відноситись до таких, що знаходяться у розвідці. Нарощування кількості запасів цього класу буде сприяти підвищенню ступеня підготовленості ділянки надр до промислового освоєння і можливості переведення запасів класу 121 до класу 111, коли їхня кількість буде достатньою для компенсації капітальних вкладень, необхідних для промислового освоєння всіх запасів вуглеводнів ділянки.

Наявність запасів класу 121 в межах об'єкта геологорозвідувальних робіт разом із запасами класу 111 вказує на те, що родовище (ділянка) в цілому підготовлено до промислової розробки або розробляється, але в його межах існують техніко-економічно недовивчені частини, що будуть об'єктами експлуатаційної розвідки.

Запаси класу 122 є більш віддаленим, але достатньо реальним резервом для нарощування достовірних промислових запасів. Ділянка нафтогазоносних надр (родовище), в межах якої найбільш детально вивченими є запаси вуглеводнів класу 122, має відноситись до таких, що підготовлені до розвідувальних робіт або знаходяться у розвідці. Для підготування до промислового освоєння такої ділянки (родовища) мають бути виконані додаткові геологорозвідувальні роботи (у т. ч. дослідно-промислова розробка) і техніко-економічні дослідження з метою переводу до класу 111 достатньої кількості запасів вуглеводнів.

На родовищах (ділянках нафтогазоносних надр), що розробляються або визнані підготовленими до промислової розробки, користувачі надр зобов'язані, відповідно до чинного законодавства про використання надр здійснювати геологічне та інше довивчення запасів, що залучаються до розробки. Тому переведення запасів класів 121, 122 і 332 до промислових достовірних запасів класу 111 є завданням експлуатаційної розвідки як випереджуючої, так і супроводжуючої. Родовище в цілому або ділянка нафтогазоносних надр, як об'єкт надрокористування і обліку, має відноситись до таких, що знаходяться у промисловій розробці.

На родовищах (ділянках нафтогазоносних надр), що знаходяться в процесі геологічного вивчення і дослідно-промислової розробки переведення запасів класів 121, 122 і 322 до достовірних промислових запасів класу 111 є завданням геологорозвідувальних робіт розвідувальної стадії геологорозвідувального процесу.

Щорічно Державна комісія України по запасах корисних копалин здійснює аналіз та узагальнення результатів державної експертизи матеріалів геолого-економічної оцінки запасів родовищ вуглеводнів, що дозволяє визначати типові помилки і упущення із застосування Класифікації та Інструкції ДКЗ у матеріалах ГЕО, які зводяться до наступних:

– має місце занадто оптимістичний приріст запасів вуглеводнів в процесі геологічного вивчення родовищ (у т. ч. промислової розробки), а потім при затвердженні (переоцінці) запасів в ДКЗ України здійснюється списання необґрунтованих приростів по родовищах;

– несвоєчасно подаються звіти на експертизу і затвердження запасів після 10–15 років дослідно-промислової розробки, де вже виснажені запаси і прийняття рішення щодо повнішого вилучення вуглеводнів методом підтримки пластового тиску вже втрачає сенс;

– невідповідність фактичних видобутків вуглеводнів на родовищі з зафіксованими у Державному балансі запасів;

– подаються на експертизу матеріали геолого-економічної оцінки родовищ з завершеними термінами дії спеціальних дозволів на користування нафтогазоносними надрами;

– виправлення та приведення у відповідність до вимог Класифікації та Інструкцій ДКЗ

України матеріалів ГЕО під час виконаної експертизи занадто затягується;

– не приводяться своєчасно межі спеціального дозволу на користування надрами у відповідність до меж покладів родовищ; допускається видобуток вуглеводнів поза межами спеціального дозволу;

– по окремих родовищах не аналізуються і не виконуються своєчасно надрокористувачами рекомендації ДКЗ України.

Окрім наведених загальних зауважень визначено низку недоліків у методиці проведення геологічного вивчення та дослідно-промислової розробки, а також при підготовці родовищ до розгляду в ДКЗ України:

– відсутність надійної сейсміки, яка б підтверджувала просторову модель родовища одночасно з коригуванням за результатами пробурених свердловин;

– відсутність в достатній кількості колекторських зразків кернового матеріалу, вивченого по покладах родовищ, що знижує достовірність встановлених петрофізичних зв'язків для визначення граничних параметрів;

– при недостатній кількості досліджень зразків колекторів не розглядається можливість відбору керну з продуктивної частини у експлуатаційних свердловинах, хоча відповідними інструкціями це передбачається;

– не дотримується періодичність досліджень при дослідно-промисловій та промисловій розробці;

– не заміряються вчасно початкові і поточні пластові тиски глибинними приборами, порушується їх періодичність;

– при відсутності необхідної кількості якісних замірів пластового тиску та належного обліку надрокористувачі не можуть визначити достовірність запасів за ММБ;

– не вивчаються або неякісно вивчаються пластові системи вуглеводнів;

– часто використовується принцип залучення матеріалу з сусіднього родовища для обґрунтування підрахункових параметрів, що є відхиленням від вимог Інструкцій ДКЗ України при підготовці родовища до підрахунку запасів.

Зауваження щодо оформлення матеріалів геолого-економічної оцінки запасів родовищ, що подаються на експертизу до ДКЗ України можна звести до наступних:

– геолого-економічна оцінка повинна виконуватись станом на 01.01. поточного року;

– часто графічні матеріали до звітів оформлено не на належному рівні, а надрокористувачі приймають звіти у виконавців своїми протоколами НТР;

– підрахункові плани і карти ефективних товщин повинні бути у масштабі, прийнятному для перевірки;

– геологічні розрізи представляються у надто спрощеному вигляді і без наведення контурів встановлених класів запасів;

– ігнорується виконання окремих детальних розрізів продуктивної частини родовища;

– не надаються карти співставлення контурів покладів, поданих на експертизу з контурами покладів, що обліковані у Державному балансі;

– не виконується аналіз проведеної дослідно-промислової розробки родовища;

– не надається обґрунтований аналіз підготовленості родовища до промислової розробки;

– часто техніко-економічні розрахунки перспектив розробки родовища оцінюються по одному варіанту, і не розглядається декілька варіантів подальшої розробки, з яких повинен визначатись оптимальний варіант;

– відсутні рекомендації щодо удосконалення системи розробки родовищ;

– практично не розглядаються варіанти освоєння родовищ з підтриманням пластового тиску.

Окремо належить відзначити фаховий вклад експертів (компетентних осіб) ДКЗ України при здійснені перевірки та аналізу поданих матеріалів геолого-економічної оцінки родовищ нафти і газу. Їх професіоналізм забезпечував приведення звітів у відповідність до вимог чинного законодавства та методики геологорозвідувальних робіт.

Балансові запаси вуглеводнів, що подавались на затвердження, не рідко виявлялись заниженими, особливо видобувні запаси. Не поодинокими були випадки, коли авторами подавались на затвердження не всі запаси вуглеводнів та супутніх компонентів, наявні на родовищі, частина балансових запасів необґрунтовано відносилась до позабалансових. ДКЗ виправляла такі помилки і затверджувала запаси в більшій кількості.

По ряду родовищ (Скоробагатьківське, Рибальське, Сахалінське, Мачухське, Кобзівське, Камишнянмське, Валюхівське, Абазівське, Залужанське, Пинянське, Машівське, Локачинське, Матвіївське, Загорянське, по кожному родовищу списано біля або більше 10 млрд м^3) відбувались значні списання вуглеводнів, що пов’язано:

– з необґрунтованими занадто оптимістичними приростами запасів в процесі геологорозвідувальних робіт у попередні роки;

– з значними термінами проведення дослідно-промислової розробки без проведення попередньої геолого-економічної оцінки (ГЕО-2) через 5 років;

– з приведенням категорійності та класів запасів до вимог "Класифікації..." 1997 р., в якій встановлені більш жорсткі вимоги до видобувних запасів у порівнянні з попередньою класифікацією.

Після експертизи геолого-економічної оцінки родовища та затвердження запасів користувачі надр отримують документ, який дає їм можливість повноцінного та фахового вибору черговості розвідувальних та дорозвідувальних робіт на родовищах вуглеводнів, що базуються на кваліфіковано перевірених і обґрунтованих геологічних, технологічних та економічних показниках. Створюється можливість для видобувних підприємств проектувати буріння нових свердловин та запланувати реальні видобутки вуглеводнів на найближчу перспективу. Важливість державної експертизи важко переоцінити, але необхідно сказати і про відповідальність і фаховість авторських колективів, що безпосередньо опрацьовують ГЕО.

На даний час всі авторські колективи розуміють вимоги Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр, законодавчі вимоги та практику робіт ДКЗ і, відповідно, професійно розробляють і оформлюють матеріали геолого-економічної оцінки родовищ вуглеводнів.

За великим рахунком ГЕО родовищ вуглеводнів, після виконання належної науково-дослідної роботи, може бути основою для розробки проектів видобувних робіт та відповідних банківських ТЕО щодо фінансування робіт.

Крім матеріалів детальної та попередньої ГЕО родовищ нафти та газу протягом 2011–2014 рр. надрокористувачі подавали матеріали початкової ГЕО-3 перспективних нафтогазоносних ділянок надр на попередній розгляд ДКЗ по ряду перспективних об’єктів з метою залучення інвестицій.

Перспективи розширення обсягів видобутку вуглеводневої сировини пов’язані, крім принципово нових геологічних позицій при проведенні ГРР на традиційні родовища, з пошуками вуглеводнів в нетрадиційних пастках. Важливим пріоритетом є розвідка та видобуток газу (метану) вугільних родовищ та газу сланцевих товщ.

Слід відмітити, що в надрах України проявлені три основні типи природних горючих газів, що використовуються або можуть бути використаними як енергетичні та інші корисні копалини: газ нафтогазових родовищ, газ (метан) вугільних родовищ та газ сланцевих товщ (газ центральнобасейнового типу).

Газ нафтогазових родовищ є традиційною корисною копалиною геологічне вивчення, геолого-економічна оцінка та промислове використання якої повністю врегульовано. Розширення ресурсної бази газу нафтогазових родовищ пов'язано із промисловим освоєнням нових нафтогазових регіонів, включаючи шельфові зони Чорного та Азовського морів, та освоєнням більш глибоких горизонтів відкритих нафтогазових регіонів.

Газ (метан) вугільних родовищ є нетрадиційною корисною копалиною і її геологічне вивчення, геолого-економічна оцінка та промислове використання знаходиться на стадії розробки і впровадження технологій промислового видобутку і використання.

У межах гірничих відводів діючих шахт газ (метан) вугільних родовищ видобувається, в основному, як шахтний метан у процесі поточної дегазації вугільних пластів.

Шахтний метан, є єдиним технологічним типом, що в Україні вже зараз видобувається у промислових масштабах попутно з вугіллям. Запаси шахтного метану можуть скласти основу для планування і інвестування підприємницької діяльності з їхнього видобутку і використання. Тому шахтний метан як окремий промисловий тип газу (метану) вугільних родовищ належить підраховувати і обліковувати у державному балансі корисних копалин. Ресурсною базою для формування видобувних запасів газу (метану) вугільних родовищ є пластовий метан, що оцінюється на місці залягання у пластах вугілля та вміщуючих порід.

На даний час ДКЗ України проведено розгляд матеріалів початкової геолого-економічної оцінки запасів (ресурсів) газу (метану) вугільних родовищ Південно-Донбаської вуглегазоносної площі Донецької області з метою апробації підрахованих запасів і ресурсів газу (метану) вугільних родовищ та визначення підготовленості їх до проведення подальших розвідувальних робіт для створення і впровадження спеціальних технологій видобування та використання.

Газ сланцевих товщ є також нетрадиційною корисною копалиною і його геологічне вивчення та геолого-економічна оцінка знаходиться на стадії вивчення. Аналогічно і газ центральнобасейнового типу.

У межах України виділено декілька перспективних на газ сланцевих товщ структурно-формаційних комплексів, але їхня продуктивність ще має бути доведена дослідно-промисловими та промисловими дослідженнями в умовах геологічних розрізів та технологій, наявних в Україні. Для послідовного розроблення і реалізації проектів з видобутку і використання газу сланцевих товщ слід провести цілеспрямовані геолого-прогнозні дослідження площ розвитку перспективних комплексів порід з метою визначення першочергових об'єктів для проведення геологорозвідувальних робіт, з метою виявлення промислово цікавих ділянок на видобуток газу сланцевих товщ. Геолого-прогнозні роботи повинні спиратись на науково обґрунтовану методику геолого-економічної оцінки ресурсів газу сланцевих товщ і перспектив його видобутку і використання.

Головним завданням є сприяння залученню інвестицій та зарубіжних інвесторів з точки зору привабливості капіталовкладень, що забезпечить поступове впровадження у геологорозвідувальну галузь новітніх технологій пошуку, розвідки та розробки родовищ корисних копалин разом з адаптацією обліку родовищ та звітності про стан запасів до світових стандартів. Це дозволить значно збільшити видобуток газу з нетрадиційних джерел та надходження до бюджету.

УДК 553.04:338.9(477)

ІННОВАЦІЙНІ ЧИННИКИ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА ОПОДАТКУВАННЯ НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ

***Жикаляк М.В.**, к. геол. н., ДРГП "Донецькгеологія" (м. Артемівськ), dongeo@ukr.net*

Проведено аналіз та встановлено причини низької ефективності діяльності вітчизняної гірничої промисловості, які пов'язані з тим, що в ній використовується ряд норм податкового та гірничого законодавства, які не відповідають положенням сучасної економічної теорії та інституціональним особливостям України. Запропоновано ввести ставки роялті для спеціального оподаткування гірничої ренти.

INNOVATIVE FACTORS OF STATE REGULATION AND TAXATION OF SUBSOIL USE IN UKRAINE

***Zhykaliak M.V.**, Cand. Sci. (Geol.), State Regional Geologic Enteprise "Donetskgeologiia" (Artemivsk), dongeo@ukr.net*

It was analyzed and determined that the reasons of low efficiency of domestic mining industry are related to the fact that there is a number of tax and mining legislation norms that do not comply with the provisions of modern economic theory and institutional nature of Ukraine. It was suggested to initiate royalty rates for special taxation of mining rent.

Обґрунтування проблеми. За останні 10 років надрокористування в Україні характеризується невисокими темпами зростання обсягів виробництва й інвестицій в розвідку, видобування та переробку корисних копалин, низьким декларованим прибутком у видобувній промисловості, незначними податковими надходженнями від її діяльності, створенням значних негативних екстерналій із-за нераціонального використання мінеральних ресурсів на шкоду майбутнім поколінням та зростанням екологічної і промислової небезпеки. Системними стали численні порушення господарюючими суб'єктами гірничого, податкового та екологічного законодавства при високому рівні опортунізму і корупції в галузі надрокористування в цілому.

Неефективна з позицій інтересів суспільства діяльність організацій і підприємств гірничої промисловості та геології обумовлена недосконалістю системи державного регулювання рентних відносин, у тім числі гірничого законодавства та системи спеціального рентного оподаткування. Незахищеність прав власності на користування надрами і земельними ділянками, невизначеність правового положення учасників гірничої діяльності, рентоорієнтована поведінка чиновників, опортунізм та корупція в процесі її державного регулювання перешкоджають ефективним інноваціям і зростанню інвестицій в проекти з розвідки та видобування корисних копалин.

Аналіз причин неефективної господарської діяльності підприємств гірничої промисловості та геології. В Україні багато в чому зберігається існуючий в часи планової економіки порядок здійснення геологорозвідувальних робіт (ГРР) державними геологорозвідувальними підприємствами, що виконують державні замовлення і програми розвитку мінерально-сировинної бази, фінансованими за рахунок плати за ГРР. Хоча в 2012 р. плата за ГРР була скасована, фактично вона продовжує стягуватися у складі плати за надра.

Фінансування геологорозвідувальних робіт державою і проведення їх під керівництвом Державної служби геології та надр України вкрай неефективне, не відповідає реальним перспективам вітчизняних надр, нагальним потребам економіки і програмним показникам розвитку мінерально-сировинної бази на період до 2030 року.

Діє заборона на передачу прав на мінеральні ресурси іншим господарюючим суб'єктам, що перешкоджає веденню ГРР геологорозвідувальними підприємствами і компаніями на свій ризик. Тільки останнім часом передбачено першочергове право на отримання ліцензій на видобуток для компаній, які фінансували ГРР.

Мінеральні ресурси в надрах не є активом видобувних компаній і у них відсутні легальні можливості продажу прав на їх використання іншим господарюючим суб'єктам. Це призводить до того, що зростають ризики господарської діяльності, знижуються можливості залучення інвестицій та отримання кредитів.

Крім того, оскільки права власності на мінеральні ресурси залишаються нечітко специфікованими, у чиновників є багато можливостей приймати рішення, пов'язані з їх отриманням та припиненням, на свій розсуд.

Останнім часом в Україні було здійснено перехід до плати за надра у вигляді податку на вартісні обсяги виробництва, але при цьому обрана вкрай невдала податкова база, а саме вартість видобутих корисних копалин, що визначається за спеціальними правилами. В результаті визначення податкових зобов'язань стає навіть складніше, ніж при оподаткуванні прибутку і цей вид податку втрачає свою основну перевагу – адміністративну простоту. Крім того, цей податок залишається недиференційованим по родовищах в залежності від величини гірничої ренти, що створює податкові переваги для великих компаній, знижує бюджетні надходження, перешкоджає конкуренції і призводить до того, що діяльність ряду підприємств, що розробляють менш цінні запаси, стає нерентабельною.

По суті плата за надра взагалі не є податком на гірничу ренту, а представляє собою податок на екстерналії, які обумовлені нераціональним використанням корисних копалин, стимулює екстенсивну експлуатацію родовищ та підвищує ціни на мінеральну сировину.

Пропозиції щодо реформування системи державного регулювання і рентного оподаткування надрокористування. Інноваційна цілісна концепція державного регулювання надрокористування в Україні у відповідності з європейськими цінностями і принципами повинна базуватися на ефективній організації геологорозвідки, чіткому визначенні й класифікації видів ренти в гірничій промисловості, специфікації прав власності на мінеральні ресурси в надрах, удосконаленні та оптимізації державного регулювання господарської діяльності геологорозвідувальних і гірничовидобувних підприємств та реформуванні системи спеціального рентного оподаткування підприємств видобувної промисловості (рис. 1).

Зокрема, рекомендується створити наступні умови для ведення геологорозвідувальних робіт (ГРР) господарюючими суб'єктами: а) забезпечити їм можливість отримання доходів від ГРР шляхом продажу прав на розвідані родовища без додаткових узгоджень з чиновниками; б) надати можливість списання витрат на ГРР, що не принесли позитивних результатів, на зменшення прибутку; в) передбачити можливість одноразового списання витрат на ГРР на витрати видобувних підприємств у першому році після початку видобутку; г) надати право на інвестиційні податкові кредити геологорозвідувальним компаніям, які провели ГРР на свій ризик.

Ліцензії на геологічне вивчення надр на початкових стадіях слід надавати господарюючим суб'єктам, які першими подали заявку. Плата за них повинна встановлюватися залежно від площі займаної ділянки, спочатку бути невеликою, але збільшуватися з плином часу, у тім числі при продовженні ліцензій. Аукціони за право розвідки і видобутку корисних копалин слід проводити тільки у тих випадках, коли ГРР були виконані державою або господарюючими суб'єктами, які втратили права на подальше використання розвіданих ними запасів.

Спецдозволи (ліцензії) на користування надрами доцільно замінити державними актами на користування надрами, аналогічним державним земельним актам. При цьому права і обов'язки різних органів державного управління і господарюючих суб'єктів у процесі видачі, продовження, переоформлення ліцензій повинні бути чітко прописані в законодавстві, а відповідальність чиновників за порушення цих прав посилена.

У результаті виконаних автором досліджень встановлено, що рента в гірничій промисловості може бути тільки диференціальною, причому як позитивною, так і негативною, а її одержувачами можуть бути не лише гірничі компанії, що ведуть видобуток і переробку мінеральних ресурсів, але і власники прав власності на ділянки землі й надр, у межах яких розташовано родовище, або прав на використання мінеральних ресурсів. Також вона може законними і незаконними способами вилучатися у гірничих компаній їх споживачами, постачальниками, представниками різної влади, злочинними угрупуваннями і розтрачуватися в процесі її отримання та подальшого використання.

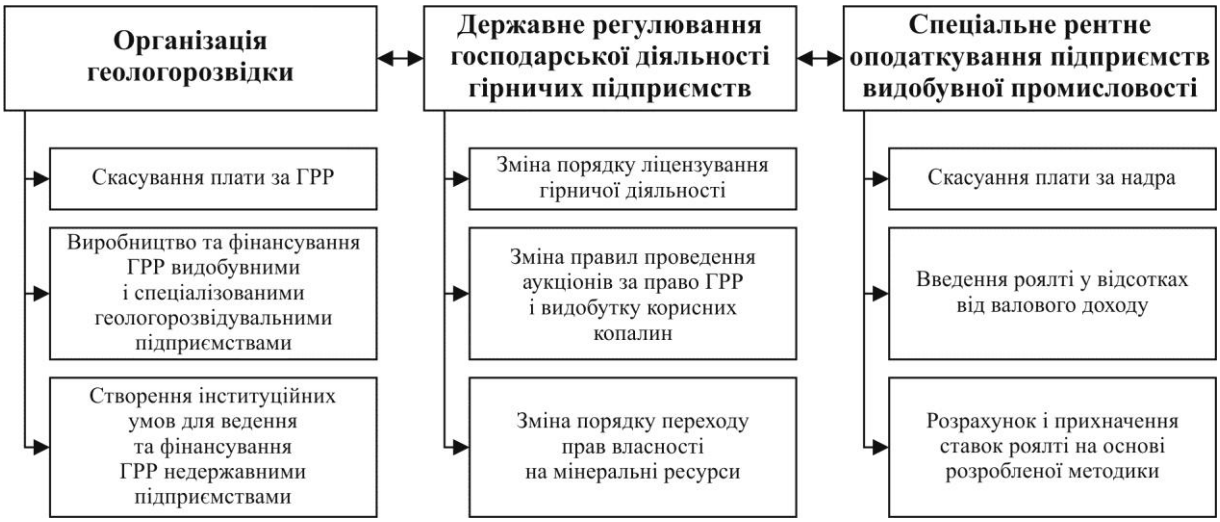


Рис. 1. Концепція державного регулювання рентних відносин у гірничій промисловості

Чинники утворення ренти в гірничій промисловості підрозділяються на незалежні від поведінки одержуючих її господарюючих суб'єктів і на обумовлені їх рішеннями і діями. За цією ознакою рента в гірничій промисловості поділяється на гірничу і підприємницьку (рис. 2).

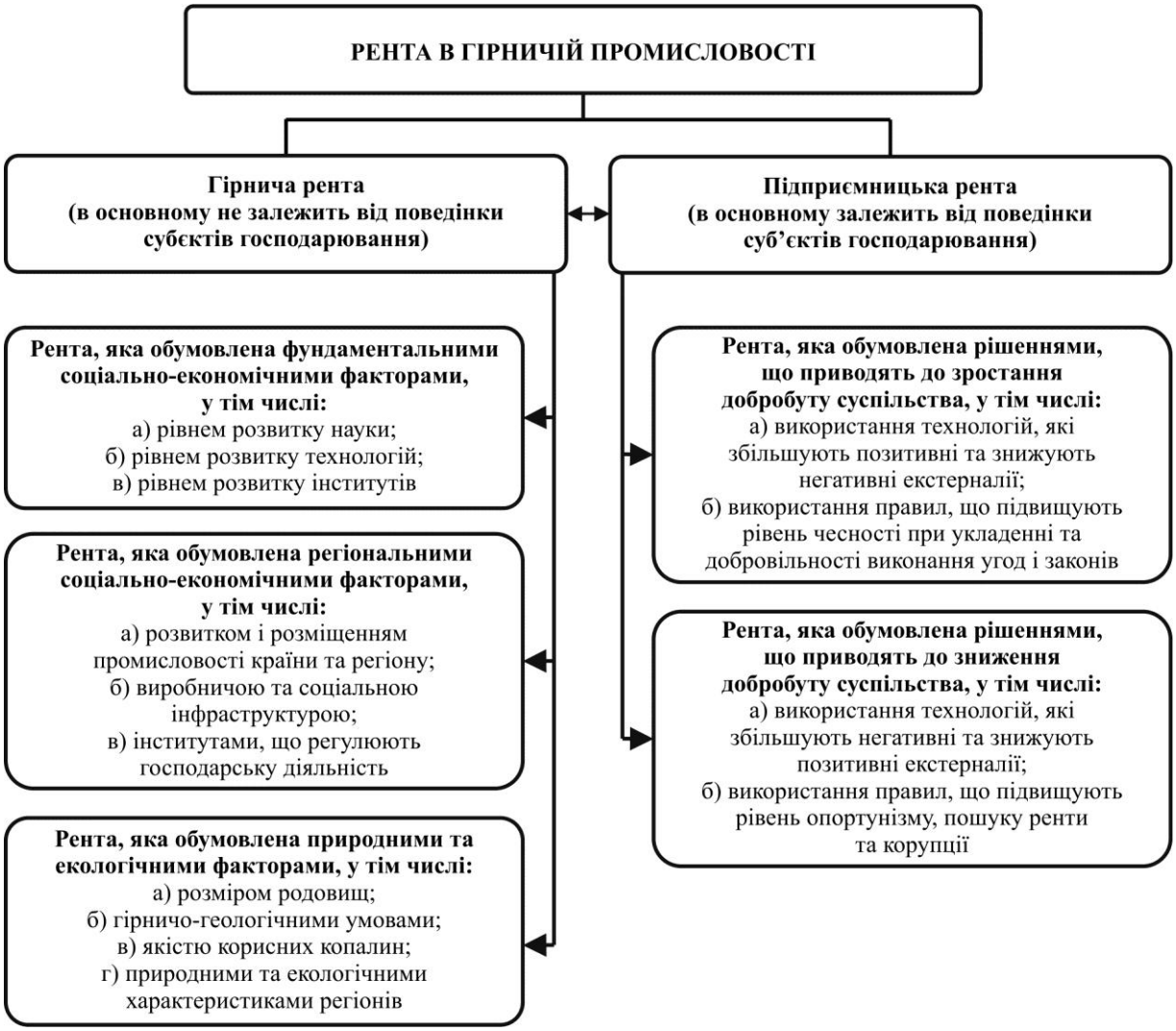


Рис. 2. Економічний прибуток (рента) в гірничій промисловості

Гірнича рента є частиною економічного прибутку від продажу прав на мінеральні ресурси в надрах або продукції гірничих компаній, яка в основному не залежить від рішень і дій одержуючих її господарюючих суб'єктів. Причинами її утворення є фундаментальні соціально-економічні чинники, рівень технологічного та інституційного розвитку регіонів, у яких ведеться гірнича діяльність, природні і екологічні характеристики родовищ і регіонів.

Підприємницька рента є частиною економічного прибутку від продажу прав на мінеральні ресурси в надрах або продукції гірничих компаній, яка в основному залежить від рішень і дій одержуючих її господарюючих суб'єктів. Вона підрозділяється на ренту, обумовлену поведінкою, що підвищує і знижує громадський добробут.

Причини утворення ренти, а відповідно і її види, неможливо розподілити за допомогою об'єктивних критеріїв порівняння прибутку від розробки замикаючих та інших родовищ і визначення залежності величини гірничої ренти від деяких показників. Але може бути зроблена їх суб'єктивна оцінка зацікавленими сторонами (урядом або іншим власником мінеральних ресурсів і господарюючими суб'єктами, що ведуть гірничу діяльність) і досягатися консенсус віднос-

но того, яка частина ренти є гірничою, а яка – підприємницькою. Це важливо для цілей оподаткування, оскільки податок, що вилучає у господарюючих суб'єктів гірничу ренту, яка не залежить від їх поведінки, сприймається учасниками як неспотворюючий і справедливий стосовно гірничих відносин.

Непоновлюваність і вичерпаність мінеральних ресурсів не є причинами утворення абсолютної ренти. Ці властивості мінеральних ресурсів можуть призводити до утворення екстерналій, пов'язаних з тим, що вони надінтенсивно використовуються в сьогоденні на шкоду майбутнім поколінням. Це відбувається, якщо ціни на мінеральні ресурси нижчі суспільно необхідних (соціальних) альтернативних витрат їх використання. Державне регулювання здійснюється за результатами аналізу державного балансу запасів корисних копалин, перспектив їх прирощення, попиту і пропозицій на внутрішньому і зовнішньому ринках, витрат на виробництво та наявності замінників.

Державне регулювання екстерналій, пов'язаних із забрудненням гірничими компаніями довкілля, може здійснюватися за допомогою спеціальних податків, специфікації прав власності, субсидування, використання приписів та штрафів. Їх податковою базою повинні виступати обсяги забруднень довкілля, а їх величина повинна залежати від нанесеної суспільству і третім особам екологічної шкоди. Екологічні податки покликані, на відміну від рентних, впливати на поведінку господарюючих суб'єктів, стимулюючи зниження екологічної шкоди, що завдається, або забезпечуючи його компенсацію суспільству.

Таким чином, як показали виконані дослідження, на відміну від поширеної думки про те, що рентні податки покликані вирішувати проблеми вилучення гірничої ренти, непоновлюваності та вичерпаності мінеральних ресурсів і екологічного врегулювання, з цією метою мають використовуватися три різні види податків: 1) податок на гірничу ренту повинен залежати від її величини і не впливати на ціни мінеральної сировини і поведінку господарюючих суб'єктів; 2) податок на екстерналії, пов'язані з нераціональним використанням мінеральних ресурсів, повинен збільшувати їх ціну і знижувати обсяги використання в сьогоденні, і 3) податок на екстерналії, пов'язані із забрудненням довкілля, повинен залежати від обсягів цих забруднень або шкоди, що завдається ними, і знижувати стимули до їх здійснення.

В якості першочергових заходів необхідно скасувати плату за надра і ввести роялті, податковою базою якого є валовий дохід від реалізації видобутої мінеральної продукції без урахування витрат, пов'язаних з постачанням її споживачеві. При цьому ставки роялті повинні бути диференційовані в залежності від передбачуваної величини гірничої ренти по кожному переданому надрокористувачам родовищу. Вони будуть розраховуватися на підставі даних ГЕО-2, ГЕО-3 або інвестиційних проектів, як відношення приведеної прогнозної величини гірничої ренти до наведеного скоригованого доходу від реалізації продукції при обраній внутрішній нормі доходу, прийнятною для інвестора і держави.

За результатами розрахунку уповноважена на це державна організація призначатиме видобувному підприємству, котре отримає ліцензію на розвідку або видобуток корисних копалин, ставку роялті. Ставка не повинна переглядатися за жодних обставин, за винятком випадків, коли судом буде встановлений факт корупції при її розрахунку або призначенні. Права, обов'язки та відповідальність сторін у процесі податкового адміністрування роялті повинні бути такими ж, як для інших податків.

УДК 553.04 (477)

РОЛЬ МІНЕРАЛЬНО-РЕСУРСНОЇ БАЗИ УКРАЇНИ ДЛЯ ВИВОДУ ЕКОНОМІКИ ІЗ КРИЗОВОГО СТАНУ

Галецький Л.С., *д. геол.-мін. н., проф.,* ***Чернієнко Н.М.***, *к. геол. н.,* ***Ремезова О.О.*** *д. геол. н., проф.,*
Інститут геологічних наук НАН України (м. Київ), nataly.kiev@i.ua, remezova-e@mail.ru

Надра України є фундаментом економіки держави. Якісна мінерально-сировинна база, ефективна та збалансована державна політика в сфері її використання мають вирішальне значення для відродження економіки України та інтегрування її в загальносвітову ринкову систему. Комплексне використання мінеральної сировини продовжує залишатися в числі найважливіших геолого-економічних завдань, це – високі технології, потужна економіка, національна й економічна безпека, енергозберігаюче виробництво й чиста екологія.

A ROLE OF MINERAL-RESOURCE BASE OF UKRAINE IS FOR CONCLUSION OF ECONOMY FROM THE CRISIS STATE

Galets'kyi L.S., ***Cherniyenko N.M.***, ***Remezova O.O.***,
Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine (Kyiv), nataly.kiev@i.ua, remezova-e@mail.ru

Mineral resources are the foundation of the National economy. High-quality raw-material base, effective and balanced state policy in the sphere of its use is essential for economic recovery and integration of Ukraine into the global market system. Integrated use of mineral resources continues to be among the most important geological and economic task, such as the following: high technology, economic strength, national and economic security, energy-saving and clean production environment.

Україна має потужну мінерально-сировинну базу (МСБ) і відноситься до найбільших мінерально-ресурсних держав світу. На її території виявлено понад 20 тисяч родовищ і рудопроявів, що представлені 97 видами корисних копалин, розвідано біля 8000 родовищ, половина з яких розробляється. Найбільше значення мають залізні, марганцеві, уранові руди, вугілля, газ, нафта і конденсат, титан, циркон, благородні і рідкісні метали, рідкісноземельні елементи, каолін, графіт, нерудна сировина для металургії, декоративний камінь, мінеральні води. З мінеральними ресурсами і продуктами їх переробки ще до недавно було пов'язано 42 % ВВП і 60 % валютних надходжень від експорту. Займаючи площу в 603,7 км^2 (0,4 % світової суші) Україна спроможна забезпечити 5 % світової потреби в мінеральній сировині. Проте в сучасний період гірничо-геологічна галузь країни доведена до кризового стану та знаходиться на грані банкрутства [3].

Держава повністю втратила контроль за станом надрокористування, воно зараз віддано у сферу приватного бізнесу який має переважно хижацький характер, внаслідок чого держава не одержує можливого прибутку. При цьому використовуються запаси корисних копалин, які були розвідані ще до 90-х років минулого століття, коли геологія була провідною галуззю держави. В результаті порушується основний закон гірничої справи: "приріст запасів корисних копалин повинен випереджати їх видобуток", що веде до неминучого краху економіки країни, основою якої є саме мінерально-сировинний фактор. Крім того, порушується основний закон Конституції України: "надра належать народу" від якого зараз все це відібрано. Слід підкреслити, що така ситуація є загрозливою для національної безпеки України, оскільки руйнується основна економічна система країни, що, можливо, є результатом цілеспрямованої політики знищення України як самостійної держави, наслідки якої ми вже спостерігаємо. Держава повинна відновити свою першочергову місію забезпечення раціонального природокористування та відновити роль державної геологічної служби, яка зараз майже знищена.

Серед найбільш важливих напрямків розвитку МСБ слід виділити такі: створення рідкіснометалевої-рідкісноземельної галузі, відновлення державного титанового та збереження уранового виробництв.

В умовах сьогодення, розвиток рідкіснометалевої–рідкісноземельної галузі в Україні набуває особливого значення, оскільки масштаби видобутку, виробництва, споживання більшості рідкісних металів та рідкісноземельних елементів, необхідних для розробки новітніх технологій, є точним індикатором рівня науково-технічного розвитку країни. На їх основі сьогодні розвиваються високотехнологічні сучасні виробництва електронної та радіотехнічної продукції, приладобудування, напівпровідникових матеріалів, які використовуються у провідних галузях виробництва та забезпечують економічну й оборонну безпеку будь-якої держави: атомна енергетика, радіоелектроніка, авіаційна й ракетна техніка, машинобудування, приладобудування, хімічна й медична промисловість, виробництво напівпровідникових матеріалів, спеціальних сортів легованих сталей, композиційних матеріалів, ін. Номенклатура рідкісноземельної продукції нараховує більше 400 найменувань. Найбільшими споживачами рідкісних металів є країни, що досягли найбільших успіхів в науково-технічному прогресі: Японія, США, країни Західної Європи. Ці метали в сучасному світі є основою "зеленої політики" яка спрямована на максимальне енерго- та матеріалозбереження, охорону навколишнього середовища та покращення умов життєдіяльності людей. В сучасних умовах обмежених інвестицій, випереджаючий розвиток рідкіснометалевої промисловості і, відповідно, якісної металургії дає країні значний економічний ефект, перш за все, за рахунок скорочення енерго- і матеріалозатрат (до 20–30 %), що є надзвичайно актуальним, зважаючи на існуючі проблеми в паливному ринку. В Україні з важким виробництвом пов’язано 64 % економіки в той час як в США, Франції, Японії та ін. цей показник не вище 30 %, де ставка робиться на "малотоннажне" наукоємне виробництво, із зниженою енерго-ресурсоємністю і обмеженим ековпливом. Перехід від, переважаючої зараз, "сировинної" складової і промпродуктів до високоякісної продукції і кінцевих виробів можливий тільки на основі створення власної рідкіснометалевої бази. Враховуючи непомірні енергетичні, матеріальні і еколого-ресурсні витрати важкої промисловості для України це – надзвичайно актуальне завдання [1, 3].

Україна є однією з провідних титаноносних провінцій світу, в якій сконцентровано близько 20 % світових запасів і ресурсів титану. Частка України в світовому виробництві концентрату ільменіту складає 11,5 % (третє місце в світі), рутилового концентрату – 8,5 %, губчастого титану – 5 %, двоокису титану – 3%; в експорті титанових концентратів – 8. До цього часу Україна, маючи всі можливості для створення сучасного вертикально-інтегрованого титанового виробництва, виступала лише як постачальник сировини та напівфабрикатів. Україна має повний цикл титану від видобутку до виробництва готової продукції. Проте номенклатура цієї продукції все ще залишається обмеженою, переважає виробництво губчастого титану, відсутні потужності литва і прокату, мало випускається складних технічних виробів з титану. У зв’язку з цим майже не поставляється губка на внутрішній ринок. Все це призводить до того, що ринок титану України сильно залежить від зовнішніх чинників. За даними міжнародної асоціації "Титан", якщо титанові злитки переробити на напівфабрикати, то їх вартість збільшиться удвічі. Вартість титанових спорттоварів збільшується в порівнянні із злитками в 12–200 раз, деталей для автомобілів – в 50–100 раз, споживчих товарів – в 100–80 раз, медичних виробів – в 200–10 000 раз, ювелірних виробів – в 100–10 000 раз. В Україні не розвивається багатопрофільне машинобудування – основний споживач титану у високорозвинених країнах [2].

Серед інших проблем, які не були вирішені, це зниження якості концентратів титанових мінералів, недооцінка комплексного характеру розсипів, що призводить до втрати мож-

ливостей одержання рідкісних металів (ванадію, гафнію, цирконію), недостатня увага розробкам нових технологій в зв'язку з залученням до освоєння більш складних за геологічною будовою об'єктів, зокрема виробництва титану-металу та виробів з нього.

Потрібно повернути титанову галузь під контроль держави, не допустити загарбання мінерально-ресурсної бази титану Росією. Враховуючи останні події та агресивну зовнішню політику Росії слід негайно припинити постачання як концентратів титанових мінералів, так і іншої титанової продукції до цієї країни.

Щодо заходів, які повинні здійснюватись в Україні по збереженню і розвитку власного титанового виробництва, то вони мають бути такі:

● Розробити стратегію розвитку мінерально-ресурсної бази титану України для забезпечення раціональної діяльності титанової галузі країни в кризових умовах.

● Геолого-економічна, технологічна і екологічна оцінка промислового освоєння першочергових рудних родовищ: Стремигородського, Федорівського, Кропивенківського, Торчинського, Мотронівсько-Аннівського, Злобицького, Поромівського, Воскресенівського.

● Обґрунтування створення замкнутого циклу титанової промисловості: руда–концентрат–промпродукт–кінцеві вироби згідно, світового досвіду.

● Забезпечення комплексного освоєння титанових родовищ: титан, апатит, циркон, ванадій, гафній. скандій, залізо та ін.

● Побудова цифрових геолого-структурних, літологічних, мінералогічних, геохімічних, технологічних, ресурсних моделей родовищ, які готуються до розробки.

● Відновлення Державного холдингу "Титан України" з пріоритетним розвитком наукоємних виробництв та забезпечення державного контролю за розвитком титанової галузі як стратегічного напрямку економіки України.

Здійснення цих заходів дозволить Україні зайняти провідне місце у Європі та світі по титановому виробництву та одержувати не менше 1 млрд дол. США прибутку щорічно. Зважаючи на потужний природний потенціал титанової сировини, сучасні тенденції розвитку титанової промисловості, власний та світовий досвід титанового виробництва, Україна у короткий час (2–3 роки) може стати європейським та світовим лідером у титановій галузі.

Національна, енергетична і економічна безпека України безпосередньо залежить від нарощування балансових запасів і використання стратегічних корисних копалин, складовою частиною яких є уран, як реальна дієва альтернатива вуглеводневій енергетичній сировині. Особливості геологічної будови України визначили специфіку формування мінерально-сировинної бази урану країни. На даний момент в Україні відомі родовища урану декількох промислових типів, але переважна частка запасів урану зосереджена в родовищах альбітитового типу, які за запасами не мають аналогів в світі. Україною накопичений унікальний досвід в проведенні пошуків, розвідки і розробки родовищ урану даного промислового типу. Останніми роками спостерігається тенденція скорочення щорічного приросту запасів урану по промислових категоріях на родовищах України в порівнянні з його видобутком, що йде врозріз з прийнятою "Енергетичною стратегією України на період до 2030 року". Використання атомної енергетики в Україні на сьогодні не має альтернативи, тому забезпечення її зростаючих потреб у сировині є нагальною проблемою розвитку вітчизняної уранової галузі на найближчий час. Головним чинником для подальшого розвитку уранової геології України є зростання цін на уран на світовому ринку і відсутність альтернатив його використання у атомній енергетиці світу. За прогнозами Агентства ядерної енергетики (NEA), до 2050 року кількість ядерних енергоблоків у світі зросте з 439 до 1400, споживання електроенергії в світі може зрости в найближчі 20 років на 20–25 %. Тим ча-

сом світова промисловість забезпечена розвіданими на сьогоднішній день запасами урану лише на 35–40 років. Споживання урану в Україні поки покривається за рахунок вітчизняної сировини лише на 30 %. Безперечна в сформованих умовах економічна доцільність залучення інвестицій у розвідку та освоєння нових рентабельних уранових родовищ України [4]

На цей час фактично ліквідована уранова геологічна служба, звільнені найкращі фахівці, які замінені так званими "міліціонерами", що займаються скороченням уранових експедицій та ліквідацією залишків виробничих потужностей. Це неминуче приведе до знищення уранової галузі України і відповідно її основного джерела – дешевої електроенергії. Можна допустити, що це є основною частиною знищення енергозабезпечення України і приводу її до повної залежності від "сусідів". У зв'язку з цим необхідно прийняти невідкладні заходи для припинення стагнації уранової галузі та виробництва атомної енергії України. Слід визначити альтернативні варіанти більш надійних та перспективних відношень у виробництві ТВЕлів; відновити уранову геологічну службу України, яка в свій час займала провідні позиції у світі і забезпечила створення потужної мінерально-ресурсної бази для розвитку атомної промисловості країни.

Висновок

Головним завданням перспективного розвитку мінерально-сировинної бази України є розробка єдиної системи дослідження надр, відновлення активної ролі геологічної служби як функціонуючої науково-практичної галузі, спроможної вирішувати завдання від наукового заділу до практичної реалізації. Основою матеріального наповнення цієї політики повинна стати організація реальної співпраці в усіх ланках процесу: розвідки, видобутку, переробки і реалізації мінеральної сировини. Створення і реалізація в країні потужної мінерально-сировинної бази – це актуальна задача геологорозвідувальної і гірничовидобувної галузей. Поєднання такої бази з науково-технічним потенціалом провідних наукових організацій Національної академії наук України та існуючою промисловою інфраструктурою створює винятково сприятливу основу для європейської та світової інтеграції. Для виводу країни із вказаної загрозливої ситуації, пов'язаною із знищенням її мінерально-ресурсної бази як основи економіки, пропонується терміново розглянути на засіданні РНБО України питання "Роль мінерально-ресурсної бази України для виводу економіки із кризового стану та зміцнення обороноздатності країни" [1, 3].

Література

1. *Cherniyenko N.N.* Geological and Economic Assessment of Rare Metals Deposits and Rare Earth Elements of the Ukrainian Shield for Their Priority Development // The 5th International scientific conference of young scientists and students "Fundamental and applied geological science: achievements, prospects, problems and ways of the solutions". The conference's Abstract, – November 14–15, 2013 – Baku. – P. 75–76.

2. *Галецкий Л.С.,* Ремезова Е.А. Стратегия развития титановой отрасли Украины в 2012 году и последующие годы // Международная конференция Ti-2012 в СНГ, Россия, – Сборник трудов. г. Казань, 22–25 апреля 2012 г. – С. 7–11.

3. *Галецкий Л.С.,* Черниенко Н.Н. Роль минеральных ресурсов Украины в преодолении кризисных явлений в экономике // Розвиток продуктивних сил України: від В.І. Вернадського до сьогодення // Матеріали міжнародної наукової конференції, м. Київ, 20 березня 2009 р.: У 3-х частинах / РВПС України НАН України. – К.: РВПС України НАН України 2009. – Ч. 2. – С. 87–90.

4. *Калашник А.А.* Геолого-структурные особенности и источники рудного вещества при формирования месторождений урана в карбонатно-натриевых метасоматитах на примере УЩ / А.А. Калашник // Зб. наукових праць УкрДГРІ. – 2012. – № 4. – С. 50–66.

УДК 553.04(075)

ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ РОЗВИТКУ ЗАЛІЗОРУДНОЇ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ УКРАЇНИ В ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТАХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРЯМОГО ВІДНОВЛЕННЯ ЗАЛІЗА

Плотніков О.В.[1], *д. геол. н., проф.*, ***Курило М.М.***[2], *к. геол. н., доц.*,
1 – ДВНЗ "Криворізький національний університет"(м. Кривий Ріг), magnetit@meta.ua;
2 – Київський національний університет ім. Т. Шевченка (м. Київ), kurylo_mm@mail.ru

Показано, що визначальною тенденцією розвитку залізорудної мінерально-сировинної бази світу є переорієнтація з забезпечення сировиною потреб традиційної (доменної) металургії на технології прямого відновлення заліза. Виконана геолого-економічна оцінка залізорудної мінерально-сировинної бази Українського щита з урахуванням вимог технологій прямого відновлення заліза. Доведено, що серед різноманіття структурно-генетичних типів залізорудних родовищ Українського щита вимогам якісної металургії відповідають родовища які розташовані в архейських залізисто-кременистих формаціях вулканогенно-осадового типу. За даними геолого-економічного аналізу найперспективнішими для першочергового освоєння є родовища залізистих кварцитів Правобережного району Українського щита.

ECONOMIC-GEOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL FACTORS FOR THE DEVELOPMENT OF UKRAINIAN IRON-ORE MINERAL RESOURCE BASE IN THE INVESTMENT PROJECTS ON TECHNOLOGIES OF DIRECT IRON REDUCTION

Plotnikov O.V.[1], *Dr. Sci. Geol., Prof.*, ***Kurylo M.M.***[2], *Cand. Sci. Geol., Assoc. Prof.*,
1 – SHEI Kryvyi Rih National University (Kryvyi Rih), magnetit@meta.ua;
2 – Taras Shevchenko National University of Kyiv (Kyiv), kurylo_mm@mail.ru

It was presented that the defining trend of iron-ore mineral resource base of the world was refocusing on providing raw material needs of traditional (blast) metallurgy for the technology of direct iron reduction. Economic-geological evaluation of iron-ore mineral resource base of the Ukrainian Shield according to the requirements of direct iron reduction was carried out. It was proved that among the variety of structural and genetic types of iron-ore deposits within the Ukrainian Shield, those, which are located in the Archean iron-siliceous formations of volcanic-sedimentary type meet the requirements of high-quality metallurgy. According to the economic-geological analysis, ferruginous quartzite deposits that are located at the Right-Bank of Ukrainian Shield are the most promising for priority development.

В сучасний період визначальною тенденцією розвитку залізорудної мінерально-сировинної бази світу є переорієнтація на забезпечення потреб бездоменної металургії [1]. Металургійні підприємства індустріально розвинених країн орієнтуються передусім на пряме відновлення заліза (ПВЗ), минаючи доменний процес. Впровадження ПВЗ викликано скороченням запасів якісного коксівного вугілля, зменшенням ресурсів металічного брухту та підвищенням цін на нього. Тому частка сталі, що виплавлена ПВЗ, зростає і в 2013 р. досягла 48 млн т чи 11 % сукупного виробництва сталі у світі. Серед країн, що використовують технології ПВЗ, лідирують країни Північної Америки, Венесуела, Саудівська Аравія. В останні роки значно (на 36 %) зросло використання ПВЗ в Індії, де досі розвивалось доменне виробництво.

В світі використовують декілька видів технологій прямого відновлення заліза, найпоширенішими з яких є американські технології Midrex, Corex, HYL III та інші. Проте треба відзначити, що реалізація технології безкоксової металургії забезпечує значні переваги з точки зору економічних та екологічних факторів. Такий досвід мають деякі російські підприєм-

ства, зокрема, Лебединський та Михайлівський ГЗК. Михайлівський ГЗК здійснив реалізацію нової програми з випуску металізованих окатишів, щорічне виробництво яких планувалось на рівні 2 млн т. Запланований прибуток від їх реалізації складе не менше 200 млн дол. США щорічно, що дозволить підприємству в два рази збільшити сукупний прибуток від реалізації. Сума інвестицій в цей проект передбачалась приблизно 500 млн дол. США. Лебединський ГЗК за допомогою німецьких інвестицій почав будівництво заводу металізованих брикетів у 1995 р., який було введено в експлуатацію в 2001 р. В 2002 р. підприємство почало, а в 2007 році завершило будівництво та введення в експлуатацію другої черги цехів гарячебрикетованого заліза. Виробництво цієї продукції базується на процесах ПВЗ, а вихідної сировиною для цього на Лебединському ГЗК слугують офлюсовані окатиші з вмістом заліза більше 66,5 %. На даному підприємстві працюють два цехи з виробництва гарячебрикетованого заліза: № 1 – працює по технології HYL–III, цех № 2 – по технології MIDREX. Виготовляються брикети залізної руди із вмістом заліза не менше 90 %. Загальна річна виробнича потужність цих виробничих підрозділів комбінату – 2400 тис. т брикетів.

Технології прямого відновлення заліза висувають більш жорсткі вимоги до мінеральної сировини ніж традиційні (доменні). По-перше, руди для прямого відновлення заліза повинні мати легку збагачувальність на підставі найбільш дешевих і високопродуктивних методів до яких відноситься магнітна сепарація. Тому мінеральний склад руд для прямого відновлення повинен бути представлений магнітними мінералами – магнетитом, маггемітом, титаномагнетитом. По-друге, рудний мінерал повинен бути гомогенним і вільним від ізоморфних домішок. В природних умовах магнетит містить ізоморфні домішки магнію, титану, марганцю, і інших елементів, а також субмікроскопічні включення продуктів розпаду твердих розчинів або реліктових мінералів. Якісний і кількісний склад елементів-домішок в магнетиті визначається формаційною приналежністю руд [2–3]. По-третє, залізорудна мінеральна сировина повинна відповідати вимогам європейських стандартів по вмісту рудних і шкідливих домішок. Пряме відновлення заліза здійснюється без переводу вихідного матеріалу в рідкий стан. Тому більшість рудних і шкідливих домішок (P, S, Zn, As та ін.) не відділяється від металу.

Таким чином найважливішими показниками, які обумовлюють придатність залізорудної сировини для технологій прямого відновлення є переважно магнетитовий склад руд, гомогенність і хімічна чистота рудного мінералу, здатність збагачуватись за рентабельними схемами до переважно мономінеральних концентратів, вільних від шкідливих домішок.

На Українському щиті залізні руди, які відповідають вимогам якісної металургії найбільш детально розвідані в межах Побузького, Маріупольського та Правобережного районів і приурочені до архейської залізисто-кременистої формації вулканогенно-осадового типу. Родовища Побузького та Маріупольського районів віддалені від гірничодобувних регіонів, тому для їх освоєння потрібні чималі кошти на будівництво гірничозбагачувальних комбінатів. До того ж рудні поклади залягають на значній глибині і потребують коштовного підземного способу розробки в складних гірничо-геологічних умовах. Правобережний район розташований поблизу діючих Північного, Полтавського і Центрального гірничо-збагачувальних комбінатів.

Правобережний район розташований в центральній частині Українського щита між Криворізьким і Кременчуцьким залізорудними басейнами (рис. 1). Він займає північну частину Західно-Інгулецької структурно-фаціальної зони. З півдня район обмежений зоною Девладівського глибинного розлому. В будові Правобережного району приймають участь кристалічні породи архейського і протерозойського віку. Основу структурного плану скла-

дають граніто-гнейсові купола і лінійно-видовжені зони, які представлені породами конксько-верховцевської, криворізької і інгулецької серій.

В центральній частині Правобережного району розташований найбільш крупний майже ізометричний граніто-гнейсовий Центральний купол. Купол в центрі складений гранітоїдними породами – плагіоклазовими, а на периферії – біотитовими гнейсами. Діаметр купола сягає 22–25 км. Вихід гранітоїдів має своєрідну серпоподібну форму (в три чверті кола), обернену на південний схід (рис. 1).

На півдні розташований також майже ізометричний Кужеловський купол. В його центральній частині виходять основні породи (габро, габро-норити), які оточені гранітоїдами, що представлені переважно плагіоклазовими гранітами. На південь від Кужелівського купола розташований найменший за розмірами Жуганський купол, який складений здебільшого гранітоїдами.

Структурний план Правобережного району визначається переважно Центральним куполом. Кужелівський і Жуганський купола є продовженням на південь найменш дислокованої частини Правобережного району. Решта куполоподібних структур мають форму еліпса. Якщо провести вісі цих структур, то вони співпадатимуть з напрямком облямування Центрального куполу (рис. 1).

За структурно-генетичними особливостями залізорудні родовища району розділяються на дві групи – східну і західну. *Західна група* вміщує Жовтянське, Попельнастівське, Миколаївське, Млинківське і Успенське родовища, які розташовані вздовж Криворізько-Кременчуцького глибинного розлому. Простягання розлому в південній частині північно-східне за азимутом 15 °, а починаючи з південної частини Миколаївського родовища напрямок розлому стає субмеридіальним. В межах Успенського родовища орієнтування північно-західне 350–355 °.

Метаморфічні породи західної групи належать до фації зелених сланців. Залізорудні родовища приурочені до протерозойської залізисто-кременистої формації осадового типу [3–5] і мають схожі властивості внутрішньої будови. Це обумовлене розташуванням родовищ в зоні глибинного розлому, який і визначив загальні риси їх будови. Характерним для усіх родовищ є складне поєднання фрагментів складчастих структур з повздовжніми розривними тектонічними порушеннями. Для кожного з зазначених родовищ властиві також і особливі риси внутрішньої будови. Залізні руди західної групи родовищ не відповідають вимогам стандартів до якісної металургії.

Східна група родовищ відноситься до архейської залізисто-кременистої формації вулканогенно-осадового типу. Породи метаморфізовані переважно в амфіболітовій фації [1]. Структурно-генетичні закономірності розташування родовищ західної групи визначаються граніто-гнейсовими куполами. Конфігурація залізорудних пластів в плані обумовлена морфологією граніт-мігматитових ядер брахіантиклінальних і куполоподібних складок. Серед структур залізорудних родовищ виділяються синклінальні і антиклінальні складки. Зустрічаються також моноклінальні ділянки, які іноді утворюють флексурні вигини.

Вимогам якісної металургії відповідають залізні руди Східної групи родовищ. Рудні поклади цих родовищ розташовані в середній підсвиті артемівської світи і представлені магнетитовими і силікат-магнетитовими кварцитами. Текстура руд верствувата і складена з кварцових, магнетитових, і силікатних прошарків. Магнетитові прошарки утворені поліедрично-верствуватими агрегатами магнетиту, які видовжені в одному напрямку. Межі зерен магне-

титу з нерудними мінералами дуже різкі, ослаблені. Зерна практично не містять включень інших мінералів.

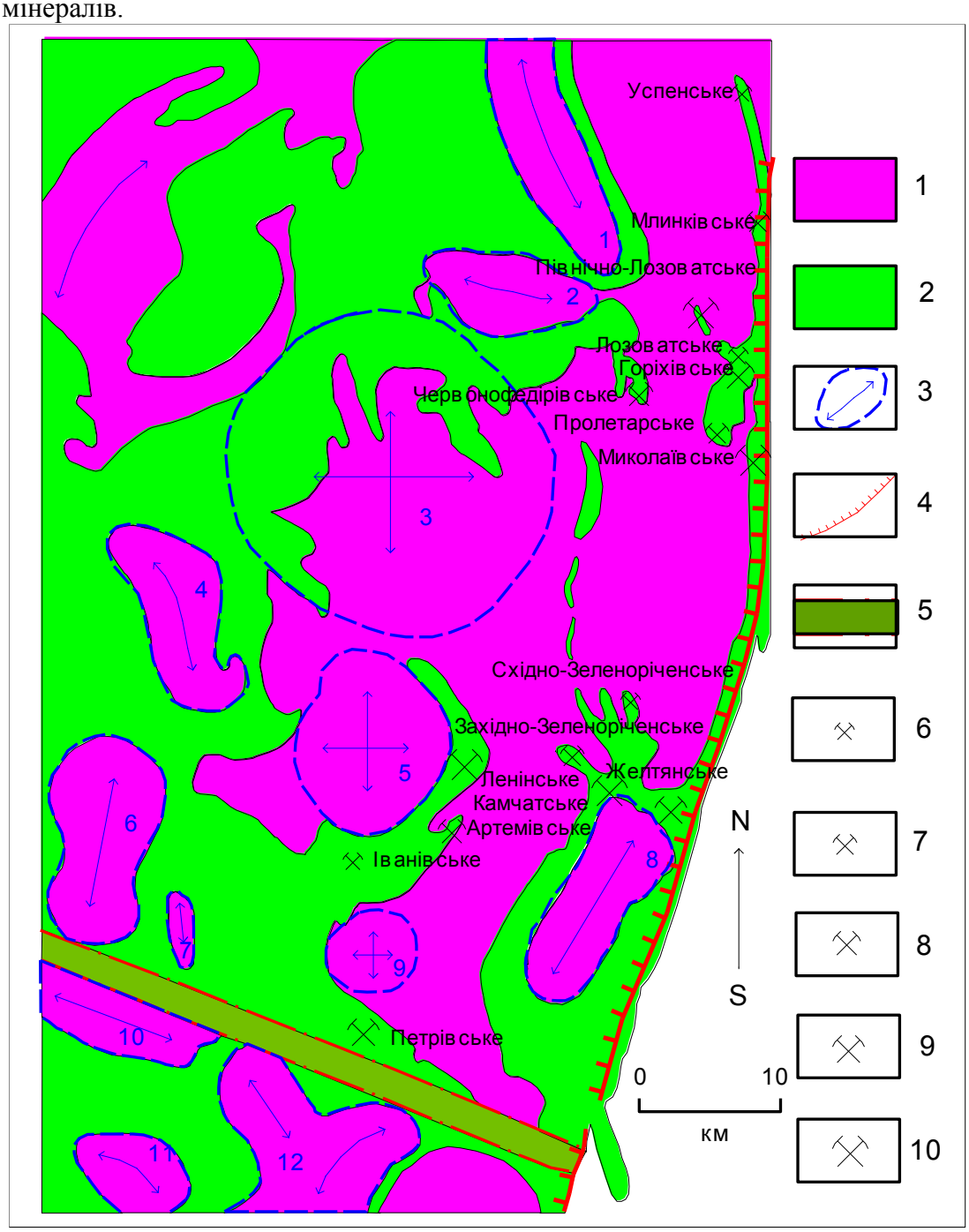


Рис. 1. Геолого-структурна схема Правобережного району Українського щита:
1 – граніти і мігматіти; 2 – зеленокам'яні і залізисто-кременисті формації; 3 – купольні структури; 4 – зона Криворізько-Кременчуцького глибинного розлому; 5 – зона Девладівського глибинного розлому; 6–10 – родовища залізистих кварцитів с загальними запасами, млн т (6 – до 50; 7 – 50–100; 8 – 100–150; 9 – 150–200; 10 – більше 200). На карті цифрами позначені граніто-гнейсові купола: 1 – Омельниківський, 2 – Ворошиловський, 3 – Центральний, 4 – Олександрійський, 5 – Куколівський, 6 – Олімпіадівський, 7 – Ново-Стародубський, 8 – Жуганський, 9 – Зеленівський, 10 – Чечелівський, 11 – Вершино-Власівський, 12 – Петрівський

Руди характеризуються досить високим вмістом заліза яке входить до складу магнетиту. На відміну від родовищ залізистих кварцитів Криворізького і Кременчуцького рудних районів якість магнетитових кварцитів Східної групи Правобережного району не залежить, а ні від морфології рудних покладів, а ні від їх структурного розташування. Вона визначається лише мінеральним складом порід, що є наслідком умов осадконакопичення залізисто-кременистої формації. Вміст магнетитового заліза змінюється від 18 до 44 %. Мінливість по простяганню рудних покладів середнього вмісту заліза значно вище, ніж по падінню.

Залізисті кварцити характеризуються не досить чіткими межами з вміщуючими породами. Тому оконтурення рудних тіл повинно проводитись по бортовому вмісту заліза, пов'язаного з магнетитом. Величина бортового вмісту заліза впливає на морфологію і якісні показники рудних тіл. Оптимізація бортового вмісту магнетитового заліза повинна здійснюватись таким чином, щоб з одного боку отримати досить прості форми рудних тіл, а з іншого економічно-доцільний середній вміст $Fe_{магн}$ в руді.

Технологічні іспити залізних руд східної частини Правобережного району показали їх легку збагачуваність з вмістом заліза в концентраті від 71,6 до 71,9 % при виході концентрату 33,2–44,5 % і вилученням заліза в концентрат 69,1–81,6 %. За вмістом шкідливих домішок концентрати більшості родовищ відповідають вимогам якісної металургії. Проте на деяких дільницях родовищ, що розташовані в зонах субширотних розривних порушень, вміст сірки дещо перевищує вимоги порошкової металургії, сягаючи 0,087 %. Загальні прогнозні запаси родовищ Правобережного району наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Запаси залізистих кварцитів Правобережного району при бортовому вмісті магнетитового заліза 14 % (млн т)

Родовища	Прогнозні запаси, млн т
Петрівське	180
Артемівське	102,8
Жовтянське	650
Миколаївське	700
Млинківське	75
Успенське	28
Хутора Петрівського	60
Північно-Зеленівське	54
Східно-Зеленоріченське	34
Західно-Зеленоріченське	52
Ленінське	75
Червонофедорівське	220
Оріхівське	110
Лозуватське	20
Північно-Лозуватське	319
Іванівське	35
Кам'яно-Потоцьке	41,5
Всього:	***1773,5***

Найбільш розвіданими є Оріхівська, Пролетарська, Червонофедорівська, Миколаївська та Лозуватська ділянки зосередження залізистих кварцитів які об'єднуються в Правобережне рудне поле. Загальні перспективні запаси рудного поля оцінюються в 600–700 млн т. Підста-

вою для об'єднання покладів залізистих кварцитів зазначених ділянок в один об'єкт надрокористування є: територіальна близькість їх розташування та структурна позиція; приналежність до однієї й тієї ж геологічної та рудної формації; однотипність будови залізовмісних розрізів; приналежність останніх до однієї й тієї ж хроностратиграфічної одиниці (артемівська світа інгуло-інгулецької серії палеопротерозою); однаковий речовинний склад залізистих кварцитів і близькі вмісти заліза магнетитового; однаковий ступінь метаморфізму вихідних вулканогенно-осадових утворень (поліфаціальний метаморфізм регресивного типу); однакові технологічні властивості корисної копалини, що дозволяє розробку покладів за єдиною схемою; однакові гірничі умови залягання продуктивних товщ.

Геолого-економічна оцінка залізистих кварцитів Правобережного рудного поля виконана за результатами обробки польових матеріалів, отриманих в процесі геологорозвідувальних робіт, проведених ТОВ "Оберон-Вугілля" у 2006–2008 рр. з використанням всієї наявної фондової інформації стосовно території родовища.

Ступінь геологічної вивченості ділянок в межах рудного поля різна – від затверджених запасів по Пролетарській ділянці до пошуково-оцінювальних робіт по Миколаївській та, частково, Червонофедорівській ділянках, проте, зважаючи на значні обсяги робіт, виконаних в межах кожної з ділянок, можна впевнено стверджувати, що геологічна будова родовища, його структурна позиція, морфологія рудних тіл, речовинний склад корисної копалини та її технологічні властивості вивчені з достатнім ступенем надійності.

Виходячи з цього, по кожній з ділянок, відповідно до ступеню її вивченості, підраховані запаси залізистих кварцитів, загальна кількість яких за категоріями $B + C_1 + C_2$ складає 496,1 млн т з вмістом $Fe_{заг}$ – 37,18 %, $Fe_{магн}$ – 31,38 %.

Запаси кварцитів Пролетарської ділянки підготовлені для промислового освоєння. Решта ділянок потребує продовження дорозвідки для нарощування запасів за промисловими категоріями.

В якості базового для розрахунку техніко-економічних показників обрано варіант бортового вмісту 20 %, оскільки саме він характеризується оптимальним співвідношенням величини, якості запасів залізистих кварцитів, показниками економічної ефективності і величини доходів власника надр.

Загальний термін відпрацювання запасів складає 13–14 років, з яких виділяється доексплуатаційний період, що триває 3 роки; період нарощування виробничих потужностей до максимально запроектованих (2 роки), період стабільного видобутку (до 3,1 млн т/рік).

Результати техніко-економічних розрахунків дозволяють зробити наступні висновки щодо перспектив освоєння Правобережного рудного поля:

– видобуток залізистих кварцитів як сировини для наступної переробки є рентабельним і передбачає досить прийнятні показники окупності інвестицій (5–6 років від початку видобутку руди і отримання прибутку);

– головні обсяги інвестицій заплановані на перший етап експлуатації. У процесі будівництва та експлуатації підприємства має з'явитися можливість фінансування капітальних вкладень за рахунок амортизаційних відрахувань, отриманих впродовж першого періоду роботи. Цьому сприяє значна величина амортизації, що є привабливим чинником для інвесторів;

– із варіантів освоєння за бортовим вмістом заліза що входить до складу магнетиту, найбільш доцільним є варіант 20 %. Варіант освоєння по бортовому вмісту 18 % характеризується значно нижчими показниками рентабельності відпрацювання запасів залізистих кварцитів і тому не може вважатись прийнятним. Варіант 22 % бортового вмісту натомість ха-

рактеризується меншими запасами, меншими термінами експлуатації ділянки і меншими прибутками і значеннями доходу власника надр;

– враховуючи незначні (для родовищ залізистих кварцитів) запаси кожної окремо взятої ділянки надр, однієї гірничотехнічної інфраструктури (цілісного майнового комплексу для видобутку корисних копали) вважається за доцільним об'єднати Пролетарську, Оріхівську, Червонофедорівську, Миколаївську та Лозуватську ділянки Правобережного рудного поля в один об'єкт надрокористування;

– за ступенем геологічної вивченості запаси Пролетарської ділянки можуть вважатись підготовленими до експлуатації і складають об'єкт першочергової розробки, в той час коли запаси Червонофедорівської, Оріхівської, Лозуватської та Миколаївської ділянок потребують подальшого геологічного вивчення і можуть слугувати резервною мінерально-сировинною базою єдиного видобувного комплексу.

Література

1. *Плотніков О.В*. Правобережний район Українського щита – найперспективніша залізорудна мінерально-сировнинна база України для якісної металургії // Мінеральні ресурси України. – 2002. – № 1. – С. 16–20.

2. *Плотніков О.В*. Економічні оцінки залізорудних родовищ у фінансових та інвестиційних проектах: Монографія. – Кривий Ріг: Мінерал, 2006. – 274 с.

3. *Плотніков О.В., Кучерявенко І.А., Віннік Н.В. та ін.* Інструкція по визначенню, нормуванню і обліку показників вилучення руди із надр / Кривий Ріг: АГН України, 2008. – 90 с.

4. *Плотников А.В., Курило М.М.* Прогнозная оценка запасов и ресурсов Правобережного района Украинского щита – наиболее перспективной сырьевой базы для качественной металлургии // Горная промышленность. Специальный выпуск. – 2011. – С. 42–47.

5. *Рудько Г.І., Плотніков О.В., Курило М.М., Радованов С.В.* Економічна геологія родовищ залізистих кварцитів. – К.: Академпрес, 2010. – 272 с.

УДК 553.042

ОЦІНКА ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ НАФТОГАЗОПЕРСПЕКТИВНИХ ОБ'ЄКТІВ

***Толкунов А.А.**, к. геол. н., ДГП "Укргеофізика" (м. Київ), tolkunov@ukr.net*

Розглянуто деякі аспекти інвестиційної привабливості нафтогазоперспективних об'єктів. Представлені геолого-економічні чинники інвестиційної привабливості нафтогазоперспективних об'єктів. Досліджено геологічні та геолого-економічні критерії інвестиційної привабливості підготовлених до пошуково-розвідувального буріння нафтогазоперспективних об'єктів.

INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF OIL AND GAS PERSPECTIVE OBJECTS

***Tolkunov A.A.**, Cand. Sci. (Geol.), SGE "Ukrgeofizyka" (Kyiv), tolkunov@ukr.net*

The article describes some aspects of investment attractiveness of oil and gas perspective objects. Economic-geological factors and of investment attractiveness of oil and gas objects were presented. Studied geological and economic-geological criteria of investment attractiveness were prepared for exploration drilling of oil and gas objects.

В умовах суттєвого підвищення цін на енергетичні ресурси виключно важливого значення набуває активізація інвестиційної діяльності в нафтогазовидобувній галузі України. Залучення інвестицій в нафтогазову галузь України може збільшити прямі прибутки держави та кількість робочих місць, активізувати ділову діяльність і підвищити конкурентоздатність українських підприємств через нижчу ціну енергетичних ресурсів власного видобутку, які, до того ж, будуть мати надійний ринок збуту для своєї продукції. Але для вибору найбільш оптимальних умов залучення інвестицій держава має об'єктивно оцінювати власну ресурсну базу, враховуючи результати аналізу основних факторів та показників інвестиційної привабливості нафтогазоперспективних об'єктів.

В найбільш поширених рейтингах інвестиційної привабливості регіонів та окремих галузей в якості складових інвестиційної привабливості приймаються дві основні характеристики: інвестиційний потенціал та інвестиційний ризик [1, 2, 3]. Але інвестиційна діяльність в нафтогазовидобувній галузі суттєво відрізняється від інвестування в інші галузі. Специфіка нафтогазовидобувного бізнесу здебільшого визначається особливостями його основних активів – родовища вуглеводнів та нафтогазоперспективного об'єкту. При цьому, через ймовірнісний характер результатів геологорозвідувальних робіт на нафтогазоперспективних об'єктах безпосередня кореляція між обсягами вкладених ресурсів та обсягами видобутку продукції простежується не завжди.

В загальному значенні категорію інвестиційної привабливості нафтогазоперспективного об'єкту можна визначити як сукупність різних його об'єктивних характеристик, що зумовлені можливостями та обмеженнями ефективного використання наявних ресурсів, які існують та можуть виникнути в процесі залучення інвестицій в реалізацію відповідного проекту.

На наш погляд, основними чинниками інвестиційної привабливості нафтогазоперспективного об'єкту є результати геолого-економічної оцінки (прогнозні запаси ВВ, NPV (ЧДД), IRR (ВНР), обсяги витрат, термін окупності) виходячи з поточної та прогнозної ринкової кон'юнктури та характеристика інвестиційного режиму, що визначається механізмами державного регулювання, податковим режимом, організаційно-правовим режимом. При цьому, гео-

лого-економічні дослідження проводяться з врахуванням геологічних, технологічних, екологічних та економічних ризиків, що є невід'ємною частиною інвестиційних ризиків (рис. 1).

Рис. 1. Інвестиційна привабливість нафтогазоперспективного об'єкту

З огляду на специфічність проблеми, що розглядається, на наш погляд, є доречним умовно поділити основні чинники інвестиційної привабливості нафтогазоперспективних об'єктів українського сектору Чорного моря на дві великі групи (табл. 1).

Таблиця 1

Основні чинники інвестиційної привабливості нафтогазоперспективних об'єктів

Чинники інвестиційної привабливості, що пов'язані безпосередньо з нафтогазоперспективним об'єктом
• геологічні – особливості будови об'єкту, літологічний склад вміщуючи порід та порід-покришок, тип і характеристика пастки ВВ, тип і характеристика покладу, обсяг ресурсів та ін.;
• гірничо-геологічні – глибина покладу, початковий пластовий тиск і температура покладу, АВПД, початковий дебіт свердловин та фільтраційні параметри покладу, робоча депресія, коефіцієнт вилучення, та ін.;
• технологічні – хімічний склад вуглеводнів та наявність супутніх компонентів, технології видобутку та підготовки продукції, коефіцієнт вилучення корисних компонентів та ін.;
• техніко-економічні – способи розробки родовища, система розробки родовища, собівартість продукції, капітальні витрати, експлуатаційні витрати, розмір прибутків, рівень рентабельності розробки родовища, ризиковий капітал (вартість випереджуючих геологорозвідувальних робіт), тощо;
• екологічні – господарська цінність земель, що відчужуються, можливі екологічні наслідки від порушення цілісності надр, водного режиму та ін., витрати на рекультивацію земель і мінімізацію негативних екологічних наслідків розробки родовища, тощо.

Закінчення табл. 1

Чинники інвестиційної привабливості нафтогазовидобувних проектів, що пов'язані з регіоном, в якому передбачається його реалізація
• політичні – організаційно-правовий режим надрокористування – державне регулювання надрокористування, стабільність політичної системи країни; стабільність та прогнозованість інвестиційної політики держави, загальне законодавство, гірниче законодавство, умови на яких інвестор може здійснювати роботи з пошуків, розвідки та видобутку ВВ (концесія, угода про розподіл продукції, спільне підприємство, сервісні контракти), право на експорт видобутої продукції, тощо; • економічні – ціна на продукцію на місцевому та зовнішніх ринках, податковий режим, рівні попиту і споживання на місцевому та зовнішніх ринках, наявність ринків збуту, рівень конкуренції тощо; • географічні та природно-географічні – географічні та геоморфологічні умови місцевості (суходіл, акваторії, гірська місцевість), глибина моря для акваторій та поверхневі умови для суходолу, кліматичні особливості місцевості, тип рельєфу, наявність інфраструктури (близькість до газо- та нафтопроводів, переробних заводів, шляхи сполучення, умови забезпеченістю електроенергією та водними ресурсами), забезпеченість робочою силою та ін.

Дослідження інвестиційної привабливості нафтогазоперспективних об'єктів мають проводитися з врахуванням геологічних, технологічних, екологічних, економічних та політичних ризиків, що є невід'ємною частиною інвестиційних ризиків [6].

На наш погляд серед основних геолого-економічних та техніко-економічних показників можна відзначити такі як: ресурси та запаси ВВ, очікувані дебіти, фонд свердловин по роках, витрати на облаштування свердловин, довжина та вартість газопроводу. До суто економічних критеріїв можна віднести основні показники економічної ефективності інвестицій: чистий грошовий потік (CF), внутрішня норма рентабельності (ВНР) (IRR), чистий дисконтований дохід (ЧДД) (NPV), індекс доходності (Р-фактор). Всі ці показники мають дуже важливе значення для коректної оцінки інвестиційної привабливості нафтогазоперспективного об'єкту. Але, враховуючи те, що категорія інвестиційної привабливості є категорією економічною, ми вважаємо що основними її показниками є показники ефективності відповідного інвестиційного проекту з пошуків, розвідки та видобутку ВВ (табл. 2).

Таблиця 2

Основні групи показників, які використовуються при оцінці ефективності інвестицій у нафтогазовидобувну галузь

Найбільш важливі показники оцінки ефективності інвестиційного проекту для Інвестора
● Чистий грошовий потік; ● Чиста приведена вартість (NPV); ● Внутрішня норма рентабельності (ВНР); ● Індекс рентабельності (Р-фактор); ● Обсяг "ризикового капіталу"; ● Обсяг капітальних витрат до початку окупності проекту; ● Прибуток та рівень рентабельності продукції.

Розглянемо основні показники ефективності проекту.

Чиста сучасна цінність або чиста теперішня вартість (NPV) – це сума всіх грошових потоків (надходжень і платежів), що виникають протягом періоду, що розглядається, приведених (перерахованих) на певний момент часу, яким, як правило, вважається момент початку здійснення інвестицій.

$$NPV = NCV_0 + NCV_1 \times DF_1 + ... + ... + NCV_n \times DF_n, \quad (1)$$

де NPV – чиста теперішня вартість;

NCV_i – чистий потік грошових засобів по закінченні і-того інтервалу планування (може бути як додатним, так і від'ємним);
NCV_n – чистий потік коштів по закінченні останнього інтервалу планування;
DF_i – фактор дисконтування для і-того інтервалу планування;
DF_n – фактор дисконтування для останнього інтервалу планування; i = i,..., n.

Період окупності – це термін, розрахований з дня початку реалізації проекту і здійснення перших інвестиційних витрат до моменту, коли різниця між накопиченою сумою чистого прибутку і обсягом здійснених інвестиційних витрат придбає позитивне значення, тобто буде досягнута точка беззбитковості. Розрахунок цього показника здійснюється за формулою:

$$ПО = \frac{ІВ}{ЧГП_р}, \qquad (2)$$

де *ПО* – період окупності інвестиційних витрат за проектом;
ІВ – сума інвестиційних витрат на реалізацію інвестиційного проекту.
$ЧГП_р$ – середньорічна сума чистого грошового потоку за період експлуатації проекту (при короткострокових реальних вкладеннях показник розраховується як середньомісячний).

Внутрішня норма рентабельності (ВНР або IRR) – ставка дисконту, при якій накопичена величина чистого грошового потоку інвестора дорівнює (або прагне) до нуля. Внутрішню ставку прибутковості можна охарактеризувати і як дисконтну ставку, при якій чистий приведений дохід в процесі дисконтування буде приведений до нуля:

$$ЧДД(ЧПД) = ЧГП - ІВ = \sum_{n=1}^{T} \frac{П_n}{(1+i)^n} - \sum_{n=1}^{T} \frac{K_n}{(1+i)^n} = 0. \qquad (3)$$

Розрахунок цього показника здійснюється за формулою:

$$ВСП = \sqrt[n]{\frac{ЧГП}{ІВ}} - 1, \qquad (4)$$

де *ВСП* – внутрішня ставка прибутковості за інвестиційним проектом.

Р-фактор (Індекс доходності) – відношення суми накопичених річних грошових потоків і накопичених капітальних вкладень до накопичених капітальних вкладень. Розрахунок цього показника здійснюється за формулою:

$$IP_i = \frac{ІП_р}{ІВ}, \qquad (5)$$

де IP_i – індекс рентабельності за інвестиційним проектом;
$ІП_р$ – середньорічна сума інвестиційного прибутку за період експлуатації проекту;
ІВ – сума інвестиційних витрат на реалізацію інвестиційного проекту.

Чистий дисконтований дохід – накопичений чистий грошовий потік. Розрахунок цього показника здійснюється за формулою:

$$ЧДД(ЧДП) = ЧПГ - ІВ = \sum_{n=1}^{T} \frac{П_n}{(1+i)^n} - \sum_{n=1}^{T} \frac{K_n}{(1+i)^n} \qquad (6)$$

де *ЧДД(ЧПД)* – сума чистого дисконтованого (приведеного) доходу по інвестиційному проекту;
ЧГП – сума чистого грошового потоку за весь період експлуатації інвестиційного проекту;
ІВ – сума інвестиційних витрат на реалізацію інвестиційного проекту.
n – номер кроку (рік періоду) розрахунку, (*n* = 1,2 ... T);
$\frac{П_n}{(1+i)^n}$ – дисконтований розмір прибутку, отриманого в *n*-му році;

$\frac{K_n}{(1+i)^n}$ – дисконтований розмір вкладень, здійснених в *n*-му році.

Очікувана наведена вартість (Expected Monetary Value – EMV) – показник, що використовується при оцінці ризику. Він розраховується як середньозважена величина значень чистого дисконтованого доходу, оціненого для різних сценаріїв освоєння з урахуванням імовірності кожного сценарію.

При реалізації проекту на умовах УРП розраховуються також наступні основні показники: видобута продукція; компенсаційна продукція (згідно до ЗУ "Про угоди про розподіл продукції" частка компенсаційної продукції не може перевищувати 70 % від обсягу загальної видобутої продукції [7]); витрати, що відшкодовуються; прибуткова продукція; частина прибуткової продукції, що належить державі (частка держави); частина прибуткової продукції, що належить інвесторові (частка інвестора). До найважливіших питань переговорів по угодах про розподіл продукції відносяться питання про принципи розподілу прибуткової продукції між державою й інвестором. Умови розподілу продукції встановлюються в угоді винятково на підставі переговорів між державою й інвестором.

Для швидкого освоєння потенціалу українських надр національним компаніям не вистачає фінансових ресурсів та відповідного устаткування. Саме тому питання залучення інвестицій для видобутку нафти та газу особливо нетрадиційного типу є дуже актуальним. При цьому, держава має об’єктивно оцінити інвестиційну привабливість власних нафтогазоперспективних об’єктів для найбільш успішного залучення прямих іноземних інвестицій та отримання найбільшого економічного ефекту.

Література

1. *Методические* рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). Официальное издание. – М.: Экономика, 2000. – 421 с.

2. *Яковлева Л.Р.* Инвестиционная привлекательность производственного потенциала региона // Государственная служба. 2008. – № 4(54).

3. *Daniel Johnston*. International Exploration Economics, Risk, and Contract Analysis / Pennwell Books, 2003. – 401 pages.

4. *Толкунов А.А.* Інвестиційна привабливість підготовлених до пошуково-розвідувального буріння нафтогазоперспективних об’єктів східної частини українського сектору Чорного моря / Мінеральні ресурси України – 2011 – № 3 – С. 33–36.

5. *Толкунов А.А.* Основні чинники та показники інвестиційної привабливості нафтогазоперспективних об’єктів / Мінеральні ресурси України. – 2012. – № 2. – С. 28–30.

6. *Risk* Analysis and Management of Petroleum Exploration Ventures. Peter Rose. // AAPG Methods in Exploration Series, 2001.

7. *Закон* України "Про угоди про розподіл продукції" від 14.09.1999 № 1039-XIV.

УДК 553. 042

ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЮ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ НАФТОГАЗОВИДОБУВНИХ КОМПАНІЙ ПРИ ОСВОЄННІ ВУГЛЕВОДНЕВОГО ПОТЕНЦІАЛУ НАДР УКРАЇНИ

Гаврилюк Р.О.[1]***, Толкунов А.А.***[2]*, к. геол. н.,*
1 – навчально-науковий інститут "Інститут геології" КНУ ім. Т.Г. Шевченко (м. Київ), gavrylyuk@nng.com.ua;
2 – ДГП "Укргеофізика" (м. Київ), tolkunov@ukr.net

Вказана роль мінерально-сировинного комплексу в економіці України і місце в ньому геологорозвідувальних робіт. Розглянуті деякі положення оцінки показників економічної ефективності інвестиційних проектів. Представлені результати дослідження теорії вибору нафтогазоперспективних об’єктів для формування оптимального портфелю проектів з пошуків, розвідки та видобутку нафти та газу.

FORMATION OF AN OPTIMAL INVESTMENT PROJECT PORTFOLIO FROM OIL AND GAS EXPLORATION COMPANIES IN THE COURSE OF HYDROCARBON POTENTIAL DEVELOPMENT OF UKRAINIAN SUBSOIL

Gavryliuk R.O.[1]***, Tolkunov A.A.***[2]***, Cand. Sci (Geol.),***
1 – Institute of Geology, National Taras Shevchenko University of Kyiv (Kyiv), gavrylyuk@nng.com.ua;
2 – SGS "Ukrgeofizika" (Kyiv), tolkunov@ukr.net

The role of raw minerals production complex in the Ukrainian economy with due focus onto the exploration works is discussed. Some approaches to evaluate economic feasibility of the investment projects are analyzed. Applications of the theory of choice study for hydrocarbon prospects to form an optimal portfolio of the projects for oil and gas prospecting, exploration and production are featured.

Одним із найважливіших завдань сьогодення є формування сучасної, ефективної, раціональної структури економіки України та створенні конкурентоздатного вітчизняного виробництва на основі реалізації абсолютних та відносних переваг країни. Оптимальний розвиток економіки України потребує системного підходу, що включає певні напрями вдосконалення структурної перебудови. Одним з найбільш пріоритетних є питання розвитку енергетичної галузі, насамперед нафтогазовидобувної. Підвищення власного нафтогазовидобутку призведе до розвитку експортних та імпортозамінних виробництв; створення та розвиток наукомістких та високотехнологічних галузей і виробництв; що в свою чергу призведе в т. ч. до оптимізації територіальної структури; забезпечення комплексного і пропорційного розвитку всіх районів та регіонів країни на основі раціонального використання конкретних умов, наявних ресурсів (трудових, земельних, водних, енергетичних тощо); усунення диспропорцій у розвитку окремих територій, забезпечення вирівнювання рівнів соціально-економічного розвитку; гармонізація загальнодержавних та регіональних інтересів. Останнім часом спостерігається суттєве зменшення рівня видобутку вуглеводнів на старих родовищах України. Це пов’язано з тим, що запаси нафти та газу в родовищах України є в більшості виснаженими або важковидобувними. При цьому, освоєння вуглеводневих ресурсів на нових площах та підвищення нафтогазовилучення на старих родовищах потребують залучення значних обсягів інвестицій.

Найчастіше інвестор для досягнення своїх цілей працює не з окремим активом (окремим проектом, фінансовим інструментом тощо), а з деяким їх набором – інвестиційним портфелем проектів (англ. *project portfolio*), сенс формування якого полягає в поліпшенні

умов інвестування завдяки досягненню нової інвестиційної якості шляхом надання сукупності активів таких інвестиційних характеристик, які є недосяжними з позиції окремо взятого активу і можливі лише при їх комбінації. Портфель проектів нафтогазовидобувної компанії, як правило, включає ряд проектів з пошуків та розвідки нових покладів і родовищ вуглеводнів, які формують перспективні ресурси і видобувні запаси компанії та є основою стабільного існування і розвитку компанії. При визначенні доцільності та виборі напряму інвестування основною задачею є визначення економічної ефективності вкладення коштів в ту чи іншу інвестиційну цінність як елемент портфеля. Як правило прийняття рішень з інвестування у той чи інший актив, тобто процес вибору і формування інвестиційного портфеля, містить наступні етапи: вибір інвестиційної політики, пошук привабливих об'єктів інвестування, формування інвестиційного портфеля та управління інвестиційним портфелем. Вибір інвестиційної політики полягає у формуванні мети інвестора, що ґрунтується на прийнятних для нього критеріях доходності, зростання, ризику та ліквідності, визначенні обсягів та термінів розміщення інвестиційних ресурсів і виборі потенційних типів активів для включення в інвестиційний портфель відповідно до обраної стратегії та тактики поведінки інвестора. Пошук привабливих об'єктів інвестування передбачає визначення в певний термін часу активів з привабливими інвестиційними якостями за допомогою методів технічного та фундаментального аналізу, комплексу економетричних моделей. Через необхідність постійної адаптації до змін зовнішнього середовища дуже важливим етапом є управління інвестиційним портфелем, що являє собою набір дій, направлених на зміну його внутрішньої структури, пов'язаних з тим, що через деякий час цілі інвестування можуть змінитися або може відбутись зміна інвестиційних характеристик компонентів портфеля, в результаті чого поточний портфель вже не буде оптимальним. Управління інвестиційним портфелем вимагає здійснення різноманітних фінансово-економічних розрахунків, пов'язаних з потоками грошових коштів у різні періоди часу.

Підхід до оцінки через дисконтовані грошові потоки (DCF) служить основою і ґрунтується на правилі приведеної цінності, або вартості, згідно до якого цінність будь-якого активу являє собою приведену вартість всіх очікуваних в майбутньому грошових потоків, що створює даний актив, дисконтованих за ставкою, що відповідає ступеню ризику дисконтованих грошових потоків. Для інвестиційного проекту з геологічного вивчення та промислового освоєння запасів корисних копалин оцінюваного геологічного об'єкта формула накопиченого чистого дисконтованого грошового потоку має такий вигляд:

$$ЧДГП = \sum_{t=0}^{T} \frac{[(Дt - Вt) - Пt] + Аt}{(1+E)^t} - \sum_{t=0}^{T} \frac{Кt}{(1+E)^t},$$

де *ЧДГП* – чистий дисконтований грошовий потік, накопичений за весь період майбутньої виробничої діяльності на оцінюваному геологічному об'єкті. У міжнародній практиці цей показник використовується під назвою "Net Present Value (*NPV*)" – чиста теперішня (поточна) вартість об'єкта оцінки; *E* – норма дисконту; *Дt* – річний дохід (виручка) від реалізації товарної продукції в *t*-му році; *Вt* – експлуатаційні витрати, включаючи амортизаційні відрахування, в *t*-му році; *Пt* – розмір податків і обов'язкових платежів у *t*-му році, що не входять до експлуатаційних витрат; *Аt* – амортизаційні відрахування в *t*-му році; *Кt* – капітальні вкладення в промислове будівництво в *t*-му році, включаючи проведення подальших геологороз-

відувальних робіт; *T* – строк користування надрами оцінюваного геологічного об'єкта для геологічного вивчення та/або видобування вуглеводнів.

Основна проблема використання цієї моделі полягає у коректності оцінки величини очікуваних грошових потоків, бо необхідно враховувати фактор ризику та невизначеності, пов'язаний з їх надходженням, а також у правильному визначенні ставки дисконтування, щоб уникнути отримання помилково заниженої або завищеної оцінки. Етап формування інвестиційного портфеля містить визначення конкретних активів для вкладання коштів, а також пропорцій розподілу інвестиційного капіталу між цими активами на основі комплексу оптимізаційних моделей, які дозволяють сформувати оптимальний для інвестора портфель, ґрунтуючись на прийнятному для нього співвідношенні доходності і ризику. Активи, пов'язані з діяльністю по приросту мінерально-сировинної бази (пошуки та розвідка родовищ) є найбільш ризикованою частиною інвестицій нафтогазових компаній.

В даний час інвестиційний аналіз проектів геологорозвідувальних робіт в українських нафтогазових компаніях проводиться фахівцями різних підприємств та організацій, але не існує єдиних методичних підходів. Тобто "реальна" кінцева оцінка вартості такого портфеля може бути як значно завищена, так і значно занижена. Тому особливого значення набуває втілення в загальноприйняту практику оцінки ресурсних активів в Україні міжнародного досвіду нафтогазовидобувних компаній з оцінки вартості нафтогазового бізнесу. Освоєння перспективних ресурсів несе високі ризики. Інвестор прагне до зменшення ризикованості своїх інвестицій, для цього використовуються всі наявні розробки в сфері геолого-економічного моделювання та наявна база статистичної інформації по оцінюваним об'єктам. Це є необхідним, адже інвестиції (рис. 1) в пошуки, розвідку перспективних на ВВ ділянок надр вимірюється мільйонами доларів, а дослідження щодо управління та зменшення ризику в 10–100 разів менше. При цьому результати таких досліджень можуть дозволити виробити оптимальні рішення щодо шляхів освоєння нафтогазового потенціалу перспективних об'єктів. Це в свою чергу дозволяє суттєвим чином підвищити ефективність роботи нафтогазовидобувного підприємства.

Крім основних відомих методів визначення кількісних та якісних характеристик ризику на всіх етапах життєвого циклу інвестиційного проекту, комплексний інвестиційний аналіз високоризикованих активів нафтогазових компаній вимагає розробки єдиних методичних підходів щодо виявлення та оцінки факторів ризику інвестицій в пошук і розвідку нових рентабельних проектів видобутку вуглеводневої сировини, придбання ліцензій та інші способи поповнення активів.

Для обліку специфічних ризиків діяльності з збільшення мінерально-сировинної бази необхідно створити модель інвестиційного проекту в цій області для цілей його аналізу, що базується на вимогах наукової обґрунтованості одержуваних результатів, прозорості методів оцінки і стандартизованих підходах інвестиційного аналізу високоризикованих активів нафтогазових компаній.

Дуже часто нафтогазові компанії володіють правами на велику кількість ліцензійних ділянок. І тому, крім інвестиційного аналізу окремого проекту важливим завданням є формування портфеля геологорозвідувальних робіт, ліцензій та всіх видів операцій з придбання, і обміну активами, що дозволяє забезпечити зростання ресурсів та запасів ВВ до необхідного у відповідності з стратегічними планами розвитку компанії рівня.

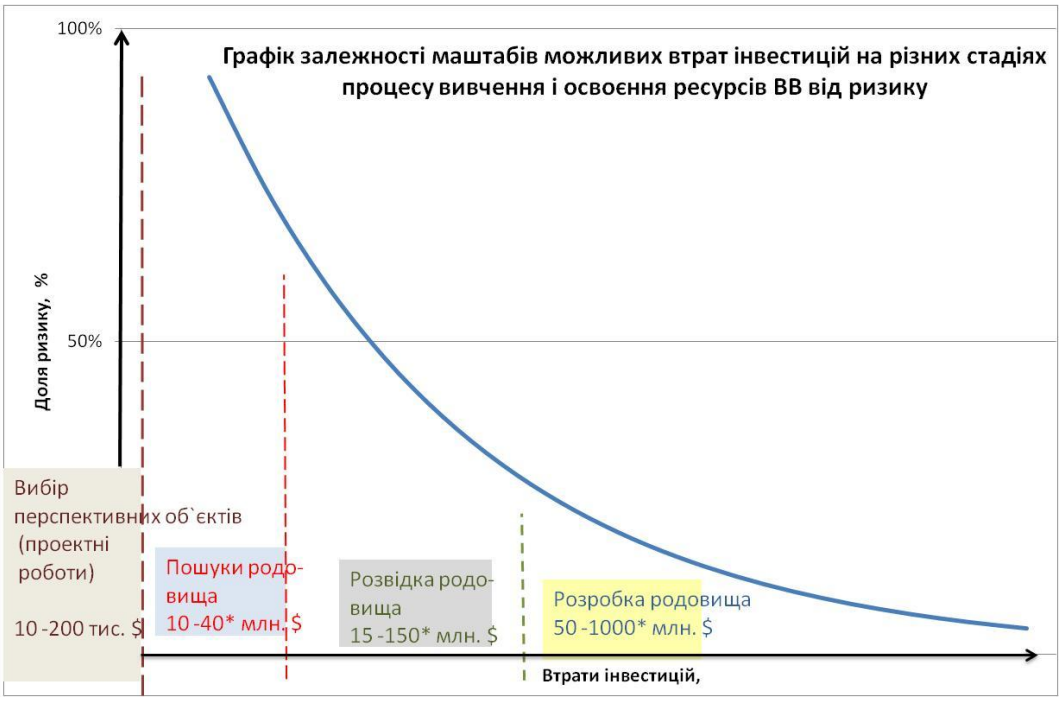


Рис. 1. Принципова схема співвідношення ризику і обсягів можливих втрат інвестицій на різних стадіях процесу вивчення та освоєння вуглеводневих ресурсів (* – обсяги інвестицій можуть сягати таких і більше значень при реалізації проектів з освоєння вуглеводневих ресурсів нетрадиційного типу а також реалізації проектів з пошуків, розвідки та видобутку нафти та газу та в глибоководних секторах акваторій)

Основні задачі аналізу портфелю:

• скільки капітальних інвестицій потребує кожний проект і який дохід принесе;
• наскільки проект ризикований;
• як проекти поведуть себе в разі змін (внутрішні чи зовнішні);
• в кінці, яких проектів не вистачає, а які є зайвими.

Розвідку і видобуток корисних копалин (E&P) прийнято розглядати як найбільш ризиковані етапи робіт у нафтогазовій промисловості. Важко передбачити, коли і які саме ризики можуть виникнути при реалізації проекту, проте їх циклічний характер слід приймати як належне. У сприятливих часи компанії розвиваються, вкладають кошти в більш ризиковані підприємства і, якщо підйом промисловості триває досить довго, отримують від цього прибуток. У періоди різких спадів, компанії призупиняють інвестування і застосовують заходи щодо скорочення витрат. Багато E&P компаній (компанії, що займаються розвідкою і розробкою родовищ нафти і газу) виявили перевагу управління своїми активами за типом змішаного набору проектів, або портфеля, беручи до уваги взаємозалежності проектів, а не виходячи із загального обсягу інвестицій. Звичайна практика компаній полягає в економічній оцінці окремих проектів з подальшим їх ранжуванням або за значенням чистої поточної вартості (*ЧДГП* або *NPV*) при даній ставці дисконту, або за будь-якого іншого економічного критерію, і виборі в подальшому тих проектів (починаючи з найкращого), які підходять під поточний інвестиційний бюджет. Цей метод передбачає, що всі проекти незалежні або можуть не мати жодних спільних чинників.

Метод управління портфелем інвестицій має також перевагу в тому, що всі проекти взаємодіють між собою, незалежно від того, чи є вони проектами з розвідки, розробки, видобування або придбання нових активів. Такі фактори, як коливання ринку, цілі компанії і технічний ризик є тими елементами, які пов'язують один проект з іншим. Навіть якщо немає жодного прямого технічного зв'язку між проектами, вони взаємодіють в тому сенсі, що реалізація одного проекту може заважати виконанню іншого, або успіх одного проекту може сприяти реалізації іншого. Прогнозний портфель допомагає менеджерам, які приймають рішення в цілому по компанії, зрозуміти, як взаємодіють проекти, з тим щоб задовольнити вимогам і досягти стратегічних цілей компанії.

Управління портфелем інвестицій може бути розглянуте як міст між стратегією бізнесу компанії і набором проектів, які можуть реалізувати цю стратегію. Корпоративна стратегія і стандарти з оцінки проектів, поряд з довгостроковими цілями компанії формують основу майбутнього портфеля. Наприклад, результати поточних проектів компанії можуть бути порівняні з поставленими цілями для таких показників, як дохід, чистий потік готівки (*NPV*), обсяг видобутку і обсяг запасів. Невідповідності між результатами реалізації поточних проектів і цілями відображають ті потенційні проблеми в реалізації проектів, які повинні бути виправлені для досягнення цих цілей. Однак, оптимізація набору активів при одночасно задоволенні численних, часто конкуруючих між собою цілей – важке завдання.

Аналіз кривої граничної ефективності розглядає баланс між вигодою (прибутком) і ризиком у виборі оптимальних портфелів. Теорія кривої граничної ефективності була розроблена близько 50 років тому з метою аналізу портфелів цінних паперів, але для використання в нафтогазовій промисловості вона була дещо змінена. Первісна ідея стверджує, що портфель може коштувати як більше, так і менше, ніж сума складових його проектів і що існує не один єдиний кращий портфель, але група оптимальних портфелів, які досягають балансу між прибутком і ризиком (рис. 2). Ці твердження залишаються центром теорії кривої граничної ефективності і при аналізі портфелів, що складаються з нафтогазових проектів.

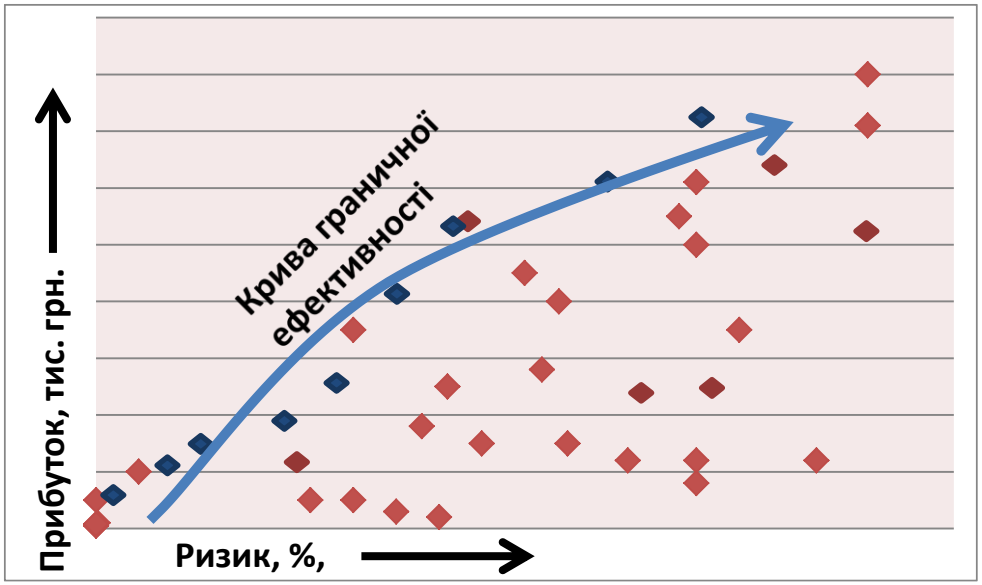


Рис. 2. Крива граничної ефективності; баланс між прибутком і ризиком перспективних нафтогазових об'єктів (на прикладі перспективних об'єктів північно-західного шельфу українського сектору Чорного моря)

Портфель вважається ефективним, якщо ніякий інший портфель не має більшого значення прибутку при тому ж самому або меншому рівні ризику, і якщо ніякий інший портфель не має меншого рівня ризику при тому ж або більшому значенні прибутку. Основним методом дослідження є математичне моделювання, тобто розробка і дослідження математичних моделей управління портфелями проектів з використанням підходів та результатів теорії ігор, теорії активних систем, системного аналізу і дослідження операцій.

Сукупність сучасних підходів комплексного аналізу для управління портфелем продовжує бути цінним інструментом для оптимізації портфеля після того, як всі цілі і обмеження були визначені, оскільки при зміні внутрішніх і зовнішніх чинників з'являються нові можливості. Крім того сучасні підходи по управлінню портфелем являють собою ефективний механізм для дослідження інвестиційних можливостей і співвідношення між ними. Використання цього механізму може бути дуже корисним при прийнятті найбільш збалансованих рішень направлених на підвищення прибутку по портфелю при прийнятному ризику, що особливо важливо для компаній державної форми власності та реалізації інвестиційних проектів в рамках форми державно-приватного партнерства для досягнення стратегічних для України цілей.

Література

1. *Daniel Johnston.* International Exploration Economics, Risk, and Contract Analysis / Pennwell Books, 2003. – 401 p.

2. *Risk* Analysis and Management of Petroleum Exploration Ventures. Peter Rose. // AAPG Methods in Exploration Series, 2001.

3. *КНУ* "Складання початкової і попередньої геолого-економічних оцінок геологорозвідувальних робіт на нафту і газ (методичні вказівки)" – Комітет України з питань геології та використання надр – Київ, 1999.

4. *Толкунов А.А.,* Гаврилюк Р.О. Обґрунтування ефективності інвестиційних проектів розвідки та розробки перспективних нафтогазових об'єктів українського сектору глибоководної частини Чорного моря / Інвестиції практика та досвід –2010 – № 8. – С. 18–23.

УДК 622.3:553.43(438.41)

ОБҐРУНТУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙ У ВИВЧЕННЯ ТА ОСВОЄННЯ ПОКЛАДІВ МІДІ НА ВОЛИНІ НА ПРИКЛАДІ РУДОПРОЯВУ "ЖИРИЧІ"

Мельничук В.Г.[1], *д. геол. н., проф.,* ***Приходько В.Л.***[2], *к. геол. н.,*
1 – Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне), ezelin@rambler.ru;
2 – ДП "Українська геологічна компанія" (м. Київ), geo-otdel_pivnich@ukr.net

Обґрунтовано економічну ефективність інвестицій у геологічне вивчення та промислове освоєння покладів міді у вендських трапах Волині на прикладі рудопрояву "Жиричі". Дано загальну характеристику рудопрояву, інформацію про міденосні горизонти, рудні тіла і руди, проектні дані щодо розвідки рудопрояву, визначено техніко-економічні показники доцільності його промислового освоєння.

INVESTMENT SUBSTANTIATION FOR STUDY AND DEVELOPMENT OF COPPER DEPOSITS WITHIN VOLYN REGION BY THE EXAMPLE OF "ZHYRYCHI" ORE SHOW

Melnychuk V.G.[1], *Dr. Sci. Geol., Prof.,* ***Prykhodko V.L.***[2], *Cand. Sci. Geol.,*
1 – National University of Water and Environmental Management (Rivne), ezelin@rambler.ru;
2 – State Enterprise "Ukrainian Geological Company" (Kyiv), geo-otdel_pivnich@ukr.net

Economic efficiency of investment into geological study and industrial development of copper deposits in Volyn Vendian traps was grounded by the example of ore show "Zhyrychi". The article gives general characteristics of ore show, copper-bearing horizons, ores and ore bodies, project data on ore exploration, technical-and-economic indexes of its industrial development were defined.

Вступ. Масштаб сучасних потреб в мінеральній сировині, рівень сучасних технологій її вилучення з руд, необхідність створення дорогої гірничовидобувної інфраструктури диктує зростання ролі в промисловому видобутку родовищ із значними запасами, що належать до категорії крупних і суперкрупних. Найбільші перспективи виявлення таких родовищ зберігають території, перекриті ще добре не дослідженими платформними чохлами до глибин 1000–1500 м. До таких регіонів належить Волино-Подільська плита, в чохлі якої на території Волині виявлені великі стратиформні поклади самородної міді, що за ресурсами відповідають найбільшим мінерагенічним провінціям світу.

Стратиформні поклади самородної міді на Волині приурочені до трапів нижнього венду. Крупні родовища самородної міді в трапових комплексах відомі на півострові Ківіно (Мічіган, США). Ці родовища за 120 років видобування дали понад 5 млн т міді і близько 500 т срібла. Відкриття в останні десятиліття придатних до експлуатації нових великих родовищ цього типу в Британській Колумбії та провінціях Юньнань і Гуйджоу на півдні Китаю дають підстави по новому подивитися на перспективи самородномідного зруденіння в чохлах платформ, зокрема в трапах Волині. Про значні перспективи Волинського міднорудного району свідчать великі об’єми і латеральна поширеність рудовмісних порід, наявність декількох стратиформних рудних рівнів вулканітів з встановленими промислово значимими вмістами міді, самородний характер мідного зруденіння, прояви супутньої благороднометалевої мінералізації, можливість комплексного використання рудовмісних порід, задовільна екологічна безпека переробки самородномідної руди, тощо. За цими показниками волинські поклади міді можуть перевершити всі відомі в Європі.

На сьогодні у Волинському міднорудному районі пошуковими і пошуково-оцінювальними роботами виділено дванадцять перспективних рудоносних полів, для яких оцінено ресурси (переважно прогнозні) загальним обсягом близько 16 млн т міді, а по Південнорафалівському рудопрояву підраховані запаси міді категорії C_2 і перспективні ресурси категорії P_1, по Жирицькому рудопрояву – ресурси категорій P_1 і P_2.

За попередніми техніко-економічними міркуваннями передбачаються значні капітальні вкладення у геологічне вивчення та промислове освоєння покладів волинської міді. При ринковій вартості металургійної міді близько 100 000 грн за 1 т можливий прибуток від експлуатації потенційних родовищ міді на Волині може скласти десятки млрд грн по кожному.

Проблемою є ефективність вкладення багатомільярдних інвестицій в подальше геологічне вивчення і промислове освоєння покладів міді на Волині в сучасних ринкових умовах. Доцільність такого інвестування потребує економічного обґрунтування, яке виконане в даній роботі на прикладі рудопрояву "Жиричі".

Загальна характеристика рудопрояву. Рудопрояв Жиричі знаходиться в Ратнівському районі Волинської області між селами Жиричі і Тур, має площу близько 40 км^2. Поверхня ділянки характеризується рівнинним рельєфом з абсолютними позначками 155–162 м. Близько 55 % її загальної площі припадає на сільськогосподарські осушені угіддя та інфраструктуру населених пунктів, а решта зайнята лісовими масивами. Через ділянку проходить меліоративний канал і автодорога з гравійним покриттям. Вздовж автодороги прокладено газопроводи великого (800 і 1200 мм) діаметру. З ліній електропередач існують ЛЕП-10 кВ і ЛЕП-35 кВ. Забезпечення питною водою здійснюється колодязями і артезіанськими свердловинами. З місцевих будівельних матеріалів використовуються піски, ліс.

Рудопрояв Жиричі вивчений пошуковими роботами. В геологічній будові рудопрояву приймають участь в різній мірі зеродовані докрейдовим розмивом нижньовендські вулканогенні утворення волинської серії: заболотівська, бабинська, ратнівська світи та їх підрозділи, які в західній частині перекриваються верхньовендськими теригенними відкладами могилів-подільської і канилівської серій, а в місцях їх розмиву – мергельно-крейдяною товщею верхньої крейди (до 140 м) і, вище, четвертинними відкладами. З півночі і північного заходу межею рудопрояву слугує Лагожанський субширотний розлом, зі сходу – лінія розмиву заболоттівської світи, з заходу – вірогідна лінія виклинювання середньої і нижньої пачок бабинської світи, а з півдня і південного заходу Південноратнівський розлом. Товща вулканітів в межах рудопрояву відзначається переважно пологим (до 3 °) падінням на зх.–пд.–зх. і наявністю різнонаправлених переважно крутопадаючих до вертикальних розривних порушень з амплітудами переміщення окремих блоків до 20–30 м, зрідка до 80–100 м. Вулканогенні породи волинської серії, що вміщують зруденілі інтервали міді, репрезентовані базальтами та їх туфами.

Міденосні горизонти, рудні тіла і руди. На ділянці Жиричі вирізняється 5 рудовмісних горизонтів. В свою чергу, в складі горизонтів виділяються окремі рудні тіла з вмістами міді ≥ 0,2 % на інтервали ≥ 1,0 м.

Продуктивними являються горизонти (знизу вверх): 1А (заболотівська світа), 2А, 2Б (бабинська світа) і 3А, 3Б (ратнівська світа). При цьому лише горизонт 2А представлений туфами, а решта – базальтами. Глибина залягання рудних горизонтів знаходиться в межах 164–530 м. Залягання рудних тіл субгоризонтальне, в зонах тектонічної подробленості можлива незначна зміна кутів їх нахилу.

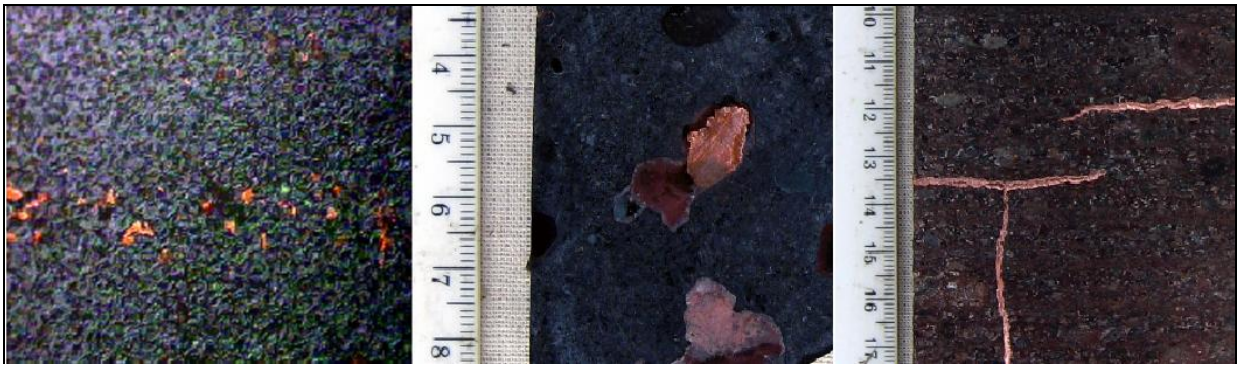
Площі поширення рудоносних горизонтів становлять перші десятки км^2, а протяжність окремих рудних тіл досягає сотень метрів як по падінню, так і простяганню. Форма рудних

тіл загалом пластоподібна. Потужність мідьвміщуючих інтервалів переважно становить від декількох дециметрів до 1–1,5 м, в окремих випадках сягає 19,3 м (св. 5815). Найвищі середньовиважені вмісти міді місцями становлять 2,01 % на 1,1 м (св. 5827), а максимальний вміст 4,15 % на 0,3 м (св. 5815) – горизонт 2Б.

За техніко-економічними міркуваннями для Жирицького рудопрояву прийняті наступні параметри попередніх тимчасових кондицій: бортовий вміст міді в пробі – 0,2 %; мінімальний промисловий вміст міді в підрахунковому блоці – 0,172 %; Для визначення тимчасових кондицій для підрахунку ресурсів міді рудні тіла оконтурені за бортовими вмістами 0,2, 0,3 і 0,4 %. Ресурси міді відповідають середньому родовищу (понад 0,5 млн т), при середніх вмістах міді, %: 0,379; 0,457 і 0,596 та потужностях рудних тіл, м: 1,26–5,7; 1,6–4,5 і 1,0–3,75 відповідно.

За розподілами самородної міді по типах порід на долю базальтів припадає 63 %, а туфів 37 % від загальної кількості (n = 113) продуктивних (з вмістами міді понад 0,2 %) інтервалів.

Розподіл міді за умовами концентрації (морфотипами) виглядає наступним чином (%): вкрапленість в основній масі – 55, в прожилках і на площинах тріщин – 20, в зв'язку з мигдалинами – 10, при комбінації вказаних морфо типів – 15 (рис. 1).



а *б* *в*

Рис. 1. Морфотипи самородномідного оруденіння:
а – смугасто-вкраплене у фанеритовому базальті; *б* – в мигдалинах базальту; *в* – прожилкове в туфі

Єдиним практично значимим мідним мінералом, яким визначається рудна формація і геолого-промисловий тип очікуваних родовищ являється самородна мідь. Інші мінерали міді, зокрема халькозин, дигеніт, халькопірит, борніт, ковелін, куприт, тенорит присутні як акцесорні утворення, не впливаючи на масштаби зруденіння.

За даними мікрозондового аналізу (загалом 48 замірів) самородна мідь відзначається високою чистотою. Вмісти міді змінюються від 99,23 до 99,95 %. До основних елементів-домішок відносяться (%): Ag (0,01–0,37) і Fe (0,01–1,04).

Виявлена досить стійка геохімічна асоціація міді і срібла, коефіцієнт кореляції між вмістами яких практично завжди становить понад +0,75. Срібло часто фіксується у самородній мінеральній формі, відзначаючись високою чистотою. За даними рентгеноспектрального (мікрозондового) аналізу середній вміст срібла в монофракціях самородної міді (n = 51) становить 706 г/т.

В останні роки підтверджені перспективи рудопрояву відносно інших благородних елементів – золота і платиноїдів.

Всього на території рудопрояву пробурено 53 свердловини (23 850 пог. м). Досягнута щільність мережі свердловин складає 1600 × 600 × 800 м із згущенням на окремих профілях 800 × 800 м. Оцінка і прямий підрахунок ресурсів міді для рудопрояву Жиричі здійснено вос-

таннє в 2008 році (Жуйков М.І. та ін., 2008). Перспективні ресурси міді для Жирицького рудопрояву підраховані за категоріями P_1 і P_2, пройшли апробацію в УкрРНРП і були прий-няті в кількості, підрахованій авторами. Потенційне родовище міді має перспективи нарощування, оскільки межує з рудопроявом Шменьки–Заліси і Північно-Гірницьким рудоносним полем.

Проектні дані щодо розвідки рудопрояву. Цільовим призначенням робіт з подальшого геологічного вивчення рудопрояву є завершення пошукової оцінки та розвідка рудопрояву з попередньою геолого-економічною оцінкою та підрахунком балансових запасів міді категорій C_1 і C_2 до глибини 500–600 м з оконтуренням зруденіння за вмістом міді від 0,1 % і визначенням його промислових параметрів відповідно до розроблених кондицій. Реалізація геологорозвідувального проекту буде здійснюватися поетапно.

На початковій стадії I етапу (пошукова оцінка) роботи будуть зосереджені в межах ділянки деталізації площею 1 км^2. В її межах послідовно досягатиметься щільність бурової мережі від 400 × 400 до 200 × 200 м.

На завершальній стадії I етапу передбачається виконання бурових робіт по запроектованим мережам 400 × 400 м в межах площі рудопрояву і 200 × 200 м (16 км^2) в його найперспективнішій частині, що дасть змогу завершити пошуково-оцінювальні роботи з оцінкою ресурсів категорії P_1 і підрахунком запасів категорії C_2 відповідно.

Буріння буде супроводжуватись комплексом опробувальних робіт, геофізичних досліджень (що визначилися в процесі робіт першої стадії як раціональні), аналітичних, лабораторно-технологічних досліджень, моделюванням особливостей зруденіння за допомогою ГГІС "MICROMINE".

В процесі проведення робіт II етапу (розвідувальні роботи) передбачається буріння свердловин по мережі 100 × 100 м (запаси категорії C_1) на площі ≈ 6 км^2. Ступінь оцінки площі, після першого етапу буде відповідати ресурсам кат. P_1 (площа 16 км^2), категорії C_2 (10 км^2), а в межах дослідного квадрату (1 км^2) категорії C_1.

Вартість геологорозвідувальних робіт за проектом складає 731,08 млн грн. Орієнтовна вартість першого етапу (пошукова оцінка) – 380–400 млн грн, другого (власне розвідка) – 330–350 млн грн.

Розрахункова вартість (орієнтовна) розвідувальної шахти для дослідно-промислового видобутку 130–160 млн грн (при глибині шахти 450 м і проходці 2-х горизонтальних виробіток (штреків) довжиною по 1 км на 2-х горизонтах).

Техніко-економічні показники промислового освоєння рудопрояву. Геолого-економічні показники розраховані на основі даних техніко економічних міркувань для рудопрояву міді Жиричі (Жуйков М.І. та ін, 2008) за теперішнім курсом валют 12,5 грн за 1 дол США і сучасними ринковими цінами на товарну продукцію проектованого рудника.

Відпрацювання родовища проводитиметься комплексним гірничо-збагачувальним комбінатом (ГЗК), товарною продукцією якого буде мідний концентрат із вмістом міді 80,0 %, що в подальшому піддаватиметься металургійній переробці для вилучення металургійної міді і благородних металів (золота, срібла, платини і паладію). На ГЗК можливо отримувати базальтову сировину, придатну для кам’яного литва (за хімічним складом хвости збагачення відповідають вимогам ТУ–14–12–190–02. Жолоби кам’янолиті). Розробка родовища передбачається підземним способом.

Технологія збагачення руд. Головними операціями із збагачення руд, являються дроблення, (здрібнення до граничного зерна – 0,04 мм), грохотіння, гідравлічна класифікація, гравітаційне збагачення, радіометрична, електрична та магнітна сепарації. В результаті зба-

гачення технологічної проби руди з масовою часткою міді 0,313 % було отримано мідевмісний концентрат з масовою часткою міді 81,18 % з вилученням з вихідної руди 80,4 %, а також титаново-магнетитовий продукт з масовими частками (%): Fe_2O_3 – 26,77, FeO – 26,1 та TiO_2 – 14,25, придатний для використання в якості залізовмісної сировини.

На пробах, представлених базальтами (масова доля міді 0,14 %) і їх туфами (масова доля міді 0,46 %) була розроблена схема збагачення, що базувалася на гравітаційному (з отриманням крупного мідного концентрату – +0,044 мм) і флотаційному (з отриманням дрібного мідного концентрату) циклах збагачення.

Передбачувані капітальні вкладення в промислове будівництво. На рис. 2 приведена структура капітальних вкладень в промислове освоєння рудопрояву міді по базовому (першому) варіанту оцінки. Інвестиції в будівництво рудника визначені по аналогії з Бахтинським родовищем флюориту. Вартість гірничого обладнання визначена по аналогії з родовищем золота Сауляк, Бахтинським родовищем, Мануйлівський залізорудним родовищами з відповідним коригуванням на продуктивність підземних рудників та різночасність оцінок.

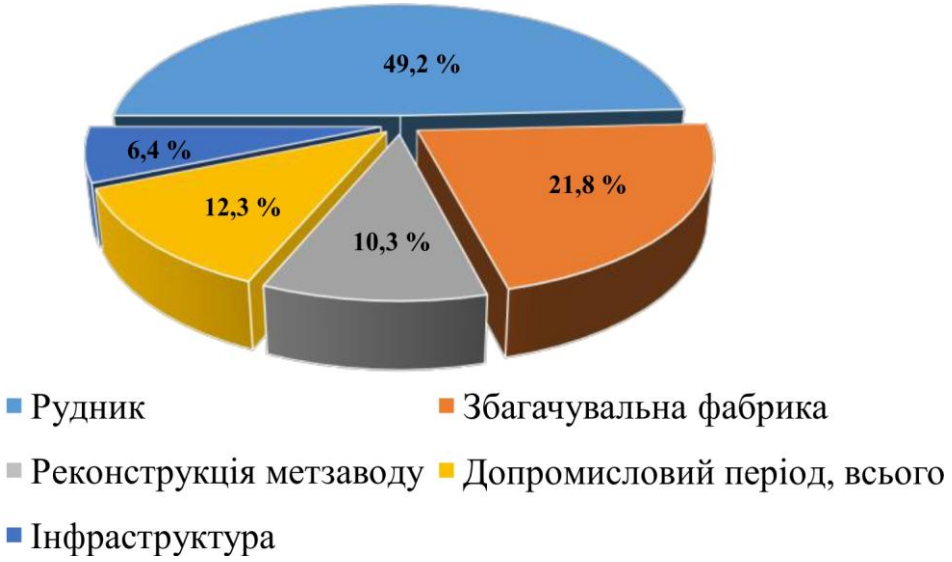


Рис. 2. Структура капітальних витрат в промислове освоєння рудопрояву Жиричі

Вартість капітальних вкладень в будівництво збагачувальної фабрики визначена по аналогії з родовищем Сауляк (фабрика продуктивністю 200 тис. т руди на рік) та діючою фабрикою Мужіївського гірничо-збагачувального комбінату. Вартість капвкладень в реконструкцію Побузького нікелевого заводу для металургійної переробки на ньому мідних концентратів родовищ Волині прийнята по раніше виконаним розрахункам при геолого-економічній оцінці Прутовського мідно-нікелевого родовища (по даним інституту кольорових металів (м. Донецьк) вартість реконструкції оцінена в 115,4 млн грн (по першому варіанту оцінки), а з врахування сучасного курсу гривні 288,5 млн грн.

Можливі експлуатаційні витрати на отримання товарної продукції визначені як сума витрат на видобування і транспортування корисної копалини із шахти на збагачувальну фабрику, її збагачення, транспортування міднорудного концентрату до металургійного заводу, на якому отримується кінцевий вид товарної продукції: металургійна мідь та чисті благородні метали чи їх сплави. Обсяги експлуатаційних витрат на отримання товарної продукції (то-

варної міді та благородних металів (золота, срібла, платини і паладію) наведені в табл. 1, а їхня структура по базовому варіанту оцінки показана на рис. 3.

Рис. 3. Структура експлуатаційних витрат на отримання товарної продукції

Показники економічної ефективності промислового освоєння рудопрояву. *Вартість товарної продукції* рудника визначалась за трьома варіантами оцінки (табл. 1) як добуток показників річної продуктивності рудника, терміну експлуатації родовища і оптової ціни товарної продукції, яка склались на світових та вітчизняних ринках станом на вересень 2014 року.

Таблиця 1

Розрахунок вартості товарної продукції рудника

Найменування показника	Одиниця виміру	Варіанти підрахунку запасів (ресурсів) руди		
		I	II	III
Бортовий вміст міді в пробі	%	0,2	0,3	0,4
Річна продуктивність рудника:				
– по мідній руді	тис. т	закрита інформація	2000,0	1500,0
– по благородним металам:				
– золота	кг	61,6	50,0	48,3
– срібла	кг	5301,7	4302,8	4156,4
– платини	кг	43,7	28,5	21,1
– паладію	кг	14,6	9,5	7,0
– по щебеню будівельному	тис. $м^3$	208,9	139,3	104,5
– по петрургійній сировині	тис. т	1500,0	1000,0	750,0
Термін експлуатації родовища	років	76,3	75,3	65,0

Закінчення табл. 1

Оптова ціна товарної продукції (без ПДВ):				
– міді металургійної (1 т)	грн	89 521,87	89 521,87	89 521,87
– золота (1 кг)	грн	600 000,0	600 000,0	600 000,0
– срібла (1 кг)	грн	8 123,69	8123,69	8123,69
– платини (1 кг)	грн	589 053,0	589 053,0	589 053,0
– паладію (1 кг)	грн	34 478,38	34 478,38	34 478,38
– 1 м^3 будівельного щебеню	грн	212,50	212,50	212,50
– 1 т кам'яноливарної сировини	грн	227,25	227,25	227,25
Доход від реалізації річного об'єму товарної продукції:				
– міді металургійної	тис. грн	689 318,40	555 035,59	537 131,22
– благородних металів	тис. грн	106 274,40	82 070,10	34 006,70
– будівельного щебеню	тис. грн	44 391,25	29 601,25	22 206,25
– петрургійної сировини	тис. грн	340 875,0	227 250,0	170 437,5
Всього валовий дохід	тис. грн	1 180 859,05	666 706,94	763 781,67
Те ж саме за весь період експлуатації	млн грн	90 099, 55	50 203,03	49 645,80

Балансовий (валовий) прибуток підприємства визначався як різниця між вартістю річного об'єму товарної продукції в цінах реалізації і собівартістю видобутку і транспортування на склад готової товарної продукції, без передбачених чинним законодавством України зборів, податків і платежів, які враховуються в собівартості продукції. Прибуток підприємства визначався як різниця між вартістю річного об'єму товарної продукції в цінах реалізації і річними витратами на виробництво на її отримання (з урахуванням амортизаційних відрахувань). Рівень рентабельності виробництва визначався як відношення прибутку підприємства до сумарної вартості основних фондів (вартості інвестицій) та експлуатаційних витрат. Термін окупності інвестицій визначений як відношення їх вартості до прибутку підприємства.

Результати розрахунку прибутку, рівня рентабельності виробництва по варіантам оцінки приведені в таблиці 2. Як видно з таблиці, майбутня розробка Жирицького рудопрояву самородної міді по всім розглянутим варіантам бортового вмісту міді в пробі є рентабельною. Рівень рентабельності виробництва до інвестицій в промислове будівництво по розглянутим варіантам позитивний і тим більший, чим вищий бортовий вміст міді в пробі.

Таблиця 2

Результати розрахунку прибутку, рівня рентабельності виробництва та терміну окупності

Найменування показника	Одиниця виміру	Варіанти підрахунку запасів (ресурсів) руди		
		I	II	III
Бортовий вміст міді в пробі	%	0,2	0,3	0,4
Капітальні вкладення в промислове освоєння родовища	тис. грн	2 965 283,3	2 148 395,7	1 802 590,0
Річні експлуатаційні витрати на отримання товарної продукції	тис. грн	734 202,75	489 046,75	418 213,25
Те ж саме за весь період експлуатації	млн грн	56 019,7	36 825,28	27 183,9
Витрати на вивід підприємства із експлуатації	тис. грн	148 241,75	107 407,25	90 100,75
Сумарні витрати за весь період експлуатації	млн грн	59 133,2	39 081,1	29 076,6
Дохід від реалізації річного об'єму товарної продукції	тис. грн	1 180 859,05	893 956,94	763 781,67

Закінчення табл. 2

Те ж саме за весь період експлуатації	млн грн	90 099,55	67 314,96	49 645,80
Прибуток підприємства без оподаткування:				
– річний	тис. грн	446 656,30	404 910,19	345 568,425
– за весь період експлуатації	млн грн	34 079,88	30 489,74	22 461,95
Рівень рентабельності інвестицій до оподаткування прибутку	%	57,63	78,02	77,25

Висновки. Із розглянутих варіантів економічної оцінки (без врахування податків) рудопрояву міді Жиричі кращим за сумарним за весь період експлуатації майбутнього родовища прибутком підприємства (34 079,88 млн грн) є варіант бортового вмісту міді в пробі 0,2 % (І варіант), а по рівню рентабельності (78,02 %) – варіант вмісту міді в пробі 0,3 % (ІІ варіант). Експлуатація родовища за даними бортовими вмістами міді дозволить 14-тикратно окупити первинні капітальні вкладення в його освоєння. Враховуючи отримані геолого-економічні показники, а також те, що освоєння родовища дає можливість для створення декількох тисяч робочих місць на тривалий період (65–80 років), можна зробити висновок щодо незаперечної промислової значимості Жирицького рудопрояву міді і доцільності його подальшого геологічного вивчення та промислового освоєння.

Значні обсяги необхідних капіталовкладень спонукають до пошуку шляхів покращення інвестиційної привабливості мідних промислів на Волині, чого можна досягти, збільшенням вартості товарної продукції, зменшенням експлуатаційних витрат та створенням сприятливого інвестиційного клімату.

УДК [553.99:550.8.02](477)

ПЕРСПЕКТИВИ ОСВОЄННЯ НОВИХ БУРШТИНОНОСНИХ ОБ'ЄКТІВ В УКРАЇНІ ТА ВПОРЯДКУВАННЯ ВИДОБУТКУ БУРШТИНУ

***Ремезова О.О.**, д. геол. н., доц., Інститут геологічних наук НАН України (м. Київ), titania2305@i.ua*

Україна посідає друге місце в світі за кількістю запасів бурштину та відрізняється найвищим в світі відсотком бурштину ювелірної якості в покладах (24 % сировини). Перевагою українських родовищ є невелика глибина залягання – 2–3 м, що призводить до того, що вітчизняний бурштин-сирець на 20–40 % дешевше за калінінградський. Вивченість бурштиноносних об'єктів різна. Найбільш перспективними для виявлення нових родовищ бурштину є Володимирецький район з ділянками Дубівка, Володимирець, Вирка та ін. Тут розвідане Володимирецьке Східне родовище бурштину, яке сьогодні розробляється. До найбільш перспективних проявів бурштину в Україні Каноничі, Могилянський, Грицківське, Мочулищенське, Хуторське, Золоте, Ясинецьке. Перспективними для пошуків бурштину є Клесівсько-Пержанська, Бараші-Лугинська зони. Проблемою є нелегальний видобуток бурштину, який призводить до негативних екологічних і соціально-економічних наслідків. Невеликі за запасами розсипи слід дозволити розробляти старательським способом та створювати умови для того, щоб бурштин-сирець потрапляв на підприємства України, а не на чорний ринок. В зв'язку з незаконним видобутком бурштину відбуваються зміни його запасів, і тому необхідно виконати переоцінку запасів бурштину та ранжування об'єктів за їх перспективністю. Такі роботи можуть бути виконані ІГН НАНУ спільно з іншими організаціями. Необхідно також приділити увагу обробці бурштину. У разі раціонального використання родовищ бурштину Поліський регіон може отримати нові робочі місця і додатковий прибуток, що зменшить дотаційність обласних бюджетів.

THE PROSPECTS OF NEW AMBER-BEARING OBJECTS DEVELOPMENT IN UKRAINE AND REGULATION OF AMBER MINING

***Remezova O.**, Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv), titania2305@i.ua*

Ukraine takes the second place in the world after the amount of amber reserves and differs on the greatest in the world percent amber of jewellery quality in beds (24 % raw material). Advantage of the Ukrainian deposits is a small depth of bedding – 2–3 m, that results in a fact, that domestic amber-raw on 20–40 % more cheap after amber from Kaliningrad. The degree of studying of amber-bearing objects is different. Most prospective for discovery of new amber deposits is Volodymyrets region with areas Dubivka, Volodymyrets, Vyrka et al. Here there is Volodymyrets-Skhidny deposit which is explored today. To the most prospective amber occurrences in Ukraine Kanonychi, Mogylyansky, Grytskivske, Mochylyshschenske, Khutorske, Zolote, Yasynetske belong. Klesiv-Perha and Barashi-Lugyny zones are prospective for amber searches. The problem is the illegal mining of amber which lead to the negative ecological and social-economic after-effects. It follows to allow the small on reserves mineral deposits to develop a prospector method and create conditions in order that a amber-raw got on the enterprises of Ukraine, but not to the black market. In connection with the illegal amber mining there are changes of its reserves, and that's why it is necessary to execute the overvalue of amber reserves and ranking of objects after their prospectives. Such works can be executed IGS NASU jointly with other organizations. It is necessary also to spare attention treatment of amber. In the case of the rational usage of amber deposits the Polissia region can get new workplaces and additional profit which will decrease subsidies of regional budgets.

За запасами бурштину Україна займає друге місце після Росії. Великі запаси бурштину має Польща. Українські запаси бурштину відрізняються найвищим в світі відсотком вмісту ювелірної сировини. За оцінкою польської асоціації AmberMart, співвідношення ювелірного і технічного бурштину в них складає 24 и 76 % відповідно, тоді як в Польщі і Росії частка крупних шматкових фракцій ювелірної якості не перевищує 10–15 % видобутку. Невелика глибина залягання (всього 2–3 м) призводить до того, що український бурштин-сирець на 20–40 % дешевше за калінінградський.

Більшість родовищ бурштину та ряд перспективних проявів зосереджено в межах північної частини Волинської, Рівненської та Житомирської областей.

Формація бурштиноносних покладів на території України поширена в межах Прип'ятського бурштиноносного басейну і Прикарпатської бурштиноносної площі. Бурштин знаходиться в піщано-глинистих покладах "синьої землі" кварц-глауконітової формації, яка належить до харківського надгоризонту пограничних верств еоцену і олігоцену (продуктивна товща). Ця товща в Прип'ятському

бурштиноносному басейні залягає близько до денної поверхні, нерідко безпосередньо під сучасним ґрунтом. Уламки бурштину в продуктивній товщі залягають дуже нерівномірно: найчастіше у вигляді різного роду скупчень, часто дуже великих та поодиноких включень постійно з уламками обвугленої рослинної органіки. Відсутність витриманих по простяганню верств у продуктивній площі ускладнює геологорозвідувальні роботи на бурштин [2].

Найбільш перспективними для виявлення нових родовищ бурштину є Володимирецький район з ділянками Дубівка, Володимирець, Вирка та ін. Тут розвідане Володимирецьке Східне родовище бурштину, яке сьогодні розробляється. До найбільш перспективних проявів бурштину в Україні, виявлених і досліджених протягом останніх 25 років належать Каноничі, Могилянський, Грицківське, Мочулищенське, Хуторське, Золоте, Ясинецьке. Перспективними для пошуків бурштину є Клесівсько-Пержанська, Бараші-Лугинська зони. В межах першої зони знаходиться відоме Клесівське родовище бурштину. Клесівсько-Пержанська зона поділяється на два просторово відокремлених райони: Клесівський і Пержанський. Останній мало вивчений щодо бурштиноносності і тому вимагає постановки нових робіт. В попередні роки були досліджені нові прояви бурштину – Сирницький та Козюлі на півночі Житомирської області [1]. Особливістю цих проявів є те, що бурштиноносні відклади залягають гіпсометрично вище, ніж на відомому Клесівському родовищі, та приурочені до палеодолин північно-західного простягання.

За забарвленням і характером замутнення серед бурштину проявів Житомирської обл. зустрічаються всі відміни, відомі на Клесівському і Пальмнікенському родовищах, при цьому хмарний і бастард жовтого, помаранчево-жовтого і рожевого кольорів переважають. На другому місці знаходяться прозорий і кістяний бурштин. Для них характерні жовті, помаранчево-жовті, помаранчево-червоні і вишнево-червоні відтінки. Бурштин зеленкуватих відтінків є порівняно рідкісним, однак є дані про те, що такі відміни зустрічались в Пержанському районі.

На відміну від бурштину Пальмнікенського родовища, бурштин Бараші-Лугинської зони менш твердий і в своєму хімічному складі майже не містить золи. Однак і в одному і в іншому випадках бурштин легко обробляється сталевими інструментами. Особливістю українського бурштину є також підвищений вміст бурштинової кислоти, що (від 2,20 до 6,84 %). В балтійському сукциніті вміст янтарної кислоти 3,20–5,28 %, у білоруському бурштині – 3,25–9,44 %. Тому варто передбачити при використанні бурштину України виготовлення бурштинової кислоти та інших продуктів хімічної переробки бурштину.

Серед перспективних проявів Житомирської обл. слід назвати Барашівську та Гулянську ділянки, ділянку Глинки, а також Вікторівське родовище, яке було поставлено на баланс ВАТ "Кварцсамоцвіти" у 2003 р. Однак ці об’єкти досліджені недостатньо. Враховуючи спорадичний характер поширення відкладів межигірської світи (бурштиноносних) та розвиток і чисельні перебудови палеорельєфу на цій території, нерівномірний розподіл бурштину по площі та за розрізом, слід застосувати для їх до вивчення нові підходи, які б базувались на створенні палеогеоморфологічних карт, побудові комп’ютерних моделей покладів.

Слід зазначити, що раніше прояви досліджувались шляхом буріння свердловин самохідною установкою УБСР–25М, внаслідок ймовірність знахідок бурштину зменшувалась внаслідок пливунного характеру пісків та малої швидкості обертання верстату шурфобура. Також слід бурити свердловини до горизонту +191–(+194) м, тобто до абсолютних відміток глибин, на яких залягають бурштиноносні поклади. Для дослідження проявів варто застосовувати шурфи-колодязі, які також виконують функцію водопониження на цих об’єктах.

Виділені як перспективні, прояви необхідно довивчити, в т. ч. з проведенням польових досліджень та застосуванням аерокосмічних зйомок, що дозволило б зробити моніторинг нелегального видобутку. При проведенні цих досліджень можна остаточно вирішити питання щодо освоєння цих об’єктів.

Проблемою є нелегальний видобуток бурштину, який призводить до багатьох негативних наслідків, як екологічних, так і соціально-економічних. До екологічних наслідків належать: порушення цілісності геологічних пластів, створення валоподібних викидів гірничої маси навколо шурфів та намиву навколо свердловин гідророзмиву, збіднення бурштиноносних порід, порушення гідрогеологічних умов на прилеглих територіях. Також відбувається знищення трав’яного покриву і шару ґрунту, вирубування дерев та порушення їх кореневої системи, зміни болотних біоценозів, які є невід’ємною складовою ландшафтів Полісся. Внаслідок закачування у бурштиноносні верстви великих об’ємів порід, має місце збільшення надходження органічних речовин, іонів заліза, радіоактивних

речовин. Економічні наслідки нелегального видобутку характеризуються втратою для держави значних обсягів бурштину-сирцю, що в кілька разів перевищують кількість законного видобутку, збитками у лісовому, водному господарстві. Крім того, не створюються умови для виготовлення ювелірних виробів – виробів з високою доданою вартістю. Тому важливим є внесення змін у законодавство, що дозволило б легалізувати старательський видобуток бурштину.

Невеликі за запасами розсипи слід дозволити розробляти старательським способом та створювати умови для того, щоб бурштин-сирець потрапляв на підприємства України, а не на чорний ринок, звідки він переправляється нелегально за кордон.

На розгляд Верховної Ради України передано законопроект № 4039 від 06.06.2014 р. "Про внесення змін в Кодекс України про надра відносно видобутку корисних копалин з проявів, що не мають промислового значення". Головним завданням цього документу є повернення армії старателів в правове поле, зробити менш гострою ситуацію навколо незаконної розробки та поповнити бюджет. Законопроект стосується різних корисних копалин місцевого значення (піски, глини тощо) та бурштину, який видобувається нелегально на території Рівненської та частково Житомирської областей. Цей законопроект дасть можливість на умовах ризику здійснити оцінку та видобуток бурштину за спрощеною процедурою.

В зв'язку з незаконним видобутком бурштину відбуваються зміни його запасів, і тому необхідно виконати переоцінку запасів бурштину та ранжування об'єктів за їх перспективністю. Такі роботи можуть бути виконані ІГН НАНУ спільно з іншими організаціями.

Слід також приділити увагу розвитку сучасного ювелірного виробництва в Рівненській, Житомирській та Волинській обл., враховуючи досвід сусідньої Польщі. Тут працюють 5000 ювелірних фірм, в яких працюють 30 тис. працівників. В Україні ювелірне виробництво розвивається повільно, практично нема нових дизайнерських розробок. Втрачено досвід ювелірів, які раніше працювали на ВАТ "Кварцсамоцвіти", що відбулось внаслідок скорочення виробництва у 90-ті роки.

Історично так склалось, що Польща стала справжнім центром янтарного мистецтва, а місто Гданськ – світовою столицею бурштину. З 1993 р. в Польщі проходять щорічні міжнародні виставки-ярмарки, на яких демонструють не лише ювелірні вироби, але і обладнання для обробки – ювелірна галузь дала поштовх розвитку машинобудування в Польщі. Все це призвело до того, що висококласні дизайнери самі приїздять до Польщі і створюють справжні шедеври з бурштину. Тут виробляють унікальні вироби: ювелірні прикраси, предмети інтер'єру, одяг з використанням цього каменю. Головне правило польських ювелірів – обрамляти бурштин в дорогоцінні метали. При цьому вони роблять оправи більш масивними, ніж ювеліри інших країн. Таким чином, при використанні рівної кількості бурштину додана вартість готових виробів в Польщі значно вища, ніж в російському чи українському виробництві, що дуже вигідно як для самих виробників, так і для країни в цілому. Крім того, в Польщі ювелірна галузь користується підтримкою держави: обробка янтарю не ліцензується, срібло звільнено від державного контролю і т. д. Як результат: при виготовленні виробів з бурштину польські ювеліри мають апріорі більший прибуток, ніж в інших країнах.

Сьогодні в Україні поступово змінюються тенденції у виготовленні бурштинових виробів, про що свідчать виставки в рамках міжнародних конференцій "Український бурштиновий світ", одним з співзасновників яких є Інститут геологічних наук НАНУ. Однак питання використання бурштину в Україні потребують подальшого розвитку.

Враховуючи вищенаведені висновки, у разі раціонального використання родовищ бурштину Поліський регіон може отримати нові робочі місця і додатковий прибуток, що зменшить дотаційність обласних бюджетів.

Література

1. *Галецький Л.С.,* Ремезова О.О. Перспективи пошуків нових родовищ бурштину в Україні // Матеріали міжнародного наукового семінару "Від смоли хвойних до бурштину. Ідентифікація викопних смол", 17 травня 2012 р., м. Київ (на CD).

2. *Гожик П.Ф.,* Дзізінський А.А., Мацуй В.М. Бурштин – багатство України: проблеми та перспективи розвитку // Український бурштин: матеріали Першої науково-практичної конференції "Український бурштиновий світ", Київ, 17–21 жовтня 2007 р. – К., 2008. – С. 6–10.

УДК 669.162.8

ОЦЕНКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ ЗАЛЕЖИ "ДРУЖБА" ПАО "ЕВРАЗ-СУХАЯ БАЛКА" ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ДОМЕННОЙ ПЛАВКЕ

Пройдак Ю.С., *д. т. н., проф.*, ***Камкина Л.В.***, *д. т. н., проф.*,
Мешалкин А.П., *к. т. н., доц.*, ***Стовба Я.В.***, *к. т. н., докторант*,
Национальная металлургическая академия Украины (г. Днепропетровск), projdak@metal.nmetau.edu.ua

Обобщены результаты теоретических и экспериментальных исследований оценки металлургической ценности железной руды залежи "Дружба" ПАО "Евраз–Сухая Балка". Результаты изучения кинетики восстановления опытной руды и агломерата, компьютерное моделирование выплавки чугуна с различной долей руды в доменной шихте и высокотемпературное моделирования выплавки чугуна при изменении состава исходной шихты, позволяют рекомендовать к промышленному опробованию технологию выплавки чугуна с заменой только части (не более 30 %) офлюсованного агломерата. Показано, что эта замена является равноценной и не приведет к увеличению расхода кокса и к снижению производительности печи.

EVALUATION OF IRON ORE METALLURGICAL VALUE OF THE "DRUZHBA" DEPOSIT OF PJSC "EVRAZ-SUKHAIA BALKA" FOR FURTHER BLAST-FURNACE SMELTING

Proidak Yu.S., *Dr. Sci. (Eng), Prof.*, ***Kamkina L.V.***, *Dr. Sci. (Eng), Prof.*,
Meshalkin A.P., *Cand. Sci. (Eng), Assoc. Prof.*, ***Stovba Ya.V.***, *Cand. Sci. (Eng), Doctoral Cand.*,
National Metallurgical Academy of Ukraine (Dnepropetrovsk), projdak@metal.nmetau.edu.ua

Summarizes the results of theoretical and experimental studies metallurgical value of iron ore deposits "Friendship" PJSC "EVRAZ Sukha BALKA". The results of the study of the kinetics of recovery experienced ore and sinter, computer simulation of smelting iron ore with different fractions in the blast furnace charging and high-temperature modeling of smelting iron with the composition of the original mixture, allow to recommend to the industrial testing technology of smelting iron with replacement only parts (not more than 30 %) self-fluxing sinter. It is shown that this substitution is equivalent and will not lead to increased coke consumption and performance of the furnace.

Введение. Предшествующие 60 лет доменный процесс развивался в направлении увеличения доли офлюсованного агломерата в шихте, что обосновано рядом известных преимуществ [1], основными из которых являются повышение производительности печи и снижение расхода кокса. Этому способствовал и более благоприятный "экономический климат".

Основными железорудными компонентами шихты современных доменных печей являются офлюсованный (ОА) и обычный агломерат, окатыши и руда. Эффективность их использования повышается при обоснованном выборе их соотношений в исходной шихте с учетом недостатков и преимуществ этих компонентов. Негативным фактором применения (ОА), который проявляется при ведении плавки чугуна, является нестабильность его свойств и состава, обусловленная значительным отличием химических и физических характеристик компонентов сырой аглошихты, особенно, при вовлечении в процесс агломерации техногенных мелкодисперсных отходов с увеличенной концентрацией вредных примесей (S, P, Zn, As). Интервал изменения химического состава опытной руды и концентрация вредных примесей в исследуемой железной руде значительно меньше. Неоднородность химического состава шихты крайне отрицательно влияет на показатели доменного процесса. Согласно [2] увеличение содержания железа приводит к остыванию печи, что особенно нежелательно. Поэтому необходимо, чтобы содержание железа изменялось не более чем на 0,3–0,5 %.

Предпочтительность использования того или иного материала зависит не только от содержания в них железа, основности шлаковой фазы, образующейся из компонентов пустой породы и флюсов, пористости, прочности в холодном состоянии и при восстановлении в печи, фракционного состава, размягчаемости и других физико-химических свойств, но и в большой мере определяется экономическими факторами. По-видимому, одним из основных факторов, определяющих выбор компонентов шихты, является устойчивая тенденция повышения производителями цен на агломерат и окатыши. С учетом этого, характер дальнейшего совершенствования технологии производства чугуна определяется решением не только научных задач, но и вопросов сохранения конкурентной способности продукции на рынках сбыта. Обоснованное изменение состава доменной шихты с вовлечением новых видов железорудного сырья требует, независимо от результатов многочисленных исследований их свойств, полученных раннее, изучения характеристик опытных руд. Установлено, что для достижения оптимальных производительности доменной печи и удельного расхода кокса необходимо снижать интервал крупности кусков руды [3].

Непрерывный доменный процесс основан на противотоке материалов и газов, который сопровождается взаимосвязанными процессами теплообмена и физико-химических превращений на различных горизонтах печи. Поэтому использование в составе доменной шихты дополнительных железорудных и флюсовых материалов, а также изменение их соотношений может приводить к перераспределению материалов при их опускании по сечению печи. Это увеличивает вероятность локальных концентраций отдельных компонентов шихты по сечению доменной печи, что приводит к необходимости повышения температуры в слое шихтовых материалов, для которого характерен увеличенный интервал вязко-пластичного состояния железорудных материалов путем увеличения расхода топлива. С этой точки зрения важным моментом установления наиболее рационального фракционного состава железорудных компонентов шихты и топлива является определение его влияния на поведение указанных материалов на горизонтах плавления и первичного шлакообразования с целью сближения высокотемпературных характеристик руды, агломерата и окатышей. Отсутствие объективной информации о поведении кусковой руды на характерных горизонтах доменной печи в условиях восстановительно-тепловой обработки увеличивает возможность ошибочного прогноза показателей доменной плавки при замене одних видов железорудных материалов другими или при изменении их соотношения в шихте. Для получения научной информации данного характера необходимо проведение комплексного исследования с изучением состава и свойств нового материала и установления его влияния на технологические параметры шлакового режима плавки и тепловое состояние печи.

Постановка задачи. Обоснование рационального соотношения "агломерат : руда : окатыши" в доменной шихте является одним из главных условий для гибкой организации производственного процесса. На современном этапе развития для металлургических комбинатов, использующих при выплавке чугуна ряд материалов других предприятий – поставщиков, актуальной задачей является уменьшения зависимости результатов их работы от ценовой политики производителей агломерата, окатышей и др. материалов. Использование новых железорудных материалов при выплавке чугуна возможно после комплексной оценки их металлургической ценности, определяющей уровень их качества, и последующего экспериментального исследования влияния их ввода в шихту на показатели доменного процесса для установления наиболее рационального соотношения компонентов исходной шихты.

Изложение материала и обсуждение результатов исследования. Исходя из поставленной задачи вовлечения в состав железорудного сырья доменной плавки нового материала, проведен комплекс исследований по установлению металлургической ценности опытной руды залежи "Дружба" ПАО "Евраз–Сухая Балка". Установлено, что содержание $Fe_{общ}$ в проанализированных пробах руды колеблется в широких пределах от 56 до 68 %, что характерно, согласно [3] для гематито-гидрогетитовых руд (гетита). Удельный вес опытной руды, установленный по трем замерам, составил 49,2 кН/м^3, что является косвенным доказательством соответствия исследуемой руды указанному типу руд (удельный вес по [4] изменяется в интервале 42,8–48,3 кН/м^3). Другим доказательством соответствия этому типу является и приблизительное соответствие п. п. п. (~ 4,4 % при 900 °С) количеству гидратной влаги, содержащейся в гетитовой руде. По временному сопротивлению сжатию руды этого типа автор относит к слабым. Поликристаллические соединения (кристаллизационные связи), образование которых обусловлено действием химических сил в точках контакта кристаллов оксидов железа и кремния, характерны для плотных и твердых богатых железных руд.

При проведении комплексного исследования определены, обобщены и проанализированы характеристики опытной железной руды. Характер и величина пористости руды во многом предопределяет поверхность взаимодействия газообразного восстановителя с оксидами руды. Общая пористость руды (Q), определялась из соотношения, %:

$$Q = (\rho_{ист.р} - \rho_{каж.р})\ 100 / \rho_{ист.р}$$

где $\rho_{ист.р}$ – истинная плотность руды, г/см^3, т. е. масса абсолютно плотного вещества руды (при отсутствии пор) в 1 см^3; $\rho_{каж.р}$ – кажущаяся плотность руды, г/см^3, т. е. масса пористого вещества руды в 1 см^3. Средняя величина пористости по трем опытным образцам руды составила около 5 г/см^3 (офлюсованного агломерата ЮГОКа – около 25,5 г/см^3).

Экспериментально с применением метода термогравиметрии исследована кинетика восстановления образцов опытной руды и офлюсованного агломерата ЮГОК, используемого в данное время на ПАТ "Евраз–ДМЗ им. Петровского". Химические составы компонентов доменной шихты приведены в табл. 1. Опытная руда представлена фракцией 10–16 мм.

Таблица 1

Химический состав агломерата ЮГОК, %

$Fe_{общ}$	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	FeO	Fe_2O_3	P	MnO	S	П. п. п.
56,2	8,5	10,9	0,62	0,94	13,3	65,41	0,03	0,05	0,023	–
63,36	1,52	2,94	2,94	0,84	30,78	56,19	0,062	0,04	0,032	4,2

Были исследованы кинетические зависимости степени восстановления офлюсованного агломерата и опытной руды фракции 7–10 мм, достигаемые при температуре 900 °С в условиях восстановления водородом. Наблюдалось ускорение восстановления агломерата, что объясняется значительно большей (~ в 5 раз) его пористостью, увеличивающей интенсивность диффузионных процессов тепло- и массопереноса при восстановлении материалов газом.

Агломерат при температуре 1100 °С по данным [1, 5] восстанавливается хуже, чем при 1000 °С (при одинаковом содержании FeO), что вызвано более интенсивным его размягчением при более высоких температурах, что приводит к снижению пористости агломерата. В этих условиях оксиды контактируют с газом только на поверхности куска. При условии несколько более высоких температур размягчения опытной руды с более низкой исходной пористостью можно ожидать выравнивания скоростей восстановления обеих материалов в условиях доменной плавки. Температурный интервал размягчения опытной руды и агломе-

рата ($t_{разм}$ – $t_{плав}$), установленный при нагревании образцов этих материалов в печи сопротивления, составил для руды 1320–1380 °С; для офлюсованного агломерата – 1240–1320 °С. С учетом более высокой температуры плавления руды и, при этом, более низкого температурного интервала (размягчение – плавление), который на 40 °С меньше, чем для агломерата, можно ожидать лишь незначительного увеличения энергетических затрат на весь процесс выплавки чугуна с использованием в шихте опытной руды. Более высокая температура размягчения руды, по сравнению с агломератом, приведет к расширению интервала температур, при котором будет происходить восстановление оксидов железа без влияния эффекта закрытия пор расплавленным материалом.

Уменьшение фракции исследуемых материалов в 2 раза (3–5 мм) существенно снизило различие в скоростях восстановления опытной руды и офлюсованного агломерата при тех же условиях эксперимента. Очевидно, в эксперименте это связано с уменьшением пористости более мелких фракций агломерата, полученных после дробления и рассева исходного материала. Представленные на рисунке данные по восстановимости исследуемых компонентов доменной шихты с большой степенью достоверности подтверждают возможность равноценной замены агломерата рудой.

Основываясь на обобщенных данных эксперимента и приведенных в литературе, а также, учитывая определяющее влияние фракционного состава железорудных материалов и их пористости на скорость их восстановления и газопроницаемость столба шихты, можно получить приближенное соотношение размеров руды и агломерата в исходной шихте: агломерат – 30–40 мм; руда – 15–20 мм; окатыши – 10–20 мм.

Такое соотношение фракционного состава компонентов приведет в условиях доменной плавки к выравниванию скоростей восстановления руды и агломерата. Учитывая более низкую пористость рудных кусков, можно ожидать увеличение доли прямого восстановления для рудного материала. Соответствующее уменьшение степени газификации углерода топлива (доли косвенного восстановления) позволит несколько снизить расход кокса. Полученные данные о кинетике восстановления железосодержащих компонентов исходной доменной шихты различного фракционного состава, их пористости и размягчаемости являются экспериментальным обоснованием возможности практически равноценной замены агломерата опытной рудой.

Таким образом, оценка физико-химических характеристик компонентов исходной доменной шихты различного фракционного состава и кинетики их восстановления свидетельствует об их практически полной пригодности для использования в доменном процессе при замене определенной части офлюсованного агломерата.

Методом компьютерного моделирования (программа ORACUL) для условий, приближенных к условиям доменной печи, установлено наиболее рациональное количество вводимой в шихту опытной руды, влияние расхода кокса на показатели плавки; определены равновесное распределение компонентов в металлической и шлаковой фазах при изменении количества руды и тепловой нагрузки. Моделирование доменной плавки позволило оценить поведение тех либо иных материалов применительно к условиям равновесия. Расчеты проводились для температуры 1700 К при давлении на колошнике равном 1,2 и 2,0 атм. Расчеты проведены на 100 кг железосодержащей части шихты (агломерат – 100 %; либо агломерат с различной долей руды и руда – 100 %). Данные расчета выплавки чугуна с использованием в шихте опытной руды и офлюсованного агломерата в различных соотношениях показывают, что увеличение в доменной шихте доли опытной руды до 100 % приводит, согласно расчету, к повышению содержаний серы и фосфора. При использовании шихты только из офлюсо-

ванного агломерата P – 0,0504 % и S – 0,0006 %; при соотношении руда : агломерат 1 : 1 – P – 0,073 % и S – 0,00095 %. Увеличение в шихте руды до 100 % содержание фосфора и серы составляет 0,09325 и 0,00158 % соответственно. Основной причиной повышения содержаний фосфора и серы в чугуне при замене агломерата рудой является снижение количества образующейся при этом шлаковой фазы. На 100 кг исходной шихты при работе только с агломератом масса шлака равна 21,88 кг; при использовании только руды – 10,40 кг, что соответственно уменьшает полноту перевода этих вредных примесей из чугуна в шлак за счет снижения сульфидной емкости шлаковой фазы.

Анализ диаграмм состояния системы $CaO–SiO_2–Al_2O_3–MgO$ [6] свидетельствует о значительном повышении температуры плавления шлака при увеличении в нем содержания MgO от 3 до 28 % с 1390 до 1850 °С.

Таким образом, на основании анализа результатов аналитического и экспериментального исследования можно рекомендовать увеличение доли опытной руды в доменной шихте только до 30 %. Дальнейшее ее увеличение требует корректировки шлакового режима путем присадки материалов, снижающих температуру плавления и увеличивающих количество шлака, например, шамотного боя и других материалов.

Проведена количественная оценка эффективности замены агломерата рудой и ее влияния на тепловой и шлаковый режимы доменного процесса. Составы шихт, проплавляемых на модели активной зоны печи были аналогичны шихтам, используемым ранее при компьютерном моделировании процесса. При использовании шихты, в состав которой введено 30 % опытной руды взамен равноценной части агломерата, экспериментально установлена и подтверждена рациональность такой замены. Без увеличения расхода кокса, получено снижение количества шлаковой фазы на 22 %, выход железа вырос на 2,75 % без увеличения содержания серы и фосфора по сравнению с текущими данными работы доменной печи № 3 ПАО "Евраз–ДМЗ им. Петровского".

Исходя из данных опубликованных в [7], основной причиной повышения расхода топлива может быть увеличение неравномерности газораспределения, одной из причин которого является неоптимальность гранулометрического состава компонентов особенно, при замене агломерата рудой. Несоблюдение этого важного условия приводит к увеличению потерь теплоты с доменным газом. Нельзя не согласиться и с мнением автора этой работы о том, что минимальный расход топлива в доменном процессе может быть достигнут только при совместном развитии процессов прямого и косвенного восстановления при определенном соотношении показателей газификации углерода кокса и прямого восстановления.

При замене части агломерата опытной рудой, физико-химические свойства которой отличаются, следует ожидать некоторого снижения показателя газификации, что соответственно приведет к уменьшению потерь химической и физической теплоты с доменным газом. При этом требуемый расход кокса уже будет определяться из условий снижения роли косвенного и увеличения роли прямого восстановления при оптимальном фракционном составе агломерата, руды и кокса. В этом случае изменение расхода топлива может быть установлена на основе анализа изменения отношения расхода дутья к суммарному расходу углерода кокса.

В свою очередь, газопроницаемость столба шихтовых материалов во многом зависит от прочностных свойств руды и агломерата. При использовании в качестве железорудной составляющей только агломерата, благодаря более высоким скоростям восстановления Fe_2O_3 до Fe_3O_4 и Fe_3O_4 агломерата до FeO, можно ожидать более интенсивное растрескивание и разрушение кусков агломерата, в сравнении с кусками железной руды. Образующаяся при

этом мелочь (0–3 мм) будет перевеиваться из участков интенсивного потока газов на участки с меньшим по интенсивности газовым потоком. Это приведет к ухудшению ровного хода печи и в итоге – к снижению технико-экономических показателей процесса. При нагреве кусков опытной руды в условиях печи сопротивления с графитовым нагревателем вплоть до температуры ее плавления растрескивания образцов не зафиксировано.

Поэтому, исходя из важности выбора оптимального фракционного состава исходной шихты, что является одним из радикальных мероприятий, обеспечивающих экономичную работу доменной печи, для уменьшения отрицательного влияния фракционного состава шихты на ход доменной плавки необходимо загружать в печь компоненты, незначительно отличающиеся по размеру кусков. Очевидно, что только при этом условии можно обеспечить наиболее равномерную газопроницаемость столба шихты на всех горизонтах печи и, как следствие этого, рациональное распределение газового потока по сечению печи. Поскольку практически куски материалов не могут быть одинаковых размеров, необходимо установить допустимые пределы колебаний по крупности для различных составляющих шихты. Можно предположить, что для новых условий выплавки чугуна максимальный размер кусков рудной части шихты составлял 20–30 мм, а минимальный 10 мм; размер кусков кокса и известняка должен быть в пределах 25–50 мм (размер окатышей обычно 10–20 мм).

Учет этих определяющих факторов при установленном оптимальном расходе кокса, не ухудшающем газопроницаемость столба шихтовых материалов, позволит сделать обоснованные рекомендации о наиболее рациональном соотношении в исходной шихте руды и агломерата без нарушения теплового и шлакового режимов выплавки чугуна.

Необходимость корректирования шихты при замене агломерата рудой может быть вызвана изменением химического состава руды, агломерата, кокса или изменением их прочности, ситового состава и насыпной массы. При этом принимают следующие меры: при увеличении влажности кокса – соответственно уменьшению количества углерода снижают рудную нагрузку или загружают дополнительное количество кокса; при увеличении или уменьшении содержания золы и серы в коксе – корректируют основность шлака и, исходя из нагрева печи, рудную нагрузку; при ухудшении механических показателей кокса (увеличение истираемости, снижение барабанной пробы и др.) – уменьшают рудную нагрузку. В случае изменения содержаний железа и кремнезема в сырых материалах изменяют, с учетом теплового состояния печи, количество руды и известняка. При работе на полностью офлюсованном агломерате основность шихты корректируется добавкой небольшого количества железной руды или известняка.

При работе доменной печи на шихте с увеличенной долей руды (с соответствующим и равноценным по железу уменьшением количества офлюсованного агломерата) для предотвращения нарушения теплового и шлакового режимов необходимо корректировать шихту. Корректировка шихты по основности обычно производится дополнительным вводом известняка, но, исходя из высокого модуля основности пустой породы опытной руды, необходимости в ней нет.

Реализация этой технологии с увеличенной долей руды в исходной шихте даст возможность получать чугун с пониженным содержанием кремния. Это в полной мере соответствует требованиям современной ресурсо- и энергосберегающей технологии производства стали в конвертерах с малым количеством шлака и, соответственно, с меньшим флюсующих материалов, меньшими потерями железа и тепла, с облегчением организации получения стали с минимальным содержанием нежелательных примесей [8, 9]. При этом исключается проведение предварительной десиликонизации чугуна в ковше.

Литература

1. *Вегман Е.Ф.* Теория и технология агломерации. – М.: Металлургия, 1974. – 288 с.

2. http://lekcion.ru/Metallurgia/11091-aglomeratsiya.html.

3. *Восстановление* железных руд / Л. Богданди, Г.Ю. Энгель; пер. с нем. Е.Ф. Вегмана, Ю.С. Юсфина; под ред. А.Н. Похвиснева. – М.: Металлургия, 1971. – 519 с.

4. *Аллилуев В.Н.* Особенности состава и свойств богатых железных руд глубокозалегающих месторождений КМА / В.Н. Аллилуев // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: "Горная книга", 2012. – № 7. – С. 126–132.

5. *Щербаков В.П.* Основы доменного производства. – Владимир: Металлургия, 1969. – 326 с.

6. *Атлас* шлаков: справочное издание / под ред. И.С. Куликова; пер. с нем. – М.: Металлургия, 1985. – 208 с.

7. *Чернятин А.Н.* Уточнение роли показателей прямого восстановления и газификации углерода при изменении расхода топлива в доменной печи. Известия ВУЗов. ЧМ. – 1969. – № 6. – С. 43–47.

8. *Разработка* технологии предварительной обработки чугуна для кислородно-конверторной плавки. Щетинина И.С. Диссертация по ВАК 05.16.02. – Липецк 2001. – 112 с.

9. *Савчук Н.А., Курунов И.Ф. и др.* Технико-экономическая эффективность процессов внепечной обработки чугуна // Черная металлургия: БНТИ. Сер. Подготовка сырьевых материалов к металлургическому переделу и производство чугуна. – 1992. – Вып. 1. – 16 с.

УДК 669.168

ИНВЕСТИЦИОННО-ПРИВЛЕКАТЕЛЬНЫЕ РАЗРАБОТКИ ВОВЛЕЧЕНИЯ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО ДИСТЕН-СИЛЛИМАНИТОВОГО И СТАВРОЛИТОВОГО КОНЦЕНТРАТОВ – ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦИРКОНО-ТИТАНОВОЙ РУДЫ НА ВОЛЬНОГОРСКОМ ГОРНОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ КОМБИНАТЕ

Гасик М.И., *акад. НАН Украины, проф.*, ***Пройдак Ю.С.***, *д. т. н., проф.*,
Национальная металлургическая академия Украины (г. Днепропетровск), projdak@metal.nmetau.edu.ua

Обобщены данные о минералогии, свойствах дистен-силлиманитового и ставролитового концентратов – продуктов обогащения полиметаллической руды Самотканского месторождения, изложены результаты приоритетных работ по использованию дистен-силиманита и ставролита в цветной металлургии в сталеплавильных агрегатах, освещены новые направления применения ставролита для выплавки металлургического электрокорунда и ферросилиция.

FAVORABLE INVESTMENT DEVELOPMENTS ON INVOLVEMENT INTO METALLURGICAL PRODUCTION OF DISTHEN-SILLIMANITE AND STAUROLITE CONCENTRATES – ENRICHMENT PRODUCTS OF POLYMETALLIC ZIRCONIUM-TITANIUM ORE WITHIN THE VOLNOHORSK MINING AND SMELTING COMBINE

Gasik M.I., *Academician of NAS of Ukraine, Prof.*, ***Proidak Yu.S.***, *Dr. Sci. (Eng.), Prof.*,
National Metallurgical Academy of Ukraine (Dnepropetrovsk), projdak@metal.nmetau.edu.ua

Compiled data on Mineralogy, properties Distin-sillimanite and staurolite concentrates – product of the enrichment of the ores Samotkanskoe field, the results of the priority of work to Distin-sillimanite and staurolite in non-ferrous metallurgy in steel melting units, lighted new applications of staurolite for metallurgical smelting of oxide and ferrosilicon.

Недра Приднепровья богаты рассыпными месторождениями полиметаллических руд. Общеизвестно, Самотканское месторождение циркон-рутил-ильменитового минерального сырья, содержащее также попутные минералы дистен-силлиманит, ставролит и кварцевые пески. На базе руды этого месторождения был сооружен Верхнеднепровский горно-металлургический комбинат (ВДГМК) ныне Вольногорский горно-металлургический комбинат ВГМК. Проектом комбината предусматривалась добыча и обогащение полиметаллической руды с выделением товарных концентратов: цирконового ($ZrO{\cdot}SiO_2$), рутилового (TiO_2) и ильменитового ($FeO{\cdot}TiO_2$), а в качестве побочных концентратов – дистен-силлиманитового ($Al_2O_3{\cdot}SiO_2$), ставролитового (сложного минерального состава) и кварцевых песков.

В связи с необходимостью расширения использования образующихся концентратов всех видов в начале 60-х годов прошлого века по инициативе ВГГМК (директора В.В. Варэна и главного инженера В.Г. Задорожного) при поддержке кафедры электрометаллургии ДМетИ (зав. кафедрой С.И. Хитрик) Госкомитетом по координации научно-исследовательских работ УССР была утверждена программа комплексного использования дистен-силлиманитового концентрата с финансовым обеспечением ее выполнения. В соответствии с этой программой, кафедрой электрометаллургии ДМетИ (проф. М.И. Гасик, проф. Б.И. Емлин), в творческом содружестве с руководством ВГГМК (В.В. Варэн, Г.В. За-

дорожный) и Днепропетровского алюминиевого завода (ныне ОАО "ЗАЛК") (В.Д. Ильенков, И.М. Бастрыга) была разработана оригинальная технология использования дистен-силлиманитового концентрата для выплавки в мощных дуговых электропечах сооруженного на Днепровском алюминиевом заводе электротермического цеха кремниево-алюминиевого, так называемого первичного сплава, с последующим металлургическим переделом его на литейные силуминовые сплавы [1].

Эта полипараметрическая, сложная и, вместе с тем, эффективная технология выплавки сплава с использованием дистен-силлиманитового концентрата была высоко оценена, а авторский творческий коллектив в 1977 г. удостоен Государственной премии УССР. Приоритет, новизна, промышленная полезность технологии с применением дистен-силлиманитового концентрата для выплавки кремниево-алюминиевых сплавов с получением силумина, подтверждены десятками авторских свидетельств и патентами технически развитых зарубежных стран. По действующему производственному производству выплавки кремниево-алюминиевого сплава с получением литейного силумина обеспечивалось многотоннажное производство литых изделий для Харьковского завода (патенты: США (3892558, 1974), ФРГ (2244899, 1972), Австралии (453123, 1975), Канады (966312, 1975).

Наряду с работами по вовлечению в производство дистен-силлиманитового концентрата, велись поисковые разработки в направлении применения в смежных металлургических процессах ставролитового концентрата, который к началу исследований кафедрой электрометаллургии ДМетИ (ныне НМетАУ) не находил применения, и поэтому объемы его постоянно накапливались.

Собственно, минерал ставролит имеет сложную формулу $4Al_2O_x[SiO_4]AlFe_2O_3(OH)$ [2], а по К. Фрею $Fe_2Al_8O_7(OH)(SiO_4)_4$ [3]. Он образует короткопризматические ограненные кристаллы, крестообразные двойники, неправильной формы удлиненные зерна и зернистые агрегаты. Зерна и кристаллы ставролита всегда содержат включения кварца, что обусловливает трудности выделения при обогащении руды ставролитового концентрата.

Содержание элементов в элементарной ячейке ставролита выражается формулой $H_2Fe_4Al_{18}Si_8O_{48}$. Октаэдрические группировки атомов кислорода вокруг атомов Al образуют цепочки, которые связаны между собой тетраэдрами SiO_4 и дополнительными октаэдрами AlO_6 [4]. В элементарной ячейке ставролита пять октаэдрических позиций заполнены главным образом алюминием, а две тетраэдрические – атомами Si и Fe. Причем одна из них с небольшой примесью Al, а другая – атомами Fe, Ti, Al.

Ставролитовый концентрат, выделенный при обогащении полиметалличсеской руды ВГГМК, имел химсостав: 48–50 % Al_2O_3; 25–28 % SiO_2; 13–15 % Fe_2O_3; 2–3 % TiO_2 и 1,0–1,5 % ZrO_2. Этот концентрат характеризуется сложным минеральным составом: 78,1 % ставролит, 0,20 % рутил; 3,3 % циркон; турмалин ($Na_3Fe_3Al_6(OH)|(BO_3)|(Si_6O_{18})$) 8,3 % [2]. Отличительной особенностью ставролитового концентрата в сравнении с бокситом является весьма низкое содержание влаги, не превышающее 1–2 % и практически полное отсутствие фосфора и серы. Развитая поверхность минеральных образований концентрата обеспечивает высокие скорости ассимиляции его шлаком и протекание химических реакций в системе металл-шлак.

В начале 70-х годов М.И. Гасиком были проведены многоплановые теоретические и лабораторные исследования, которые подтвердили возможность использования ставролитового концентрата в сталеплавильном производстве взамен боксита и плавикового шпата как разжижителя печного шлака при выплавке различных марок стали. В 70-х годах и позже на

металлургические заводы УССР ежегодно ввозилось с Южного Урала около 150 тыс. т боксита и относительно большое количество дефицитного и дорогого плавикового шпата.

Для широкомасштабного внедрения разработок по применению ставролитового концентрата при выплавке в мартеновских печах и конвертерах был создан творческий коллектив с участием кафедры электрометаллургии (М.И. Гасик, Б.И. Емлин), ВГГМК (В.В. Варэен, Г.В. Задорожний) и Днепровского метзавода им. Дзержинского (Г.Л. Гурский, Ю.Г. Дубина, С.Н. Петров). Координация выполнения этих работ и их финансирование осуществлялись Управлением научно-исследовательских работ Минчермета УССР (В.Г. Резчик).

Творческим коллективом с участием инженерно-технического персонала ВГГМК и ДМЗ была проведена работа по внедрению технологии выплавки стали на ДМЗ, "Криворожсталь" и заводе им. К. Либкнехта. Приоритет и промышленная полезность разработок были защищены авторскими свидетельствами № 403755 (1973 г.) [5], 414316 (1974 г.) [6] и 501078 (1976 г.) [7]. В дальнейшем технология выплавки стали с использованием ставролитового концентрата была внедрена на Криворожском металлургическом заводе им. В.И. Ленина, Нижнеднепровском трубном заводе им. К. Либкнехта и "Арселор Миттал". Результаты промышленного применения ставролитового концентрата при выплавке стали по предметам изобретений приведенных выше авторских свидетельств опубликованы в ряде журналов, в том числе в МГП, 2003, № 2.

Ставролитовый концентрат обеспечивает также получение стабильных физических свойств шлаков; растворению извести способствует интенсивный барботаж ванны после присадки концентрата. Вследствие развитой реакционной поверхности минералов ставролитового концентрата увеличиваются скорости окислительных реакций на границе раздела металл-шлак. Внедрение технологии выплавки стали с заменой боксита и плавикового шпата ставролитовым концентратом позволило получить большой реальный экономический эффект. В последующие годы ставролитовый концентрат по разработанной технологии применялся на других металлургических заводах.

В публикации [9] некорректно отмечалось, что эта технология была разработана ДМК совместно с Днепродзержинским ГТУ, а позднее ДонНИИчерметом, хотя, как это следует из приведенного выше, приоритет в применении использования ставролитового концентрата принадлежит ДМетИ, ВГМК и ДМК. Тем более не оправдано утверждение В.П. Кривоноса, Б.С. Панова, Р.М. Полуновского, В.Н. Чурочкина (Приазовская ГРЭ, ДПИ, ныне ДНУ, ДонНИГРИ), что "…альтернативным источником традиционно применяемых разжижителей является ставролит, ранее не находивший практического применения…" [13, 14]. Отмечается в вышеуказанной публикации В.П. Кривоноса [14], что свой "приоритет" подтверждается авторскими свидетельствами № 501078, № 783344 "Способ наведения шлака при выплавке стали".

Однако из вышеприведенного нами следует, что приоритет использования ставролита в сталеплавильном производстве в качестве разжижителя шлаков взамен боксита и плавикового шпата установлен и подтвержден Гасиком М.И., Гурским Г.А., Варэном В.В. и др., о чем свидетельствуют авторские свидетельства № 403755 (1973 г.), № 414316 (1974 г.), а также результаты широкомасштабного внедрения разработанных технологий обогащения в статье М.И. Гасика и др. [8] "Применение ставролитового концентрата при выплавке стали".

Кафедрой электрометаллургии проведены экспериментальные исследования, и установлено также, что ставролитовый концентрат может быть рекомендован как исходное сырье для выплавки в одну стадию в руднотермических электропечах металлургического электрокорунда и ферросилиция [10]. На основе металлургического электрокорунда рационально

организовать производство ферроалюминия для раскисления стали [11], а ферросилиций, с наличием в нем редких элементов при низком содержании фосфора, следует рассматривать как ферросплав, подходящий для его использования в сталеплавильной промышленности и литейном производстве.

Литература

1. *Гасик М.И., Лякишев Н.П.* Теория и технология электрометаллургии ферросилиция. – М.: Металлургия, 1999. – 764 с.

2. *Штрубель Г., Циммер З.Х.* Минералогический словарь / Пер. с нем. – М.: Недра, 1987. – 494 с.

3. *Минералогическая* энциклопедия / Под ред. К. Фрея: Пер. с англ. – Л.: Недра, 1985. – 512 с.

4. *Федькин В.В.* Ставролит (состав, свойства, парагенезис и условия образования). – М.: Наука, 1975. – 271 с.

5. *А.с.* 403755 (СССР). Шлакообразующая смесь / М.И. Гасик, Г.Л. Гурский, В.В. Варэн и др. – Опубл. в Б.И. – 1973. – № 43.

6. *А.с.* 414316 (СССР). Шлакообразующая шихта / М.И. Гасик, В.Г. Резчик, В.В. Варэн и др. – Опубл. в Б.И. – 1974. – № 5.

7. *А.с.* 501078 (СССР). Способ наведения шлака при выплавке стали / М.И. Гасик, Г.Л. Гурский, В.В. Варэн и др. – Опубл. в Б.И. – 1976. – № 4.

8. *Гасик М.И., Емлин Б.И., Манько В.А. и др.* Применение ставролитового концентрата при выплавке стали // Сталь. – 1977. – № 11. – С. 996–997.

9. *Попандопуло И.К., Ларионов А.А., Фитерер В.В. и др.* Использование старолитового концентрата для разжижения конвертерного шлака // Металлург. и горноруд. пром-сть. – 1998. – № 2. – С. 23.

10. *Порада А.Н., Гасик М.И.* Электротермия неорганических материалов. – М.: Металлургия, 1990. – 232 с.

11. *Гасик М.И., Овчарук А.Н., Погребняк А.И.* Электротермический ферроалюминий – альтернатива вторичному алюминию для раскисления стали // Металлург. и горноруд. пром-сть. – 2002. – № 5. – С. 21–23.

12. *Электроплавка* алюмосиликатов. М.И. Гасик, Б.И. Емлин, Н.С. Климкович, С.И. Хитрик. – М.: Металлургия, 1976. – 304 с.

13. http://masters.donntu.edu.ua/2012/igg/mikityuk/library/article3.htm.

14. *Кривонос В.П., Панов Б.С., Полуновский Р.М., Чурочкин В.Н.* Новая сырьевая база ставролита на Украине // Разведка и охрана недр. – 1987. – № 12. – С. 28–32.

УДК 553.98

НАФТОГАЗОПЕРСПЕКТИВНІ ОБ'ЄКТИ В ІВАНО-ФРАНКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Маєвський Б.Й., *д. геол.-мін. н., проф.*, ***Мончак Л.С.***, *к. геол.-мін. н., доц.*,
Степанюк В.П., *к. геол.-мін. н., проф.*, ***Анікеєв С.Г.***, *к. геол. н., доц.*,
Куровець С.С., *к. геол. н., доц.*, ***Здерка Т.В.***, *к. геол. н.*, ***Максимів А.І.***, *студ.*,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (м. Івано-Франківськ),
grn@nung.edu.ua

Науковцями ІФНТУНГ за даними комплексу гравіметричних і сейсмічних робіт виділена низка піднять, з якими пов'язуються перспективи нафтогазоносності у Долинському та Надвірнянському нафтогазопромислових районах у межах Івано-Франківської області. До виділених об'єктів наведено рекомендації щодо постановки пошукового буріння та оцінено ресурсну базу.

OIL AND GAS PERSPECTIVE OBJECTS WITHIN THE IVANO-FRANKIVSK REGION

Maievskyi B.Y., *Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Prof.*, ***Monchak L.S.***, *Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), Assoc. Prof.*,
Stepaniuk V.P., *Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), Prof.*, ***Anikeiev S.G.***, *Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.*,
Kurovets S.S., *Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.*, ***Zderka T.V.***, *Cand. Sci. (Geol.)*, ***Maksymiv A.I.***, *student*,
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Ivano-Frankivsk), grn@nung.edu.ua

The scientists of IFNTUOG according to complex gravimetric and seismic work highlighted a number of oil and gas perspective uplifts in Dolyna and Nadvirna oil and gas industrial districts of the Ivano-Frankivsk region. Recommendations for exploratory drilling and estimated resource base are given for the selected objects.

Весь комплекс порід, що бере участь у будові Карпат, несе певне вуглеводневе навантаження незалежно від віку та літології порід. У ньому наявні породи-колектори і породи-покришки. Все це дає підстави позитивно оцінювати перспективи нафтогазоносності порід від нижньокрейдового до неогенового періодів.

Науковцями ІФНТУНГ за даними комплексу гравіметричних і сейсмічних робіт виділена низка піднять, з якими пов'язуються перспективи нафтогазоносності у Долинському та Надвірнянському нафтогазопромисловому районі.

Найбільш детально вивчене сейсмічними та гравіметричними роботами Міжрічинське підняття, що розташоване в Долинському районі Івано-Франківської області. За даними сейсмічних досліджень були побудовані структурні карти покрівлі крейдових та юрських відкладів. За цими даними був складений проект і закладено свердловину Міжрічинська-1. Через економічні проблеми буріння свердловини зупинено в стебницьких відкладах. Виконані нами структурні побудови є дещо іншими у порівнянні з сейсмічними, але для ведення пошукових робіт це не принципово. Тому слід було б добурити свердловину Міжрічинську-1 або закласти нову ближче до склепіння (за даними гравіметричних досліджень). Залягання нижньопалеозойського фундаменту тут прогнозується на глибині 6400 м, а покрівлі мезозойських відкладів – 5400 м. Розміри підняття 5 × 3 км (рис. 1, 2).

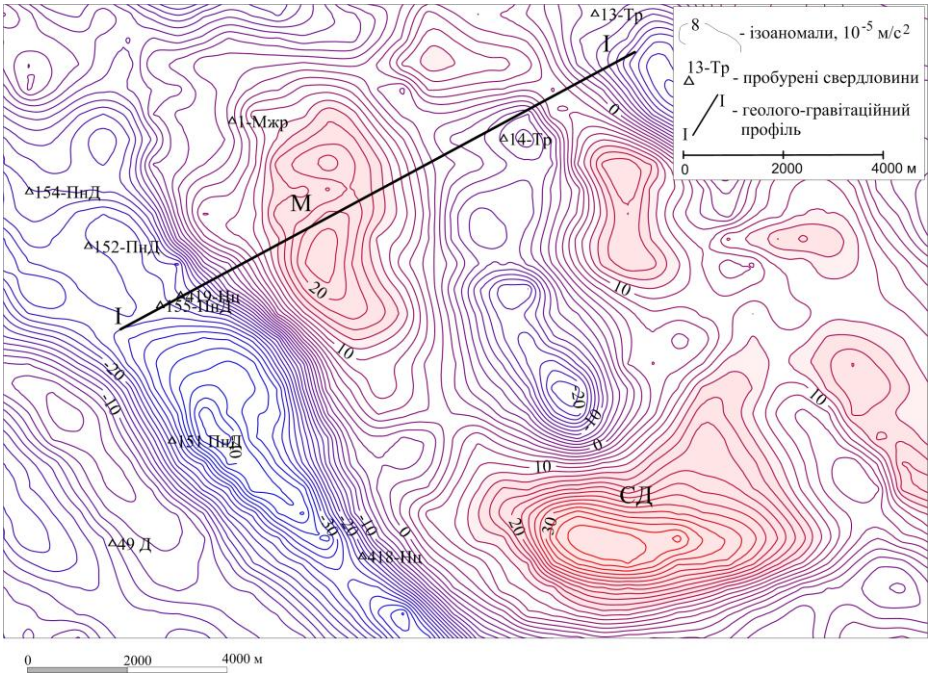


Рис. 1. Площа Міжрічинська (М) та Слобода-Долинська (СД). Локальні аномалії поля сили тяжіння (радіус осереднення 5000 м)

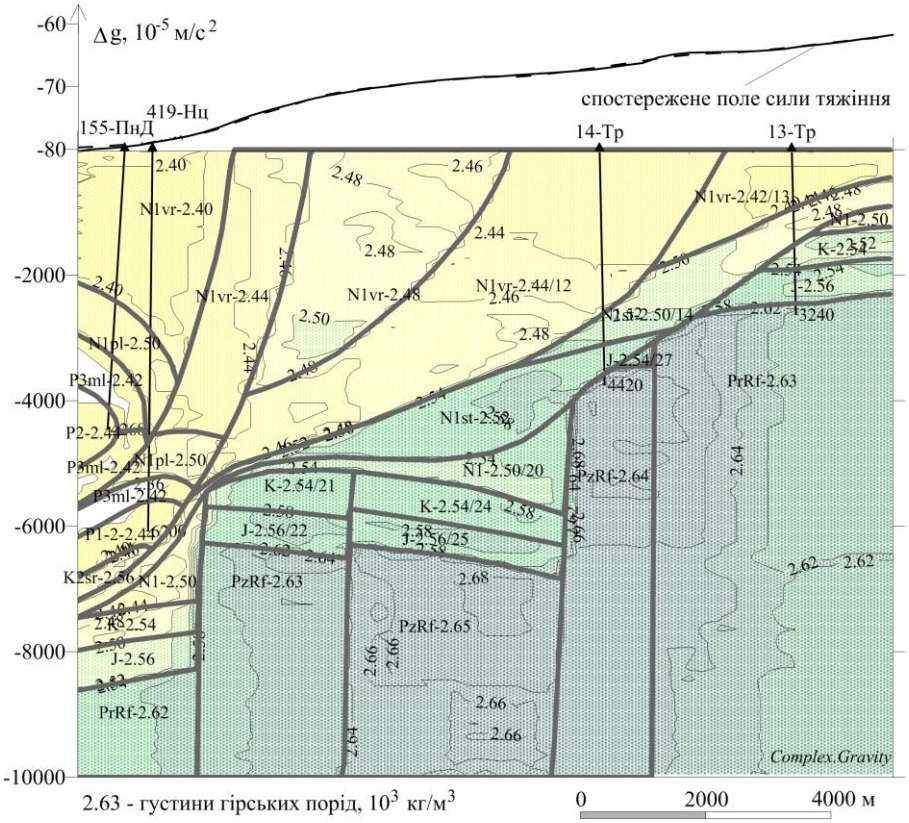


Рис. 2. Міжрічинська площа. Густинна модель геологічного розрізу по лінії I–I (на основі сейсмічних побудов ЗУГРЕ)

Слобода-Долинське підняття знаходиться майже в аналогічних умовах, що і Міжрічинське. Це підняття відноситься до високоперспективних. Покрівля мезозойських відкладів знаходиться на глибині 4800 м. Ресурси нафти за категорією C_3 складають 72 млн т.

Рівнянське підняття, що знаходиться в Рожнятівському районі є також перспективним у нафтогазоносному відношенні. Воно знаходиться на менших глибинах, але про існування пастки потрібно знайти ще додаткові аргументи.

Красненське підняття виявлено при аналізі локальних аномалій поля сили тяжіння. На площі пробурена свердловина Вільхівська-18, яка не вийшла із неогенових молас. Після її ліквідації до наших днів мають місце нафтогазопрояви через негерметичний шов. Глибина пробуреної свердловини становить 5216 м. Тут пропонується пробурити пошукову свердловину Красненську-1 глибиною 5800 м з розкриттям повного розрізу мезозойських відкладів. Свердловину слід закласти у склепінній частині за гравіметричними даними на віддалі 2 км на північний захід від свердловини Вільхівська-18. Ресурси нафти за категорією C_3 прогнозуються у 24 млн т.

Ще одне високоперспективне в нафтогазоносному відношенні підняття виявлено в Надвірнянському районі Івано-Франківської області на профілі Бистриця–Зелена–Богородчани. Це – підняття Буковецьке, що знаходиться під відомими родовищами у флішовому комплексі порід; його розміри – 10 × 2 км. Глибина свердловин для повного розкриття мезозойських відкладів становитиме 6600 м. Ще одне підняття – Надвірнянське, яке на знаходиться у більш опущеному блоці. Воно розкрите свердловиною Ластівецька-2, яка на глибині 4407 м увійшла в мезозойські відклади у прирозломній зоні, а при глибині 4604 м – у палеозойські відклади. Склепінна частина цього підняття є перспективною в нафтогазоносному відношенні. Глибини проектних свердловин становитимуть 4500 м. Ресурси нафти за категорією C_3 становлять 40 млн т.

У гравітаційному полі знайшло своє відображення і Майданське підняття, на якому свого часу проектувалась свердловина глибиною до 7 км. Розміри його 5 × 2 км. Воно розташоване біля грабену, подібно як і Надвірнянське підняття.

На Верхньомайданському піднятті нами рекомендовано буріння свердловини глибиною 4500 м. Ресурси нафти за категорією C_3 тут складають 35 млн т.

Аналіз даних геогустинного моделювання і даних сейсмічних досліджень дає підстави стверджувати, що у межах центральної частини Бориславсько-Покутської зони під вже виявленими фронтальними складками існують глибокозанурені палеогенові складки. Це добре підтверджується свердловиною Луги-1, яка під нижньокрейдовими відкладами на глибині 5654 м розкрила неоген-палеогенові відклади. Отже перспективними є складки, що розташовані на північний схід від свердловини Луги-1. Глибина залягання палеогенових порід тут становить 5500–6500 м.

До високоперспективних у нафтогазоносному відношенні потрібно віднести Підберезьку складку, яку розкрила свердловина Новоселицька-419. Менілітові відклади тут частково є нафтоносними, а низи – водоносними. Вигодські пісковики тут заміщені аргілітами. За даними карт літофацій та піщанистості, вигодська світа буде піщаною через 1–2 км на північний захід від свердловини Новоселицька-419. У цьому ж напрямку очікується і покращення колекторів у палеоцені. З цього огляду і потрібно рекомендувати буріння свердловини Підберезька-1 з розкриттям всього розрізу палеогену. Проектна глибина свердловин – 6600 м. Ресурси нафти тут оцінюються у 10 млн т.

Окрім цього, на сьогодні виявлено низку піднять, що знаходяться на території Верховинського, Косівського та Коломийського районів, на яких при їх деталізації будуть запропоновані пошукові свердловини глибиною від 1,5 до 6,5 км для виявлення покладів нафти і газу. Наприклад Яблунівське, Гринявське, Кутське, Рожинське та інші підняття, в яких ресурси складають понад 60 млн т нафти і близько 3 млрд м^3 газу.

Необхідно звернути увагу на глибинні структури III (можливо IV) ярусу структур у районі свердловин Танявська-100, Янківська-104, Смолянська-2, де під час буріння та випробування останньої з глибокозанурених горизонтів отримали припливи нафти. У межах цієї ділянки очікуються сприятливі умови та колектори з підвищеними ємнісно-фільтраційними властивостями, які можуть бути зумовлені широким розвитком вторинних ємностей на великих глибинах.

Неопошукованою залишається опущена частина у Делятинській депресії, де наявні породи-колектори з покращеними ємнісно-фільтраційними властивостями в еоценових відкладах.

За нашою оцінкою сумарна кількість перспективних ресурсів нафти для Івано-Франківської області оцінюється понад 200 млн т, а газу – понад 10 млрд м^3.

Більш детально з новітніми дослідженнями геологічної будови і перспектив нафтогазоносності глибокозанурених горизонтів українських Карпат можна ознайомитись у монографії "Новітні дослідження геологічної будови і перспектив нафтогазоносності глибокозанурених горизонтів українських Карпат" за загальною редакцією доктора геолого-мінералогічних наук, професора Маєвського Б.Й., що видана у 2012 році у видавництві Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу [1].

Література

1. *Новітні* дослідження геологічної будови і перспектив нафтогазоносності глибокозанурених горизонтів Українських Карпат. / Маєвський Б.Й., Анікеєв С.Г., Мончак Л.С. та ін. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012. – 207 с.

УДК 553.98

ЩОДО НАДІЙНОСТІ ПРОГНОЗНИХ ОЦІНОК ПЕРСПЕКТИВ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ СТРУКТУРНИХ ОБ'ЄКТІВ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

***Манюк М.І.**, к. геол. н., доц.,* ***Манюк О.Р.**, к. геол. н., доц.,* ***Мацолак І.М.**, студ.,*
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (м. Івано-Франківськ),
manukomv@rambler.ru

Проведено детальний аналіз особливостей геологічної будови та характеру нафтогазоносності локальних структур Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину. За допомогою методів математичної статистики оцінено індивідуальну інформативність локальних критеріїв нафтогазоносності виявлених та підготовлених до пошукового буріння структур та обґрунтовано вибір оптимальної комплексної моделі локального прогнозу їх продуктивності.

RELIABILITY OF PROGNOSIS ESTIMATIONS REGARDING THE PETROLEUM POTENTIAL OF STRUCTURAL OBJECTS WITHIN THE PRECARPATHIAN FOREDEEP

***Maniuk M.I.**, Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.,* ***Maniuk O.R.**, Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.,*
***Matsolak I.M.**, student,*
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Ivano-Frankivsk), manukomv@rambler.ru

It was conducted the detailed analysis of geological structure features and character of oil and gas bearing of local structures in Boryslav-Pokutia zone of Precarpathians foredeep. With help of the mathematical statistics methods it was estimated the individual informing of oil and gas bearing local criteria of the structures educed and geared-up to the searching drilling and there was reasonable the choice of optimal complex model of their productivity local prognosis.

Проблема забезпечення України нафтою і газом одне з найактуальніших завдань сьогодення. Важливу роль в його розв'язанні відіграє власний видобуток вуглеводнів. Однак вирішити цю проблему на сьогодні є надзвичайно важко, в умовах високої розвіданості нафтогазоносних регіонів України та зменшення розмірів нових відкритих родовищ, ускладнення їх геологічної будови, погіршення параметрів покладів.

Вважається, що одним із найбільш перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії (НВДЕ). Однак, попри значний потенціал майже всіх видів НВДЕ в Україні, достатньо розвинену науково-технічну та промислову базу, велику кількість прийнятих в останнім часом нормативно-законодавчих актів частка НВДЕ у енергетичному балансі країни залишається незначною. Крім того, сучасне ведення пошуково-розвідувальних робіт, що базується на класичній методології пошуків покладів вуглеводнів, з використанням високотехнологічних технічних методів пошуку, для старих добре розвіданих басейнів України вже не є ефективним. Відповідно методи, які на сьогодні використовуються для прогнозування нафтогазоносності структур, уже не забезпечують безпомилкового вибору продуктивних структур із загальної кількості виявлених геофізичними методами об'єктів. А наявність великої кількість методів оцінки нафтогазоносності структур та відсутність на сьогодні універсального підходу до локального прогнозу продуктивності виявлених та підготовлених структур поряд з відсутністю універсальних методів зонального та регіонального прогнозу нафтогазоносності структур породжують нагальну необхідність створення новіт-

ніх моделей прогнозу нафтогазоносності виявлених об'єктів. Відповідно коефіцієнт успішності пошуково-розвідувального буріння є надто низьким і складає 0,2–0,3 [1], у той час, як за оцінками фахівців [2] ресурсна база традиційних покладів вуглеводнів Карпатського регіону продовжує залишатись значною, що потребує більш вимогливого ставлення до визначення перспективних напрямків пошуково-розвідувальних робіт, всебічного їх науково-практичного обґрунтування шляхом вдосконалення існуючих методів як регіонального і зонального, так і локального рівнів прогнозу нафтогазоносності надр. Відповідно обґрунтування точності економічного планування інвестиційних проектів перш за все визначатиметься надійністю прогнозних оцінок перспектив нафтогазоносності конкретних об'єктів, що дозволить заздалегідь чисельно оцінити геологічні ризики пошуків.

З огляду на вищенаведене, Внутрішня зона Передкарпатського прогину представляє великий інтерес щодо досліджень в цьому напрямку, так як належить до старих нафтогазових районів з порівняно високою вивченістю. Тут виконано надзвичайно великий обсяг геологічних, геофізичних, геохімічних, аерокосмічних та ін. методів досліджень. Проте нажаль методи, які на сьогодні використовуються для прогнозування нафтогазоносності структур, уже не забезпечують безпомилкового вибору продуктивних структур із загальної кількості виявлених геофізичними методами об'єктів.

Як бачимо, необхідний новий підхід до прогнозування нафтогазоносності надр, що базується на новій теоретичній – методологічній основі. Відповідно комплексне використання існуючої геолого-геофізичної інформації та застосування нових методик прогнозування нафтогазоносності структур дасть змогу оптимально розміщувати пошукові свердловини, виключивши з високим степенем ймовірності безперспективні структури, а отже уникнути значних (невиправданих) фінансових затрат та значно збільшити ефективність геологорозвідувальних робіт шляхом їх концентрації на найбільш перспективних об'єктах.

Отже, враховуючи високий ступінь вивченості території Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину накопичений значний об'єм інформації про геологічну будову і нафтогазоносність структур вказує на принципову можливість вирішення поставленої задачі методами математичної статистики.

Відтак нами проведено детальний аналіз особливостей геологічної будови та характеру нафтогазоносності локальних структур Бориславського, Долинського та Надвірнянського нафтопромислових районів Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. За допомогою методів математичної статистики опрацьовано відповідні дані та створено індивідуальні моделі прогнозу нафтогазоносності за попередньо визначеними характеристиками локальних структур та визначено ступінь впливу кожного із досліджуваних геологічних показників на характер нафтогазоносності локальних структур.

Результатом проведених досліджень стала створена комплексна модель локального прогнозу продуктивності виявлених та підготовлених структурних об'єктів Внутрішньої зони Передкарпатського прогину за допомогою якої було здійснено ранжування виявлених та підготовлених структур на перспективні, малоперспективні та безперспективні, що дає змогу більш обґрунтовано підходити до виділення найбільш привабливих інвестиційний напрямів пошукових робіт у межах прогину та перспективних територій для ліцензування.

Відповідно вважаємо, що використання запропонованої нами моделі локального прогнозу дасть змогу уникнувши значних (невиправданих) фінансових затрат значно збільшити

ефективність геологорозвідувальних робіт шляхом їх концентрації на найбільш перспективних об'єктах прогину.

Література

1. *Манюк М.І.* Оцінка успішності геологорозвідувальних робіт у межах Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину та окреслення напрямків підвищення їх ефективності / М.І. Манюк // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2013. – № 3. – С. 172–179.

2. *Сучасний* стан ресурсної бази вуглеводнів у нафтогазоносних регіонах України / М.А. Вуль, В.М. Гаврилко, Б.М. Полухтович та ін. // Газ і нафта. – 2006. – № 11. – С. 32–36.

СЕКЦІЯ 2

НОРМАТИВНО-ЗАКОНОДАВЧА БАЗА В НАДРОКОРИСТУВАННІ – АДАПТАЦІЯ ДО МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ

УДК 911.9:528.4:631.618

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ГЕОКАДАСТРОВОГО ВИВЧЕННЯ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ ТЕРИТОРІЙ ТА ОБ'ЄКТІВ

***Іванов Є.А.**, к. геог. н., доц., докторант, **Біланюк В.І.**, к. геог. н., доц.,*
Львівський національний університет імені Івана Франка (м. Львів), eugen_ivanov@email.ua

Висвітлено науково-методологічні засади обліку площ добування і збагачення корисних копалин та алгоритм геокадастрових досліджень гірничопромислових територій. Розглянуто співвідношення понять "кадастр родовищ і проявів корисних копалин" і "кадастр гірничопромислових територій". Окреслено основні складові частини геокадастрового дослідження гірничопромислових територій, а саме облік родовищ і проявів корисних копалин та реєстр об'єктів розміщення гірничопромислових і побутових відходів. Кадастр гірничопромислових територій повинен включати в себе як діючі площі, ділянки та об'єкти розроблення корисних копалин, так і розвідані, ліквідовані у недалекому минулому чи навіть історичні гірничі природно-господарські системи, які існували у доіндустріальний період освоєння мінеральних ресурсів.

CONCEPTUAL PRINCIPLES RELATING TO THE GEOCADASTER STUDIES OF MINING TERRITORIES AND OBJECTS

***Ivanov Ye.**, Cand. Sci. (Geogr.),* Assoc. Prof., doctoral student,
***Bilaniuk V.**, Cand. Sci. (Geogr.),* Assoc. Prof.,
Ivan Franko National University of Lviv (Lviv), eugen_ivanov@email.ua

The scientific and methodological principles of exploration areas and mineral processing accounting and geocadaster research algorithm of mining areas was show. We consider the relationship between "deposits and occurrences of minerals cadaster" and "mining territories cadaster". The basic components of geocadaster study of mining areas, such as deposits and occurrences of minerals accounting and register of facilities and mining waste location. Cadaster of mining areas should include both working areas, areas and objects of mineral resources development and proven, closed in the recent past or even historical mining natural economic system that existed in the pre-industrial period of mineral resources development.

Вступ. Питання обліку мінерально-сировинних ресурсів у межах окремих регіонів України сьогодні є все актуальнішими. Від обсягів розроблення корисних копалин залежать розміри надходження в обласні, районні і місцеві бюджети. Тому "на місцях" повинні бути зацікавлені у припиненні нелегального добування різних мінеральних ресурсів. Однак впорядкування системи їхньої кадастрової оцінки неможливе без удосконалення методики складання реєстру об'єктів гірничодобувної і гірничозбагачувальної діяльності. Для цього потрібно вирішити низку актуальних і проблемних питань, головне з яких – що та як обліковувати? Тобто виникає потреба у визначенні та окресленні самих реєстрових об'єктів.

Для вирішення цієї проблеми ми пропонуємо розглянути співвідношення ключових понять "кадастр родовищ і проявів корисних копалин" і "кадастр гірничопромислових територій". Ці подібні поняття мають низку принципових відмінностей, які закладені на рівні таких наукових дисциплін, як геологія і географія. Кадастр родовищ і проявів корисних копалин – інструмент геологічного вивчення цих об'єктів. Оперувати цим поняттям під час географічних чи геоекологічних досліджень недоцільно й навіть некоректно. Йдеться про те, що місця залягання покладів мінеральних ресурсів важко, а інколи й неможливо, окреслити територіально [1]. У межах родовищ і проявів корисних копалин, які не володіють чіткими просторовими границями, складно організувати вивчення геоекологічного стану природно-господарських систем. Недостатньо високий рівень геологічної вивченості та економічної оціненості окремих родовищ і проявів корисних копалин додатково ускладнює процес їхнього обліку.

Іншою проблемою під час складання відповідного кадастру є факт того, що до нього належать винятково родовища і прояви корисних копалин, які експлуатують або які детально розвідані. З такого реєстрового списку зникає як значна кількість історичних місць добування мінеральних ресурсів, які вже знято з обліку, так прогнозних і перспективних ділянок розроблення покладів корисних копалин, які ще не встигли до нього потрапити. Швидке виведення з кадастру колишніх потужних копалень і кар'єрів, а сьогодні ліквідованих гірничодобувних підприємств, зняття з обліку неперспективних залишків запасів корисних копалин часто є необґрунтованим, помилковим, або навіть злочинним [1, 3]. Здебільшого це зроблено з метою безперешкодного розкрадання майна ліквідованих підприємств та початку нелегального і тому неконтрольованого розроблення їхніх залишкових покладів, а також зняття відповідальності за небезпечну екологічну ситуацію, що виникла довкола подібних гірничодобувних об'єктів. На відміну від родовищ корисних копалин, гірничопромислові території у вигляді конкретних басейнів, районів чи окремих гірничих виділів мають територіально та ієрархічно окреслені межі. Це дає змогу їх вивчати з географічного погляду, точніше наносити на карту та створювати геоінформаційний банк даних, розв'язувати нагальні геоекологічні проблеми. На цій підставі варто складати реєстр діючих та історичних гірничих об'єктів для певного адміністративного чи фізико-географічного регіону.

Окреслені проблемні питання висвітлено у публікаціях [1, 3–5], тож коротко зупинимося на основних, концептуальних положеннях геокадастрового вивчення гірничопромислових територій та об'єктів.

Виклад основного матеріалу. Для організації і проведення геокадастрових досліджень у районах розроблення корисних копалин чи в межах ліквідованих гірничодобувних підприємств варто дати відповідь на декілька концептуальних питань. Зокрема, чому такі дослідження вважають геокадастровими? У деяких спеціалістів може виникати проблема з тлумаченням поняття "гео…", яке у складних словах відповідає поняттю "земля". Вони часто вважають, що додавання частки "гео" до складних термінів, таких як геоекологія чи геоінформатика, не відображає специфіки наукового напряму, не дає змоги повністю розкрити об'єкт досліджень. Однак не варто забувати, що саме її приєднання свідчить про те, що дослідник має справу із певним земним простором у вигляді виокремленої ним площі, ділянки чи відводу. Додавання поняття "гео" засвідчує той факт, що проведення кадастрових досліджень обмежено певною територією природного, антропогенного чи техногенного походження. У нашому випадку йдеться про гірничопромислові території. З іншого боку, її використання свідчить про змогу проведення різнопланових облікових робіт геодезичного, геологічного, географічного, геоекологічного, геоботанічного чи геоінформаційного спрямування, тобто того обсягу робіт, що також чітко обмежений досліджуваним простором.

Під геокадастровими дослідженнями гірничопромислових територій ми розуміємо проведення конструктивно-географічних досліджень з метою обліку [1]:

1) родовищ і проявів корисних копалин, які внесено чи знято з реєстру Державного фонду надр;

2) історичних гірничодобувних ландшафтів, залишків і свідчень про колишні гірничі об'єкти;

3) сучасних гірничопромислових територій та об'єктів (копалень, кар'єрів, свердловин тощо);

4) постмайнінгових територій та об'єктів, що утворилися за останні 20 років;

5) сховищ гірничопромислових відходів (териконів, відвалів, хвостосховищ, відстійників та ін.);

6) сховищ твердих побутових відходів у гірничодобувних об'єктах і зонах розроблення чи збагачення мінеральних ресурсів;

7) природно-господарських систем у районах ведення геолого-розвідувальних робіт, добування і збагачення корисних копалин.

Зрозуміло, що геокадастрові дослідження гірничопромислових територій та об'єктів можуть мати геодезичну, геологічну, геоекологічну або навіть історичну чи економічну направленість робіт. Таке міждисциплінарне ставлення до геокадастрових досліджень сприятиме вирішенню нагальних проблем районів розроблення мінеральних ресурсів. У публікації не пропонуємо тлумачення поняття "геокадастр". Вважаємо, що ще не настав час для його осмислення та належного сприйняття оточуючими. Аналогічні проблеми існують із розумінням таких відомих усьому світу, а в Україні нажаль малопоширених термінів як "геоінженерія" чи "геотехнологія". Ще зовсім недавно подібне було й з багатьма іншими поняттями, наприклад з геоінформатикою. Однак досвід геоінформатики, яка швидкими темпами увірвалася у науковий світ та знайшла широке практичне застосування підтверджує реальність появи і стрімкого розвитку геокадастру.

В Україні сьогодні існує кілька десятків невеликих фірм із назвою "Геокадастр", що виконують різні землевпорядні чи геологорозвідувальні роботи. Недарма їхні засновники вбачають у такій назві як простоту сприйняття споживачем, так і повне відображення змісту пропонованих йому послуг. Існують приклади застосування поняття й на державному рівні. Наприклад, створено національні геокадастрові центри у Болгарії та Узбекистані. А що буде завтра? Згадаймо й про відоме ГІС-програмне забезпечення GeoCadastre від світового лідера у цій галузі американської компанії ESRI. Воно створено з метою поліпшення організації землевпорядних робіт, має автоматизовані засоби координування геоданих і побудови мережі земельних ділянок за результатами польових геодезичних чи GPS-вимірювань, функції роботи із кадастровими документами та багато інших цікавих і потрібних функцій. Вдалість вибору назви програми підтверджена великими обсягами її продажу і популярністю серед широкого кола споживачів.

До інших важливих питань належить визначення структурних елементів геокадастрового дослідження гірничопромислових територій. Зазначимо, що чіткої відповіді на це питання поки немає, але однозначно вони повинні охоплювати систему обліку родовищ і проявів корисних копалин та реєстру об'єктів розміщення гірничопромислових і побутових відходів. Водночас, такий кадастр родовищ мінеральних ресурсів повинен включати в себе як наявні, діючі сьогодні об'єкти їхнього розроблення, так і розвідані, ліквідовані у недалекому минулому чи навіть історичні гірничі ландшафтні системи, що існували у доіндустріальний період освоєння мінеральних ресурсів.

Розпочинаючи від 1927 р. в Україні ведеться реєстр (кадастр) родовищ і проявів корисних копалин. На кожне родовище корисних копалин заведено спеціальний паспорт і реєстраційну карту. У паспорті зазначають назву родовища, кількість запасів мінеральних ресурсів, умови розроблення покладів тощо. Реєстраційну карту складають на основі топографічного знімання із нанесенням межі родовища чи прояву корисних копалин [4]. Сучасний кадастр мінеральних ресурсів є науково-обґрунтованою систематизованою сукупністю відомостей щодо промислового освоєння покладів корисних копалин, господарської діяльності гірничодобувних підприємств, економічної оцінки родовищ корисних копалин і перспектив розширення мінерально-сировинної бази регіону.

Кадастр мінерально-сировинних ресурсів, що розроблений й функціонує на регіональному рівні, має аргументувати оцінку суспільної значимості конкретних родовищ корисних копалин, мінерально-сировинного потенціалу регіонів із урахуванням соціально-

економічних, економіко-географічних, гірничо-геологічних та екологічних чинників, які впливають на їхнє залучення в промислове освоєння і відтворення мінерально-сировинної бази. Відповідно до прийнятої в Україні класифікації мінеральних ресурсів, кадастр родовищ і проявів корисних копалин складено у вигляді окремих книг з кожної групи сировини (паливно-енергетичній, гірничорудній, будівельній та ін.).

Під час складання реєстру дотримуються таких основних принципів [6]:

– вірогідності запасів всіх родовищ і видів корисних копалин;

– сумісність оціночних показників, яка забезпечує єдину систему ведення кадастру по регіонах і загалом по країні;

– періодичність оновлення даних згідно з тенденціями розширення мінерально-сировинної бази.

Вихідною базою кадастру мінеральних ресурсів є геолого-економічні відомості щодо родовищ корисних копалин, техніко-економічні показники роботи гірничодобувних підприємств і міркування щодо їхніх перспектив розвитку, інші оціночні дані по мінеральній сировині. У процесі складання реєстру використовують балансові запаси за окремими видами корисних копалин, геологічні звіти щодо пошуків і розвідки родовищ, геолого-економічні огляди і геологічні карти з мінеральної сировини, щорічні виробничі звіти щодо діючих гірничодобувних підприємств, інші матеріали проектних інститутів. Усі родовища і прояви корисних копалин, у тім числі техногенні, із запасами, оціненими як промислові, становлять державний фонд родовищ корисних копалин, а всі попередньо оцінені родовища – резерв цього фонду [1]. Система обліку об’єктів державного фонду містить інформацію державного кадастру родовищ і проявів корисних копалин та державного балансу запасів корисних копалин, а також державну та галузеву звітність підприємств та організацій, що здійснюють розвідування, добування і збагачення мінерально-сировинних ресурсів.

Згідно з Кодексом про надра [6], державний кадастр родовищ і проявів корисних копалин містить відомості щодо кожного родовища, зачисленого до Державного фонду родовищ корисних копалин, щодо кількості та якості запасів мінеральних ресурсів і наявних у них компонентів, гірничотехнічних, гідрогеологічних та ін. умов розроблення родовища та його геолого-економічної оцінки, а також дані щодо кожного прояву корисних копалин. Варто наголосити на "прогалинах" в обліку територій, які відведено під розроблення мінеральних ресурсів. Державний комітет України з питань геології та використання надр готує аналітичний звіт щодо стану державного фонду корисних копалин. Обліку в державному кадастрі підлягають усі відкриті родовища і прояви мінеральних ресурсів незалежно від обсягів їхніх запасів, стану розвіданості, освоєння і відомчої належності.

Регіональний кадастр мінеральних ресурсів (РКМР) являє собою офіційне поєднання даних про корисні копалини та об’єкти, необхідні для управління у галузі забезпечення стійкого розвитку певної адміністративної території. Такий кадастр слугує основою для створення баз геоданих і геоінформаційних систем. Комплексності інформації в РКМР досягають шляхом використання розрахункових інтегральних показників, експертних оцінок на підставі аналізу даних щодо урахування окремих видів мінеральних ресурсів чи обсягів відходів, а також даних моніторингу природного середовища та іншої державної статистики. Головним призначенням РКМР має бути забезпечення обласних, районних і місцевих органів влади, природо- і землекористувачів й інвесторів інформацією для розроблення стратегії сталого розвитку території, покращання екологічного стану, оптимізації системи платежів за мінеральні ресурси, інформаційного забезпечення управлінських рішень та визначення кращих напрямків інвестування.

Кадастрова інформація для РКМР формується на підставі облікових матеріалів, які отримані органами державного управління, підприємствами та організаціями [1]:

– згідно з формами державної і відомчої статистичної звітності;

– на основі матеріалів польових досліджень, зокрема обстежень території під час проведення передпроектних і проектних робіт, експертиз, інспекцій тощо;

– за даними планових інвентаризаційних заходів;

– за результатами моніторингу стану природного середовища;

– інструментальним шляхом, а саме за допомогою спеціальних геодезичних, аерокосмічних і геоінформаційних засобів.

Дані РКМР підлягають обов'язковому використанню під час встановлення чи зміни режиму господарювання в межах гірничопромислових територій та об'єктів, під час ліцензування родовищ і проявів корисних копалин, проведення екологічної експертизи господарської діяльності, а також визначення підходів у сфері природокористування та охорони природного середовища.

Власне кадастр родовищ і проявів корисних копалин служить підґрунтям для проведення конструктивно-географічних досліджень з метою обліку природно-господарських систем у межах гірничопромислових територій. Зведена інформація про усі відомі на сьогодні поклади мінеральних ресурсів сприятиме ефективному визначенню способів господарювання в районах перспективного їхнього освоєння.

Обсяги накопичених відходів виробництва і споживання у гірничопромислових регіонах України настільки значні, а можливості їх використання у різних галузях господарства настільки різноманітні, що потребують належного обліку вже на рівні роботи з первинними мінеральними ресурсами. Розроблення кадастрів гірничопромислових і побутових відходів, що являють собою невід'ємну частину реєстрів природних ресурсів, сприятиме інтенсивнішому їхньому залученню у виробництво. Розроблення різних міжгалузевих, галузевих і регіональних кадастрів промислових і побутових відходів розпочато ще у 70–80-х роках минулого століття. Однак останніми надбаннями є реєстр відходів, який ведеться в ДП "Геоінформ" Геолкому України та інформаційно-аналітична система "Відходи", що створена Міністерством екології та природних ресурсів. Це сучасні бази геоданих, що орієнтовані на покращання екологічної ситуації та комплексне використання вторинних ресурсів.

У кадастрі приділено увагу еколого-соціальним особливостям утворення, накопичення та використання вторинних ресурсів. У цьому плані усі відходи, що забруднюють природне середовище, обліковують з урахуванням параметрів їхньої екологічної небезпечності. Однак поділ на чотири класи небезпеки нерідко не відображає реальної картини шкідливості тих чи інших промислових і побутових відходів. Окремий розділ відведено визначенню місця розміщення промислових і побутових відходів. У ньому наведено дані щодо кожного накопичувача (відвала, хвостосховища, відстійника тощо), особливості територіального розміщення відходів, їхні запаси і щорічні обсяги надходження, землі, що зайняті під розміщення відходів тощо.

Під час проведення геокадастрових досліджень у межах гірничопромислових територій варто точніше визначати площі, зайняті під складування відходів. Головна проблема полягає в тому, що обсяги накопичених промислових чи побутових відходів переважно визначають винятково в межах організованих сховищ. Однак довкола таких сховищ виникають ділянки неорганізованого скидання відходів та шлейфи змитих чи розвіяних відкладів, які залишаються не облікованими. Вони оточують сховища зі всіх сторін, тягнуться вздовж під'їзних шляхів чи розкидані довкола нього на великих площах. Часто на місця неорганізованого накопичення відходів припадає до 20–30 % від площі сховища. Важливе місце в обліку гірни-

чопромислових і побутових відходів посідає інформація, яка відображає наявний стан їхнього застосування. Передусім, це характеристика технології отримання відходів, дані про отримувану з них продукцію, результати науково-дослідних досліджень з окресленням перспектив використання вторинної сировини. На завершення облікового запису подають дані про платежі підприємств за розміщення відходів і забруднення природного середовища.

Завдяки працям, присвяченим проблемам обліку природних ресурсів [7, 8], що ґрунтуються на методології геосистемного підходу, створені наукові основи геокадастрових досліджень різних природно-господарських систем. Водночас повсюдне загострення екологічної ситуації, посилення техногенного навантаження на ландшафтні системи при подальшому видобуванні і збагаченні корисних копалин у межах гірничопромислових територій потребує вдосконалення методики їхнього дослідження, її уніфікації та алгоритмізації [3]. З метою розв'язання цих завдань була складена та апробована алгоритмічна схема геокадастрового дослідження [1]. Вона дає змогу оптимізувати дослідницький процес, уникнути помилок, що пов'язані із неврахуванням особливостей будови, функціонування і розвитку природно-господарських систем у районах розроблення мінеральних ресурсів, передбачати формалізацію, уніфікацію та автоматизацію процесу аналізу геокадастрової інформації.

Алгоритм відповідає вимогам конструктивно-географічного підходу та дає змогу виявити структуру аналізованих природно-господарських систем гірничопромислових територій, механізм їхнього функціонування, оцінити чинники, що впливають на екологічний стан цих систем, прогнозувати їхній розвиток та зміну екологічної ситуації загалом по району розроблення корисних копалин. Вони передбачають розв'язання як теоретичних, так і прикладних завдань, передусім, обґрунтування та реалізацію комплексу заходів, спрямованих на покращання екологічного стану ландшафтних систем та регулювання інтенсивності прояву природно-антропогенних процесів, управління процесом природокористування загалом та використання мінерально-сировинних ресурсів, зокрема. Важливим компонентом алгоритмів є створення інформаційної реєстрової бази даних про стан природно-господарських систем на етапах розвідування, добування і збагачення корисних копалин і накопичення гірничопромислових відходів.

Висновки. Складання кадастру гірничопромислових територій є складним процесом обліку сучасних ділянок та об'єктів добування і збагачення корисних копалин з використанням сучасних геоінформаційних технологій та реєстру ареалів розроблення мінеральних ресурсів, які існували протягом усього історичного зрізу їхнього освоєння у регіоні. Цей процес надзвичайно трудомісткий, іноді нездійсненний. Однак чим більше вдасться зареєструвати невідомих або просто неврахованих раніше площ розроблення корисних копалин, тим точніше будуть рекомендації щодо поліпшення геоекологічного стану сучасних природно-господарських систем певного регіону.

Геокадастрове дослідження гірничопромислових територій та об'єктів проведено в межах Львівської області. Сьогодні Львівщина являє собою найпотужніший гірничопромисловий регіон на заході України. Згідно з даними Державного балансу запасів за 2007 р., на його території нараховували 499 родовищ різних корисних копалин, з яких 218 – експлуатували. Зокрема, з урахуванням комплексності залягання мінеральних ресурсів у регіоні обліковано 556 об'єктів, з яких 247 – розробляють [8]. Можна дійти висновку, що саме така кількість гірничопромислових територій та об'єктів розміщена у межах Львівської області. Однак з урахуванням вже ліквідованих ареалів розроблення корисних копалин наявна ситуація змінюється у бік суттєвого зростання їхньої кількості. Зокрема, складений нами реєстр сьогодні охоплює близько 630 гірничопромислових територій та об'єктів, що у 1,3 рази вище за значення офіцій-

ного переліку. Зрозуміло, що цей список щодня продовжуватиме поповнюватися новоявленими ареалами розроблення корисних копалин. Лише в межах Львівської агломерації ми виявили понад 120 кар'єрів будівельної сировини, яку розробляли після 1945 р. [5]. Якщо врахувати понад 100 невеликих кар'єрних виїмок, які існували на території передмість Львова у середині XIX ст. [2], то можна визначити весь обсяг подальших пошуків історико-географічних об'єктів освоєння мінеральних ресурсів.

Отже, кадастр гірничопромислових територій може стати привабливою альтернативою, яка сприятиме вирішенню нагальних геоекологічних проблем у їхніх межах. Зазначимо, що робота потребує продовження, детальнішого вивчення багатьох актуальних питань стосовно пошуку шляхів оптимальнішого обліку гірничопромислових територій, удосконалення структури форм-бланків, реєстрування нових об'єктів добувного чи збагачувального походження та доповнення наявної геоінформаційної бази даних. Цей досвід можна отримати завдяки багаторічному випробуванню та удосконаленню методики складання кадастру гірничопромислових територій, яку ми запропонували, а також у процесі виявлення особливостей його використання зацікавленими користувачами на практиці.

Література

1. *Іванов Є.* Геокадастрові дослідження гірничопромислових територій: монографія / Євген Іванов. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2009. – 372 с.

2. *Іванов Є.* Історико-географічні аспекти освоєння будівельної сировини у Львові / Є. Іванов, І. Ковальчук // Науковий вісник Чернівецького університету. Вип. 480–481: Географія. – Чернівці: Рута, 2009. – С. 116–125.

3. *Іванов Є.* Ландшафти гірничопромислових територій: монографія. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – 334 с.

4. *Іванов Є.А.* Особливості ландшафтного знімання і кадастру в межах родовищ корисних копалин // Геодезія, картографія і аерофотознімання: Матер. наук.-практ. конф. "Проблеми інженерної геодезії та кадастру". – 2002. – Вип. 62. – С. 110–115.

5. *Іванов Є.А.* Створення кадастрових карт районів розроблення корисних копалин у Львівській області із використанням аерокосмічних методів / Є.А. Іванов, І.П. Ковальчук // Можливості супутникових технологій у сприянні вирішення проблем Львівщини: Матер. наради. – Л.: ДНВЦ "Природа" НКАУ та Мінприроди, 2009. – С. 27–30.

6. *Кодекс* України про надра: Офіц. видання. – К.: Видав. Дім "Ін Юре", 2000.

7. *Микула О.Я.* Кадастр природних ресурсів: навч. посіб. / О.Я. Микула, М.Г. Ступень, В.Ю. Пересоляк. – Львів: Новий Світ. – 2006. – 192 с.

8. *Словник-довідник* з кадастру, геодезії та моніторингу природних ресурсів: довід. вид. / Під ред. Л.М. Перовича. – Львів, 1989.

9. *Стан* запасів корисних копалин згідно Державного балансу запасів за 2007 рік. Львівська область. – К.: Геоінформ, 2008.

УДК 911.2:502.52

ГЕОЛОГІЧНІ ПАМ'ЯТКИ ПОДІЛЛЯ – СКЛАДОВА ЧАСТИНА МІЖНАРОДНОГО ПРОЕКТУ "ГЕОСАЙТИ"

***Денисик Г.І.**, д. геогр. н., проф.*, ***Корінний В.І.**, к. геол. н., доц.*, ***Страшевська Л.В.**, к. геогр. н., асист.*,
Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського (м. Вінниця), o.oren@yandex.ru

Використовуючи методологію міжнародного проекту "Геосайти", в межах Поділля проведено обґрунтований відбір низки геологічних пам'яток, яким рекомендовано надати природоохоронний статус європейського значення – геосайтів. Привернення уваги міжнародних фахівців до унікальної геологічної спадщини Поділля може стати шляхом до вирішення питання ефективного збереження і використання геологічних пам'яток.

GEOLOGICAL MONUMENTS OF PODOLIA – PART OF THE INTERNATIONAL PROJECT "GEOSITES"

***Denysyk G.I.**, Cand. Sci. (Geogr.), Prof.*, ***Korinnyi V.I.**, Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.*,
***Strashevska L.V.**, Cand. Sci. (Geogr.), Assist.*,
Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University of Vinnytsia (Vinnytsia), o.oren@yandex.ru

Using the methodology of the international project "Geosites" skirts held within a reasonable selection of a number of geological sites, which provide recommended conservation status of European importance – geosites. Drawing the attention of international experts to the unique geological heritage skirts can be a way to address the issue of effective conservation and use of geological interest.

З метою збереження значимих природних об'єктів навколишнього середовища, особливо мас земної кори, Європейською Асоціацією зі збереження геологічної спадщини, Міжнародним союзом геологічних наук та ЮНЕСКО розроблено спільний проект "Геосайти". Першочерговим завданням проекту було створення Європейського реєстру таких об'єктів геологічної спадщини, які найповніше представляють геологічну будову й геологічну історію розвитку окремого регіону, континенту або Землі загалом. Подібні об'єкти проголошено пам'яттю Землі. Їх втрата, як і втрата біологічних видів живої природи чи об'єктів історико-культурної спадщини, є неприпустимою. "Минуле Землі не менш важливе, ніж минуле Людини" [1]. Разом з тим збереження об'єктів неживої природи Землі сприятиме й комплексному збереженню її біологічного та ландшафтного різноманіття. Саме тому проект "Геосайти" є частиною Пан-Європейської стратегії охорони природи.

До реалізації цієї стратегії й, зокрема, проекту "Геосайти" долучилася й Україна. За майже 20-річний термін участі України в проекті робота на її теренах проведена значна, однак ще далека від завершення. Зокрема, слабко вивчена геологічна спадщина Подільського регіону, де, поряд з Донбасом і Кримом, спостерігається найщільніша в Україні концентрація різноманітних геосайтів, багато з яких мають світове значення і гідні бути складовою Європейського реєстру. Окрім юридично-формального факту визнання геологічних пам'яток Поділля як об'єктів світової геологічної спадщини на українські та європейські інституції лягатиме й спільна відповідальність за збереження, менеджмент та стале використання зазначених об'єктів, що, очевидно, неможливо без залучення міжнародних інвестицій.

При відборі геосайтів використано метод системного огляду та порівняльної оцінки геологічних об'єктів, запропонованого групою дослідників на чолі з В.А.П. Уїмблдоном [1].

Серед претендентів до списку всесвітньої геологічної спадщини є вже визнані світовою науковою громадськістю геосайти, які субширотною смугою розташовуються вздовж долини середньої течії Дністра і його лівобережних приток. До них належить відслонення, що репрезен-

тують розріз венду (його часто називають Подільським опорним розрізом) та відслонення Подільського опорного розрізу силуру і нижнього девону. Також вважаємо за доцільне запропонувати до списку всесвітньї геологічної спадщини низку карстових печер Придністровського карстового району та Іллінецьку астроблему, які, через певні обставини, у світі відомі значно менше.

Головні переваги подільського опорного розрізу венду серед одновікових утворень інших регіонів світу такі:

1. Відклади венду на Поділлі добре відслонені й утворюють майже неперервний розріз верхньої частини вендської системи. Ця неперевність зумовлена своєрідними палеогеографічними умовами формування верств – постійним існування неглибокого морського басейну впродовж всього пізнього венду і початку кембрію. Поряд з цим малоамплітудні тектонічні рухи ставали причинами частої зміни глибини вендського палеобасейну і, як наслідок, формування теригенних порід різного складу. Строкатість літологічного складу, чітке фаціальне відособлення значних за потужністю товщ і достатня витриманість складу на всій площі басейну Дністра і навіть за його межами, дають можливість проводити геологічні дослідження якої завгодно детальності та впевнено розпізнавати і простежувати виділені верстви у віддалених одне від одного відслоненнях. Ця особливість дозволила для Подільського розрізу венду розробити детальну місцеву стратиграфічну схему, значно детальнішу, ніж схема стратотипової місцевості.

2. Добра відслоненість придністровського венду. Ця особливість зумовлена моноклінальною будовою Волино-Подільської плити (монокліналі). Завдяки такій тектонічній будові, рухаючись проти течії Дністра, в смузі поширення венду зустрічатимуться все молодші відклади, що послідовно змінюють свій склад, знаменуючи заключний відрізок геологічної історії Землі перед початком якісно нового фанерозойського етапу. У прцесі такого дослідження ніби піднімаєшся вгору по суцільному багатосотметровому відслоненні порід. При будь-якому іншому заляганні така відслоненість була б неможлива.

3. Відсутність стратиграфічної перерви в осадконагромадженні між вендом і наступним кембрієм. Наприклад, у Китайгородському відслоненні венд переходить у кембрій поступово, навіть без видимої зміни літологічного складу порід. І лише присутність сабелідит [2] (органічних хітиноподібних трубок, що належали вимерлим погонофорам) фіксує початок нового еону в історії Землі. Тобто, найвизначальніша межа в історії Землі на Поділлі має чітке біостратиграфічне обґрунтування. Ця межа практично співпадає із підошвою іхнокомплексу з *Phycodes pedum*, який, за рішенням Міжнародного геологічного конгресу (Кіото, 1992), обрано світовим стандартом межі докембрій–кембрій [3, 4]. У більшості інших місць поширення вендських відкладів, чи їх вікових аналогів, ця межа зрізана ерозійними процесами, в тому числі у Московській синеклізі – стратотиповій місцевості венду.

4. Палеонтологічна охарактеризованість. Через відсутність скелетних утворень серед вендських відкладів скам’янілості, як правило, не трапляються. Лише у кількох місцях світу склалися такі умови, при яких могли зберігатися відбитки м’яких частин тіла. До таких місць належить і Подільське Придністров'я. Тут у вендських верствах часто трапляються відбитки тіл різноманітних багатоклітинних безскелетних форм, які багато в чому проливають світло на особливості еволюції тваринного світу перед початком "кембрійського вибуху" – масовій появі різноманітних скелетних форм фанерозою. Крім вендобіонтів у Подільському розрізі описані різноманітні сліди життєдіяльності організмів [5, 6]: сліди повзання, заривання, харчування тощо, які разом з їхніми носіями мають також важливе загальнобіологічне та стратиграфічне значення. Вендські відклади Придністров'я палеонтологічно охарактеризовані й іншими групами: багатоклітинними водоростями та різноманітними мікроскопічними решт-

ками проблематичної систематичної належності, серед яких особливе місце належить акритархам. Вони, поряд з вендобіонтами, дозволяють проводити геологічну кореляцію розрізів верхнього протерозою, розташованих на значних віддалях один від одного. Обговорюється питання [4] про можливість створення на основі мікрофітофосилій найдетальнішої зональної шкали міжнародної стратиграфічної класифікації, де особливе місце повинен посісти розріз венду Подільського Придністров'я.

Враховуючи чудову відслоненість подільських розрізів, строкатість їх літологічного складу, витриманість складу верств на великих площах, особливі умови залягання, багатство палеонтологічного матеріалу та високу степінь наукового вивчення, запропоновано подільському опорному розрізу венду надати статус гіпостратотипу [4, 5].

Необхідність внесення Подільського опорного розрізу силуру до об'єктів європейської геологічної спадщини вбачаємо в таких головних аргументах:

1. Повнота розрізу. Силурійська система в Подільському Придністров'ї представлена венлоцьким, лудловським і пржидольським відділами, які представляють собою безперервну товщу загальною потужністю близько 400 м. Незначні, місцеві стратиграфічні перерви не мають повсюдного поширення. Особливо значимим є безперервний перехід між силурійською і девонською системами, що підтвердили члени Міжнародного комітету з межі силуру й девону, які з великою екскурсійною програмою відвідали Поділля ще у 1968 р. В ході детального, більш ніж двадцятирічного вивчення Подільського опорного розрізу силуру й нижнього девону великою групою фахівців, що працювали під керівництвом О.І. Нікіфорової [7], а також завдяки реалізації Міжнародної програми, в ході якої були вивчені цікаві опорні розрізи у Великобританії, Канаді, Норвегії, Чехії та інших місцях, вдалося встановити об'єм стратиграфічної перерви між силуром і девоном у стратотиповій місцевості. Цей об'єм, як виявилося, склав повний геологічний ярус. Одним з найбільш реальних претендентів на стратотип нового ярусу стало Подільське Придністров'я. Для детальнішого вивчення можливої стратотипової місцевості нового ярусу, який передбачалося назвати скальським (від назви містечка Скала-Подільська), у 1982 р. на Поділлі було організовано сесію Міжнародної Підкомісії Міжнародного союзу геологічних наук з питань стратиграфії силурійської системи. В ході сесії була реалізована велика екскурсійна програма [8], яка давала можливість детального знайомства з усім розрізом Придністровського силуру від його контакту з ордовиком і вендом до межі з девоном. У зв'язку з будівництвом Дністровської ГЕС і затопленням частини стратотипів місцевих підрозділів були проведені масштабні експедиційні дослідження зі встановлення неостратотипів. Члени зазначеної Підкомісії оцінили переваги Подільського розрізу силуру перед усіма іншими, однак з тогочасних політичних обставин стратотипом нового ярусу у 1984 р. було визнано Пржидольський розріз в околицях Праги, хоч він і менш повний та гірше відслонений. Важливе значення для характеристики повноти розрізу має й розмір площі поширення відкладів. Невідслонена частина силуру виходить далеко за межі Поділля, вона детально вивчена за керном чисельних геологорозвідувальних і картувальних свердловин, що є суттєвим доповненням до характеристики власне опорного розрізу.

2. Різнофаціальний склад. За силурійського часу більша частина нинішнього Поділля було дном мілководного моря, на якому відбувалась седиментація переважно карбонатних утворень органічного генезису. Епіконтинентальний силурійський басейн упродовж тривалого часу зазнавав епейрогенічних коливань, які призводили до зміни умов осадконагромадження, що закономірно знаходило свій відбиток в строкатості літологічного складу відкладів. Часте чергування низхідних і висхідних тектонічних рухів сформували в осадових породах седиментаційні цикли, кожний з яких складається з трансгресивної та регресивної час-

тин. Усього в силурійських відкладах Придністров'я виявлено 44 таких цикли [9, 10]. На основі характерних літологічних ознак цикли згруповані у десять світ і три серії. Отже, фаціальна строкатість силурійських відкладів на Поділлі дозволила розробити місцеву стратиграфічну схему такої детальності, яка за цим показником перевершує будь-які інші стратиграфічні схеми, в тому числі й стратотипової місцевості.

3. Добра відслоненість. Силур Подільського опорного розрізу відслонюється вздовж каньйоноподібної долини Дністра від Гораївського відслонення на сході до с. Дністрове на заході. Численні відслонення часто трапляються і вздовж каньйоноподібних долин лівобережних приток Дністра: Студениці, Тернави, Баговички, Мукші, Смотрича, Жванчика, Збруча. Вся багатосотметрова товща силуру виходить на поверхню завдяки моноклінальному залянню венд-палеозойських товщ, які нахилені у бік Передкарпатського прогину під кутом 1–2 °. Подільська моноклiналь – один з найважливіших чинників світової популярності дністерських відслонень.

4. Наявність широкого спектру викопних організмів. Усі встановлені світи і підсвіти опорного розрізу містять різноманітні скам'янілості, серед яких найширше представлені брахіоподи, корали (табуляти, ругози, строматопорати, геліолітоідеї), трилобіти, голкошкірі (криноідеї), моховатки, молюски (наутилоідеї, гастроподи, пелициподи), тентакуліти, евриптериди, водорості та різноманітні мікроорганізми (остракоди, хітинозої, граптоліти, акритархи тощо). Завдяки зазначеним скам'янілостям вдалося простежити зміни палеогеографічних умов регіону впродовж усього періоду існування Подільського силурійського басейну [11], провести найдетальніше біостратиграфічне розчленування силурійських відкладів і прив'язати встановлені місцеві підрозділи до підрозділів міжнародної геохронологічної шкали. Через це у світовій стратиграфічній практиці при ґрунтовних стратиграфічних дослідженнях силуру дуже часто проводять кореляцію досліджуваних розрізів з Подільським опорним розрізом.

5. Геосайти Середнього Придністров'я дозволяють в значній мірі пролити світло на одне із найскладніших питань природознавства – походження і ранню еволюцію наземних рослин. У світі відомо лише чотири місця знахідок силурійської суходільної флори, серед яких найбагатшим місцем є відслонення в проміжку сіл Трубчин і Дністрове. Їх наукова цінність полягає ще в тому, що завдяки безперервності розрізу виникає унікальна можливість простежити послідовність розвитку наземної флори від перших судинних представників пізнього силуру до відносно розвиненої і багатої флори раннього девону. На основі пошарового вивчення рослинних решток у вертикальному розрізі вдалося виявити ряд послідовних еволюційних етапів становлення всієї наземної рослинності.

6. Наявність проверстків метабентонітових глин. Це унікальна особливість силурійських відкладів Поділля, яка значно полегшує розпізнавання верств у відслоненнях і свердловинах. У межах малиновецької і скальської серій нараховується 23 проверстки [9, 10]. Ці проверстки мають рідко коли товщину більшу за 10 см і складені глиною (гідрослюдою) і незначною кількістю кластичного матеріалу. Мінеральний склад глинистої і кластичної складових свідчить про туфогенне походження метабентонітів [7]. Під час виверження вулканів вулканічний попіл розвіювався від місця виверження на великі відстані й осідав на поверхню води і суші. На суші шари вулканічного попелу руйнувалися, а у воді зазнавали діагенезу, перетворившись у проверстки метабентонітових глин. Ці проверстки є своєрідними реперами, класичними маркуючими верствами, за якими вдається простежити горизонтальну безперервність верств силурійських відкладів не лише близько розташованих подільських розрізів, але й розрізів Волині, Білорусі, Польщі, які вкриті потужними товщами молодших відкладів і розкриті лише свердловинами.

Карстові печери Поділля є найдовшими печерами у Європі, а печера Оптимістична довжиною 232 км (дані 2009 р. [12]) займає друге місце у світі після відомої печерної системи Флінт-Рідж-Мамонтова довжиною 563 км. Крім того подільські печери є найбільшими гіпсовими печерами світу. Вони вражають не лише довжиною ходів, а й своєрідною геоморфологією, що зумовлено специфікою гіпсового карсту, мінералогічними особливостями, багатством кристалічних форм, науковою й естетичною цінністю. Відповідаючи всім критеріям, що ставляться проектом "Геосайти", найяскравіші з карстових печер Поділля (Оптимістична, Озерна, Кришталева, Млинки, Вертеба) повинні стати об'єктами всесвітньої геологічної спадщини.

Сульфатний (гіпсо-ангідритовий) карст розвинений у багатьох регіонах світу, наприклад, в Башкортостані, Сицилії, Польщі тощо, однак лише на Поділлі виник збіг таких геологічних умов, які призвели до формування значних за розмірами печерних порожнин. Такими умовами є:

1. Специфічні палеогеографічні умови в середньому міоцені (баденський час), завдяки яким акумулювалася значна товща гіпсів. Тогочасний морський басейн представляв собою залишок океану Тетис – Паратетис, який Українським щитом розділявся на східну і західну частини. Горотвірні процеси в Карпатах і висхідні спряжені рухи сусідніх областей, зокрема й сучасного Поділля, сприяли подальшій деградації Західного Паратетису. Передбачається [13], що тогочасна берегова лінія, яка оконтурювала міліючий басейн, була досить звивистою. Широке розповсюдження мали різного розміру напівізольовані басейни та приморські озерця, звідки в умовах тропічного чи субтропічного клімату інтенсивно випаровувалась вода і відбувалось осадження кристалогідрату сульфату кальцію – гіпсу.

2. Виникнення в гіпсах спелеоініціюючої тріщинуватості через триваючі горотвірні процеси в Карпатах. У гіпсовій товщі виділяються тріщини різного генезису: тектонічного, літогенного, гравітаційного тощо. Однак, на думку більшості дослідників [14, 15], основою для закладання підземних порожнин послужили тріщини тектонічного генезису, виникнення яких пов'язують з інтенсивними карпатським орогенезом. Для гіпсів Поділля в основному характерні дві системи вертикальних тріщин – субмеридіональна (паралельно дузі Карпат) і субширотна (перпендикулярно до неї). Завдяки цьому виникла складна решітчаста (лабіринтова) система підземних порожнин з густою сіткою ходів. Тому при значній загальній довжині ходів печери займають порівняно невелику площу закарстованої території. У місцях густого розміщення тріщин або їх перетину можуть виникати значні за площею зали.

3. Сприятливі гідрогеологічні умови, завдяки яким по сформованих тріщинах заклались підземні карстові форми. Генезис печерних комплексів Поділля вдалося з'ясувати порівняно недавно. О.Б. Климчуком [16] було переконливо доведено, що вони мають артезіанське походження. Карстові порожнини виникли в пліоцен-ранньоплейстоценовий час за рахунок висхідного перетоку підземних вод через тріщини в гіпсах із підгіпсового водоносного горизонту в надгіпсовий. В умовах підвищеного тиску агресивна вода розчиняла гіпсові стінки тріщин, розширювала їх, піднімалась у верхній горизонт закритої артезіанської водоносної системи і розвантажувалась через верхній колектор. За таких умов виникала можливість рівномірного розширення всіх доступних спелеоініціюючих тріщин і формування лабіринтоподібних структур. Слідами таких перетоків можуть бути так звані "комини" – субвертикальні трубоподібні канали, які звуженою верхньою частиною сягають покрівлі гіпсової товщі. Про силу тогочасного напору артезіанських вод в печерах можуть свідчити вимиті в стелях галерей заокруглені заглиблення, куполоподібні структури тощо. При інших гідрогеологічних умовах виникнення подібних порожнин було б неможливе.

4. Загальне тектонічне підняття території Поділля призвело до посилення глибинної

ерозії Дністра та його приток, за рахунок чого знизився рівень підземних вод і відбулося поступове звільнення печерних порожнин від напірних вод. Ці процеси, очевидно, відбувались наприкінці раннього плейстоцену [17], тобто тоді, коли формувалась VI надзаплавна тераса Дністра, яка гіпсометрично знаходиться на рівні гіпсоносних верств. З розкриттям системою Дністра гіпсової товщі розпочалась вадозна стадія еволюції печерних порожнин. У середньому і пізньому плейстоцені та голоцені печери вже були вище рівня підземних вод і розвивались лише під впливом незначної частини вадозної (атмосферної) води. З впливом цих вод пов'язане "оздоблення" печер кальцитовими і глиняними сталактитами, друзами білосніжного чи забарвленого в різні кольори вторинного гіпсу, кальцитовими каскадними натьоками, драпіровками, залізо-марганцевими утвореннями тощо.

5. Бронювання гіпсової товщі ратинськими вапняками. Вище згадана тираська світа верхнього баденію складена двома фаціями: нижньою сульфатною (гіпсовою) і верхньою карбонатною (вапняковою). Остання отримала назву ратинських верств. Ці верстви представлені пелітоморфними і кристалічними хемогенними вапняками потужністю від 1 до 25 м. Саме завдяки їм виник захист гіпсоносних верств від ерозії і консервація печерних систем на тривалий час. Якби така броня була відсутня, склепіння печер могли б швидко обвалитися, що й спостерігається в районі гіпсового карсту на території Польщі [18, с. 31]. Підстеляють гіпсову товщу майже скрізь біогермні і піщано-пісковикові відклади нижнього баденію середнього міоцену. Залягання гіпсів між породами, які слабко карстуються, сприяло латеральному розвитку спелеоформ та їх доброму збереженню.

Об'єктом світової геологічної спадщини має стати космогений геосайт – Іллінецька астроблема. Це викликано його розміщенням в кристалічних породах щита, майже повною відсутністю покривних порід, доступністю вивчення та типовими процесами, за якими можна вивчати фізичні механізми імпактних ударів. Крім того вивчення Іллінецького кратеру має важливе значення для вивчення історії і економіки стародавніх народів регіону. Недалеко від кратера під час розкопок були виявлені майстерні з виготовлення жорен, житла та давні гірничі виробки. Матеріалом для виробництва жорен служили зювіти Іллінецької астроблеми. На той час було налагоджено масове виготовлення ручних млинів, тисячі їх розходились Правобережжям Дніпра. Це дозволяє аргументовано припускати, що тут була одна з ремісничих столиць племен черняхівської культури. Зювіти продовжували розроблятись і за часів Київської Русі, до нашестя монголо-татар. Отже, Іллінецька астроблема репрезентує собою як комплексний космогенно-геоархеологічний геосайт.

Розроблена міжнародним проектом "Геосайти" методологія цілком застосовна й до умов Подільського регіону. Завдяки її використанню вдалося з'ясувати, що на порівняно невеликій за площею території Поділля збереглося чимало геологічних об'єктів у вигляді гірських порід, геологічних відслонень, форм рельєфу, які дають можливість зрозуміти історію Землі загалом чи окремих її частин.

Література

1. *Уімблдон В.А.П* Проблеми охорони геологічної спадщини України / В.А.П. Уімблдон, Н.П. Герасименко, А.А. Іщенко: – К., ДНЦ РНС НАНУ, 1999. – 129 с.

2. *Стратиграфія* УРСР. В 11-ти томах. Т. III : ч. 1 – кембрій, ч. 2 – ордовик / відпов. ред. П.Л. Шульга. – К.: Наук. думка, 1972. – 228 с.

3. *Бискэ Ю.С.* Общая стратиграфическая шкала фанерозоя. Венд, палеозой и мезозой: учеб. пособ. / Ю.С. Бискэ, В.А. Прозоровский. – СПб: С.-Петерб. ун-та, 2001. – 248 с.

4. *Веліканов В.Я.* Проблемні питання стратиграфії венду України // Геологічний журнал. – 2009. – № 3. – С. 7–13.

5. *Мєнасова А.Ш.* Безскелетні метазоа та іхнофосилії опорного розрізу венду Поділля і їх стратиграфічне значення: Автореф. дис. … канд. Геол. наук. – К., 2005. – 20 с.

6. *Палий В.М.* Остатки бесскелетной фауны и следы жизнедеятельности из отложений верхнего докембрия и нижнего кембрия Подолии // Палеонтология и стратиграфия верхнего докембрия и нижнего палеозоя юго-запада Восточно-Европейской платформы. – К.: Наук. думка, 1976. – С. 63–77.

7. *Никифорова О.И.* Опорный разрез силура и нижнего девона Подолии / О.И. Никифорова, Н.Н. Предтеченский, А.Ф. Абушик [и др.]. – Л.: Наука, 1972. – 263 с.

8. *Силур Подолии*: Путеводитель экскурсии – The Silurian of Podolia : A guide to the excursion / [сост. П.Д. Цегельнюк и др.] – К.: Наук. думка, 1983. – 224 с.

9. *Цегельнюк П.Д.* Рукшинская и цыганская серии (верхний силур–нижний девон) Подолии и Волыни / П.Д. Цегельнюк. – К., 1980. – 55 с. – (Препринт / АН УССР, Ін-т геол. наук : 80–11).

10. *Цегельнюк П.Д.* Яругская и малиновецкая серии (нижний–верхний силур) Подолии и Волыни / П.Д. Цегельнюк. – К., 1980. – 53 с. – (Препринт / АН УССР, Ін-т геол. наук; 80–2).

11. *Геологическая* история территории Украины: палеозой / О.И. Берченко, Н.И. Боярина, Г.И. Вакарчук [и др.] : отв. ред. П.Д. Цегельнюк. – К.: Наук. думка, 1993. – 200 с.

12. *Західно-Українська* регіональна спілка горизонтальної спелеології [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zursgs.com.ua/set1/.

13. *Стратиграфія* УРСР. В 11-ти томах. Т. Х : неоген / відпов. ред. В.Я. Дідковський, В.Г. Куліченко. – К.: Наук. думка, 1975. – 272 с.

14. *Андрейчук В.* Пещера Золушка. – Сосновец-Симферополь, 2007. – 406 с.

15. *Дублянская Г.Н.* Картографирование, районирование и инженерно-геологическая оценка закарстованных территорий / Г.Н. Дублянская, В.Н. Дублянский. – Новосибирск, 1992. – 144 с.

16. *Климчук А.Б.* Артезианское происхождение крупных лабиринтовых пещер в миоценовых гипсах Западной Украины / Доклады АН УССР. – 1990. – Сер. Б. – № 7. – С. 28–32.

17. *Климчук О.Б.* Гідрогеологічні умови розвитку і генезис карстових порожнин в неогенових сульфатних відкладах Волино-Подільського артезіанського басейну: Автореф. дис. … канд. геол. наук. – К., 1999. – 25 с.

18. *Гвоздецкий Н.А.* Карст. – М.: Мысль, 1981. – 214 с.

УДК 349

НАУКОВІ І МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ГІРНИЧОГО ПРАВА НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ

***Рудько Г.І.**, д. геол.-мін. н., д. геогр. н., д. т. н., проф., **Лагода О.А.**,*
Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), rudko@dkz.gov.ua

Схарактеризовано гірниче право як окрему галузь права, його основні джерела, специфіку гірничих відносин. Окреслено аспекти правового регулювання відносин у сфері розробки техногенних родовищ, визначено проблеми, вирішення яких можливе при їх розробці.

CURRENT SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL GROUNDS OF MINING LAW

***Rudko G.I.**, Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Dr. Sci. (Geogr.), Dr. Sci. (Eng.), Prof., **Lagoda O.A.**,*
State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), rudko@dkz.gov.ua

The mining law as a separate branch of law, its main sources and the specificity of mining relations were characterized in the article. The aspects of legal control of relations in the sphere of technogenic deposits development were specified as well. The problems, which can be solved under this development, were determined.

Мінерально-сировинна база України є достатньо вагомою у світовому вимірі. У процесі здійснення державно-правових заходів, спрямованих на раціональне, комплексне використання, охорону, захист надр виникає широке коло суспільних відносин з користування надрами, юридичною формою яких є гірниче право.

На сучасному етапі процеси ринкової трансформації суспільних відносин не забезпечують поєднання ефективного використання природних ресурсів з екологічно зрівноваженим природокористуванням, і характеризуються крайнім виснаженням цих ресурсів.

Наука гірничого права сьогодні змушена багато часу приділяти переробленню та адаптуванню до потреб сьогодення теоретичних положень, які здебільшого були сформовані й реалізовані в законодавстві радянського періоду. Безсумнівно, такий напрям наукових розвідок є необхідним і актуальним для практики правового регулювання відносин користування надрами [2].

Відносини, які складаються у зв’язку з вивченням, використанням і охороною надр та використанням відходів гірничодобувного комплексу і пов’язаних із ним переробних виробництв називають гірничими відносинами. Одна з ознак специфіки відносин із надрокористування полягає в імовірному характері результатів робіт з виявлення ресурсів надр, підвищеному ризику процесу присвоєння корисних властивостей ділянок надр, необхідності суміщення користування надрами з їх охороною, особливому режимі робіт з консервації або ліквідації гірничого підприємства. Специфіка надр як об’єкта права полягає в тому, що з одного боку надра як невід’ємна частина біосфери є всенародним надбанням, з іншого – ресурси надр (корисні копалин) в процесі виникнення відносин з користування надрами перетворюються на товар і стають предметом цивільно-правових угод та господарських відносин.

Гірничі відносини потребують особливих методів регулювання та наявності особливих джерел права.

Основою гірничого права є правові норми та інститути, які регулюють відносини, що стосуються: державного фонду надр і державного фонду родовищ корисних копалин; права власності на надра; прав та обов’язків користувачів надрами. Виділяються норми та інститути, якими визначаються повноваження державних органів щодо ведення державного кадастру родовищ і

проявів корисних копалин, розробки державного балансу, здійснення експертизи запасів корисних копалин; контролю та нагляду в цій галузі. Важливе значення мають норми та інститути, що стосуються вирішення спорів і відповідальності у використанні та охороні надр.

Джерелами гірничого права є нормативно-правові акти, які містять вимоги до користування надрами та прийняті уповноваженими державними органами.

За змістом нормативні акти можна поділити на:

1. Загальні – встановлюють загальні правила функціонування відносин, у тім числі:

а) компетенційно-юрисдикційні – визначають геологічну компетенцію суб'єктів та інших учасників геологічних відносин, порядок експертизи, ліцензування, оцінки, реєстрації, обліку, контролю у сфері геологічної діяльності;

б) ресурсно-планові акти – визначають правовий режим об'єктів геологічних відносин, концепції, стратегії та програми їх розвитку.

2. Особливі – визначають правила функціонування окремих сфер відносин, у тім числі:

а) техніко-технологічні – встановлюють параметри, стадії, результати, умови, вимоги, витрати, якість певних видів геологічної діяльності;

б) функціонально-суміжні – визначають процеси функціонування суміжних для геологічної діяльності відносин щодо особливостей праці, безпеки, фінансування, оподаткування, матеріального постачання, природокористування тощо.

3. Спеціальні – визначають особливості міжнародних та міждержавних угод у сфері геологічної діяльності [1].

За спрямованістю регулювання джерела гірничого права можна поділити на матеріальні та процесуальні. Матеріальні джерела регулюють відносини, які складаються безпосередньо в процесі користування ресурсами надр. Процесуальні джерела визначають процедуру користування надрами.

Єдиним нормативно-правовим актом найвищої юридичної сили, який виступає фундаментальним джерелом усіх галузей права є Конституція України.

В Україні діє принцип пріоритетності норм міжнародного права над національним правом, таким чином акти міжнародного регулювання є важливим блоком гірничого законодавства.

До вітчизняних нормативно-правових актів, що регулюють гірничі відносини належать: Гірничий закон України, закони України "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про державну геологічну службу України", "Про концесії", "Про угоди про розподіл продукції", "Про нафту і газ", "Про видобування та переробку уранових руд", "Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року". Основним нормативно-правовим актом держави, що регулює гірничі відносини з метою забезпечення раціонального, комплексного використання надр для задоволення потреб суспільного виробництва, є Кодекс України про надра.

Великий за обсягом блок гірничого законодавства становлять підзаконні нормативні акти: укази Президента України, наприклад, Про рішення Ради національної безпеки і оборони України "Про невідкладні заходи щодо підвищення ефективності надрокористування в Україні" від 06.06.2003 № 485/2003, "Про Положення про Державну службу гірничого нагляду та промислової безпеки України" від 06.04.2011 № 408/2011, "Про Положення про Міністерство екології та природних ресурсів" від 13.04.2011 № 452/2011; постанови Кабінету Міністрів України у сфері геологічної діяльності, зокрема, "Про Державний фонд родовищ корисних копалин" від 02.03.1993 № 150, "Про затвердження Положення про порядок проведення державної експертизи та оцінки запасів корисних копалин" від 22.12.1994 № 865, "Про затвердження Положення про першовідкривачів родовищ корисних копалин" від

01.02.1995 № 80, "Про затвердження Положення про порядок списання запасів корисних копалин з обліку гірничодобувного підприємства" від 27.01.1995 № 58, "Про затвердження Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр" від 05.05.1997 № 432, певною мірою положення якої розкриває наказ Міністерства промислової політики України від 07.05.2004 р. № 221, яким установлено порядок визначення розкритих, підготовлених та готових до виймання запасів корисних копалин, детальні ж інструкції щодо окремих видів корисних копалин наведено в наказах Державної комісії України по запасах корисних копалин, "Про затвердження переліку ділянок надр (родовищ корисних копалин), що можуть надаватися у користування на умовах, визначених угодами про розподіл продукції" від 15.03.2006 № 308, "Про затвердження Порядку проведення аукціонів з продажу спеціальних дозволів на користування надрами" від 30.05.2011 № 594, "Про затвердження Порядку надання спеціальних дозволів на користування надрами" від 30.05.2011 № 615; нормативні акти центральних органів виконавчої влади, комітетів, наприклад, наказ Комітету України з питань геології і використання надр "Про затвердження Інструкції про порядок державної реєстрації та обліку робіт з геологічного вивчення надр" від 15.02.2000 № 17 та ін.

У цілому нормативна база України наповнена рядом актів, які встановлюють правовий режим мінеральних ресурсів і запасів державного фонду надр, регулюють відносини дозвільного механізму щодо геологічного вивчення надр.

До особливостей регулювання сфери надрокористування варто також віднести питання щодо легітимності розробки техногенних родовищ.

Ще у Постанові Верховної Ради України від 05.03.1998 № 188/98-ВР "Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки" порушувалось питання використання техногенних родовищ: "Нерозв'язаною є проблема геологічного вивчення і використання техногенних родовищ корисних копалин – відвалів видобутку і відходів збагачення та переробки мінеральної сировини, які містять цінні корисні копалини і мають промислове значення" [5].

Виходячи з положень Закону України "Про альтернативні види палива" до нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини відносяться і техногенні родовища. З огляду на те, що вирішення проблеми переробки твердих промислових і побутових відходів поступово набуває першочергового значення і через неминуче виснаження природних джерел сировини особливого значення набуває повне використання усіх видів промислових і побутових відходів [4].

Державна експертиза та оцінка запасів корисних копалин техногенних родовищ передбачена в Положенні про порядок проведення державної експертизи та оцінки запасів корисних копалин, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 22.12.1994 № 865.

Про актуальність врегулювання питання стосовно права власності на техногенне родовище ставилось у Постанові Верховної Ради України від 06.10.2005 № 2967.

З метою правового врегулювання питання щодо прав власності на техногенні родовища та пріоритетного права їх розробки розглядаються можливості внесення змін до законодавства, які передбачають:

1) права та обов'язки користувача техногенного родовища виникають з моменту отримання ним зареєстрованої в установленому порядку спеціального дозволу на право користування техногенним родовищем;

2) переважне право на розробку техногенних родовищ мають підприємства, що утворили ці мінеральні промислові накопичення, а також власники земель, на яких розташовані техногенні родовища, що покинуті або примусово відчужені;

3) у тому випадку, коли полігон промислових мінеральних накопичень протягом певного часу утворювали два або більше підприємств, право на користування техногенним родовищем (після присвоєння цьому полігону статусу техногенного родовища) встановлюється шляхом проведення конкурсу між ними;

4) у разі відмови користувача від переробки або переробки у неповному обсязі мінеральних промислових накопичень уповноважений центральний орган виконавчої влади має право надати окремий спеціальний дозвіл на розробку техногенного родовища іншій особі. До моменту передачі права на розробку техногенного родовища іншій особі користувач не має права відмовитися від утримання цього родовища;

5) користувач техногенного родовища, що здійснює його розробку, забезпечує виконання установлених законодавством вимог щодо користування надрами: дотримуватися вимог, передбачених спеціальним дозволом; вносити плату за користування техногенним родовищем; надавати статистичну звітність, а також здійснює геологічне вивчення та геолого-економічну оцінку цінних компонентів при їх видобутку.

6) у разі спільного з іноземним капіталом інвестування в переробку техногенних родовищ, відносини, що виникають у цьому процесі, регулюються угодами про розподіл продукції, що укладаються між резидентом (вітчизняним користувачем) та нерезидентом відповідно до Закону України "Про угоди про розподіл продукції", та іншими нормативно-правовими актами цивільного законодавства України.

Зазначимо також, що серед нормативно-правових актів, що регулюють гірничі відносини у сфері надрокористування, і досі немає "Положення про техногенні родовища".

Актуальним на сьогодні є юридичний аспект використання земель та їх рекультивації.

Впродовж багатьох років експлуатації гірничодобувних комплексів України сформувався однобічний підхід до вивчення, видобутку, переробки і використання мінеральної сировини. Мінеральна маса, яка видобувається з надр і містить промислові концентрації рудогенних елементів і неметалеві корисні копалини складується у відвалах і шламосховищах, створюючи надмірне техногенне навантаження на довкілля.

Екологічний напрямок охоплює низку задач, скерованих на мінімізацію впливу гірничодобувної і переробної промисловості на довкілля. Основні задачі, що підлягають першочерговому вирішенню, такі:

1) узагальнення результатів вивчення екологічного стану гірничодобувних регіонів на поточний час;

2) встановлення чинників впливу зміни екологічного середовища в гірничодобувних регіонах і розробці заходів по їх мінімізації;

3) всебічне вивчення відходів гірничодобувної та переробної промисловості (відвалів, шламосховищ) з позиції впливу їх на зміни компонентів географічного середовища регіону і розробці заходів по зменшенню впливу цих техногенних об’єктів на екологічний стан довкілля;

4) встановлення характеру змін в геологічному середовищі під впливом проведення гірничодобувних робіт і прогнозуванні негативних змін в останньому з метою запобігання виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру;

5) вивчення характеру зміни стану гідрологічних і гідрогеологічних об’єктів під впливом проведення видобувних робіт і утилізації стічних вод переробної промисловості;

6) розробка комплексу заходів і рекомендацій по максимальному зменшенню техногенного навантаження на природні об’єкти в гірничодобувних регіонах [3].

Метою державної політики в сфері надрокористування повинно бути формування організаційних та економічних механізмів для раціонального використання надр з одночасним

зменшенням техногенного навантаження на довкілля, забезпечення випереджаючого розвитку мінерально-сировинного комплексу.

Література

1. *Кірін Р.С.* Джерела геологічного права // Вісник академії митної служби. Сер. Право. – 2010. – № 2 (5). – С. 110–119.

2. *Козьяков І.* Розвиток теорії посесійного права у наукових дослідженнях XIX – початку XX століття // Публічне право. – 2012. – № 4 (8). – С. 285–292.

3. *Куліковська О.Є., Рева М.І.* Розробка напрямків моніторингу безпечного функціонування гірничовидобувних регіонів // Вісн. Криворіз. техн. ун-ту. – 2011. – № 29. – С. 19–23.

4. *Петрівський Я.Б., Тимчук М.В.* Спосіб створення протифільтраційного Колекторного екрану у масиві гірських порід під техногенним скупченням промислових відходів // Вісник Нац. ун-ту водного господарства та природокористування. Сер. Технічні науки. – 2011. – № 3 (55). – С. 78–84.

5. *Постанова* Верховної Ради України "Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки" / Голос України, 04.04.1998. – № 64.

УДК 349

ЗАКОНОДАВЧА БАЗА ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

***Лагода О.А.**, Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), lawyerdkz@ukr.net*

Схарактеризовано основні джерела регулювання сфери енергетичних ресурсів України. Окреслено аспекти нормативного врегулювання відносин з користування нафтогазоносними надрами, видобутку нафти, газу, визначені проблемні питання законодавчого врегулювання надрокористування загалом та видобутку нетрадиційного газу, запропоновано шляхи подолання прогалин законодавства в енергетичній сфері.

LEGAL FRAMEWORK OF ENERGY RESOURCES IN UKRAINE

***Lagoda O.A.**, State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), lawyerdkz@ukr.net*

Main sources of Ukrainian energy resources regulation were characterized. The article outlines aspects of normative relations regulation on oil and gas subsoil usage as well as oil and gas recovery. Problematic issues regarding legislative regulation of subsoil usage in general and unconventional gas extraction were identified, the ways to overcome legislation gaps in the energy sector were proposed as well.

Останнім часом в Україні докладаються дедалі активніші зусилля, спрямовані на забезпечення системного розвитку енергетичного права, національного законодавства, вдосконалення державного управління і регулювання, здійснення відповідних правових досліджень, а також ефективної участі України в міжнародній співпраці у цій сфері.

Розвиток енергетичного законодавства України є одним із пріоритетних завдань держави. Саме закони мають стати основою правового регулювання та розвитку енергетичних відносин. Таке регулювання має бути максимально чітким і деталізованим, що дасть змогу мінімізувати прийняття підзаконних нормативно-правових актів та уникнути дискримінаційного застосування законодавства.

Діяльність, пов’язана з використання надр в Україні, регулюється такими документами: Конституцією України, Законом України "Про охорону навколишнього природного середовища", Кодексом України про надра, Податковим кодексом. Ці закони мають важливе значення, зокрема для регулювання правових відносин в енергетичній сфері.

Поряд з цим у кожній з галузей паливно-енергетичного комплекс існує також велика кількість підзаконних актів, які, натомість, створюють умови для неоднакового застосування вимог законів і відповідно недосягнення або неповного досягнення передбачених ними цілей та завдань. Для запобігання цьому при прийнятті нових законодавчих актів необхідно перенести правове регулювання на рівень законів та зменшення кількості підзаконних актів, провести експертизу чинних нормативно-правових актів на відповідність існуючим міжнародним зобов’язанням України.

Нафтогазова та вугільна промисловість, питання видобутку нетрадиційного газу, регулюються низкою нормативно-правових актів, наприклад законами України "Про угоди про розподіл продукції", "Про альтернативні види палива", "Про нафту і газ", "Про альтернативні джерела енергії", "Про газ (метан) вугільних родовищ", постановою Кабінету Міністрів України "Про затвердження Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010–2015 роки" та іншими наказами Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції України, Міністерства екології та природних ресурсів України. Із вищенаведеними нормативно-правовими актами пов’язані також такі акти: закони України "Про Загальнодержавну програму адаптації законодавства України до законодавства Євро-

пейського Союзу. Перелік актів законодавства України та acquis Європейського Союзу у пріоритетних сферах адаптації", "Про інвестиційну діяльність", "Про захист іноземних інвестицій на Україні", "Про управління в галузі використання і охорони надр України", "Про режим іноземного інвестування", "Про концесію", постановами Кабінету Міністрів України "Про затвердження Положення про порядок надання гірничих відводів", "Про затвердження Порядку державного обліку родовищ, запасів і проявів корисних копалин", "Про затвердження Положення про порядок розпорядження геологічною інформацією", "Про затвердження Положення про порядок державної реєстрації договорів (контрактів) про спільну інвестиційну діяльність за участю іноземного інвестора", "Про затвердження Порядку проведення аукціонів з продажу спеціальних дозволів на користування надрами", "Про затвердження Порядку надання спеціальних дозволів на користування надрами".

Звісно, розглядаючи аспекти нормативно-правового регулювання відносин в енергетичній сфері неможливо обминути питання екології та охорони навколишнього природного середовища.

Інтенсивне використання надр із значними обсягами вилучення корисних копалин і порід з їх наступною переробкою не могло не позначитись на екологічному стані довкілля України. На сучасному етапі економічного розвитку країни успішне вирішення проблем, пов’язаних із використанням, охороною та відновленням природних ресурсів, навколишнього середовища в цілому, значною мірою визначається досконалістю форм і методів фінансування та кредитування природоохоронних заходів, стимулювання раціонального природокористування з боку держави [9]. Загалом і сьогодні стоїть питання необхідності розширення досліджень теоретико-методичних і прикладних аспектів удосконалення системи державного управління та регулювання процесами відновлення екологічно небезпечних територій, які зазнали впливу діяльності підприємств гірничої промисловості.

Серед спеціальних законів у сфері нафто- та газодобування слід вказати такі Закони України: "Про нафту і газ", "Про об’єкти підвищеної небезпеки", "Про угоди про розподіл продукції", "Про екологічну експертизу", Постанову Верховної Ради України "Про стан дотримання вимог природоохоронного законодавства при здійсненні діяльності, пов’язаної з надрокористуванням в Україні" та ін.

Основні правові, економічні та організаційні засади діяльності нафтогазової галузі визначені Законом України "Про нафту і газ". Метою цього закону є забезпечення енергетичної безпеки України, розвиток конкуренції у нафтогазовій галузі, захист прав усіх суб’єктів відносин, що виникають у зв’язку з геологічним вивченням нафтогазоносності надр, розробкою родовищ нафти і газу, переробкою нафти і газу, зберіганням, транспортуванням та реалізацією нафти, газу та продуктів їх переробки, споживачів та працівників галузі. Вказані відносини регулюються також Кодексом України про надра, Законом України "Про угоди про розподіл продукції", іншими нормативно-правовими актами.

Спеціальні дозволи на користування нафтогазоносними надрами надаються на конкурсних засадах у порядку, що визначається Кабінетом Міністрів України відповідно до статей Закону України "Про нафту і газ". Випадки надання дозволу без проведення аукціону дозвіл визначається відповідним нормативно-правовим документом.

Що стосується права власності, то це право на природні ресурси нафти і газу, які знаходяться в межах території України, її територіальні води та виключну (морську) економічну зону, належить Українському народу. Нафта і газ, видобуті користувачем нафтогазоносних надр і повернуті в надра для зберігання, технологічних цілей або запобігання їх знищенню, належать користувачу нафтогазоносними надрами, якщо інше не передбачено цим Законом

або угодою про умови користування нафтогазоносними надрами. Після закінчення строку дії спеціального дозволу на користування нафтогазоносними надрами державне майно, що було надане у користування власнику цього дозволу, повертається державі [1].

Глобальна нафтогазова галузь виступає чинником світової економічної інтеграції. Водночас держава не може нормально функціонувати і розвиватися без чітко організованої системи контролю за видобутком, розподілом і використанням ресурсів нафтогазового комплексу. Тому на сучасному етапі розвитку країни особливої актуальності набувають питання вдосконалення державного управління нафтогазовим комплексом як важливої сфери життєдіяльності суспільства. Дуже важливо також забезпечити неухильне дотримання встановлених правил та безумовну реалізацію нормативно-правових приписів в нафтовій галузі [6].

Загалом протягом останніх років правове забезпечення інституту державного контролю зробило помітний крок уперед. Поступово усуваються правові колізії. Замість застарілих норм ухвалюються більш актуальні та відповідні міжнародним нормам і стандартам.

З іншого боку, треба визнати, що крім позитивних зрушень є й недоліки. Правові акти з питань державного контролю в нафтогазовій галузі не завжди відповідають вимогам критеріїв якості і доцільності. Більшість законодавчих актів є фрагментарними і часто лише уточнюють існуючі положення й не носять концептуального характеру. Крім того, кореспондуючі норми містяться у величезному масиві нормативно-правових актів, що призводить до певних ускладнень у правозастосуванні. Не всі аспекти державного контролю в нафтогазовій галузі врегульовано законодавчо або вичерпно повно [6].

Незважаючи на великий масив нормативно-правових актів, які безпосередньо чи посередковано регулюють питання в нафтогазовій сфері, можна виділити такі недоліки нормативно-правового забезпечення:

– відсутність системного підходу в регулюванні нафтогазового комплексу;

– неврегульованість питань управління нафтогазовим комплексом;

– неврегульованість фінансування розвідки (дорозвідки) та облаштування нафтових і газових родовищ як пріоритетного напряму розвитку галузі;

У сучасних умовах економічного розвитку та постійного зростання попиту на природні ресурси особливо актуальною є проблема раціонального надрокористування. Актуалізується проблема пошуку компромісу між державою та інвесторами, за якого можливо було б забезпечити дотримання інтересів обох сторін, виникає нагальна потреба пошуку оптимального механізму взаємовідносин власників, користувачів та споживачів корисних копалин.

Угода про розподіл продукції є однією з найбільш ефективних форм залучення іноземних інвестицій в розробку родовищ мінеральних ресурсів України, оскільки вона відповідає одночасно інтересам інвесторів та держави, дає змогу пристосувати умови кожної окремої угоди під унікальний проект, а також має достатню гнучкість для успішної реалізації довгострокових угод з різними рівнями ризику та складності.

Угоди про розподіл продукції мають принаймні такі переваги:

– сприяють ефективній розробці окремих родовищ природних ресурсів протягом усього терміну здійснення проекту;

– уряд приймаючої країни отримує частину видобутої продукції, відповідно, продукція може продаватися за кордон і сприяти надходженню валюти до держави;

– приймаюча країна відіграє активну роль у реалізації угоди про розподіл продукції, особливо якщо йдеться про спільне підприємство між, наприклад, державною нафтовою компанією та іноземним інвестором (у даному випадку держава може бути особливо зацікавлена в передачі технології, управлінських навичок, ноу-хау і т. д.).

Порядок користування надрами на умовах розподілу продукції встановлює Закон України "Про угоди про розподіл продукції". Метою цього закону є створення сприятливих умов для інвестування пошуку, розвідки та видобування корисних копалин у межах території України, її континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони на засадах, визначених угодами про розподіл продукції.

Щодо гарантій законодавства, то держава гарантує, що до прав і обов'язків інвестора, визначених угодою про розподіл продукції, протягом строку її дії буде застосовуватися законодавство, чинне на момент укладання угоди, крім законодавства, що зменшує розмір податків чи зборів або скасовує їх, спрощує регулювання господарської діяльності щодо пошуку, розвідки та видобування корисних копалин, ослаблює процедури державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності, зокрема процедури митного, валютного, податкового та інших видів державного контролю, або пом'якшує відповідальність інвестора, яке має застосовуватися з дати набуття чинності таким законодавством. Щодо системи оподаткування, то для видобувних підприємств в умовах дії угоди про розподіл продукції корисних копалин здійснено розмежування ставок залежно від умов їх видобування та реалізації, відповідно до норм Податкового кодексу.

Законодавче поле у вугільній сфері є складним і специфічним через суперечливість між надзвичайно великою роллю власного вугілля у забезпеченні енергетичної безпеки держави та неможливістю функціонування на загальних економічних засадах ринкових відносин більшості вугледобувних підприємств через їх збитковість, пов`язану з виробничими аспектами діяльності.

Основними законодавчими актами, що регулюють відносини, які виникають між суб'єктами у процесі діяльності підприємств вугільної промисловості, є Гірничий закон України, який визначає права та організаційні основи ведення гірничих робіт, забезпечення безаварійної експлуатації гірничих підприємств, Кодекс України про надра. Значну частину нормативно-правової бази у зазначеній сфері становлять укази Президента України, постанови Кабінету Міністрів України щодо подолання кризових явищ у вугільній галузі та її реформування, врегулювання погашення заборгованості вугільних підприємств перед бюджетами, цільовими фондами і працівниками, ліквідації наслідків аварій на окремих вугільних шахтах, вирішення питань соціального забезпечення шахтарів тощо. Аналіз чинного вугільного законодавства вказує на те, що воно має чітко виражений антикризовий характер і спрямоване більшою мірою на подолання негативних економічних наслідків, ніж на створення належних ринкових умов для усунення чинників, що спричинюють ці наслідки. Як правило, цим нормативно-правовим актам бракує системності, вони не є документами довгострокової дії.

До проблем [9], що потребують нормативно-правового забезпечення, належать такі:

– забезпечення пріоритетності вимог енергетичної безпеки держави в системі критеріїв прийняття рішень стосовно перспектив розвитку галузі та окремих вугледобувних підприємств;

– розробка засад державного регулювання розвитку і функціонування збиткових вугледобувних підприємств у ринкових умовах господарювання;

– врегулювання відносин власності в галузі та узгодження інтересів держави й бізнесу.

Природокористування є тією сферою господарських відносин, де більш ніж в інших галузях національної економіки мають бути забезпечені взаємодія та гармонійне поєднання трьох складових механізму правового регулювання природокористування: права, участі державних органів та забезпечення екологічних прав громадян. Це повною мірою стосується також і питання, яке останні кілька років є дуже актуальним – регулювання геологічної розвідки та видобування нетрадиційних вуглеводнів. Виділяють кілька видів нетрадиційного газу: сланцевий газ, метан вугільних пластів та газ ущільнених порід.

У Законі України від 21.04.2011 № 3268-VI "Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року" зазначено, що скрутне економічне становище України з часу набуття незалежності значною мірою зумовлене відсутністю власних дешевих джерел енергії. Єдиним на сьогодні виходом з такої ситуації є пріоритетний розвиток нових енергетичних технологій, що базуються на значних запасах в Україні кам'яного і бурого вугілля, багатих органікою сланців ("сланцевий газ"), торфу тощо та істотне нарощення обсягів використання нетрадиційних та альтернативних джерел енергії.

В Україні немає спеціальних законів, що регулюють видобуток сланцевого газу, проте його так чи інакше стосуються такі нормативно-правові акти, як: закони "Про нафту і газ", "Про угоди про розподіл продукції", "Про екологічну експертизу", "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про відходи", "Про охорону атмосферного повітря", "Про природно-заповідний фонд", "Про рослинний світ", "Про тваринний світ", "Про захист рослин", "Про екологічний аудит"; Водний, Лісовий, Земельний кодекси, а також Закон "Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб чи з мотивів суспільної необхідності".

Проте українське екологічне і нафтогазове законодавство є надто загальним, залишає відкритими чимало питань, які або взагалі не унормовані, або регулюються значною кількістю підзаконних нормативно-правових актів. Така фрагментарність створює завади не лише для інвестицій та розвитку нових технологій, і й для дотримання самих екологічних вимог.

Українське законодавство містить низку прогалин щодо регулювання розробки сланцевого газу. Процедури, технології видобування та спеціальні вимоги щодо сланцевого газу не регламентуються правовими нормами. Нині немає механізмів утилізації відпрацьованих вод, рекультивації земельних ділянок, де проводиться буріння, компенсації місцевим мешканцям за екологічну шкоду, збереження біорізноманіття та ін.

Викликає занепокоєння ефективність та виконання Закону України "Про нафту і газ", оскільки цей закон не можна одразу застосовувати до видобутку сланцевого газу, тому що сланцевий ресурс та метод його видобутку відрізняються від методів розробки природного газу.

Необхідно прийняти спеціальне законодавство до початку геологорозвідувальних робіт, яке б урегулювало питання безпеки експлуатації об'єктів, де видобувається сланцевий газ, стандартів екологічної безпеки, зокрема екологічних нормативів для хімічних реагентів, процедур і стандартів, що стосуються забору та скиду вод, відпрацьованих під час розробки сланцевого газу, належного очищення стічних вод від забруднювальних речовин та розкриття інформації, яка стосується дотримання таких стандартів, утилізації відходів буріння свердловин, внесення змін до Земельного кодексу та законодавства про приватну власність для того, щоб захистити власників землі та інших надрокористувачів. Охорона вод може бути найбільш спірним і важливим питанням у розробці сланцевого газу.

Використання потенціалу нетрадиційного газу в Україні потребує розробки довгострокової стратегії, яка б врахувала економічні й технічні виклики, а також значні загрози для навколишнього середовища. Чітка законодавча база необхідна для залучення інвестицій, забезпечення громадського сприйняття та економного використання обмежених природних ресурсів.

Нормативно-правова база, що регулює адміністративно-організаційні та соціально-правові відносини у питаннях використання газу-метану вугільних родовищ знайшла своє відображення в Законі України "Про газ (метан) вугільних родовищ". У цьому законі визначаються правові, економічні, екологічні та організаційні засади діяльності у сфері геологічного вивчення газу (метану) вугільних родовищ, у тому числі дослідно-промислової розроб-

ки, видобування і вилучення його під час дегазації та подальшого використання як матеріального та (або) енергетичного ресурсу.

Особливості регулювання відносин у сфері геологічного вивчення, видобування та використання газу (метану) вугільних родовищ зумовлені такими об'єктивними умовами видобування та використання газу (метану) вугільних родовищ:

– відсутністю гарантованої наявності газу (метану) вугільних родовищ і гарантованого якісного складу газу у вугільному родовищі;

– технологічною складністю промислового видобування та використання газу (метану) вугільних родовищ внаслідок невизначеності його розподілу та якісного складу;

– підвищеною вибухо- та пожежонебезпечністю газу (метану) вугільних родовищ і продуктів його переробки, необхідністю у зв'язку з цим забезпечення надійності та безпеки експлуатації об'єктів у сфері геологічного вивчення, видобування й використання газу (метану) вугільних родовищ.

Необхідними кроками держави у сфері видобутку нетрадиційних вуглеводнів є вдосконалення чинного законодавства та розвиток правової бази в частині забезпечення екологічної безпеки, запобігання і ліквідації негативного впливу видобування нетрадиційних вуглеводнів на навколишнє природне середовище. Також необхідним є підвищення ролі громадськості у розвитку екологічної політики та забезпечення систематичності спостережень за станом довкілля задля відвернення кризових змін екологічного стану довкілля і запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям.

Загальними проблемами законодавства України в надрокористуванні є:

– схематичність та недосконалість прийнятих основ державної мінерально-сировинної політики в Україні, у тім числі відсутність законодавчого закріплення відповідальності держави за стан і розвиток мінерально-сировинної бази;

– розмитість у визначенні відповідальності держави за не підтвердження інформації про кількісну та якісну оцінку запасів і прогнозних ресурсів ділянок надр, виставлених на торги;

– непередбачуваність політики виконавчих органів влади щодо надрокористувачів (застосування адміністративних санкцій);

– законодавство у сфері надрокористування не заохочує інвестора та виробника.

Однією з проблем в енергетичній сфері є також питання екологічного законодавства. Чинне законодавство не забезпечує достатнього рівня прозорості видобування й використання нафти та газу в Україні як стратегічних для суспільства і держави корисних копалин загальнодержавного значення, об'єктів права власності Українського народу, а також екологічної безпеки при використанні нафтових і газових родовищ, оскільки в нашому сьогоднішньому суспільстві порушений баланс між екологічним інтересом щодо недопущення негативного впливу на життя і здоров'я людини та економічним інтересом щодо отримання корисних властивостей нафтогазоносних надр [7].

Адаптація українського законодавства у вугільній галузі потребує прийняття законодавчих актів, спрямованих на:

– пріоритетне забезпечення економіки країни власною вугільною продукцією в економічно виправданих обсягах належної якості, захист і підтримка вітчизняного вугільного виробництва відповідно до норм Світової організації торгівлі;

– правове і фінансове забезпечення реструктуризації та інноваційного розвитку вугільної промисловості для підвищення її конкурентоспроможності, визначення видів державної

допомоги, які надаються вугільній галузі, а також умов та термінів їх надання виключно законами України;

– створення системи моніторингу надання й використання державної допомоги, моніторингу експорту та імпорту вугілля;

– адаптацію підприємств галузі до ринкових умов господарювання та сприяння формуванню у галузі ринкового конкурентного середовища;

– забезпечення захисту прав та інтересів усіх учасників господарських відносин у вугільній промисловості.

Адаптація енергетичного законодавства України до енергетичного законодавства ЄС у сфері нафтової галузі полягає в забезпеченні безпеки поставок і надійності функціонування енергосистеми шляхом прийняття законодавчих актів, які передбачатимуть заходи щодо:

– створення уніфікованого порядку обліку й використання резервів нафти та нафтопродуктів;

– розроблення плану дій, що має застосовуватись у разі виникнення ускладнень із постачанням сирої нафти та нафтопродуктів;

– створення умов для надійної роботи внутрішніх і міждержавних нафтопроводів, транзиту нафти;

– створення або визначення компетентного органу з належними повноваженнями в разі виникнення ускладнень із постачанням сирої нафти чи нафтопродуктів;

– визначення порядку проведення міждержавних консультацій та забезпечення координації національних заходів у разі виникнення кризової ситуації на ринку нафти і нафтопродуктів.

Крім того, необхідно вдосконалювати нормативно-правове регулювання, яке забезпечуватиме реалізацію дійових та ефективних механізмів здійснення довготривалої державної промислової політики в напрямах [8]:

– впровадження інноваційних рішень у нафтогазовій і суміжних промислових галузях України;

– зміцнення безпеки виробництва, зменшення шкоди, що завдається навколишньому середовищу;

– захист прав власного виробника та споживача продукції через встановлення або усунення відповідних технічних завад;

– забезпечення економічної ефективності виробництва й конкурентоспроможності.

При розробці нормативних документів потрібна максимальна імплементація (адаптування) міжнародних стандартів.

У результаті впровадження цих підходів енергетична галузь отримає стабільну і прозору в основних положеннях систему технічного регулювання, доступну для використання і вдосконалення, вивірену за сучасними науково-технічними досягненнями на рівні міжнародних вимог.

Література

1. *Закон* України від 12.07.2001 № 2665-III "Про нафту і газ" // Верховна Рада України. – Офіц. вісн. України. – 31.08.2001, № 33. – С. 17.

2. *Закон* України від 14.09.1999 № 1039-XIV "Про угоди про розподіл продукції" // Верховна Рада України. – Офіц. вид. – Голос України. 12.10.1999.

3. *Закон* України від 21.05.2009 № 1392-VI "Про газ (метан) вугільних родовищ" // Верховна Рада України. – Офіц. вид. – Голос України. – 19.06.2009, № 112.

4. *Закон* України від 21.04.2011 № 3268-VI "Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року" // Верховна Рада України. – Офіц. вид. – Голос України. – 24.05.2011 № 92.

5. *Енергетична* стратегія України на період до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 1071.

6. *Воронін Я.Г.* Правова регламентація здійснення державного контролю щодо видобування та використання об'єктів нафтогазового комплексу в Україні: існуючі проблеми та перспективи їх вирішення // Наук. вісн. Херсон. держ. ун. –вип. 3. – 2013. – 2, – С. 20–23.

7. *Кобецька Н.Р.* Види та характеристика природноресурсових договорів за законодавством України // Актуальні проблеми вдосконалення чинного законодавства України // Зб. наук. ст., вип. 23. – Прикарпат. нац. ун-ту ім. В. Стефаника, – 2010. – Івано-Франківськ. С. 164–171.

8. *Крупський Б., Буренков В.* Щодо вдосконалення технічного регулювання в нафтогазовій галузі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ngbi.com.ua/.

9. *Швиданенко Г.О., Матукова Д.Г.* Удосконалення механізму державного регулювання процесів екологізації гірничозбагачувальних підприємств // Наук. праці держ. управління – Миколаїв: вип. 174. – Вид. ЧДУ ім. Петра Могили, 2012. – 186. – С. 145–151.

УДК 346.7:553.04

ПРОБЛЕМИ НАДРОКОРИСТУВАННЯ НА ПРИКЛАДІ РОЗРОБКИ ТИТАНОВИХ РОДОВИЩ В МЕЖАХ ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНСЬКОГО КРИСТАЛІЧНОГО ЩИТА

Трохименко В.М.[1], ***Василенко А.П.***[2], *к. геол.-мін. наук,*
1 – Іршанський ГЗК ПрАТ "Кримський титан" (Іршанськ);
2 – Український державний геологорозвідувальний інститут (Київ)

Окреслено основні проблеми недосконалої законодавчої бази надрокористування, зокрема при розробці титанових родовищ західної частини Українського кристалічного щита.

PROBLEMS OF SUBSOIL USE BY THE EXAMPLE OF TITANIUM DEPOSITS DEVELOPMENT WITHIN THE WESTERN PART OF UKRAINIAN CRYSTALLINE SHIELD

Trokhymenko V.M.[1], ***Vasylenko A.P.***[2], *Cand. Sci. (Geol.-Mineral.),*
1 – Irshansk Mining and Processing Enterprise JSC "Crimean Titan" (Irshansk);
2 – Ukrainian State Geological Exploration Institute (Kyiv)

The article outlines basic problems of imperfect legal framework for subsoil use, including the development of titanium deposits of the western part of the Ukrainian Shield.

Іршанська група родовищ титану розташована на Житомирщині, в східній частині Поліського краю у межах західної частини Українського кристалічного щита (УЩ). Освоєння їх розпочато в кінці 50-х років минулого XX ст. Основні проблеми, які виникають при розробці цих об’єктів, зводяться до повноти та комплексного використання надр, а також своєчасної заміни відпрацьованих покладів новими об’єктами, що призводить до спаду потужностей титанової галузі України в цілому.

Проблеми повноти та комплексного використання надр пов’язано з дослідно-промисловою розробкою технології вилучення супутніх компонентів (циркону), рекомендованих протоколом ДКЗ.

У радянські часи, за умов державної власності на засоби виробництва, вирішення цього питання не було проблемним. На державному підприємстві постійно проводилися роботи за такою тематикою. Підприємство з залученням відповідних інститутів (в нашому випадку інститут "Держрідмет", м. Москва) за виділені державні кошти постійно працювало над вдосконаленням технології, в тому числі й над розробкою технології вилучення супутніх компонентів. Наразі роботи такого плану виконуються за рахунок власних коштів. Але підприємство реалізувати напрацьований продукт на умовах пробних партій відповідно до існуючого законодавства не правоздатне. Виникає протиріччя: з одного боку, підприємству необхідно виконати постановляючу частину протоколу Державної комісії по запасах корисних копалин (понести витрати), а з іншого – воно немає права реалізувати одержану пробну продукцію (компенсувати витрати). Тому, пропоную на законодавчому рівні розробити та затвердити умови реалізації продукції, одержаної в результаті проведення дослідно-промислових робіт, пов’язаних з вдосконаленням технологічного процесу збагачення корисних копалин з подальшою оцінкою запасів супутніх корисних копалин за установленим законодавством порядком. Основою такого документу, напевне, може слугувати діюче "Положення про порядок організації та виконання дослідно-промислової розробки родовищ корисних копалин загаль-

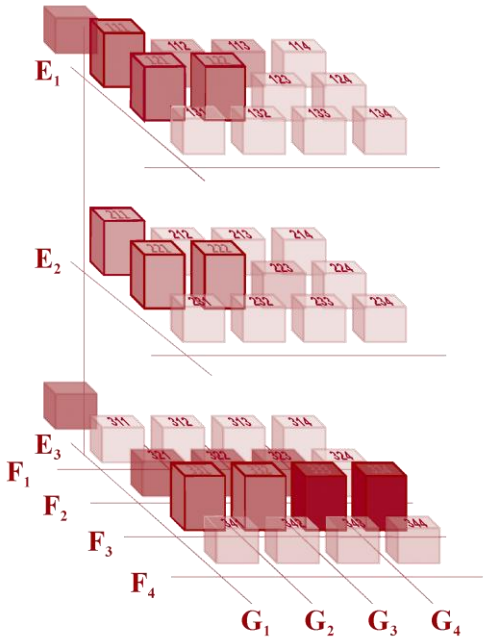
нодержавного значення" (наказ Мінприродекоресурсів від 03.03.2003 р. № 34/м).

Що ж до проблематики своєчасної заміни відпрацьованих покладів новими об'єктами, то вона пов'язана з одержанням земельного відводу в сотні га в умовах їх паювання (!). Процедура відводу займає не менше 2–3 років, що призводить до невиконання ліцензійних умов надрокористування (п. 6 ст. 26 Кодексу України про надра та п. 23 "Порядку надання спеціальних дозволів на користування надрами"), якими передбачається освоєння родовищ не більше як за 2 роки. А сировинні об'єкти з комбінованою підземно-розкривною системою розробки на прикладі корінного комплекного Стремигородського апатит-ільменітового родовища потребують на проектування та будівництво гірничо-збагачувального комплексу (за сучасних умов інвестування) до 7–10 років. В результаті в надрокористувача виникають проблеми з спеціальним дозволом (тут і питання проплати її вартості). В цілому це призводить до втрати та спаду потужностей титанової галузі України.

Отже, щодо надрокористування Верховній Раді України необхідно внести зміни до деяких законодавчих актів України, зокрема і до Земельного кодексу.

СЕКЦІЯ 3

НАЦІОНАЛЬНІ ТА МІЖНАРОДНІ КЛАСИФІКАЦІЇ РЕСУРСІВ НАДР. ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН ЗА НАЦІОНАЛЬНИМИ ТА МІЖНАРОДНИМИ СТАНДАРТАМИ



УДК 553:04

КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАПАСІВ І РЕСУРСІВ КОРИСНИХ КОПАЛИН ДЕРЖАВНОГО ФОНДУ НАДР ЯК ІНСТРУМЕНТ ЇХ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ

***Рудько Г.І.**, д. геол.-мін. н., д. геогр. н., д. т. н., проф., **Ловинюков В.І.**, **Нецький О.В.**,*
Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ)

Схарактеризовано Класифікацію запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр, що використовується в Україні під час державної експертизи матеріалів геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин.

MINERAL RESOURCES CLASSIFICATION OF STATE SUBSOIL FUND AS A TOOL FOR ECONOMIC-GEOLOGICAL EVALUATION

***Rudko G.I.**, Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Dr. Sci. (Geogr.), Dr. Sci. (Eng.), Prof., **Lovyniukov V.I.**, **Netskyi O.V.**,*
State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), rudko@dkz.gov.ua

The article characterizes Mineral Resources Classification of State Subsoil Fund that is used in Ukraine during state expert appraisal of the data on economic-geological evaluation of mineral deposits.

Досягнутий рівень розвіданості й промислового значення запасів і ресурсів корисних копалин визначається за результатами державної експертизи матеріалів геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин.

Під геолого-економічною оцінкою родовищ корисних копалин або ділянок надр розуміють комплекс досліджень, інженерних багатоваріантних розрахунків і побудов, унаслідок яких визначають кондиції, оптимальні контури, обсяги, якість балансових і позабалансових запасів корисних копалин, рівень техніко-економічних показників майбутньої експлуатації, промислове значення оцінюваного родовища або ділянки надр. Підґрунтям геолого-економічної оцінки родовищ є Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр, затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 05.05.1997 № 432. Вона встановлює єдині для державного фонду надр України принципи підрахунку, геолого-економічної оцінки і державного обліку запасів корисних копалин згідно з їх промисловим значенням, ступенем геологічного і техніко-економічного вивчення, умови, що визначають підготовленість розвіданих родовищ корисних копалин до промислового освоєння, основні принципи кількісної оцінки ресурсів корисних копалин [1].

На перехідному етапі (до 1997 р.) в Україні діяли Класифікації колишнього СРСР, розроблені для різних видів корисних копалин.

Завдання щодо переходу всіх галузей господарської діяльності України на міжнародну систему обліку і стандартів було сформульоване у 1993 р. в Державній програмі, затвердженій Постановою Кабінету Міністрів України "Про Концепцію побудови національної статистики України та Державну програму переходу на міжнародну систему обліку і статистики" від 04.05.1993 № 326. Відповідно до цієї програми, обов'язковою умовою переходу на міжнародну систему обліку і статистики є перехід на міжнародні класифікації, насамперед адаптація до міжнародної стандартної галузевої класифікації всіх видів економічної діяльності.

Принципи розподілу запасів і ресурсів на облікові групи, які прийняті в Класифікації, повністю гармонізуються з Рамковою класифікацією запасів і ресурсів твердих горючих та мінеральних корисних копалин у варіанті 1997 р. Крім того, Україна першою з республік колишнього СРСР адаптувала національну Класифікацію до РК ООН зразка 1997 р. З тих вона застосується

під час державної експертизи матеріалів геолого-економічної оцінки запасів родовищ корисних копалин у Державній комісії України по запасах корисних копалин (далі – ДКЗ).

Зіставлення груп запасів і ресурсів, що виділені в Класифікації, з міжнародними спрощується застосуванням спільної цифрової кодифікації, яка виконує роль інтерфейсу і полегшує машинну обробку даних, обмін інформацією.

Українська Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин носить рамковий характер і придатна для всіх їх видів. Застосування її до запасів і ресурсів конкретних видів корисних копалин, у тім числі техногенних, визначається відповідними інструкціями ДКЗ, які розробляються і затверджуються в установленому порядку. Зокрема, для реалізації положень Класифікації в Україні розроблено відповідні інструкції та методичні вказівки щодо її застосування до родовищ різних видів корисних копалин: нафти, газу, вугілля, урану, торфу, руд чорних металів, бурштину, будівельного і блокового каменю, глин, питних і мінеральних підземних вод тощо.

В інструкціях (методичних вказівках) передбачено детальні вимоги до вивченості корисних копалин, методів їх опробування, оконтурювання й підрахунку залежно від геолого-промислових типів родовищ, складності їх геологічної будови, інших чинників, що впливають на вірогідність геолого-економічної оцінки. Передбачено також узгодження нових груп запасів і ресурсів корисних копалин, прийнятих Класифікацією, з категоріями розвіданості запасів і вірогідність ресурсів корисних копалин, які використовувались у класифікаціях колишнього СРСР.

Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр передбачає розподіл запасів і ресурсів корисних копалин за трьома основними ознаками: промисловим значенням (рівнем економічної ефективності), ступенями техніко-економічного та геологічного вивчення (за двома ознаками розподілялись запаси і ресурси корисних копалин у класифікаціях колишнього СРСР) рівнем техніко-економічного вивчення родовища. Доцільність і необхідність уведення останньої ознаки диференціації запасів корисних копалин обумовлена переходом України до ринкових умов надрокористування, за яких потенційного інвестора цікавить рівень ефективності інвестицій у розробку родовища, надійність її техніко-економічного обґрунтування або рівень інвестиційного ризику.

Геологічне вивчення корисних копалин, відповідно до Класифікації, передбачає визначення зі зростаючою детальністю речовинного складу, кількісних і якісних характеристик, технологічних властивостей корисних копалин, геологічної будови, гідрогеологічних, гірничо-геологічних та інших умов залягання їхніх покладів з метою обґрунтування проектних рішень щодо способу, системи видобутку, схеми комплексної переробки мінеральної сировини.

Техніко-економічне вивчення корисних копалин передбачає визначення гірничотехнічних, географо-економічних, соціально-екологічних та інших умов розробки родовищ корисних копалин, переробки мінеральної сировини, а також умов реалізації товарної продукції гірничого виробництва з метою геолого-економічної оцінки промислового значення виявленого накопичення корисних копалин.

Воно завжди супроводжує і завершує геологічне вивчення. В умовах директивного планування і бюджетного фінансування геологорозвідувальних робіт (далі – ГРР) геологічне й техніко-економічне вивчення корисних копалин "гармонізувалось" забороною на перехід до наступної стадії геологічного вивчення об'єкта дослідження, якщо не проведені техніко-економічне вивчення й геолого-економічна оцінка результатів попередньої стадії і не отримано позитивного висновку. В ринкових умовах така "гармонізація" неможлива і непотрібна. Інвестор ГРР може на власний розсуд визначати стадійність і співвідношення між ступенем

геологічного й техніко-економічного вивчення корисних копалин. Отже, в ринкових умовах можливі запаси корисних копалин, які розвідані детально, але не оцінені економічно. Класифікація передбачає можливість їх обліку відповідно до реально досягнутих ступенями окремо геологічного і техніко-економічного вивчення. При цьому визначення "розвідані запаси" набуває змісту "геологічно вивчені запаси". Геологічне вивчення поєднує: щільність розвідувальних перетинів, детальність вивчення речовинного складу, технологічних властивостей корисних копалин, гірничо-геологічних умов їх залягання, що визначають собівартість видобутку й переробки мінеральної сировини, обумовлену природними умовами родовища (рентні показники родовища). Визначення "оцінені запаси" набуває змісту "техніко-економічно вивчені запаси", яке поєднує: детальність визначення умов і засобів розробки родовища, переробки мінеральної сировини, з якими пов'язана її собівартість, обумовлена організаційними, технічними і комерційними рішеннями. У цій транскрипції детальність техніко-економічного вивчення набуває змісту вірогідності визначення ефективності розробки запасів корисних копалин або вірогідності визначення їх промислового значення.

За ступенем геологічного вивчення і вірогідності накопичення їх поділяють на розвідані і попередньо розвідані запаси, перспективні і прогнозні ресурси.

Під терміном "запаси" розуміють кількість (об'єм) корисних копалин, підраховану в межах відкритих (ідентифікованих) їхніх родовищ, тобто в межах ділянок корисних копалин, придатність до промислового використання яких за кількістю, якістю й умовами залягання мінеральної сировини доведено. Отже, переведення об'єкта геологорозвідувальних робіт із категорії "прояв корисної копалини" у категорію "родовище корисної копалини" має спиратися на висновки геолого-економічної оцінки.

До розвіданих (доведених) належать запаси, вивчені з повнотою, достатньою для опрацювання проектів будівництва гірничодобувних об'єктів і об'єктів з переробки мінеральної сировини родовища корисних копалин або його ділянки. Підрахункові параметри розвіданих запасів визначають за даними безпосередніх вимірів або досліджень, виконаних у межах покладів за щільною сіткою, в поєднанні з обмеженою екстраполяцією. Розвідані запаси відповідають запасам категорій А+В+C_1 класифікацій колишнього СРСР, але тільки в загальному випадку. Залежно від складності геологічної будови родовищ і цінності корисних копалин до розвіданих (як і раніше) належать запаси різних категорій розвіданості. Так, із родовищ коштовних каменів у пегматоїдах до розвіданих належать запаси не лише категорії C_1, а й C_2; із родовищ нафти і газу – тільки запаси категорій А, В та частина запасів категорії C_1, яка базується на даних дослідно-промислової розробки; з родовищ будівельних матеріалів – запаси категорій А+В, а запаси категорії C_1 тільки враховуються при проектуванні можливого розширення підприємства. Визначення ознак розвіданих запасів для різних видів корисних копалин із детальністю, достатньою для їх оконтурення і встановлення просторових меж, конкретизуються в інструкціях (методичних вказівках) ДКЗ із застосування Класифікації до родовищ конкретних видів корисних копалин або їх груп. Із кваліфікаційних критеріїв категорій запасів виведені їх якісні технологічні й гірничотехнічні характеристики. Вони увійшли до складу ознак розвіданих і попередньо розвіданих запасів родовища.

Попередньо розвідані (ймовірні) запаси – це обсяги корисних копалин, що вивчені з повнотою, достатньою для встановлення промислового значення родовища загалом або його ділянки. У середньому ці запаси відповідають вимогам категорії C_2 класифікацій СРСР. Параметри попередньо розвіданих запасів корисних копалин визначають переважно на основі екстраполяції даних безпосередніх вимірів чи досліджень у межах родовища за рідкою або

нерівномірною сіткою і мають забезпечити правильний висновок щодо промислового значення родовища чи ділянки.

Під терміном "ресурси корисних копалин" слід розуміти кількість (об'єми) корисних копалин певного геолого-промислового типу, визначену (оцінену) як можливу для ідентифікації поза межами відкритих родовищ, але в межах продуктивних площ із відомими родовищами корисних копалин того самого геолого-промислового типу, або в межах перспективних площ, де промислові родовища ще не відкриті.

При визначенні ресурсів корисних копалин особливе значення має їх належність до відомого геолого-промислового типу, на основі чого роблять висновки про кількісні та якісні характеристики, закономірності розміщення передбачуваних родовищ корисних копалин, наявність промислових технологій для їх видобутку й переробки на товарну продукцію гірничого виробництва.

За ступенем вірогідності існування, що визначається вірогідністю відкриття промислових родовищ, ресурси корисних копалин поділяють на перспективні та прогнозні.

Перспективні ресурси кількісно враховують можливість відкриття нових родовищ (покладів) певного геолого-промислового типу, існування яких обґрунтовується позитивною оцінкою проявів корисних копалин, геофізичних, геохімічних та інших аномалій, природа і перспективність яких доведені, в межах продуктивних площ із відомими родовищами корисних копалин того ж геолого-промислового типу. Перспективні ресурси, за деякими винятками, відповідають категоріям P_2 і C_3 класифікації колишнього СРСР та категорії P_1 в тій частині, де вона виділяється поза межами ідентифікованих родовищ.

Прогнозні ресурси кількісно враховують можливість формування родовищ певного геолого-промислового типу, що ґрунтується на позитивних передумовах, встановлених у межах перспективних площ, де промислові родовища ще не відкриті. Прогнозні ресурси у загальному випадку кореспондуються з категоріями P_3, $Д_1$, $Д_2$ класифікацій колишнього СРСР.

Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр передбачає, що для обґрунтування доцільності проведення за рахунок державного бюджету пошуково-розвідувальних, розвідувальних робіт і дослідно-промислової розробки, робіт із проектування та будівництва гірничодобувного підприємства, слід виконувати відповідно початкову, попередню та детальну геолого-економічні оцінки об'єктів геологічної розвідки. При цьому мається на увазі, що техніко-економічне вивчення накопичень корисних копалин, оперативний економічний аналіз його результатів проводять постійно в процесі ГРР, а при переході від стадії до стадії робіт результати геолого-економічної оцінки оформляють документально і подають на експертизу до ДКЗ в установленому порядку.

Детальна геолого-економічна оцінка (ГЕО-1) розвіданого родовища проводиться для визначення рівня економічної ефективності виробничої діяльності гірничодобувного підприємства, що створюється або реконструюється, і доцільності інвестування робіт з його проектування та будівництва. ГЕО-1 здійснюється на основі розвіданих запасів корисних копалин і включає техніко-економічне обґрунтування постійних кондицій для їх підрахунку. Матеріали детальної геолого-економічної оцінки родовища корисних копалин, позитивно оцінені ДКЗ, є основним документом, що обґрунтовує доцільність фінансування робіт з опрацювання проектів будівництва гірничодобувних об'єктів.

Детальна геолого-економічна оцінка запасів корисних копалин у сучасних умовах користування надрами, визначених Постановою Кабінету Міністрів України від 30.05.2011 р. № 615 "Про затвердження порядку надання спеціальних дозволів на користування надрами", здійснюється на ділянках надр, що заявляються, після затвердження їх ДКЗ, для отримання

спеціального дозволу на користування надрами з метою видобутку корисних копалин, а також на ділянках надр, що отримані у користування для видобутку корисних копалин, на підставі запасів, апробованих ДКЗ.

Детальна геолого-економічна оцінка запасів корисних копалин здійснюється також на ділянках надр, що надані у користування для видобутку корисних копалин і відповідно до законодавства подаються на повторну державну експертизу для визначення промислового значення запасів ділянки надр, що розробляється, на підставі інформації про фактичні технологічні схеми, техніко-економічні показники і фінансові результати видобування корисних копалин у межах такої ділянки.

Попередня геолого-економічна оцінка (ГЕО-2) родовища (покладу) корисних копалин здійснюється з метою визначення доцільності його промислового освоєння й інвестування ГРР з розвідки і підготовки до експлуатації. ГЕО-2 супроводжується розподілом запасів корисних копалин на балансові й позабалансові на основі тимчасових кондицій на мінеральну сировину, які апробуються ДКЗ або замовником (інвестором) ГРР. Апробацію попередньо оцінених запасів корисних копалин ДКЗ виконує обов'язково для зарахування їх до Державного балансу запасів корисних копалин.

Попередня геолого-економічна оцінка запасів корисних копалин здійснюється на ділянках надр, що заявляються, для отримання спеціального дозволу на користування надрами з метою видобутку корисних копалин після апробації їх ДКЗ.

Попередня геолого-економічна оцінка запасів корисних копалин може здійснюватись на ділянках надр, що надані у користування з метою геологічного вивчення, в тім числі дослідно-промислової розробки, родовищ корисних копалин загальнодержавного значення, а також з метою геологічного вивчення нафтогазоносних надр, в тім числі дослідно-промислової розробки родовищ, з подальшим промисловим видобуванням нафти і газу відповідно до умов, визначених спеціальними дозволами на користування надрами.

Початкова геолого-економічна оцінка (ГЕО-3) здійснюється для обґрунтування доцільності інвестування пошуково-розвідувальних робіт на ділянках, перспективних щодо відкриття родовищ корисних копалин. Матеріали ГЕО-3 подають у формі техніко-економічних міркувань (ТЕМ) про можливе промислове значення очікуваних родовищ корисних копалин, які обґрунтовуються розширеними техніко-економічними розрахунками на основі доведеної аналогії з відомими промисловими родовищами або технічного завдання замовника ГРР. ТЕМ про доцільність інвестування подальших пошуково-розвідувальних робіт, параметри попередніх кондицій на мінеральну сировину перевіряє і схвалює замовник (інвестор) наступних пошуково-розвідувальних робіт. ГЕО-3, як правило, не передбачає розподілу запасів і ресурсів за їх балансовою належністю.

Початкова геолого-економічна оцінка запасів і ресурсів корисних копалин здійснюється на ділянках надр, що заявляються для отримання спеціального дозволу на користування надрами з метою:

- геологічного вивчення родовищ корисних копалин;
- геологічного вивчення, у тім числі дослідно-промислової розробки родовищ корисних копалин загальнодержавного значення;
- геологічного вивчення нафтогазоносних надр, у тім числі дослідно-промислової розробки родовищ із подальшим видобуванням нафти і газу (промислова розробка родовищ).

За промисловим значенням запаси корисних копалин поділяють на: балансові, умовно балансові, позабалансові, з невизначеним промисловим значенням.

До балансових належать запаси, які на момент оцінки, згідно з техніко-економічними розрахунками, можна економічно ефективно видобути і використати за сучасних техніки і технології видобутку й переробки мінеральної сировини, що забезпечують дотримання вимог раціонального, комплексного використання корисних копалин та охорони природи.

До умовно балансових належать запаси, ефективність видобутку і використання яких на момент оцінки не може бути однозначно визначена, а також ті, що відповідають вимогам (кондиціям) до балансових, але з різних причин не можуть бути використані на момент оцінки. До умовно балансових можуть належати запаси ділянок рудних копалин із вмістом корисних компонентів вищим від бортового, але нижчим від мінімального промислового, якщо їх можна видобувати без додаткових капіталовкладень.

Умовно балансові запаси виділяють тільки під час детальної геолого-економічної оцінки родовища (ділянки), після якої родовище передають для промислового освоєння і використовують як найближчий резерв приросту цих запасів.

До позабалансових належать запаси, видобуток і використання яких економічно недоцільні, але в майбутньому вони можуть стати об'єктом промислового значення.

До запасів і ресурсів з невизначеним промисловим значенням належать скупчення корисних копалин, за якими проведена тільки початкова геолого-економічна оцінка на підставі можливих технологічних та економічних вихідних даних.

Запаси і ресурси корисних копалин, що характеризуються певними промисловим значенням, ступенями техніко-економічного й геологічного вивчення, поділяють на класи, які ідентифікують за допомогою трипорядкового цифрового коду (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл запасів і ресурсів корисних копалин за промисловим значенням, ступенями вивчення і кодами класів

Промислове значення	Ступінь техніко-економічного вивчення	Ступінь геологічного вивчення	Код класу
1. Балансові запаси	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	111
	ГЕО-2	Розвідані (доведені) запаси	121
	ГЕО-2	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	122
2. Умовно балансові та позабалансові запаси	ГЕО-1	Розвідані (доведені) запаси	211
	ГЕО-2	Розвідані (доведені) запаси	221
	ГЕО-2	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	222
3. Промислове значення не визначене	ГЕО-3	Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	332
	ГЕО-3	Перспективні ресурси	333
	ГЕО-3	Прогнозні ресурси	334

Так балансові запаси за рівнем їх вивчення та промисловим значенням можуть належати до класів із кодами 111, 121, 122. При цьому найважливіше значення мають запаси класу 111. Умовно балансові запаси належать до класу з кодом 211. Позабалансові запаси, які ніколи не розвідуються й не оцінюються детально, належать до класів 221, 222. Класи 331 і 332 об'єд-

нують детально та попередньо розвідані запаси корисних копалин, балансова приналежність яких не визначена. Перспективні й прогнозні ресурси належать відповідно до класів 333 і 334.

За складністю геологічної будови родовища корисних копалин поділяють на чотири групи: прості, складні, дуже складні і вкрай складні. Слід зауважити, що для визначення складності геологічної будови родовища (ділянки) беруть лише ті параметри й ознаки, мінливість яких впливає на вибір системи розробки корисної копалини (селективна чи валова), вибір системи апробування або визначає необхідність експлуатаційної розвідки покладу.

За ступенем підготовленості родовища поділяють на підготовлені до проведення розвідувальних робіт і підготовлені до промислового освоєння. При цьому передбачається, що за згодою надрокористувачів на умовах економічного ризику може бути здійснена передача до промислового освоєння родовища, запаси якого не повністю підготовлені до розробки. У цьому разі обов'язково мають бути виявлені й оцінені небезпечні екологічні чинники, пов'язані з його експлуатацією.

На сьогодні Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр може застосовуватись і забезпечувати потреби економіки в таких головних сферах практичного застосування: при управлінні енергетичними й мінеральними ресурсами на державному і корпоративному рівнях; при довгостроковому прогнозуванні енергетичної забезпеченості; при розробці міжнародних стандартів фінансової звітності щодо використання корисних копалин. Крім того, вона значною мірою адаптує мінерально-сировинну базу і вітчизняний досвід із надрокористування до сучасних ринкових умов. Апробація Класифікації на понад 2000 родовищ різних видів корисних копалин, що обліковуються державним балансом, є найкращим доказом її дієвості у сфері надрокористування.

Зміни, що відбуваються як у загальному законодавстві України, так і в законодавстві про надра (Податковий кодекс України, Постанова КМУ від 30.05.2011 № 615 "Про затвердження порядку надання спеціальних дозволів на користування надрами", зміни до Постанови КМУ від 12.12.1994 № 827 "Про затвердження переліків корисних копалин загальнодержавного та місцевого значення" та ін.), а також постійний розвиток міжнародних класифікацій запасів корисних копалин, у тім числі на шляху до створення глобального кодексу звітності про запаси і ресурси корисних копалин та єдиної класифікації, обумовлюють подальший розвиток Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр з урахуванням сучасних умов. Зміни методичних підходів розробляються ДКЗ та застосовуються під час державної експертизи матеріалів геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин.

Література

1. *Класифікація* запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр. Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 05.05.1997 № 432 / Зі змінами й доповненнями, внесеними Постановами Кабінету Міністрів України від 05.07.2004 № 850, від 26.03.2008 № 264. – К., 1997.

УДК 553.04(075)

АНАЛІЗ І ПОРІВНЯННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ТА МІЖНАРОДНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗАПАСІВ І РЕСУРСІВ. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ГЕО РОДОВИЩ

Довганич А.В., Ловка Л.В., Дашко В.В.,
ДП "Український геологічний науково-виробничий центр"
ПАТ Національна акціонерна компанія "Надра України" (м. Полтава), poltavargp@ukr.net

У статті розглянуто та проведено аналіз зіставлення міжнародної рамкової Класифікації ООН та Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр України. Висвітлено сучасні методичні підходи до геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин залежно від стадій геологічного, техніко-економічного вивчення, етапів геологорозвідувальних робіт. Сформульована послідовність проведення геолого-економічної оцінки.

ANALYSIS AND COMPARISON OF NATIONAL AND INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF RESERVES AND RESOURSES. METHODOLOGICAL APPROACHES TO GEE DEPOSITS

Dovganuch A.V., Lovka L.V., Dashko V.V.,
Subsidiary "Ukrainian geological scientific and production centre"
National joint-stock company "Nadra Ukrainy" (Poltava), poltavagp@ukr.net

The article deals with analysis and comparison between International UN Framework Classification and Classification of mineral reserves and resources of the state subsoil fund of Ukraine. The modern methodological approaches to the economic-geological evaluation of mineral deposits were generalized depending on the stages of geological and feasibility study, as also the phases of geological exploration. The sequence of economic-geological evaluation was formulated.

У світі налічується близько 150 класифікацій запасів та ресурсів вуглеводнів, які засновані на різних принципах, і є дещо відмінними від класифікації, прийнятої в Україні.

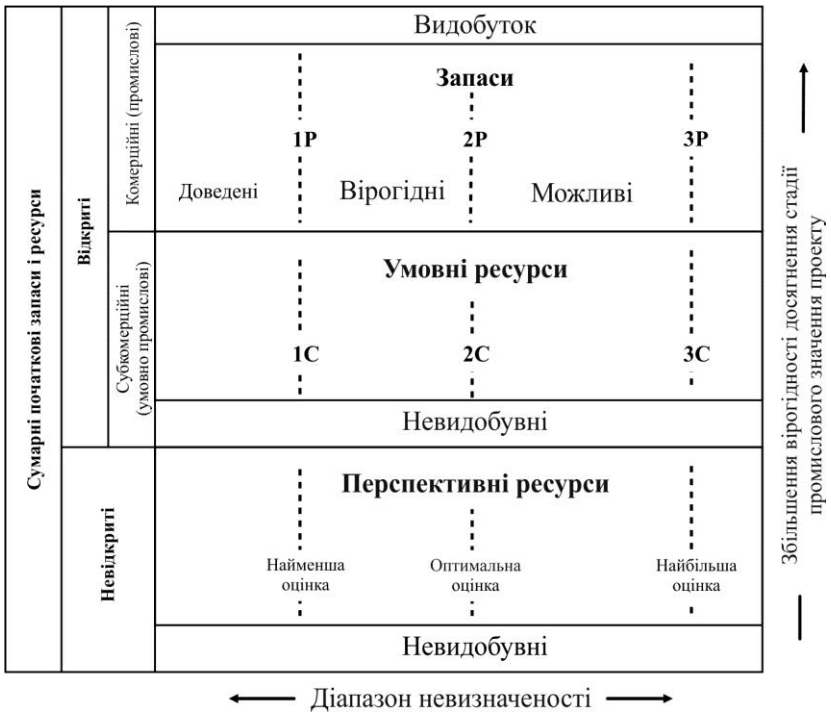
Метою даної статті є порівняння підходів у визначенні системи управління ресурсною базою вуглеводнів SPE-PRMS (Petroleum Resources Management System), прийнятої в США та Канаді з класифікацією запасів та ресурсів в Україні.

Класифікація SPE-PRMS є найбільш поширеною в світовій нафтогазовій промисловості, розроблена у 1997 році Суспільством інженерів-нафтовиків (Society of Petroleum Engineers, SPE) спільно зі Світовим нафтовим конгресом (World Petroleum Congress, WPC) і Американською асоціацією геологів-нафтовиків (AAPG), в подальші роки була доповнена роз'яснюючими і допоміжними документами, і в 2007 р. була прийнята нова редакція системи, в якій введено поняття запасів як частини ресурсів, розділених на дві категорії – доведених і недоведених [3].

Відповідно до цієї класифікації, яка широко поширена в світі, всі обсяги вуглеводнів поділяються на дві великі групи: відкриті (родовища) та невідкриті (перспективні площі) (табл. 1). У групі відкритих виділяються комерційні (промислові) і субкомерційні (умовно промислові) підгрупи, де перша включає запаси, які в даний час вилучаються, а друга – умовні ресурси [3]. Група потенційних (невідкритих) родовищ вуглеводнів включає перспективні ресурси.

Таблиця 1

Система управління запасами і ресурсами PRMS [3]



В країнах Радянського Союзу (СРСР) діяла наступна класифікація: A, B, C_1 – відомі, як розвідані запаси, і C_2 – попередньо розвідані запаси. Ресурси представлені категоріями C_3, D_1 і D_2, де C_3 – перспективні, D_1 і D_2 – прогнозні ресурси [6]. Дана класифікація відображає тільки геологічні запаси нафти і газу, без урахування прибутковості.

В цілях гармонізації національних класифікацій, узагальнення кращих практик Організація Об'єднаних Націй в 1990-х роках взялася за розробку єдиної міжнародної класифікації. В результаті чого 7–8 жовтня 1998 року прийнята Рамкова класифікація Організації Об'єднаних Націй запасів/ресурсів родовищ, яка розповсюджується на тверді корисні копалини і мінеральну сировину. В даний час діє Рамкова класифікація Організації Об'єднаних Націй викопних енергетичних та мінеральних запасів і ресурсів 2009 року (РКООН-2009).

Рамкова класифікація РКООН-2009 основана на класифікації запасів/ресурсів за трьома узагальненими характеристиками:

– ступенем геологічного вивчення (етапу геологічної оцінки);
– рівнем техніко-економічного вивчення;
– ступенем економічної ефективності.

На сьогодні в Україні діючою є перехідна класифікація запасів і ресурсів нафти і газу від пострадянської до Рамкової Класифікації організації Об'єднаних Націй для викопних та енергетичних мінеральних ресурсів (РКООН). Україна уніфікувала свою національну класифікацію ресурсів і запасів корисних копалин згідно з рекомендаціями ООН.

На відміну від попередніх, нова Класифікація передбачає можливість підрахунку і обліку не тільки загальних запасів корисних копалин за наявністю їх на місці залягання (в надрах), а й видобувних, що враховують втрати і розубожування, відповідно до оптимальної системи розробки родовища, яка ґрунтується на поваріантних техніко-економічних розрахунках.

Класифікація встановлює єдині принципи підрахунку, геолого-економічної оцінки і державного обліку запасів корисних копалин, згідно з рівнем їх економічної надійності, достовірності визначення геологічних і економічних характеристик, складності геологічної будови та підготовленості родовища до промислового освоєння. А ще – основні принципи кількісної оцінки ресурсів корисних копалин, які у сукупності становлять методологічну основу геологорозвідувального процесу.

Згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 05.05.1997 № 432 ресурси і запаси корисних копалин, що характеризуються певними рівнями промислового значення і ступенями техніко-економічного вивчення розподіляють на класи, які ідентифікують за допомогою міжнародного трипорядкового цифрового коду. З 40 класів, що виділяються РКООН, в Класифікації України використовується лише 10 класів різного ступеню вивченості: 111, 121, 122, 211, 221, 222, 331, 332, 333, 334.

Клас під кодом 111 включає розвідані, детально оцінені запаси, які можна ефективно видобути. Такі запаси згідно з Міжнародною класифікацією ООН належать до достовірних. Класи під кодом 121 та 122 включають балансові розвідані та попередньо розвідані запаси, що за класифікацією ООН належать до вірогідних [2].

Клас під кодом 211 включає умовно балансові та позабалансові запаси, розвідані і детально техніко-економічно оцінені під час розвідувальних робіт.

Класи під кодами 221 і 222 об’єднують позабалансові розвідані і попередньо розвідані та попередньо техніко-економічно оцінені запаси під час пошуково-оціночних робіт.

До класів під кодами 331 та 332 відносяться запаси з невизначеним промисловим значенням, розвідані та попередньо розвідані, початково техніко-економічно оцінені під час пошукових робіт. До коду класу 333 відносяться перспективні ресурси, до коду класу 334 – прогнозні ресурси.

Що стосується розподілу запасів за категоріями економічної ефективності, який пропонується РКООН – на "економічні" та "потенційно економічні", то це відповідає виділеним в національній класифікації групам запасів – "балансові" та "позабалансові". Аналог третьої групи запасів/ресурсів – "можливо економічні", в Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр України відсутній (табл. 2).

Таблиця 2

Порівняльна характеристика стадій ГЕО, прийнятих в Україні та рекомендованих ООН

Стадії геолого-економічної оцінки родовищ за прийнятою в Україні схемою та схемою, що рекомендується ООН				
Стадія геологічного вивчення	Стадії геолого-економічної оцінки		Промислове значення запасів	
	Україна	ООН	Україна	ООН
Пошуки	ГЕО-3, ТЕМ	Geological study (геологічна оцінка)	Не встановлено	Можливо економічні
Пошуково-оціночні роботи	ГЕО-2, ТЕД	Prefeasibility study (попередня оцінка)	1. Балансові 2. Позабалансові	1. Економічні 2. Потенційно економічні
Розвідка	ГЕО-1, ТЕО розвідувальних кондицій	Feasibility study (достовірна оцінка)	1. Балансові 2. Позабалансові	1. Економічні 2. Потенційно економічні
	ГЕО-1, ТЕО експлуатаційних кондицій	Mining report (гірничий доклад)		

Отже, впроваджена в Україні система Класифікації запасів та міжнародна система управління запасами і ресурсами нафти та газу побудовані на одних і тих же принципах і є близькими за результатами оцінювання.

На сьогоднішній день в державі актуальною залишається проблема нарощування розвіданих запасів і обсягів видобутку нафти і газу. Значні нерозвідані ресурси пов'язуються із нетрадиційними джерелами вуглеводнів, із яких самостійним значним резервом вуглеводневої сировини є газ сланцевих товщ.

За ініціативою керівництва ДКЗ України і за участю фахівців ДП "Укрнаукагеоцентр" вперше розроблено методичні вказівки з оцінки перспективних і прогнозних ресурсів газу сланцевих товщ та розроблена методика його підрахунку. Методичні вказівки затверджені наказом Державної комісії України по запасах корисних копалин від 29.12.2012 № 625.

Чинна на сьогоднішній день Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин [1] регламентує стадійність проведення геологорозвідувальних робіт, вимоги до комплексного геологічного і техніко-економічного вивчення корисних копалин на різних стадіях процесу, методи виконання робіт, обробки їх результатів, способи підрахунку та геолого-економічної оцінки запасів і ресурсів корисних копалин.

Геолого-економічна оцінка родовища корисних копалин здійснюється з моменту його виявлення (відкриття) до повного відпрацювання. При цьому, відповідно до законодавства України про надра і надрокористування, оцінка промислового значення родовища з подальшим проведенням державної експертизи і прийняттям запасів на державний облік може проводитись на різних стадіях геологорозвідувальних робіт за умови відповідної вивченості родовища.

На пошуковій стадії метою геолого-економічної оцінки (ГЕО-3) є обґрунтування доцільності інвестування пошуково-розвідувальних робіт на ділянках, перспективних щодо відкриття родовищ корисних копалин. За результатами пошукових робіт розробляються техніко-економічні міркування (ТЕМ) щодо можливого промислового значення потенційних родовищ.

Після пошуково-оціночних робіт виконують ГЕО-2 промислового значення попередньо розвіданих запасів корисних копалин. Їх результатом є техніко-економічна доповідь (ТЕД) щодо доцільності промислового освоєння і проведення подальших розвідувальних робіт. Очевидно, що найбільш раціонально проводити геолого-економічну оцінку після завершення пошуково-оціночних робіт, що дозволяє уникнути зайвих витрат на розвідку і підготовку до експлуатації.

За результатами розвідки виконують детальну ГЕО-1 промислового значення запасів родовища корисних копалин з техніко-економічним обґрунтуванням (ТЕО) постійних кондицій для підрахунку запасів.

Етапи геологічного вивчення запасів/ресурсів, що рекомендовані РКООН, в основному аналогічні прийнятим в Україні стадіям геологорозвідувальних робіт, в рамках яких обґрунтовуються запаси/ресурси різних категорій.

Одним із основних етапів геолого-економічної оцінки родовища – як підрахунку запасів, так і їх вартісної складової, є розробка кондицій на мінеральну сировину.

Кондиції на мінеральну сировину являють собою сукупність техніко-економічні вимог до якості та кількості мінеральної сировини, гірничо-геологічних, гідрогеологічних та іншими умов їх розробки, що забезпечує найбільш повне комплексне та безпечне використання надр на раціональній економічній основі з врахуванням екологічних наслідків.

Відповідно до етапів вивчення й освоєння родовищ кондиції поділяються на ***розвідувальні*** (попередні, тимчасові та постійні) та ***експлуатаційні*** (оперативні та технологічні). Перші обумовлені стадійністю розвідувального процесу. Вони слугують для оконтурювання і підрахунку запасів корисних копалин та оцінки їх промислового значення. Другі пов'язані з експлуатацією

родовища та призначені для коригування розвідувальних кондицій на основі реально сформованих виробничо-економічних умов та ринкової кон'юнктури.

ГЕО починається з геолого-промислового моделювання родовища корисних копалин, яке проводять із застосуванням параметрів кондицій на мінеральну сировину після побудови геологічних моделей ділянки надр. У результаті отримують обсяги та якісні характеристики геологічних запасів родовища. Після геолого-промислового моделювання, моделюють технічні та технологічні показники освоєння, які дають змогу визначити способи і системи відпрацювання запасів, виробничу потужність добувного підприємства, промислові та експлуатаційні запаси. Також встановлюють якісні характеристики вихідної корисної копалини та отриманої з мінеральної сировини кінцевої продукції. Наступним етапом є економічне моделювання реалізації гірничого проекту, яке передбачає визначення капітальних інвестицій, експлуатаційних витрат, виручки від реалізації товарної продукції, обсяги податків і обов'язкових платежів, рентабельності, терміну окупності капіталовкладень, вартості запасів корисних копалин. Послідовність етапів оцінювання наведено на рис. 1.

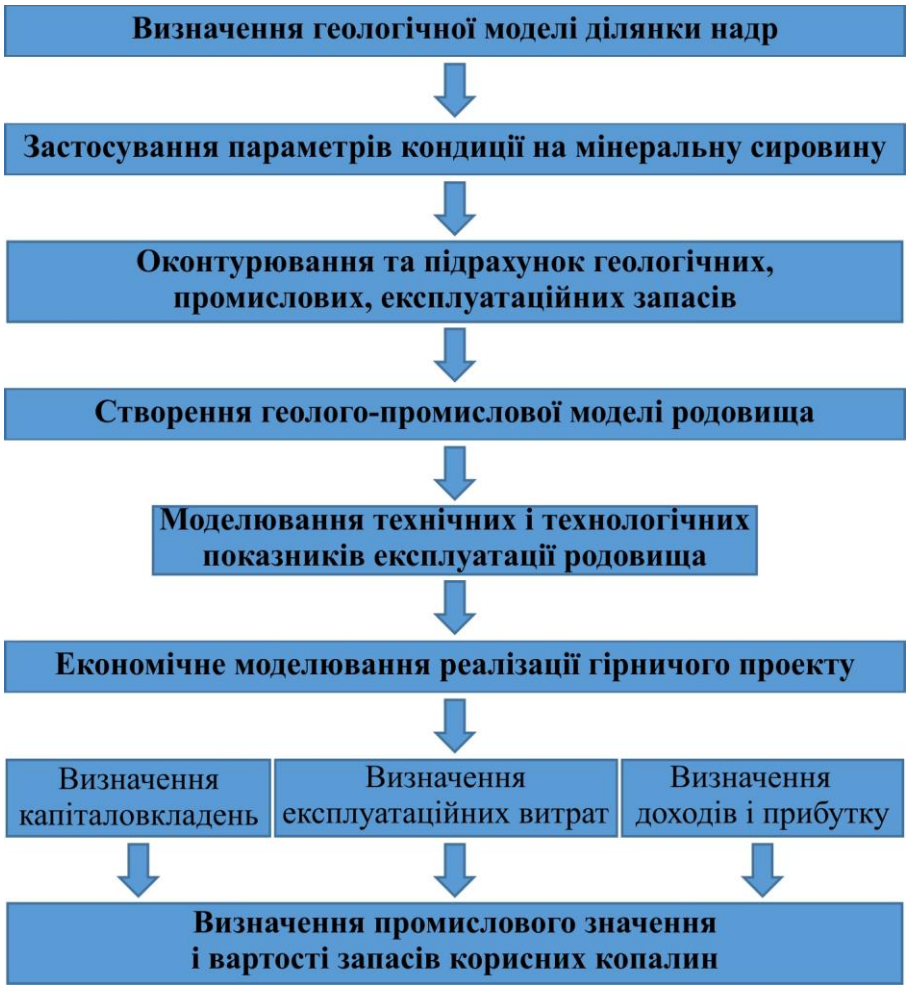


Рис. 1. Послідовність проведення геолого-економічної оцінки ділянки надр [5]

В результаті геолого-економічної оцінки запаси і ресурси корисних копалин, що характеризуються певними рівнями промислового значення і ступенями техніко-економічного та

геологічного вивчення, розподіляються на класи, які ідентифікуються за допомогою міжнародного трипорядкового цифрового коду.

Слід зазначити, що Україна першою з держав світової спільноти запровадила на державному рівні Рамкову класифікацію ООН (РКООН), згідно з якою оцінюються всі родовища корисних копалин, тобто за єдиною методикою виконується ГЕО родовищ вуглеводнів і твердих горючих корисних копалин, рудних і нерудних корисних копалин, підземних вод.

На результати геолого-економічної оцінки впливають певні фактори, які поєднуються в 3 основні групи [7]:

• ***соціально-економічні фактори*** – визначають потребу народного господарства у певному виді мінеральної сировини та шляхи її задоволення з врахуванням стану та розвитку виробничих сил регіону, в якому знаходиться родовище, що оцінюється;

• ***гірничо-геологічні та технологічні фактори*** обумовлюють кількість та якість мінеральної сировини, можливості її видобутку та переробки з використанням новітньої техніки і технології. Аналіз стану балансу запасів з урахуванням соціально-економічних факторів дозволяє виділити родовища для першочергового відпрацювання або рекомендувати збільшення виробничої потужності діючих підприємств за рахунок їх реконструкції;

• ***економіко-географічні фактори*** – визначаються адміністративним та географічним положенням родовища, його межами та площею, кліматичними та мерзлотними умовами, особливостями орогідрографії, сейсмічністю району, транспортними зв'язками, наявністю населених пунктів та сировини для виробництва будівельних матеріалів, забезпеченістю робочою силою, станом енергетичної бази, джерелами господарсько-питного та технічного водозабезпечення.

Проведення ГЕО родовищ корисних копалин України регламентується Кодексом України "Про надра", нормативними та підзаконними актами, постановами Кабінету Міністрів України. Головним нормативним документом, який регламентує визначення геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин і встановлює загальні вимоги та підходи під час її проведення, є "Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр" [1].

Результати ГЕО родовищ широко використовуються для:

– вибору напряму регіональних робіт;

– визначення доцільності створення в нових районах або розвитку в районах, що освоєні, територіально-промислових комплексів;

– перспективного планування потреб промисловості і забезпеченості її запасами корисних копалин;

– складання Державного кадастру родовищ корисних копалин;

– ведення Державного балансу запасів корисних копалин.

Як бачимо, в Україні досить ґрунтовно визначені класифікація запасів та виконання геолого-економічних оцінок площ і родовищ на різних стадіях геологорозвідувальних робіт на вуглеводневу сировину, які відповідають міжнародним стандартам.

Застосування даної Класифікації сприяє кращому розумінню можливостей мінерально-сировинної бази України і залученню інвестицій в нафтогазовидобувну галузь для здійснення проектів, пов'язаних з використанням надр.

Література

1. *Інструкція* із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до геолого-економічного вивчення ресурсів перспективних ділянок та запасів родовищ нафти і газу. – Київ, 1998.

2. *Інструкція* про облік запасів нафти, природного газу та наявних у них корисних компонентів і заповнення звітного балансу запасів за формою № 6-ГР. Розробники: від ДКЗ України: Г. Рудько, В. Ловинюков, В. Григіль. – Київ, 2009.

3. *Міжнародна* нафтова система класифікації і оцінювання запасів і ресурсів вуглеводневої сировини – SPE Petroleum Resources Management System (PRMS). Прийнята в березні 2007 р. Розроблена спільно: SPE \ WPC \AAPG \ SPEE.

4. *Рудько Г.І., Курило М.М., Радованов С.В.* "Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин". – К.: АДЕФ-Україна, 2011. – 384 с.

5. *Рудько Г., Миргородський О., Курило М., Лагода О.* "Нормативно-правове регулювання надрокористування". – К.: Гіперіон, 2012. – 256 с.

6. *Бжицких Т.Г.* Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа: учебное пособие / Томский Политехнический университет, 2011. – 263 с.

7. *Милютин А.Г.* Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. – Электронное издание, Москва – МГОУ. – 2004.

8. *Мінеральні* ресурси України. – 1998. – № 2.

УДК 553.9

ОСОБЛИВОСТІ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ РОДОВИЩ ФЛЮСОВИХ ВАПНЯКІВ

***Бала В.В.*, *Ловинюков В.І.*,**
Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), bala@dkz.gov.ua

Розглянуто питання актуальності геолого-економічної оцінки запасів флюсових вапняків. Виділено основні особливості їхньої оцінки. Схарактеризовано основні засади та сучасні підходи визначення економічної ефективності видобування флюсових вапняків.

FEATURES OF ECONOMIC-GEOLOGICAL EVALUATION OF FLUX LIMESTONE DEPOSITS

Bala V.V.*, *Lovynyukov V.I.*, *State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), bala@dkz.gov.ua

The question of how relevant is the economic-geological evaluation of fluxing limestone deposits was considered in the article. The main features of their evaluation were also outlined. Authors characterized basic principles and current approaches for determining an economic efficiency of flux limestone extraction.

Вступ. В структурі промисловості України велику питому вагу займають галузі важкої індустрії, особливо машинобудування, чорна металургія та вугільна промисловість. Металургія у структурі промисловості України становить 35 %. У складі металургійного комплексу України на ряду з підприємства з видобутку і збагачення руд чорних і кольорових металів входять підприємства з видобутку нерудних матеріалів "сировини для металургії".

У металургійному процесі використовується велика кількість неметалічної мінеральної сировини. Флюсові вапняки використовуються в металургії при виплавці чавуну й сталі як флюс, що вводиться до шихти для переводу в шлак порожньої породи, золи палива, різних шкідливих домішок.

Як флюс в доменно-мартенівській металургійній промисловості використовуються звичайні (немагнезіальні) вапняки, що складаються з кальциту іноді кальцитових скелетів залишків організмів.

Найбільший інтерес для металургійної промисловості мають осадові родовища флюсових вапняків морського походження, що характеризуються значною потужністю й літологічною однорідністю.

Аналіз стану видобувної бази флюсових вапняків в Україні. В Україні налічується близько 15 родовищ, в тому числі 12 родовищ вапняку звичайного (немагнезіального) і 3 комплексних родовища: вапняку звичайного і вапняку доломітизованого (магнезіального).

Великі розвідані родовища високоякісних вапняків зосереджені в Кримській складчастій області, в Донецькій складчастій споруді та Індоло-Кубанському прогині. Більша частина розвіданих запасів вапняків (43,1 %) належить до гірської частини Криму і пов’язана з верхньоюрськими відкладами тортонського та кіммерійського ярусів та має значну закарстованість і тріщинуватість.

На території Індоло-Кубанського прогину (Керченський півострів) вапняки флюсові знаходяться в неогенових відкладах понтичного і меотичного ярусів, де вони полого залягають у вигляді товщ потужністю від 4 до 50 м і представлені черепашковими детритовими і оолітовими різновидами.

Другим районом за кількістю розвіданих запасів вапняків є зона зчленування південно-західної частини Донецької складчастої споруди з Приазовським кристалічним масивом, де зосереджені 36 % розвіданих запасів флюсових вапняків та 20 % вапняків доломітизованих.

Продуктивною є вапняково-доломітна товща потужністю до 500 м, що залягає моноклінально і відноситься до відкладів турнейського і візейського ярусів раннього карбону.

Відклади візейського ярусу складають немагнезіальні вапняки, а турнейського – доломіти і доломітизовані (магнезіальні) вапняки. Потужність вапняків змінюється від декількох десятків до 100 м.

Географічне розміщення балансових запасів вапняку флюсового показано на рис. 1.

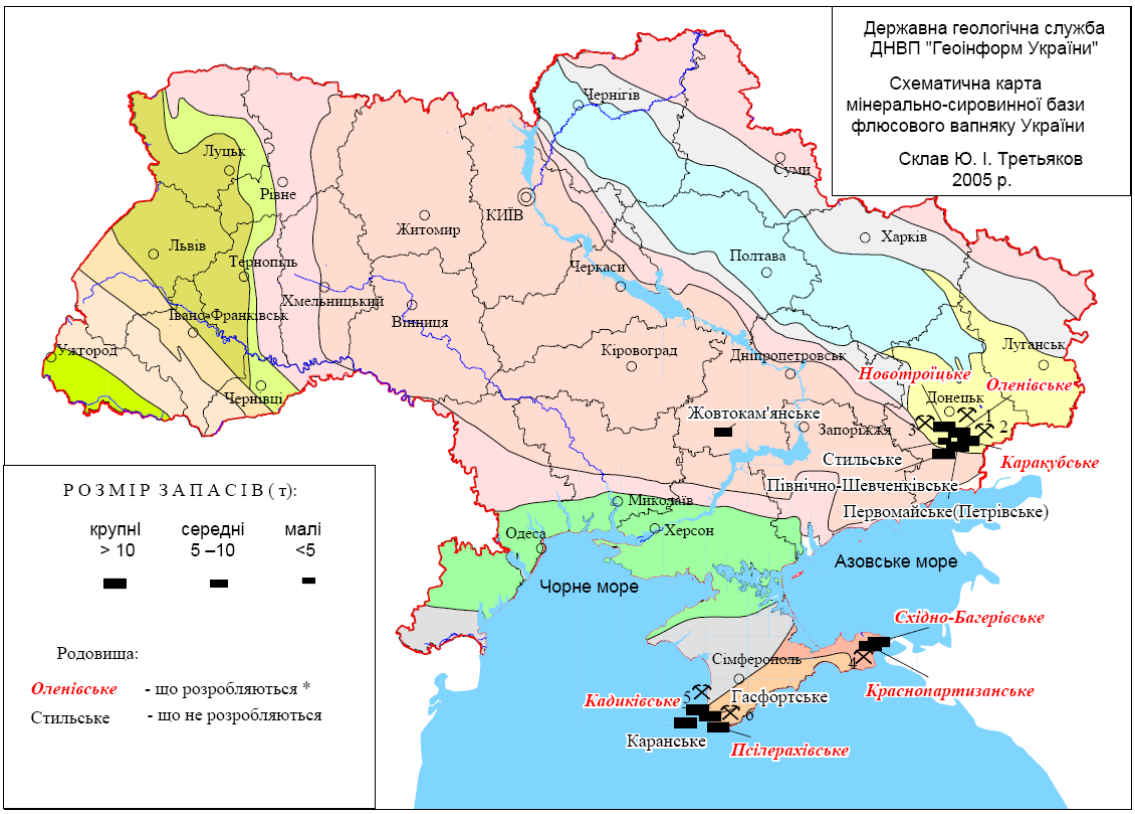


Рис. 1. Схематична карта мінерально-сировинної бази флюсового вапняку України (ДНВП "Геоінформ")

Станом на 01.01.2014 р. сумарні балансові запаси вапняку флюсового згідно Державного балансу запасів корисних копалин України "Вапняк флюсовий" складають 2,5 млрд т [7].

На території Донецької області розробляються чотири родовища флюсових вапняків: Оленівське, Стильське, Новотроїцьке, Каракубське.

Оленівське родовище вапняків флюсових і доломітизованих, що розробляється Докучаєвським ФДК, складається з 7-ми ділянок, проте видобуток ведеться лише на чотирьох: Центральна, Доломітна, Східна, Східно-Комсомольська (Південна). Ділянки Східно-Комсомольська (Північна), Базалієва Скеля, Балка Безводна не розробляються.

Стильське родовище вапняків флюсових і доломітизованих розробляється Докучаєвським ФДК. Товарна продукція вапняку флюсового згідно ГОСТ 1463-80 має марку: Ч, М, Ф, а

вапняку доломітизованого згідно з ГОСТом 1464-80: КДУ, ЧДУ, ЧД. Споживачами є металургійні підприємства України.

Новотроїцьке родовище вапняків складається з двох діючих ділянок (Мехрудник, Західна) і розробляється Новотроїцьким рудоуправлінням з 1935 року.

Каракубське родовище вапняку звичайного (немагнезіального) розробляється з 1944 року Комсомольським рудоуправлінням. Родовище складається з 4-х ділянок, три з яких діючі.

На території АР Крим відомі наступні родовища:

– Кадиківське і Псілерахівське (гора Псілерахи) розроблялося Балаклавським рудоуправління ім. О.М. Горького. Кадиківське родовище вапняку складається з двох ділянок: Західно-Кадиківської і Центральної. Псілерахівське родовище розробляється з 1958 року, річна проектна потужність кар'єру – 3400 тис. т. Забезпеченість кар'єру запасами: всіма – 19 років, в проектних контурах кар'єру – 19 років.

– Краснопартизанське родовище вапняку флюсового складається з двох ділянок: ділянка № 1 і ділянка № 2 (Західна). Ділянка № 1 розробляється ТОВ "Альтцем". Ділянка № 2 (Західна) розробляється ЗАТ "Керченський вапняк". Родовище розробляється кар'єром з 1959 р. Запаси Західної ділянки Краснопартизанського родовища переоцінені в якості цементної сировини.

– Євпаторійське родовище (Центральна ділянка) розташоване за 2 км на схід від с. Каменоломня та 9 км на північний схід від м. Євпаторія. Центральна ділянка Євпаторійського родовища вапняків розробляється ПАТ "Євпаторійський завод будівельних матеріалів".

Родовища, що не розробляються, складають менше половини розвіданих запасів вапняків флюсових. Серед них родовища: Жовтокам'янське в Дніпропетровській області, Північно-Шевченківське і Первомайське (Петрівське) в Донецькій області, Гасфортське, Каранське, Східно-Багерівське і Південно-Багерівське в Автономній Республіці Крим.

Актуальність проблеми. Діючі гірничовидобувні підприємства України повністю або частково забезпечені загальними запасами флюсової сировини. Однак більша частка розвіданих запасів придатна лише для старих способів доменно-мартенівської виплавки сталі. Конверторне й електросталеплавильне виробництво сталі потребує значно якісніших флюсів.

Високоякісні вапняки пов'язані з рифовими формаціями карбону і пермі Донбасу. У Донбасі приріст запасів конверторних вапняків можливий в межах Оленівського, Новотроїцького, Каракубського, Родниківського, Північно-Шевченківському родовищ. В Криму розвідані родовищ флюсових вапняків із запасами близько 1 млрд т (Гасфорт, Кадиківське, Псилерахи, Каранське, Західно-Балаклавське, Краснопартизанське). Вихід конверторних вапняків на цих родовищах не перевищить 15–19 %. Для видобутку конверторних вапняків найперспективнішим є родовище Гасфорт [1].

Питання про забезпечення металургійних підприємств флюсових сировиною визначені у багатьох нормативно-правових документах геологічної галузі. Так згідно із законом України "Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року", флюсові вапняки за видами сировини віднесено до категорії В [3]. Ця категорія об'єднує види мінеральної сировини, родовища яких в Україні наявні, запаси їх (у тому числі значні) розвідані, але сировина видобувається в обмежених обсягах або не видобувається взагалі. Згідно з техніко-економічними розрахунками така мінеральна сировина при сучасному становищі економіки країни не є конкурентоспроможною порівняно з імпортною сировиною і не може бути рентабельно перероблена на вітчизняних підприємствах відповідно до діючих технологій. Водночас потреба в такій сировині може відновитися як результат освоєння новітніх технологій збагачення або попередньої переробки відповідних руд. Тому "Загальнодержавною програмою розвитку мінерально-сировинної бази

(МСБ) …" передбачена оцінка можливих шляхів збалансованого забезпечення карбонатною флюсовою сировини (вапняки, доломіти та ін.). Об'єктивна геолого-економічна оцінка наявних родовищ і проявів флюсової сировини України в умовах ринкової економіки може сприяти залученню їх до промислової експлуатації.

Необхідність переоцінки обумовлює також пункт 263.4. Податкового кодексу України 2012 р., в якому зазначено, що види погашених запасів корисних копалин визначаються платником на підставі висновків державної експертизи запасів корисних копалин відповідної ділянки надр, що виконана не раніше ніж за десять років до дати списання запасів корисних копалин з балансу гірничодобувного підприємства [2].

Саме тому питання сучасної геолого-економічної оцінки родовища (ділянки) флюсових вапняків включає комплексний аналіз результатів геологічного та техніко-економічного вивчення запасів карбонатної сировини з метою оцінки їхнього промислового значення шляхом визначення із зростаючою детальністю техніко-економічних показників виробничого процесу та фінансових результатів реалізації товарної продукції [5].

З метою забезпечення єдиних принципів і підходів для виконання геолого-економічної оцінки родовищ (ділянок) надр, вона здійснюється відповідно до Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр [4].

В ДКЗ розробляє і впроваджує в роботу Інструкції із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до різних видів родовищ корисних копалин, в тому числі і для карбонатних порід. Цей документ регламентує стадійність проведення геологорозвідувальних робіт, вимоги до комплексного геологічного і техніко-економічного вивчення корисних копалин на різних стадіях геологічної вивченості.

Відповідно до прийнятої стадійності геологорозвідувальних робіт виділяють початкову (ГЕО-3), попередню (ГЕО-2) і детальну (ГЕО-1) геолого-економічні оцінки об'єктів геологорозвідувальних робіт [4].

В залежності від ступеню геологічного вивчення об'єкту встановлюється і ступінь техніко-економічного вивчення родовищ флюсових вапняків. В залежності від ступеню техніко-економічного вивчення під час геолого-економічної оцінки розробляються попередні, тимчасові, постійні та оперативні кондиції. Кондиції на мінеральну сировину є основним інструментом проведення геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин.

Під час розробки і обґрунтування кондицій аналізу підлягають головні чинники та показники що визначають промислову цінність родовища флюсових вапняків. Серед основних чинників що впливають на економічну цінність родовища низка авторів (Вельмер, Дергачов, Міщенко) виділяють: геологічні, гірничо-геологічні, технологічні, економічні, техніко-економічні, природно-географічні, екологічні, політичні [1].

Розробка і обґрунтування параметрів кондицій – одне із ключових питань геолого-економічної оцінки. Кондиції на мінеральну сировину визначаються з урахуванням раціонального використання обсягів усіх корисних копалин і компонентів у тій їх частині, яка вилучається у кінцеву товарну продукцію гірничого виробництва.

Принципи визначення кондицій для підрахунку запасів флюсових вапняків визначені у "Положенні про порядок розробки та обґрунтування кондицій на мінеральну сировину для підрахунку запасів твердих корисних копалин у надрах", затвердженим наказом ДКЗ від 07.12.2005 № 300 [5].

Кондиції для підрахунку запасів у тому числі для підрахунку флюсових вапняків – це сукупність граничних вимог до якості та кількості мінеральної сировини в надрах, гірничо-геологічних умов залягання, гірничотехнічних та інших умов розробки продуктивних покла-

дів, дотримання яких під час підрахунку забезпечує найбільш повний й економічно ефективний видобуток і використання наявних запасів та ресурсів корисних копалин.

Флюсова сировина, як і кожна інша корисна копалина має свої особливості і потребує відповідно особливого підходу до своєї геолого-економічної оцінки.

Особливості геолого-економічної оцінки флюсових вапняків досить красномовно охарактеризовані кондиціями, що застосовуються для їх підрахунку. Параметри кондицій включають вимоги до якості флюсових вапняків.

У випадку діючих підприємств до якості флюсових вапняків вимоги регламентовані технічними умовами підприємства. Також вони можуть регламентуватися державним стандартом СОУ МПП 73.080-177:2007 "Вапняки флюсові для сталеплавильного і феросплавного виробництв. "Технічні умови".

До флюсових вапняків, у стандарті СОУ МПП 73.080-177:2007 ставляться вимоги до хімічного складу, які наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Вимоги до хімічного складу флюсових вапняків [6]

Назва хімічної сполуки, компонента	Масова частка для марок, %							
	Ф-1	Ф-2	С-1	С-2	КДУ-1	КДУ-2	М-1	М-2
Масова частка суми оксидів кальцію і магнію (CaO + MgO), не менше ніж	54,00	53,00	53,50	52,50	53,00	52,00	53,00	51-00
Масова частка оксиду магнію (MgO): а) не менше ніж б) не більше ніж	 – 3,50	 – 3,50	 – 5,00	 – 5,00	 7,00 9,00	 5,00 10,00	 – 5,00	 – 5,00
Діапазон коливання масової частки оксиду магнію (MgO) у пробах від середнього вмісту в партії, не більше ніж	–	–	–	–	± 1,00	–	–	–
Масова частка діоксиду кремнію (SiO_2), не більше ніж	1,50	2,00	1,50	2,00	1,50	2,50	1,50	3,00
Масова частка сірки (S), не більше ніж	0,06	0,15	0,06	0,15	0,09	0,15	0,06	0,15
Масова частка фосфору (P), не більше ніж	0,01	0,01	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

Необхідно відмітити що вимоги до флюсових вапняків придатних для конверторного виробництва є більш жорсткими ніж для інших марок вапняків як щодо хімічного складу, так і механічної міцності корисної копалини.

Окрім вимог до хімічного складу флюсових вапняків, встановлюється вимоги щодо їхніх фізико-механічних властивостей:

– за згодою виробника і споживача допускається поставка вапняків міцністю на стиснення не менше ніж 30 МПа;

– вологість вапняку встановлюється за згодою виробника і замовника у залежності від його природної вологості та технології збагачування у літній та зимовий періоди;

– флюсові вапняки марок М-2, С-2, Ф-2 та КДУ-2 допускаються до відвантаження в об’ємі не більше ніж 15 % від об’єму місячної поставки.

Слід відзначити, що у стандарті СОУ МПП 73.080-177:2007 ставляться вимоги до гранулометричним складу вапняків за якими також виділяють "марки".

Флюсові вапняки за гранулометричного складом повинні відповідати вимогам, наведеним у табл. 2.

Таблиця 2

Вимоги до гранулометричного складу флюсових вапняків [6]

Марка вапняку	Клас крупності, мм	Допустимий вміст кусків крупністю, % за масою, не більше ніж	
		нижче нижньої межі	вище верхньої межі
С-1, С-2, Ф-1, Ф-2	5–20, 10–20, 12–20	10	10
М-1, М-2, С-1, С-2, Ф-1, Ф-2	20–40, 20–50	7	10
М-1, М-2	20–80, 25–75, 20–90, 75–125, 55–130	7	10

За результатами вивчення хімічного, мінерального складу і фізико-механічних властивостей карбонатних порід на родовищі виділяють природні різновиди корисної копалини, визначають можливі промислові (технологічні) типи і сорти сировини, у разі необхідності – способи їх збагачення.

У необхідних випадках встановлюється мінімальний вихід товарної продукції і мінімальний вихід основного сорту сировини для підрахункового блоку.

Кондиціями можуть регламентуватися максимально допустимі вмісти шкідливих домішок в підрахункових блоках. Зазвичай максимально допустимі вмісти шкідливих домішок регламентується стандартами та технічними умовами.

Вимоги до виділення при підрахунку запасів типів і сортів корисної копалини, виходячи з технологічних властивостей, що визначають різні способи переробки або різні галузі використання сировини.

Однією з особливостей геологічної будови родовищ флюсових вапняків є наявність карсту як зовнішнього так і внутрішнього.

Зовнішній (поверхневий карст) – залягає у вигляді площових покладів, а також різноманітних карстових форм западин, карстових ярів, жолобів, вимоїн, лійок, воронок, що придає незакарстованій поверхні нерівність, горбистість, хвилястість. Глибина поверхневого карсту доходить до 60 і більше м.

Внутрішній карст являє собою складне сполучення порожнин, каналів, щілин, печер різних форм і розмірів, які в більшості заповнені піщано-глинистим матеріалом з уламками вапняків. Карст має надзвичайно складне переривисте, гніздове поширення, як по площі родовища, так і по глибині, що складно геометризується.

Геологорозвідувальні роботи, проведені на родовищах, як правило, не давали повної і вичерпної інформації про карст, що в подальшому спричиняло нераціональне планування гірничих робіт. Це пов’язано з відсутністю системи карстологічних досліджень, що базуються на наукових знаннях про карст, досвіді його вивчення при відпрацюванні родовищ, зіставленні даних розвідки і експлуатації, систематизації досвіду застосування наявних методичних розробок.

До кондицій включаються вимога за якою породи карстового походження виключаються із підрахунку запасів незалежно від їх потужності та показник максимального коефіцієнту закарстування для перетину, що включений до підрахунку запасів не більш певного відсотку – як правило це 50 %.

Закарстованість часто є основною позицією, яка визначає рентабельність розробки даного виду нерудних корисних копалин.

Карст у складі продуктивної товщі суттєво знижує кількість запасів сировини, негативно впливає на її технологічні властивості, викликає значні втрати і розубожування при видобутку, ускладнює гірничотехнічні умови експлуатації.

На деяких родовищах карбонатних порід України, Росії і Казахстану у зв'язку з закарстованістю корисної товщі щорічно втрачається 20–30 % сировини. Це веде до підвищення її собівартості і знижує забезпеченість діючих підприємств розвіданими запасами.

Вимоги до гірничотехнічних умов відпрацювання, якості сировини, технологічних її властивостей для підрахунку балансових запасів попутних компонентів і спільнозалягаючих корисних копалин (перекриваючих, підстилаючих або вміщуючих порід), доступних для відпрацювання; при комплексній оцінці вимоги до якості сировини і гірничотехнічних умов відпрацювання встановлюються стосовно кожної з намічених областей її використання.

Окрім якісних показників кондицій приймають до уваги просторові, технологічні та техніко-економічні показники, зокрема такі як глибина підрахунку запасів, граничне співвідношення потужності розкривних порід, включаючи породи карсту і некондиційні прошарки, до потужності корисної копалини.

Більшість родовищ нерудної металургійної сировини розробляється відкритим способом. В залежності від показників розробки кар'єру та технічних засобів, якими вони здійснюються застосовуються параметри кондицій щодо мінімальної потужності пласта флюсових вапняків, що включається до підрахунку запасів. Також слід визначати максимальну потужність прошарків вміщуючих порід або некондиційної корисної копалини, що включаються до підрахунку запасів. Цей показник є граничною потужністю пустих або некондиційних прошарків у продуктивній товщі, залучення яких до видобутку сумісно з кондиційними інтервалами дає змогу застосувати високопродуктивні засоби і системи розробки продуктивних покладів з економічною ефективністю, що перевищує втрати, пов'язані із зниженням вмісту корисного компоненту в балансових запасах та збагаченням видобутої гірничої маси до відповідності товарної продукції вимогам стандартів і технічних умов.

Максимальна глибина підрахунку запасів; граничний коефіцієнт розкриву або максимально допустиме співвідношення потужностей розкривних порід і корисної копалини; вимоги, що передбачають проведення підрахунку запасів в економічно обґрунтованих контурах розробки.

Для підрахунку запасів флюсових вапняків в залежно від геологічної будови родовища, гірничо-геологічних умов його розробки, складу мінеральної сировини та вимог промисловості кондиціями встановлюються лише ті з названих показників, які потрібні для промислового оцінювання цього родовища.

Кондиції розробляються для кожного родовища з урахуванням раціонального використання всіх корисних копалин, а також наявних у них корисних компонентів. Оптимальні показники кондицій мають забезпечувати комплексну геолого-економічну оцінку і найбільш повне, раціональне та безпечне використання залишкових запасів корисних копалин ділянок надр (родовищ).

Вибір оптимальні показники кондицій повинен ґрунтуватися на підставі геологічного, гірничотехнічного, економічного та інших обґрунтувань кондицій для підрахунку запасів корисних копалин.

Для вибору оптимальних показників кондицій виконуються поваріантні техніко-економічні розрахунки. Поваріантні техніко-економічні розрахунки дають змогу обґрунтовано обрати оптимальний варіант, який забезпечує максимальний підсумковий економічний ефект розробки родовища з урахуванням найбільш вичерпного та раціонального викорис-

тання як основних, так і супутніх корисних копалин і компонентів, а також відходів видобутку й переробки мінеральної сировини за умови забезпечення узгодженої користувачем надр ефективності капіталовкладень у розробку родовища.

Для визначення оптимальних параметрів видобутку корисної копалини готують і розглядають декілька порівняльних варіантів техніко-економічних розрахунків.

Відповідно до "Положення про порядок розробки та обґрунтування кондицій на мінеральну сировину для підрахунку запасів твердих корисних копалин у надрах", затвердженого наказом ДКЗ від 07.12.2005 № 300, економічне обґрунтування кондицій проводять відповідно до загальноприйнятих у світовій практиці принципів опрацювання інвестиційних проектів, у тім числі:

– ефективність промислової розробки родовища визначають для всього періоду виробничої діяльності гірничодобувного підприємства – від моменту оцінювання до ліквідації;

– грошові потоки моделюють з урахуванням усіх пов’язаних із промисловою розробкою грошових надходжень, включаючи інвестиції та всі витрати за роками виконання передбачених робіт з геологічного вивчення надр, розробки родовища, рекультивації земельної ділянки;

– розрахунки здійснюють на дату оцінювання запасів корисних копалин із застосуванням процедури дисконтування майбутніх грошових потоків для зведення їх до умов сумірності в початковий період;

– для розрахунків показників ефективності виробничої діяльності гірничодобувного підприємства враховують тільки майбутні відносно дати оцінювання витрати і надходження.

Проведення геолого-економічної оцінки може бути здійснено в стандартному і комерційному варіантах.

Стандартний варіант є обов’язковим для всіх об’єктів оцінки, що подаються на державну експертизу. Розрахунки в ньому виконуються відповідно до визначених нормативними документами стандартних умов, у тому числі:

– норма дисконту, що застосовується для визначення вартості запасів і ресурсів, приймається рівною до поточної облікової ставки Національного банку України на момент проведення геолого-економічної оцінки;

– інвестиції у виконання проекту з розробки родовища і реалізації товарної продукції гірничого виробництва приймаються як такі, що здійснюються за рахунок власних коштів користувача надр без використання кредитного або акціонерного капіталу;

– видобуток корисних копалин і переробка їх у товарну продукцію передбачаються традиційними, освоєними у світі технологіями і системами розробки.

Комерційний варіант розробляється як додатковий, якщо це передбачено технічним завданням користувача надр. Техніко-економічні розрахунки в цьому варіанті можуть ураховувати умови, які сприяють більш вичерпному порівняно із стандартними використанню корисних копалин, у тому числі такі, що можуть бути забезпечені тільки конкретним користувачем надр.

Не залежно від варіанту розробки (комерційний або стандартний) результатом геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин є визначене промислове значення родовища його економічна цінність, що визначається в першу чергу умовами залягання, морфологією рудного тіла (пласта), якістю флюсових вапняків, кількістю запасів, його економіко-географічним положенням, екологічними, технологічними і технічними особливостями розробки родовища. Геолого-економічної оцінки родовищ відображає вартість родовища у грошовому обчисленні, що є важливим під час планування інвестиційного проекту розробки родовища.

Висновки. З метою забезпечення єдиних принципів і підходів для виконання геолого-економічної оцінки родовищ (ділянок) надр вона здійснюється відповідно до Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр. Сучасна геолого-економічна оцінка родовищ флюсових вапняків містить характеристику геологічної будови покладів флюсових вапняків, їх технологічних властивостей, гірничо-геологічних, гідрогеологічних та інших умов залягання, техніко-економічне обґрунтування кондицій для підрахунку, прогнозну економічну оцінку ефекту від експлуатації родовища по одному або кількох варіантах кондицій з визначенням прогнозних показників підприємницької діяльності гірничодобувних підприємств. На підставі сучасних підходів до виконання геолого-економічної оцінки родовищ (ділянок) надр можна буде дати відповідь щодо найбільш повного і економічно раціонального використання природних ресурсів України в тому числі родовищ флюсових вапняків.

Література

1. *Михайлов В.А., Курило М.М.* Мінерально-сировинна база флюсової сировини України. – К.: Ніка–Центр, – 2010. – 198 с.

2. *Податковий* кодекс України, 2012 р.

3. *Закон* України "Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року".

4. "*Класифікація* запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр", затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 05.05.1997 № 432.

5. "*Положення* про порядок розробки та обґрунтування кондицій на мінеральну сировину для підрахунку запасів твердих корисних копалин у надрах", затверджене наказом ДКЗ № 300 від 07.12.2005 р.

6. СОУ МПП 73.080-177:2007 "Вапняки флюсові для сталеплавильного і феросплавного виробництв. "Технічні умови".

7. *Державний* баланс запасів корисних копалин України на 01.01.2012 р. Флюсові вапняки. – Київ: ДНВП "Геоінформ України", – 2012.

УДК 504.4

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПРИ ВИКОНАННІ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН ТА ГАРМОНІЗАЦІЇ ЇХ ЗАПАСІВ

Рудько Г.І.[1], *д. геол.-мін. н, д. геогр. н., д. т. н., проф.*, ***Нецький О.В.***[1],
Назаренко М.В.[2], *д.* т. н., доц., ***Хоменко С.А.***[2], ***Федорова І.А.***[2],
1 – Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), rudko@dkz.gov.ua;
2 – "КРИВБАСАКАДЕМІНВЕСТ" (м. Кривий Ріг), mail@kai.ua

Розглянуті питання використання геоінформаційних технологій при проведенні геолого-економічної оцінки у різних системах класифікацій та підрахунку запасів і ресурсів родовищ корисних копалин.

MODERN ASPECTS OF GEOINFORMATION SYSTEMS USAGE DURING ECONOMIC-GEOLOGICAL EVALUATION OF MINERAL DEPOSITS AND HARMONIZATION THEIR RESERVES

Rudko G.I.[1], *Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Dr. Sci. (Geogr.), Dr. Sci. (Eng.), Prof.*, ***Netskyi O.V.***[1],
Nazarenko M.V.[2], *Dr. Sci. (Eng.),* Assoc. Prof., ***Khomenko S.A.***[2], ***Fedorova I.A.***[2],
1 – State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), rudko@dkz.gov.ua;
2 – KRYVBASAKADEMINVEST (Kryvyi Rih), mail@kai.ua

The present article considers a possibility of geoinformation technologies usage during economic-geological evaluation of mineral deposits, as also reserves and resources calculation in various classification systems in order to develop models and patterns of their harmonization.

Геолого-економічна оцінка (ГЕО) родовищ корисних копалин являє собою науково-технічне дослідження, що включає комплексний аналіз геологічних, технологічних, гірничо-технічних, економічних і екологічних чинників [1].

При проведенні ГЕО родовищ корисних копалин вирішують такі завдання:

– оцінюють родовище з метою вибору найбільш перспективної ділянки для планування подальших геолого-розвідувальних робіт або для підготовки її до експлуатації;

– обґрунтовують кондиції, необхідні для оконтурювання покладів корисних копалин і підрахунку їх запасів;

– обирають темпи і строки експлуатації ділянки;

– оцінюють доцільність й обсяг інвестицій, необхідних для освоєння родовища тощо.

Застосування геоінформаційних систем (ГІС) удосконалює процес збору, введення і систематизації результатів досліджень, які виконуються на родовищі, що впливає на швидкість і якість проведення ГЕО його запасів.

Використання ГІС-технологій при проведенні ГЕО дозволяє:

– застосовувати динамічні методи оцінки економічної ефективності освоєння родовищ корисних копалин;

– отримувати більш надійні результати аналізу геологічної інформації, оцінювати ступінь ризику вкладення інвестицій розробку ділянок родовищ, сполучати кількісну оцінку ступеня розвіданості запасів з їх економічною оцінкою;

– обгрунтовувати найбільш оптимальні показники кондицій, розраховані за багатьма варіантами;

– оптимізувати інвестиції, параметри оцінювання і розробки родовищ;

– більш комплексно підходити до результатів ГЕО родовищ корисних копалин за рахунок багатоваріантного аналізу її складових.

У світовій практиці існують велика кількість підходів для проведення ГЕО, які можна об'єднати у дві великих групи: *традиційні* (характерні для вітчизняної геологічної школи) та *міжнародні*. Ці підходи в різних модифікаціях покладіні в основу існуючих систем класифікації запасів та ресурсів корисних копалин. Найпоширенішими є класифікація запасів, що використовується групою CRIRSCO (тверді корисні копалини), Рамкова класифікація Організації Об'єднаних Націй (РКООН-2009), класифікація SPE-PRMS (вуглеводні) тощо.

Група традиційних підходів, що знаходить відображення в класифікації України, ґрунтується на ступенях вивченості запасів і рівні їх промислового значення; при цьому головним з цих аспектів є ступінь геологічної вивченості. Для міжнародних підходів важливим аспектом є інвестиційна прозорість і економічне обґрунтування ефективності експлуатації родовища. Відмінності між підходами виконання ГЕО полягають також у тому, що міжнародні підходи до оцінки родовищ більшою мірою засновані на використанні комп'ютерних моделей покладів.

Питання гармонізації запасів (їх приведення до єдиного знаменника) та однакового трактування термінологічних понять з різних систем класифікацій є важливим аспектом розвитку системи надрокористування [2].

З 1997 р., з часу уведення Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр, адаптованої до РКООН у варіанті 1997 р., в Україні проведені роботи щодо переведення звітності про запаси й ресурси корисних копалин, оцінені відповідно до діючих до 1997 р. класифікацій запасів і ресурсів корисних копалин СРСР у таксони нової класифікації.

Державна комісія України по запасах корисних копалин (ДКЗ) з питань гармонізації національної Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр співпрацює з багатьма іноземними структурами (ЄЕК ООН, SPE, CRIRSCO та ін.). За результатами багаторічної праці окреслені підходи щодо зіставлення категорій та гармонізації української системи класифікації до інших міжнародних класифікацій.

Виконувані роботи надзвичайно важливі з погляду розробки керівних документів щодо звітності про запаси і ресурси корисних копалин українських родовищ, а також визнання протоколів ДКЗ України міжнародними банківськими установами як звіту про результати оцінки запасів та техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) доцільності вкладання інвестицій у розробку вітчизняних родовищ.

З 2009 р. в ДКЗ України сумісно з "КРИВБАСАКАДЕМІНВЕСТ" розпочато роботи щодо розробки алгоритмів переведення запасів і ресурсів корисних копалин із однієї системи класифікації в іншу. Для цього розвивається напрям, що базується на створенні та використанні при підрахунку запасів і ресурсів родовищ корисних копалин спеціального програмного забезпечення. Базовим інструментом, що для виконання цих робіт, обрана геоінформаційна система K-MINE.

У програмному комплексі K-MINE реалізовані програмні алгоритми, методики, процедури і функції, що використовують у роботі єдину тривимірну модель родовища.

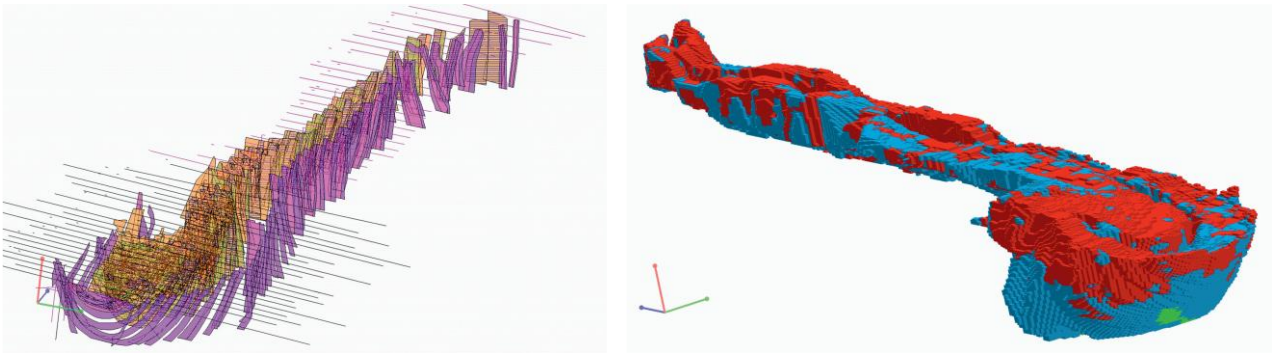
Послідовність етапів робіт при використанні ГІС K-MINE для оцінювання запасів і ресурсів у різних системах класифікації [3, 4]:

1. побудова цифрових моделей родовища і моделей стану гірничих робіт (моделей гірничотехнічних об'єктів);
2. створення і наповнення бази даних геологічної інформації;
3. вибір методу обґрунтування кондицій;
4. обґрунтування кондицій:

– підрахунок запасів за варіантами бортового вмісту корисного компоненту;
– розрахунки середніх вмістів з одиницями підрахунку;
– підрахунок техніко-економічних показників і вибір оптимального варіанту кондицій;
5. вибір методу підрахунку запасів;
6. підрахунок запасів:
– побудова моделей тіл корисної копалини та вміщуючих порід;
– виділення в межах тіл корисної копалини одиниць підрахунку;
– обчислення середніх вмістів компонентів у контурі підрахунку запасів;
– складання таблиць підрахунку запасів;
– обчислення середнього вмісту компонентів за родовищем в цілому;
7. підрахунок економічних показників експлуатації родовища;
8. оформлення результатів роботи.

ГІС K-MINE реалізує замкнений цикл робіт (від обробки початкової інформації до створення цифрових моделей і оцінки запасів родовища, оформлення результатів робіт і підготовки звітної документації). Навіть у випадку застосування традиційних методів підрахунку якісно-кількісних показників досягається висока точність і збіжність результатів. Це обумовлене застосуванням аналітичних методів розрахунків основних геометричних показників одиниць підрахунку (площа, відстань) і мінімізацією помилок, пов'язаних з ручною обробкою інформації.

Окреслений підхід надає можливість при оцінці запасів у різних системах класифікації зіставити їхні отримані величини і на базі проведеного порівняльного аналізу розробити, або уточнити принципи їх відношення і гармонізації. На рис. 1 наведений приклад використання тривимірних моделей для підрахунку запасів і ресурсів за допомогою ГІС K-MINE в різних системах класифікації.



а *б*

Measured Resources
Indicated Resources
Inferred Resources

Рис. 1. Модель підрахунку запасів і ресурсів родовища залізистих кварцитів: методом вертикальних розрізів відповідно до Класифікації України (*а*); згідно з Класифікацією CRIRSCO (*б*)

Висновки

1) За результатами виконаних досліджень були розроблені гармонізаційні моделі для родовищ різних видів і груп корисних копалин. За допомогою таких моделей можна з великим ступенем вірогідності оцінивши запаси в одній із систем класифікації перевести їх до

іншої системи. Базовою системою, яка була використана у якості проміжної ланки в гармонізації запасів різних класифікацій, виступила РКООН-2009.

2) Результати проведених досліджень щодо гармонізації (розроблення механізмів сумісної класифікації запасів і ресурсів)Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр України з іншими класифікаційними схемами розкриває перспективи залучення міжнародних інвестицій до участі в проектах розробки українських родовищ корисних копалин.

Література

1. *Погребицкий Е.О.* Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых / Е.О. Погребицкий, В.И. Терновой. – Л.: Недра, 1974. – 303 с.

2. *Національні* та міжнародні системи класифікації запасів і ресурсів корисних копалин: стан та перспективи гармонізації: монографія / Г.І. Рудько, О.В. Нецький, М.В. Назаренко, С.А. Хоменко. – Київ–Чернівці: Букрек, 2012. – 240 с.

3. *Рудько Г.І., Назаренко М.В., Хоменко С.А., Нецький О.В. та ін.* Геоінформаційні технології в надрокористуванні (на прикладі ГІС K-MINE) / За ред. Г.І. Рудька, М.В. Назаренко. – К.: Академпрес, 2011. – 336 с.

4. *Інструкція* про зміст, оформлення і порядок подання на розгляд Державної комісії України по запасах корисних копалин матеріалів геолого-економічних оцінок родовищ металічних і неметалічних корисних копалин: Затверджена наказом від 4 вересня 1995 р. за № 35 / ДКЗ України. – К., 1995.

УДК 553.411

ЗОЛОТЕ ЗРУДЕНІННЯ УКРАЇНИ ЯК ОБ'ЄКТ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ

Литвинюк С.Ф., *к. геол. н.*, ***Ловинюков В.І.***,
Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), office@dkz.gov.ua

Проведено аналіз золоторудних родовищ (рудопроявів) України різних геолого-промислових типів, як об'єктів геолого-економічної оцінки.

GOLD MINERALIZATION IN UKRAINE AS AN OBJECT OF ECONOMIC-GEOLOGICAL EVALUATION

Lytvyniuk S.F., *Cand. Sci. (Geol.)*, ***Lovyniukov V.I.***,
State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), office@dkz.gov.ua

Ukrainian gold deposits (occurrences) of different geological-industrial types as objects of economic-geological evaluation were analysed.

Вступ. Золото є одним з найцінніших металів, що виконують важливу роль в економіці передових держав. Останній час поряд із традиційним використанням золота (валютні резерви, ювелірні та медичні вироби) зростає його застосування у високих наукоємних технологіях.

Світова гірничо-геологічна галузь стоїть на порозі нового етапу розвитку видобутку, переробки і збагачення руд золота на основі використання високопродуктивної гірничої техніки, інноваційних технологій переробки і збагачення мінеральної сировини, що підвищує економічну ефективність та зменшує тиск на довкілля.

На теперішній час особливо важливо розвивати і освоювати сировинну базу золотих руд в Україні.

В Україні виділяють три золоторудні провінції: Український щит, Донбас та Закарпаття. Їх промислова оцінка, завдяки різним природним особливостям та нерівномірній вивченості – неоднозначна. Але прогнозні ресурси золота кожної із провінцій, безумовно, свідчать про їх перспективність й необхідність проведення пошуково-оцінювальних та геологорозвідувальних робіт із залученням, у першу чергу, приватного капіталу.

Метою роботи є комплексна геологічна характеристика і геолого-промислова типізація золоторудних родовищ (рудопроявів) України для встановлення основних критеріїв (чинників) геолого-економічної оцінки золоторудних родовищ України.

Геолого-промисловий тип золоторудних родовищ (рудопроявів) України, розуміється авторами, як сукупність родовищ, об'єднаних схожістю речовинного складу корисних копалин і спільністю геологічних умов утворення, що визначились як реальні джерела постачання даного виду сировини на ринок [1].

Родовища одного геолого-промислового типу характеризуються подібністю таких основних складових, що визначає економічну ефективність їх освоєння:

– геологічна (структура родовища, вміщуючи породи, форма і параметри покладів, мінеральний склад корисної копалини і т. д.);

– гірничо-технічна (спосіб і система відпрацювання);

– технологічна (технологія вилучення).

Оскільки геологічні чинники визначаються геологічними умовами утворення родовищ, то в один геолого-промисловий тип зазвичай включають родовища одного генетичного або геолого-формаційного типу.

За умовами утворення родовища золота поділяються на ендогенні, екзогенні, метаморфізовані і техногенні.

Ендогенні родовища широко поширені і є основним джерелом видобутку золота у світі. За мінеральним складом руд ендогенні родовища золота об'єднуються у наступні основні формації:

• *Золото-кварцова і золото-кварц-сульфідна.* Золото в рудах в основному вільне у кварці, частково – в сульфідах і характеризується нерівномірним розподілом. Родовища представлені жилами, жильними зонами і штокверками, що формувалися в умовах середніх глибин в осадових, вулканічних, інтрузивних і рідше метаморфічних породах.

• *Золото-сульфідна формація*. У складі руд головну роль грають пірит, халькопірит, арсенопірит, піротин, сфалерит і галеніт в змінних кількостях. Золото тісно пов'язане з сульфідами. Родовища цієї формації представлені зонами вкраплення золотоносних сульфідів в осадових і еффузивно-осадових товщах. Нерідко вони тяжіють до вуглистих сланців.

• *Золото-карбонат-сульфідна формація* об'єднує родовища типу покладів, жил, гніздового або вкрапленого зруденіння в карбонатних товщах та метасоматитах, що утворюються по них.

• *Золото-силікатна (скарнова) формація*. Родовища представлені скарновими покладами з накладеною сульфідною і золоторудною мінералізацією і пов'язані з контактовими ореолами палеозойських, рідше мезозойських гранітоїдних масивів.

• *Золото-срібна (золото-адуляр-кварцова) формація* характеризується високими вмістами срібла в золоті і великою кількістю власне срібних мінералів (сульфідів, сульфосолей); для деяких з них характерні теллуріди. Золото-срібні родовища – жили, мінералізовані та жильні зони, штокверки – формуються, як правило, в приповерхневих умовах у зв'язку з наземним вулканізмом.

Крім перерахованих вище рудних формацій, що представляють власне золоторудні родовища, золото є важливим корисним компонентом багатьох ендогенних комплексних родовищ – головним чином міднопорфірових, мідноколчеданих, колчеданно-поліметалічних, мідно-нікелевих і ін.

За морфологічними особливостями, умовами залягання і внутрішньою будовою рудних тіл, а також характером розподілу золота ендогенні золоторудні родовища поділяються на такі основні типи: штокверки, мінералізовані і жильні зони, жили, поклади суцільних і вкраплених руд, трубоподібні і неправильної форми поклади і гнізда.

До екзогенних родовищ відносяться збагачені золотом "залізні шляпи" сульфідних родовищ і кори вивітрювання мінералізованих зон, а також золотоносні розсипи.

До метаморфізованих родовищ в даний час відносять золотоносні конгломерати і пісковики Вітватерсранда в ПАР, що є найбільшим родовищем золота у світі.

До техногенних родовищ відносяться відвали позабалансових руд, заскладованих у результаті розробки золоторудних родовищ, золотовмісні відходи (хвости, шлами), що утворилися в процесі збагачення руд або переробки золотовмісних концентратів родовищ чорних, кольорових, благородних та інших металів.

Мінливі геологічні та фізико-хімічні умови утворення руд знаходять своє відображення в різноманітних генетичних і рудноформаційних класифікаціях родовищ, у закономірному поєднанні яких наявна достатньо визначена просторово-часова позиція в загальному геологічному розвитку земної кори і окремих її фрагментів [2].

Територія України характеризується складною, гетерогенною геотектонічною будовою, різноманітними структурно-формаційними комплексами та мінеральними комплексами. У відношенні золотоносності в Україні виділені три металогенічні провінції [3, 4]: Карпатсько-Добруджинсько-Кримська, Дніпровсько-Донецька, Українського щита.

Карпатсько-Добруджинско-Кримська провінція є частиною Середземноморського альпійського мегапоясу, який в цілому характеризується золото-срібною спеціалізацією.

Найбільш золотоносний сегмент провінції охоплює Західні і Східні Карпати. У його межах на території України розташовані Закарпатська, Карпатська, Мармароська, Передкарпатська, Добруджінская і Гірсько-Кримська структурно-металогенічні зони (СМЗ).

Дніпровсько-Донецький металогенічний пояс (провінція) охоплює Українську частину Прип'ятсько-Дніпровсько-Донецького авлакогену.

Авлокоген поділяється на Дніпровську (платформну) СМЗ і Донецьку (субгеосинклінально-складчасту) металогенічну область. Два невеликі родовища і перспективні золотопрояви виявлені в Донецькій металогенічній області, де виділяється ряд металогенічних зон: Північна (Колпаківсько-Замчалівська), Центрально-Донбаська, Зуєвсько-Єрмаківська, Мушкетівсько-Персианівська, Південно-Донбаська.

Провінція Українського щита. У межах найбільш великої і найбільш перспективної щодо золоторудної мінералізації металогенічної провінції Українського щита виділяються наступні СМЗ (з північного заходу на південний схід): Волинська, Подільська, Білоцерківська, Голованівська, Кіровоградська, Західно-Інгулецька, Криворізько-Кременчуцька, Придніпровська, Західно- і Східноприазовська.

У межах чотирьох з них вже виявлені родовища золота, які проходять або вже пройшли стадію попередньої розвідки.

Родовища та рудопрояви золотого зруденіння поширені в різних геоструктурах України, мають певні відмінності у речовинному складі, морфологічній будові рудних тіл, фізико-хімічних умовах утворення, розділяються за типоморфними властивостями рудних і нерудних мінералів, належать до різних генетичних руднoформаційних і геолого-промислових типів.

Всебічний аналіз різних руднoформаційних і геолого-промислових типів золотого зруденіння сприяє виділенню першочергових напрямків із оцінки родовищ та рудопроявів України [2, 3, 4]:

1) гідротермально-метасоматичних руд, що пов'язані з архейськими зеленокам'яними структурами (родовища золота Сергіївське, Балка Золота, Балка Широка, Сурозьке);

2) гідротермально-метасоматичних руд, що пов'язані із протерозойськими гранітогнейсовими комплексами (родовища золота Клинцівське, Юріївське, Майське та ряд рудо проявів – Овражне, Мостове, Північно-Березівське, Новопавлівське, Прудянське та інші);

3) жильних і стратиформних руд протерозой-палеозойських складчастих метатеригенно-вулканогенних товщ (родовище золота Сауляк та ряд рудопроявів);

4) прожилково-вкраплених руд в палеозойських складчастих вуглецевих теригенних товщах (родовище золота Бобриківське та ряд рудопроявів – Михайлівській та інші);

5) стратиформних в палеозойських вуглецевих карбонатних товщах (Докучаївський рудний район);

6) жильних і прожилково-вкраплених руд в кайнозойських ефузивно-осадових товщах (родовища золота Мужіївське, Берегівське);

7) давніх і сучасних золотоносних розсипів (золотоносні прибережно-морські розсипи Чорного і Азовського морів).

Подальший розвиток робіт із геологічного вивчення золоторудних родовищ України, підрахунку запасів і оцінки їх ресурсів, потребує довивчення попередньо виділених геолого-промислових типів та опрацювання методичних основ геолого-економічної оцінки цих родовищ та встановлення єдиних вимог щодо групування золоторудних родовищ за геолого-промисловими типами, складністю геологічної будови, промисловим значенням, техніко-економічним і геологічним вивченням, а також до вивченості родовищ золота та супутніх корисних копалин, підрахунку запасів і їх підготовленості до промислового освоєння, оцінки ресурсів золота в межах перспективних ділянок відповідно до Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 05.05.97 № 43.

Для забезпечення створюваної золотовидобувної галузі України перспективними ресурсами і промисловими запасами розглянутих геолого-промислових типів слід передбачити:

– активізацію геологорозвідувальних робіт у *Закарпатській* та *Мармароській СМЗ* (пошукові та пошуково-оціночні роботи на ділянках Берегівського і Вишківського рудних полів, а також на площах і ділянках Рахівського рудного району, розвідку Берегівського родовища, а також південно-східних і північно-східного флангів Мужіївського родовища);

– продовження пошукових і пошуково-оціночних робіт на Українському щиті в перспективних структурах як відомих рудних полів і зон (Верхівцівська, Сурська і Чортомлицька зеленокам'яні структури Середнього Придніпров'я, Савранського-Капустинське, Клинцівсько-Юріївське рудні полі в гнейсових товщах), так і потенційних рудних полів в перспективних структурах північно-західній частині Українського щита;

– посилення пошукових, пошуково-оціночних робіт на Донбасі для вивчення теригенно-карбонатних товщ південного Донбасу, перспективних на багаті руди типу Карлін та чорносланцевих товщ Донбасу, перспективних на виявлення родовищ типу Кокпатас, Бакирчик, Мурун Тау;

– проведення прогнозно-пошукових робіт на шельфі Азовського і Чорного морів;

– вдосконалення методичної складової геолого-економічної оцінки золоторудних родовищ у сфері міжнародної системи класифікацій та стандартів;

– розвиток технологій видобутку, переробки і збагачення руд золота на основі використовування високопродуктивної гірської техніки, інноваційних технологій збагачення мінеральної сировини і вилучення золота.

Проведення геологорозвідувальних робіт, як першої фази інвестування у розвиток підприємства з видобування корисних копалин, повинно відбуватись із залученням інвесторів, що спеціалізуються на проведенні таких робіт та мають приклади реалізованих проектів. Крім того, геологорозвідувальні роботи передінвестиційної фази проекту слід проводити із зростаючою детальністю по стадіях з геолого-економічними оцінками промислового значення корисних копалин і доцільності проведення подальших робіт в кінці кожної стадії.

Відповідно до прийнятої стадійності геологорозвідувальних робіт виділяються початкова (ГЕО-3), попередня (ГЕО-2) і детальна (ГЕО-1) геолого-економічні оцінки об'єктів геолого-розвідувальних робіт з відповідним рівнем техніко-економічної вивченості (ТЕМ, ТЕД, ТЕО), що приблизно відповідає міжнародній стадійності техніко-економічної вивченості об'єктів – Scoping Study, Pre-feasibility Study та Feasibility Study [5].

Висновок. Залучення інвестицій у проекти, що пов'язані із різними стадіями геологорозвідувальних і експлуатаційних робіт на золоторудних об'єктах потребують, з одного боку, спрощення процедур отримання спеціальних дозволів на видобування початково та попередньо оцінених запасів і ресурсів, на умовах підприємницького ризику, з іншого – вдоско-

налення методичних підходів і інструментів геолого-економічної оцінки золоторудних родовищ відповідно до міжнародних стандартів звітності.

Література

1. *Класифікація* запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр (затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 05.05.1997 р. № 432).

2. *Бобров О.Б., Сіворонов А.О., Гурський Д.С. та ін.* Геолого-генетична типізація золоторудних родовищ України. – УкрДГРІ, 2004. – С. 335–344.

3. *Бочай Л.В., Галецкий Л.С., Кулиш Е.А.* Металлогеническое районирование территории Украины // Проблемы золотоносности недр Украины. – ГНЦРОС. – 1997. – С. 20–48.

4. *Гурский А.Д., Есипчук К.Е., Калинин В.И. и др.* Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Киев – Львов: Изд-во "Центр Европы", 2005. – 785 с.

5. *The* Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves / The JORC Code. 2012 Edition.

УДК 553.411

МІДНЕ ЗРУДЕНІННЯ ВОЛИНСЬКОГО РУДОНОСНОГО РАЙОНУ, ЯК ОБ'ЄКТ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ

Рудько Г.І., *д. геол.-мін. н, д. геогр. н., д. т. н., проф.*, ***Петришин В.Ю.***,
Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), geology1982@ukr.net

Наведено перспективні площі самородної міді на Волино-Поділлі, визначено мінералогічні критерії міденосності неопротерозойських трапових комплексів.

COPPER MINERALIZATION OF VOLYN ORE-BEARING REGION AS AN OBJECT OF ECONOMIC-GEOLOGICAL EVALUATION

Rudko G.I., *Dr. Sci. Geol.-Mineral., Dr. Sci. Geogr., Dr. Sci. Eng., Prof.*, ***Petryshyn V.Yu.***,
State Commission of Ukraine on Mineral Resources, (Kyiv), geology1982@ukr.net

Perspective areas of native copper in Volyn-Podillia were presented as well as mineralogical copper-bearing criteria of Neoproterozoic trappean complexes were determined.

Вступ. Рудопрояви самородної мідні Волино-Поділля приурочені до неопротерозойських порід трапової формації, які відслонюються в прибортовій зоні Українського щита (УЩ), полого та вздовж східчастих скидів занурюючись під молодші відклади на захід.

Найважливішими мінералогічними критеріями міденосності неопротерозойських трапових комплексів є регіональна й локальна гідротермальна мінералогічна зональність, особливості проявів самородної міді (форми кристалів і мономінеральних агрегатів, хімічний склад, морфологічні типи мідної мінералізації), наявність мінералів-індикаторів мідного зруденіння.

Міденосні трапові утворення венду Волинського регіону відомі з 1927 року. Перспективи району з виявлення родовищ самородної міді були підтверджені в 80-х роках минулого століття під час проведення геологорозвідувальних робіт [1].

На даний час площа Волинського міденосного району вивчена під час геологічної зйомки та картування. Геологічне картування супроводжувалося геофізичними дослідженнями: граві-, магніто-, електророзвідкою, профільною сейсморозвідкою. Практично всі значні мідні прояви в районі пов'язані з вузлами перетину діагональної і ортогональної систем тектонічних зрушень з тенденцією локалізації міді в крайніх частинах піднятих блоків фундаменту. За результатами геолого-знімальних, пошукових і тематичних робіт у регіоні виділено чотири рудоносні вузли (Гірняцький, Кухотсько-Вольський, Рафалівський і Шепетівський), потенційні ресурси кожного з яких оцінюються в 5–7 млн т міді. Найбільш перспективними відносно відкриття родовищ Cu є Гірницький і Рафалівський рудні вузли.

Метою роботи є визначення закономірностей розташування самородної міді в покладах базальтів та визначення регіональних і локальних мінералогічних критеріїв міденосності трапів Волині.

На території поширення трапових формувань осадовий чохол складений відкладами неопротерозою, палеозою, мезозою та кайнозою. Трапові утворення, потужністю до 450 м, віком ~ 540–600 млн р., залягають на горбашівських шарах сіро-бурих гравелітів і пісковиків, потужністю до 50 м, які перекривають червоноколірні теригенні відклади поліської серії. Зверху послідовно залягають осадові верстви неопротерозою-кембрію, ордовику, силуру, девону й карбону. Протягом пермі–ранньої крейди більша частина території знаходилася вище рівня моря. Пізньокрейдяні і четвертинні відклади послідовно перекривають еродовану поверхню.

Територія неопротерозойського базальтового плато тектонічно розділена внаслідок молодших тектонічних рухів. Волинські трапи складені чотирма пачками лавових потоків, які розділені трьома шарами пірокластичних порід. Вони складають: заболотівські (нижня пачка потоків), бабинські (нижні та середні туфи, розділені пачкою потокових базальтів) та ратненські (дві верхні пачки потокових базальтів, розділені шаром міжпотокових пірокластичних порід), шари.

Останнім часом у мінералогічних дослідженнях трапів Волині досягнуто певних успіхів: на підставі сучасних методів мінералогічної діагностики ідентифіковано первинні і вторинні мінерали, визначено їхній склад, умови й послідовність утворення; виділено типоморфні асоціації гідротермальних мінералів; виявлено морфотипи мідної мінералізації й оцінено її перспективність; визначено кристаломорфологію самородної міді; визначено температурний режим формування гідротермальних мінералів; виявлено регіональну і, подекуди, локальну гідротермальну мінералогічну зональність; запропоновано генетичні моделі мідеутворення.

У адміністративному відношенні Рафалівський мідний вузол розташовано в північно-західній частині Рівненської області (70 км на північний захід від м. Рівне). Через площу рудного вузла проходять лінія залізниці та автомобільна магістраль Київ-Варшава. Значна частина місцевих доріг має тверде покриття. Рудоносні трапові утворення мають вихід на дочетвертинну поверхню смугою 1,0–1,5 км північно-західної протяжності з падінням 15–20 ° на південний захід. У даний час на площі рудного вузла (розміром 40×50 км) виділено дві пошукові ділянки: Мідська і Рафалівська.

На ділянці Мідська за результатами пошукових досліджень діючих базальтових кар'єрів на будівельні матеріали встановлено рудну мінералізацію; вміст міді складає 0,1–0,3 % на потужність до 3 м, а в окремих малопотужних зонах брекчіювання – до 0,6 %.

На Рафалівській ділянці при проведенні геолого-знімальних робіт у масштабі 1 : 50 000 свердловинами встановлено рудний горизонт з інтервалом 39,9–131,8 м у підошві базальтів Ратненської свити. Самородна мідь знаходиться в мигдалинах і тріщинах; вміст міді 1,14 %.

Попередні результати робіт свідчать про перспективність виявлення покладів самородної міді, що неглибоко залягають, у межах Рафалівського рудного вузла. Розміри рудного вузла дозволяють сподіватися на відкриття рудних родовищ міді. Враховуючи неглибоке залягання рудних горизонтів (10,0–150,0 м), високу технологічність руд (відповідно до результатів досліджень технологічних показників аналогічних руд ділянки Жиричі), розвинуту інфраструктуру району, розробку родовищ в майбутньому можна очікувати високо рентабельною.

Рудопрояв Жиричі знаходиться у Гірницькому рудному вузлі, на території західного флангу Ратненського горстоподібного підняття. Останнє складене центральним горстом, еродованим до порід фундаменту. Трапові утворення складені чотирма пачками базальтових потоків, потужністю 25–80 м, які розділені трьома шарами пірокластики, потужністю від 24 до 70 м. На еродованих породах залягають верстви верхньої крейди та неогену потужністю від 130 до 250 м. Рудопрояв містить 6 рудних горизонтів потужністю 0,3–19 м.

Результати мінералогічних досліджень рудних тіл. Мінеральний склад рудопрояву самородної міді Волині визначається різним співвідношенням породоутворюючих і гідротермального походження мінералів. Основні породоутворюючі мінерали базальтів – плагіоклаз (50–60 %), моноклінний піроксен (авгіт або піжоніт) (30–40 %) та магнетит (чи титаномагнетит) (5–15 %). У різній кількості присутнє вулканічне скло.

Мінерали гідротермального походження. Туфи, туфіти та базальти змінені гідротермальними процесами. Гематитизація, альбітизація, смектитизація і цеолітизація є найпоширенішими гідротермальними змінами. Гідротермально сформовані мінерали умовно поділяються на до-, син- та післярудні. Дорудні мінерали, а саме домінуючі клінохлор, альбіт і ге-

матит пов'язані з процесами альбітизації й гематитизації. Альбітизовані та гематитизовані базальти поширені регіонально, а їх уламки зафіксовано серед пірокластичних шарів різних рівнів, засвідчуючи прояв цих процесів впродовж усіх фаз вулканічної активності.

Основний рудний мінерал рудних тіл – самородна мідь, – зустрічається у вигляді розсіяної вкрапленості в зонах контрастної проникності чи розущільнення базальтових потоків (долерито-базальтах, мигдаликам'яних базальтах і лава-брекчіях) та пірокластичних верств (проникних туфітах і туфах). Вона заміщує породоутворюючі мінерали й уламки порід, а також кристалізується у порожнинах і тріщинах. Трапляється в пренітових прожилках та гніздах у вигляді тонких ниткоподібних включень, радіально орієнтованих стосовно радіально-променистих агрегатів преніту. Прожилки, дендритоподібні агрегати й самородки міді поширені в зонах тріщинуватості й розущільнення. З розчиненням та заміщенням преніту, ломонтиту й вайракіту анальцимом і смектитом, а також почервонінням зелених туфітів відбувається збірна перекристалізація самородної міді зі зникненням дрібних виділень та агрегацією крупних, або ж її розчинення та заміщення сульфідами. Самородна мідь містить мікровключення самородного заліза. Самородне срібло зрідка формує зростки з самородною міддю, переважно наростає на неї. Куприт заміщує самородну мідь. Синрудні мінерали гідротермальних процесів кристалізувались у відкритих тріщинах та метасоматично заміщували базальти й пірокластичні породи у послідовності: пумпелеїт-преніт-вайракіт (або ломонтит). У різному обсязі містять сингенетичну самородну мідь. Післярудні мінерали гідротермальних процесів представлені калієвим польовим шпатом, кварцом, цеолітами, смектитом (переважно сапоніт, монтморилоніт чи бейделіт), хлоритом, кальцитом, анальцимом, баритом та каолінітом. Вони виповнюють тріщини й пустоти в породах, заміщують більш ранні мінерали. Їх мінералізація супроводжується розчиненням, а подекуди – збірною перекристалізацією самородної міді.

Визначення конкретних регіональних і локальних мінералогічних критеріїв міденосності трапів Волині, ґрунтуються на наявності стійких зв'язків між самородною міддю і породоутворюючими, акцесорними й новоутвореними (вторинними) мінералами, їхнім складом, морфологічними, фізичними й геохімічними особливостями, а також на закономірностях поширення міді в мінералогічних зонах. Важливими пошуковими ознаками рудоносності є мінералогічні особливості як знахідок самородної міді (морфологія її виділень, форми кристалів, хімічний склад, морфологічні типи мідної мінералізації), так і парагенетичних з міддю мінералів-індикаторів мідного зруденіння.

Регіональні мінералогічні критерії міденосності. Регіональні критерії визначено під час аналізу мінералогічних даних. Такими критеріями слугують певні мінеральні асоціації (табл. 1), які поширені на ділянках, що їх виділили як регіональні зони гідротермальної мінералізації, близької за масштабами й умовами мінералоутворення до початкових фацій метаморфізму [3]. Виділено карбонатну, цеолітову і пренітову зони, зміну яких простежено регіонально від країв до центру трапової провінції за площею і розрізом. Ці зони до певної міри контролюють загальний розподіл самородного й сульфідного типів мідної мінералізації в трапах регіону. Відтак, вони можуть бути по-різному перспективні на мідь.

Таблиця 1

Розподіл типоморфних асоціацій гідротермальних мінералів у мідеоносних трапах Волино-Подільської плити за мінералогічними зонами

Зони мінералізації	Структурні елементи плити	Типоморфні асоціації гідротермальних мінералів
Карбонатна	Турський прогин	Кальцит + хлорит + кварц ± сульфіди міді
	Західний схил Українського щита	Кальцит + кварц + хлорит (± барит ± анальцим) ± сульфіди міді
Верхня цеолітова	Прип'ятський вал та західне крило Поліської сідловини	1) хлорит-смектитові агрегати + стильбіт + морденіт + + халцедон ± самородна мідь; 2) хлорити + смектити + стильбіт + морденіт ± гейландит
Нижня цеолітова		1) хлорит-смектитові агрегати + стильбіт + морденіт + + халцедон ± самородна мідь; 2) хлорити + смектити + стильбіт + морденіт ± гейландит; 3) хлорит-смектитові агрегати + ломонтит + сколецит + + томсоніт + натроліт; 4) хлорит + кальцит + стильбіт + анальним + натроліт; 5) хлорит + стильбіт + анальним ± вайракіт ± кальцит ± ± кварц ± самородна мідь; 6) гетит ± кварц ± самородна мідь
Пренітова	Волино-Поліський прогин у районі с. Бережці	1) боулінгів + хлорит + анальним ± преніт ±томсоніт ± ± птилоліт; 2) хлорит-смектитові агрегати + преніт + альбіт +анальцим ± ± кальцит
	Оваднівське підняття	1) хлорит-смектитові агрегати+цеоліти+халцедон± ±самородна мідь; 2) кальцит ± хлорит ± цеоліти ± самородна мідь ± сульфіди
	Ратнівська горст-антикліналь	1) хлорити + смектити + ломонтит + преніт ± самородна мідь; 2) хлорит-смектитові агрегати + Ca-Na цеоліти + ломонтит + преніт ± вайракіт

Мідеоносні мінеральні новоутворення в зазначених зонах становлять цемент кластогенних порід, виповнюють численні пори і тріщини, заміщують первинні мінерали й вітрофірові продукти в ефузивах. За типоморфними мінеральними асоціаціями, ступенем і масштабами перекристалізації порід, а також температурними параметрами мінералоутворення ці зміни відповідають цеолітовій і преніт-пумпеліїтовій фаціям метаморфізму. Їх добре вивчено в інших регіонах, у тім числі в мідеоносних рифейських базитових комплексах штату Мічиган [4], де відомі великі родовища самородної міді.

Локальні мінералогічні критерії мідеоносності. У межах виділених регіональних мінералогічних зон показниками можливого мідного зруденіння трапів слугують такі локальні мінералогічні критерії: вертикальна мінералогічна зональність базальтових покривів; морфологічні типи мідної мінералізації; певні кристалографічні форми виділень самородної міді та її хімічний склад; наявність парагенетичних з міддю мінералів-індикаторів мідного зруденіння.

Мінералогічна зональність базальтових покривів контрольована їхньою вертикальною текстурно-структурною неоднорідністю. Зазначимо, що в розрізах покривів від країв до центру простежено: 1) лавокластичні брекчії з туфогенним, гідротермальним і лавовим цементом; 2) сильно змінені мигдалекам'яні базальти; 3) масивні афанітові базальти; 4) слабко змінені фанеритові базальти.

Типоморфні асоціації гідротермальних мінералів (див. таб. 1) загалом розподілені щодо центру покривів у такій, не завжди сталій послідовності: 1) хлорит-смектитові агрегати + стильбіт + морденіт + халцедон + самородна мідь (головним чином у фанеритових базальтах); 2) хлорит-смектитові агрегати + стильбіт + морденіт ± гейландит; хлорити + смектити + ломонтит + сколецит + томсоніт + натроліт (переважно в мигдалекам'яних базальтах); 3) хлорит + кальцит + стильбіт + анальцим + натроліт (± вайракіт) (головно в лавокластичних брекчіях і суміжних з ними мигдалекам'яних базальтах). У лавокластичних брекчіях Рафалівського рудного вузла поширена асоціація хлорит + стильбіт + анальцим ± вайракіт ± кальцит ± кварц ± самородна мідь. Співвідношення цеоліти/хлорит-смектитові агрегати зростає від центру до країв покривів.

Локальним чинником міденосності базальтового покриву є наявність у ньому повного ряду зазначених мінералогічних зон, а головне – стильбіт-морденіт-халцедонової зони, у фронтальній частині якої найчастіше фіксують самородно мідну мінералізацію.

Стосовно **морфотипів самородномідної мінералізації** зазначимо, що наявність у породах самородної міді певного морфотипу є важливою прямою пошуковою ознакою та критерієм імовірності бідних чи багатих руд.

Виділяють такі морфотипи самородної мінералізації:

Розсіяно-вкраплена і смугасто-вкраплена самородна мідь розвинута, переважно, в потужних базальтових покривах з чіткою вертикальною зональністю. Мідь локалізована у нижній частині потужних покривів флюїдально-смугастих слабко змінених фанеритових базальтів, де у вигляді смуг розсіяна в основній масі порід. Розсіяно-вкраплена мідь поширена також серед специфічних "зелених" туфів. У зруденінні такого типу зафіксовано порівняно низькі коефіцієнти варіації важливих параметрів рудоносності – вмісту міді та потужності рудних інтервалів. Концентрації розсіяно-вкрапленої міді в базальтах і туфах рідко перевищують 0,3 %.

Прожилково-вкраплена самородна мідь розвинута в ареалах тріщинуватості й прожилкової гідротермальної мінералізації базальтів і туфів. Породи подекуди перетворені у щебеневі та жорств'яні тектонічні брекчії з гідротермальним цементом; можливо, вони є елементами штокверкових полів. Мідь у них наявна переважно в прожилках з кварц-халцедоновою, цеолітовою і хлорит-смектитовою мінералізацією, де утворює вкраплення, неправильної форми виділення, примазки та плоскі дендритоподібні агрегати. Концентрація міді в базальтах з прожилковою мінералізацією вкрай нерівномірна і збільшується в тих місцях, де прожилкововкраплена мідна мінералізація накладена на горизонти з розсіяно-вкрапленою міддю. З огляду на те, що самородномідна мінералізація описуваного типу в розрізі волинської серії виявлена в кількох покривах базальтів на різних стратиграфічних рівнях, тут можна очікувати виявлення рудних стовпів.

Гніздово-вкраплена самородна мідь розвинута в плямисто змінених шоколадно-червоних вулканоміктових аргілітах, алевролітах і пісковиках з домішками вулканоміктового матеріалу в основі та у верхній частині волинської серії. Великі вкраплення міді трапляються і в плямах освітлення, які утворилися внаслідок відновлення окисного заліза під час гідротермальних змін порід. Наразі зазначена мінералізація вивчена слабко, тому однозначну оцінку її як критерію міденосності дати важко.

Жовново-самородкова мідь різко відрізняється від описаних вище морфотипів за більшими розмірами і масою виділень. Мідні самородки чітко локалізовані в розрізі волинської серії: їх виявлено в основі нижнього базальтового покриву ратнівської світи серед лавокластичних брекчій ділянки Іванчі. Мідні руди тут приурочені до малопотужного (0,1–0,2 м) горизонту лавокластичних брекчій, зцементованих переважно мінералами гідротермального похо-

дження. Самородна мідь разом із гідротермальними мінералами виповнює мигдалини в уламках базальтів, прожилки та гнізда, а також цементує уламки порід, утворюючи жовна-самородки різноманітної дендритоподібної форми розміром до 8–10 см. Маса деяких з них досягає 735 і 982 г (відповідно, Рафалівська і Мідська пошукові площі).

Жовново-самородкова мідна мінералізація в лавокластичних брекчіях надто нерівномірна. Вміст міді змінюється від фонового (0,04 %) до 5 %. Сьогодні цей морфотип репрезентує найбагатші мідні руди Волині, тому його трактують як критерій найпродуктивнішого зруденіння.

Кристалографічні форми самородної міді в трапах Волині, за результатами досліджень зафіксовано значне розмаїття ксеноморфних виділень самородної міді – пластинчасті, плівчасті, жилко-, дендрито-, грудко-, дрото-, губко-, краплиноподібні, що зумовлено особливостями середовища кристалізації. Ідіо- та геміідіоморфні виділення самородної міді представлені досконалими й недосконалими багатогранниками, дендритами і дендроїдами, на яких гоніометричними дослідженнями визначено шість габітусних типів форм кристалів.

Статистичні дані засвідчують, що найпоширеніші габітусні форми росту кристалів самородної міді – це ромбододекаедр і тетрагексаедр, а куб і октаедр частіше є другорядними. Кристали гідротермальної міді Волині росли кубічними шарами. Переважним способом росту була вільна кристалізація з домінуванням тангенціального механізму росту кристалів.

Серед багатогранників волинської міді трапляються прості і складні двійники кристалів, що свідчить про значне пересичення розчинів міддю. Хоча ці двійникові форми порівняно рідкісні (1–2 %), вони є показниками багатих руд, оскільки найчастіше містяться в рудних горизонтах з про-мисловими вмістами міді.

Головними кристалографічними критеріями самородно-мідного зруденіння можуть слугувати наявність у породах ідіоморфних виділень самородної міді, особливо ромбододекаедричних і тетрагексаедричних кристалів та наявність двійникових форм.

Мінерали-індикатори самородномідного зруденіння. Самородна мідь у трапах Волині асоціює з багатьма гідротермальними мінералами. Разом з ними вона виповнює мигдалини в базальтах, прожилки і гнізда, цементує уламки порід, розвивається у вигляді дендритів, примазок і пилуватих присипок по тріщинах у породах, за спайністю окремих мінералів та в проміжках між ними. Проте головними мінеральними індикаторами самородномідного зруденіння, крім виділень власне міді, слугують, кварцові і цеоліт-халцедонові агрегати, а також виділення споріднених з міддю інших самородних металів.

У кварці й халцедоні самородна мідь утворює пилоподібні включення, розвинута по тріщинах та в інтерстиціях між мінеральними індивідами, де разом з ними має ознаки взаємної корозії. В окремих зернах і виділеннях кварцу самородна мідь законсервована зонами регенерації кварцу. Кварцові й халцедонові прожилки та мигдалини не тільки вміщують самородну мідь, але й контролюють поширення вкрапленої мідної мінералізації, яку часто простежено лише з одного боку від зазначених прожилків і мигдалин. На ділянках з прожилково-вкрапленою самородномідною мінералізацією базальтів вміст міді позитивно корелює з вмістом SiO_2.

Наведені дані однозначно свідчать про тісний парагенетичний зв’язок між утворенням мінералів групи кварцу і відкладанням самородної міді. Однак у трапах регіону халцедон і кварц є третіми за поширеністю гідротермальними мінералами (після хлоритів і цеолітів). Конкретні різновиди кварцу й халцедону, які можуть бути індикаторами мідного зруденіння, ще будуть визначені наступними дослідженнями.

Поширеність самородномідного зруденіння в трапах Волині можуть підтверджувати виділення в них інших самородних металів – заліза, срібла, золота, нікелю, які є ознакою відновних умов гідротермального мінералоутворення. Наявність цих металів як ізоморфних домішок

в самородній міді є доказом їхнього тісного генетичного зв'язку. З огляду на це, у разі достатньо високого вмісту зазначених металів у трапах регіону можливі комплексні руди.

За хімічним складом самородна мідь Волині порівняно чиста, проте, залежно від середовища росту, містить різну кількість ізоморфних домішок, серед яких переважають залізо і срібло.

Вищий вміст домішок Fe (до 3,54 %), і Ag (до 0,18 %) властивий міді бідних руд з розсіяно- та смугасто-вкрапленим морфотипом мінералізації, нижчий – міді порівняно багатих руд з прожилково-вкрапленим і самородковим типом мінералізації. Тому за особливостями хімічного складу виділень самородної міді можна передбачати поширення певних типів зруденіння.

Висновки. На сьогоднішній день Україна не має розвіданих запасів мідних руд, але перспективи виявлення їх є досить значними. Вони пов'язані з самородною мідною мінералізацією у траповій формації Волинського рудного району, де вже визначилися як найперспективніші Рафалівський та Гірникський рудні вузли.

Основними завданнями цього напряму є:

– проведення спеціалізованих на мідь геолого-прогнозних, геологорозвідувальних робіт з метою виділення перспективних ділянок надр (потенційних родовищ міді) на підставі картування вищенаведених пошукових критеріїв і ознак;

– концентрування геологорозвідувальних робіт на виділених потенційних родовищах Волинського міденосного району у траповій формації;

– проведення пошуково-оцінювальних робіт на Рафалівському і Гірникському рудних вузлах з підготовки перспективних рудопроявів (родовищ) до розвідки.

Література

1. *Мідь* Волині. Наукові праці Інституту фундаментальних досліджень / Відп. ред. В.О. Шумлянський. – К.: Знання України, 2002. – С. 112.

2. *Квасниця В.М.* Особливості самородної міді України / В.М. Квасниця, І.В. Квасниця // Мінерал : Наук. зб. – 2002. – № 52. – Вип. 1. – С. 55–60.

3. *Мельничук В.Г.* Гідротермальна мінералогічна зональність та метаморфізм у міденосних трапах нижнього венду Волино-Подільської плити // Мінерал. зб. – 2004. – № 54. – Вип. 2. – С. 131–142.

4. *Kewenan Copper* Deposits of Western Upper Michigan / Ed. by T.J. Bornhorst // Zuidebook series. Vol. 13. – P. 33–62.

УДК 553.62

ПРОБЛЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ В КАЛУСЬКОМУ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОМУ РАЙОНІ

Рудько Г.І., *д. геол.-мін. н, д. геогр. н., д. т. н., проф.*, ***Петришин В.Ю.***,
Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), geology1982@ukr.net

У даній роботі проведено аналіз екологічно небезпечних об'єктів Калуського гірничопромислового району, геологічної будови та гідрогеологічних умов залягання соленосних формацій Прикарпатського прогину. Показано основні характерні особливості мінерального складу та петрографічних характеристик покладів калійних солей. Запропоновані варіанти ліквідації Домбровського кар'єру ДП "Калійний завод". Стратегічні перспективи Передкарпаття пов'язані саме з відродженням калійного виробництва.
Один з ефективних засіб розв'язання екологічних проблем Калуша і Прикарпаття – це щоб запрацювала переробка розсолів Домбровського кар'єру, що збереже і родовище, і значні бюджетні кошти, що спрямовуються сьогодні на охорону довкілля, а також дасть країні цінні калійні добрива.

PROBLEMS OF ECOLOGICAL SITUATION STABILIZATION IN KALUSH MINING REGION

Rudko G.I., *Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Dr. Sci. (Geogr.), Dr. Sci. (Eng.), Prof.*, ***Petryshyn V.Yu.***,
State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), geology1982@ukr.net

The present paper analyzes ecologically hazardous objects of Kalush mining region with geological structure and hydrogeological conditions of salt formation occurrences within the Precarpathian foredeep. The basic characteristic features of mineral composition and petrographic characteristics of potassium salts were presented. Liquidation variants of Dombrovskyi quarry of State Enterprise "Potassium Plant" were proposed. Strategic perspectives of Carpathian region are connected with the renewal of potassium production.
One of the most effective means of solving environmental problems for Kalush and Carpathian regions – operation of brine processing in Dombrovskyi quarry. It will save the deposit and significant budget funds, allocated today for environmental protection and provide the country with valuable potassium fertilizers.

Вступ. Для нашої держави на поточному етапі розвитку та в її найближчому майбутньому значну і все зростаючу роль буде мати проблема закриття гірничих підприємств та трансформації техногенних ландшафтів в природний стан, з точки зору технічних, технологічних, економічних умов в контексті вирішення пріоритетних екологічних проблем. Значна кількість гірничопромислових комплексів або вже реалізувала свій економічно доцільний ресурсний резерв корисних копалин, або потребують нової методологічної основи з точки зору реалізації екологічної безпеки довкілля. Є необхідність визначення основних оптимізаційних заходів щодо керованого контролю станом довкілля після завершення гірничодобувної діяльності та ліквідації гірничопромислового комплексу. Головним і загальним недоліком існуючих досліджень є недостатня реалізація системного підходу в науковому вирішенні гірничо-екологічних завдань.

Гірничодобувні підприємства є природно-техногенними системами (ПТС), що формуються в зоні активної взаємодії техногенного об'єкта і геологічного середовища (ГС) та мають обмежений період функціонування. На сьогодні більшість ПТС соленосної провінцій Західного регіону України перебувають на стадіях ліквідації і постліквідації.

Розробка родовищ калійних солей у Передкарпатті традиційними методами за останні десятиріччя посилила процеси просідання земної поверхні, провалоутворення, ерозії, суфозії тощо. У зонах карстопровальної небезпеки опинилися території шахт, кар'єрів і значні за площею ділянки за їхніми межами, що створило реальну загрозу проживанню населення.

1. Мінерало-петрографічна характеристика покладів калійних солей. Насамперед необхідно підкреслити, що мінеральний склад та петрографічні особливості Прикарпатських покладів калійних солей є унікальними. Вони достатньо складні і багатоманітні, а пізнання закономірностей їх становлення має не лише теоретичне, але й надзвичайно важливе практичне значення.

Достатньо сказати, що коли в більшості калієносних товщ світу (які мають переважно хлоридну мінералізацію) є три-чотири соляні мінерали, то у прикарпатських галогенних товщах їх виявлено близько двадцяти. Факт наявності такої кількості мінералів є надзвичайно цікавим і важливим явищем. Це свідчить про достатньо складні обставини формування сучасного вигляду соленосних відкладів. Якщо характеризувати калієносні поклади Прикарпаття в цілому, то, необхідно відзначити, що головними продуктивними породоутворюючими мінералами є сульфати. Серед них переважаюча роль належить каїніту та лангбейніту. Значення кожного із них на різних ділянках поширення покладів є різним, але майже завжди у породі присутні у різних співвідношеннях обидва мінерали. Вони утворюють основні промислові типи руд, які навіть у межах одного покладу можуть неодноразово переходити один у інший. Найбільш поширеними є каїнітова, каїніт-лангбейнітова, лангбейніт-каїнітова, лангбейнітова руда. Прикарпатські поклади мають полімінеральний характер, тому у продуктивних породах у різних співвідношеннях до названих основних мінералів додаються кізерит, полігаліт, сильвін, пікромерит, карналіт, епсоміт, ангідрит, глазерит, леоніт, льовеїт.

2. Коротка характеристика сучасного стану Калуського гірничопромислового району. Гірничо-хімічне підприємство ДП "Калійний завод" ВАТ "Оріана" колишній Калуський хіміко-металургійний комбінат (КХМК) займав одне з ведучих місць з виробництва мінеральних калійних добрив, металевого магнію та інших цінних речовин.

Валова продукція підприємства в свій час складала більше 1 % ВВП України. В складі підприємства працювали підземні рудники (а пізніш і єдиний в світовій практиці кар’єр) з видобутку калійної руди, технологічний переробний комплекс з виробництва калійних добрив потужністю 2,5 млн т по руді, магнієвий завод з випуском до 18 тис. т магнію на рік.

Підприємство створено на базі калуської групи крупного Калуш-Голинського родовища калійних солей, розвідані запаси якого складають 442 млн т руди. Об’єкти підприємства розташовані на площі 1046,5 га (рис. 1, 2).

В останній час в структуру підприємства ДП "Калійний завод" входили наступні підрозділи і цехи:

– Домбровський кар’єр;
– рудник "Ново-Голинь";
– рудник "Пійло";
– технологічний переробний комплекс в складі 11 цехів;
– хвостове господарство в складі трьох хвостосховищ з шламонакопичувачами.

Працюючи за комбінованою галургійно-флотаційною схемою підприємство випускало якісне калійне добриво – калімагнезію.

На протязі кількох останніх років гірничо-видобувні підрозділи та переробний комплекс не працюють, а саме підприємство знаходиться на грані банкрутства.

На базі калійного заводу працює лише невеличке закрите акціонерне товариство "Магній", яке відійшло із складу заводу (виробництво "Магній" працює на привізній сировині – бішофіті). Таким чином, підприємство, як діюче виробництво практично вже знаходиться в стадії закриття.

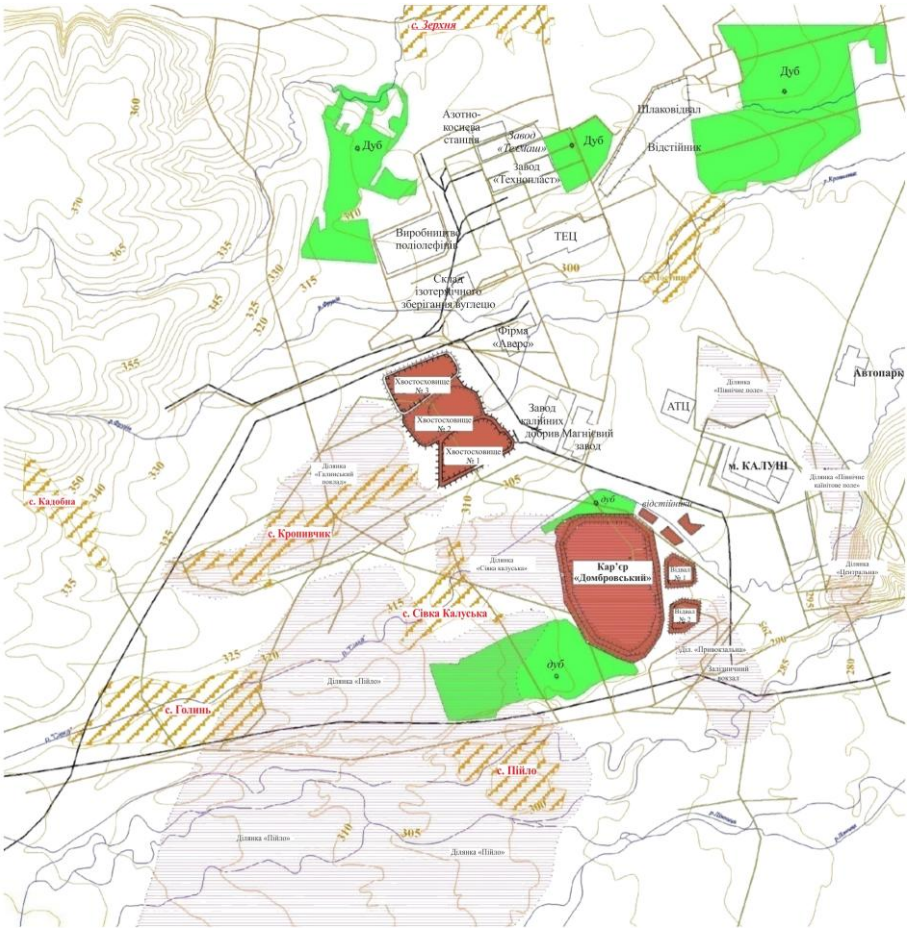


Рис. 1. Схема розташування об'єктів Калуського гірничопромислового району

Рис. 2. Загальний вигляд структури підприємства ДП "Калійний завод" на космознімку Google Earth

Розробка родовищ калійних солей вкрай негативно впливає на стан навколишнього природного середовища, а особливо при експлуатації Домбровського кар'єру, який немає аналогів в світовій практиці. Негативний вплив проявляється в особливості соленосних порід легко розчинятися у водному середовищі, що призводить до змін природного стану гірничих порід, ґрунтів, підземних і поверхневих вод і ін. В межах виробничої діяльності ДП "Калійний завод" виникли техногенно-екологічні процеси, а саме: просідання земної поверхні, утворення провальних воронок, зсувів, карстів, забруднення ґрунтів, поверхневих та підземних вод. На підприємстві склалася вкрай критична техногенно-екологічна ситуація, яка з кожним днем загострюється. У зв'язку з скрутним фінансово-економічним станом, відсутністю обігових коштів, завод неспроможний за власні кошти вирішувати існуючі екологічні проблеми, тому для їх вирішення необхідне бюджетне фінансування, як на обласному, так і державному рівнях.

3. Коротка характеристика екологічно небезпечних об'єктів. ***Домбровський кар'єр*** (рис. 3), розвіданий ще в 30-х роках минулого століття, – єдиний у світі гірничий об'єкт, де видобуток солі здійснювали відкритим способом, оскільки 100-метровий поклад цінних солей лежав буквально на поверхні. Експлуатували з 1967 р. Видобуто 33 млн т руди – менше половини розвіданих запасів. Займає площу 64 га. Об'єм виробленого простору – 52,5 млн м^3.

У січні 2008 року ДП "Калійний завод "Оріана" призупинив виробництво. Юридично він діє. Кар'єр потонув першим: воду, що просочувалася з-під землі в його гігантську вирву і потрапляла з атмосферними опадами, не було кому і чим відкачувати – насосну техніку знесструмили через борги за енергоносії.

Рис. 3. Загальний вигляд Домбровського кар'єру Калуш-Голинського родовища калійних солей

Домбровський кар'єр витягнутий з півдня на північ з розмірами в плані 1900 × 900 м. Абсолютні позначки поверхні коливаються від 298 до 305 м. Південна частина повністю відроблена в 1985 р. до позначки +173 м з площею по дну 8 тис. м^2 (90 × 110 м). Починаючи з 180 м форма по дну змінюється і вже на позначці 200 м кар'єр витягнутий в південно-західному напрямку з розмірами 160 × 460 м. Південна частина відділена від північної природною перемичкою з позначками гребеню 254–258 м. Площа кар'єру на рівні гребня перемички 460 тис. м^2, в тому числі: північна частина – 220 тис. м^2, південна частина – 240 тис. м^2. Борта кар'єру в межах південної частини значно крутіші, ніж в північній частині кар'єру.

Залишкові запаси складають 33,2 млн т руди, в тому числі: вище відмітки +235 м – 2,56 млн т і нижче позначки +235 м, які вимагають поглиблення кар'єру – 30,64 млн т.

Накопичення розсолів в кар'єрі унеможливлює проведення видобувних робіт. В кар'єрі, внаслідок розчинення атмосферними опадами соляних та соленосних порід, постійно проходить процес карстоутворення та утворюється до 1,3 млн м^3 розсолів на рік.

Роботи в кар'єрі велися за транспортною системою розробки з транспортуванням розкривних порід автосамоскидами у зовнішні та внутрішні відвали, руди – до цеху дроблення. Розпушення руди та скельних розкривних порід проводилось буро-вибуховим способом. Рихлі розкривні породи розроблялися чотирма уступами висотою до 10 м з організацією селективної виїмки: ґрунтово-рослинного шару, суглинків, галечників та гіпсово-глинистої "шляпи"; скельні розкривні породи та рудний поклад – уступами висотою до 15 м.

Зовнішні відвали. Характеристика відвалу № 1. Складування розкривних порід з Домбровського кар'єру у відвал № 1 розпочато у 1967 році. Екранування основи солевідвалу не здійснювалось.

З метою збору розсолів з відвалу, по периметру бортів влаштовано розсолозбірні канави з нахилом до розсолозбірників, з яких розсоли відкачувалися в акумулюючі ємкості. Кількість розсолів, які щорічно збиралися з відвалу № 1 становлять, в середньому, 370 тис. м^3 на рік.

Площа солевідвалу № 1 становить близько 50 га. Складування розкривних порід у відвал здійснювалося уступами висотою 14 м (в середньому) кожний, поки висота відвалу не досягла 50 м.

Проведеними НДІ "Галургія" дослідженнями встановлено, що розсоли в солевідвалі № 1 утворюються трьома шляхами:

– за рахунок розчинення легкорозчинних соленосних порід відвалу атмосферними опадами;

– за результатами змін температури та вологості повітря та конденсації атмосферної вологи;

– частина розсолів утворюється під силою гравітації та ваги шарів.

За даними останніх випробувань мінералізація цих розсолів змінюється від 260 до 400 г/л і більше.

Схили відвалу інтенсивно прорізаються потоками, які проникають вглиб тіла відвалу. Розсоли, що утворюються, на даний час не перехоплюються розсолозбірними канавами, оскільки вони сильно замулені.

На декількох ділянках борти нижньої площадки розмиті, високомінералізовані води розтікаються на прилеглу територію, просочуються у ґрунтові води та в р. Сівка.

Характеристика відвалу № 4. Складування порід у відвал № 4 розпочалося з середини 1979 року. Площа основи відвалу № 4 складає 39 га. Складування здійснювалося у два яруси висотою по 15 м. В середині дев'яностих років було виконано технічну рекультивацію відвалу на площі 33,5 га.

Технічна рекультивація полягала у перекритті тіла солевідвалу гравійно-галечниковими породами. Згідно проекту передбачалось виконання біологічної рекультивації.

Під дією атмосферних опадів соляні породи відвалу розчиняються, утворюючи розсоли. Для їх збору навколо відвалу були пройдені водовловлюючи канави, по яких мінералізовані води та розсоли спрямовувались у водозбірники та перекачувались в акумулюючи ємність № 1.

На даний час розсолозбірні канави замулені, перегороджені зсувами, насосні станції та розсолопровід розукомплектовані, не працюють. Розсоли вільно розтікаються по прилеглій території. В районі солевідвалів розвивається ареал засолення вод, що розширюється на південь в напрямку руху підземних вод.

З вищенаведеного можна зробити висновок, що в першу чергу необхідно створити умови для організованого збору та відведення стоку лотками за межі відвалів.

4. Вирішення проблем стабілізації екологічної ситуації в Калуському гірничопромисловому районі. З метою усунення негативних екологічних наслідків гірничо-видобувних робіт та попередження виникнення аварійних ситуацій передбачено наступні роботи:

– ліквідація і рекультивація зовнішніх відвалів № 1 і 4, ставків-відстійників, хвостосховищ № 1 і 2, шламонакопичувача на площі хвостосховища № 3;

– ліквідація Домбровського кар'єру, рудника "Пійло";

– завершення заповнення розсолами рудника "Ново-Голинь";

– передбачені витрати на суху закладку рудника "Голинь" та шахтного поля "Хотин" рудника "Калуш";

– витрати на ліквідацію стволів рудників "Ново-Голинь" і "Пійло";

– витрати на демонтаж обладнання, ліквідацію будівель і споруд рудників "Ново-Голинь" і "Пійло", Домбровського кар'єру, технологічного комплексу та рекультивацію поверхні;

– створення бази для моніторингових спостережень;

– витрати для проведення моніторингових спостережень;

– витрати на заходи з захисту населених пунктів від підтоплення території і забруднення ґрунтових вод;

– витрати на ліквідацію просідань поверхні в межах шахтних полів;

– витрати на ліквідацію карстових провалів;

– витрати на підтримання підприємства в період очікування та ліквідації.

Вид ліквідації підземних рудників та технологічного комплексу визначений попередніми дослідженнями та досвідом аналогічних підприємств, а також частково розробленою робочою документацією. Підземні рудники ліквідуються шляхом заповнення їх насиченими розсолами, стволи засипаються з влаштуванням бетонних перемичок. Будівлі та споруди технологічного комплексу, а також надшахтні будівлі, демонтуються. Відходи захороняються на зовнішніх (або внутрішніх) відвалах.

Найбільш невизначеною є ліквідація Домбровського кар'єру, південна частина якого заповнена розсолами. Питання з розсолами, що утворюються в кар'єрі (а також на хвостосховищах), найскладніше на ДП "Калійний завод". На даний час відсутня не лише технологія але і сам методичний підхід до їх використання, ліквідації чи утилізації.

Найбільш перспективним і реальним рахується випаровування розсолів, що одночасно дозволяє отримати товарну продукцію. Одночасно велике значення при виборі способу ліквідації кар'єру має поводження розсолів і прісних вод на їх контакті. При розробці вихідних даних були проведені дослідження, в результаті яких встановлена, практично, відсутність перемішування розсолів і прісної води при подачі останньої на поверхню розсолів. Таким чином, існує перспектива отримання в верхніх шарах водойми якісних не засолених вод. Для однозначного твердження даного факту необхідно провести цілий комплекс наукових досліджень.

В свою чергу спосіб ліквідації Домбровського кар'єру впливає на метод ліквідації відвалів, хвостосховищ і акумулюючих ємкостей.

Варіанти ліквідації Домбровського кар'єру ДП "Калійний завод":

– варіант 1 – заповнення залишкової ємкості кар'єру прісними водами з попереднім скидом всіх розсолів ДП "Калійний завод";

– варіант 2 – організація в Домбровському кар'єрі лікувально-рекреаційної зони;

– варіант 3 – заповнення кар'єру техногенними відходами ДП "Калійний завод";

– варіант 4 – залучення інвесторів для відновлення розробки Домбровського кар'єру.

Варіант 1. Заповнення залишкової ємкості кар'єру прісними водами з попереднім скидом всіх розсолів ДП "Калійний завод". В першому варіанті попередньо виконуються роботи з скиду розсолів із хвостосховища № 2, шламосховища і акумулюючих ємкостей в кар'єр. Для цього організовується система подачі розсолів, яка включає розсолопроводи та насосні станції.

Одночасно проводиться гірничотехнічна рекультивація хвостосховища № 2, акумулюючих ємкостей, шламонакопичувача та зовнішніх відвалів. В процесі її виконання на даних об'єктах утворюються розсоли, які передбачено також скидати в залишкову ємкість Домбровського кар'єру.

В період подачі розсолів в кар'єр четвертинні води із дренажної траншеї перекачуються в річку Сівка, а по завершенню – направляються в кар'єр по укладеному у в'їздній траншеї водопроводу.

Враховуючи, що на даній стадії вивчення не можливо гарантувати необхідну якість води в верхній частині залишкової ємкості кар'єру, передбачається ізоляція накопичених в залишковій ємкості кар'єру вод від четвертинних вод галечникового горизонту шляхом заповнення дренажної траншеї породами гіпсо-глинистої шляпи. А також на промплощадці влаштовується випарна установка продуктивністю 1 млн м^3. В процесі заповнення кар'єру розсолами і водою проводиться постійний контроль якості води. При заповненні кар'єру до проектної позначки 296 м і перевищенні мінералізації води відносно стандартів проводиться випаровування розсолів. При цьому відкачка розсолів проводиться з глибини 30–50 м, для чого передбачений спеціальний колектор. Річні об'єми випаровування розсолів рівні річному об'єму опадів.

В процесі випаровування розсолів і поступлення взамін них атмосферних опадів буде проходити процес покращення якості води. При доведенні якості води у верхніх шарах водойми до нормативних показників, можливе їх скидання в річкову мережу. Таким чином, об'єми і необхідність виконання робіт з випарки розсолів будуть визначатись якістю води у верхніх шарах водойми.

До першочергових робіт віднесено також завершення заповнення рудника "Ново-Голинь" розсолами.

Крім вищенаведених, передбачені також роботи із:

– створення установки та системи свердловин з заповнення пустот на руднику "Голинь" та шахтному полі "Хотинь" рудника "Калуш";

– витрати на заповнення пустот рудника "Голинь" та шахтного поля "Хотинь" рудника "Калуш";

– ліквідації всіх надшахтних будівель, споруд та стволів;

– ліквідації будівель і споруд на всіх майданчиках видобувного та технологічного комплексів;

– рекультивації очищених майданчиків;

– створення системи моніторингу;

– витрати на проведення моніторингових спостережень;

– витрати на ліквідацію просідань поверхні та карстових провалів;

– витрати на утримання підприємства в період виконання робіт;

– витрати пов'язані з соціальним захистом населення.

Варіант 2. Організація в Домбровському кар'єрі лікувально-рекреаційної зони. Для організації в залишковій ємкості Домбровського кар'єру чистого озера необхідно утилізувати всі наявні розсоли та провести екранізацію всіх соленосних порід та забруднених солями ґрунтів і об'єктів.

Варіантом 2 передбачається попередня повна утилізація розсолів випереджуючими темпами по відношенню з поступленням. Передбачено будівництво випарної установки. Взамін випаровування можливий варіант перевезення розсолів для заповнення рудника № 2 Стебницького ДГХП "Полімінерал" або їх комбінація. В період виконання робіт з гірничотехнічної рекультивації на всіх об'єктах може утворитися додатково до 11,6 млн м^3 розсолів. Їх об'єм можна зменшити до 6 млн м^3 при постійній організації відводу поверхневих вод з рекультивованих ділянок.

Одночасно з утилізацією розсолів проводяться роботи з укріплення північного борту кар'єру та екранування виходів соленосних порід.

Основні відмінності варіанту 2 від варіанту 1 полягають в наступному:

– будівництво в першу чергу випарної установки та випаровування всіх наявних розсолів і тих, що утворюються в процесі проведення робіт з рекультивації;

– екранування солевміщуючих порід в бортах Домбровського кар'єру;

– враховуючи затоплення кар'єру тільки чистими водами, не передбачено ізоляцію кар'єрної ємності від четвертинного водоносного горизонту шляхом екранування виходу галечників в дренажній траншеї.

На випарні установки поступить 6,6 млн м^3 вже накопичених розсолів (при врахуванні закачування 3,0 млн м^3 розсолів в рудник "Ново-Голинь") та 6,0 млн м^3 новоутворених розсолів. В період випарювання висококонцентрованих вже накопичених розсолів будуть отримувати товарну продукцію, яка дозволить окупити експлуатаційні витрати. При роботі на новоутворених малонасичених розсолах експлуатація випарної установки буде збитковою. Враховуючи вищенаведене, передбачено кошти на дані витрати.

Комплекс робіт з рекультивації хвостосховищ, шламонакопичувача, акумулюючих ємкостей, ліквідації підземних рудників, технологічного комплексу, моніторингових спостережень, ліквідації негативних екологічних наслідків попередньої діяльності, підтримання підприємства в період очікування та ліквідації, пов'язаних з соціальним захистом працівників аналогічні відповідним роботам варіанту 1.

Варіант 3. Заповнення Домбровського кар'єру техногенними відходами ДП "Калійний завод". З метою попередження будь-якого впливу на природне середовище хвостосховищ, акумулюючих ємкостей та зовнішніх відвалів солевміщуючих порід розглянуто варіант переміщення порід даних об'єктів в кар'єрну виїмку.

Роботи розпочинаються із будівництва випарної установки та випарювання розсолів. Об'єм розсолів, що поступить на випарну установку, складає 35,6 млн м^3.

Враховуючи, що випаровування 6,0 млн м^3 розсолів буде рентабельним, кошторисом передбачені витрати лише на випаровування 29,6 млн м^3 новоутворюваних розсолів.

На звільнених площах з під акумулюючих ємкостей, хвостосховищ, зовнішніх відвалів і на відновленій території кар'єру з метою зменшення та попередження засолення передбачено провести гірничотехнічну рекультивацію в об'ємі 3,0 млн м^3. Рекультивація території хвостосховищ № 2 і 3 в об'ємі 1,0 млн м^3 виконується за рахунок суглинків дамб хвостосховища № 3, на решті об'єктів використовується суглинок з непорушеної площі Домбровського кар'єру.

Комплекс робіт з ліквідації підземних рудників, технологічного комплексу, моніторингових спостережень, ліквідації негативних екологічних наслідків попередньої діяльності, підтримання підприємства в період очікування та ліквідації, пов'язаних з соціальним захистом працівників аналогічні відповідним роботам варіантів 1, 2.

Варіант 4. Залучення інвесторів для відновлення розробки Домбровського кар'єру. В 2013 р. відбулась зустріч директора з розвитку у країнах СНД італійської компа-

нії "VOMM" Рікардо Переса Джіла з головою Калуської райдержадміністрації Васимем Петрівом та представниками Івано-Франківської обласної адміністрації.

Італійські інвестори проявили бажання вирішити екологічну проблему Калуського гірничопромислового кар'єру, а саме:

– запобігти потрапляння води в кар'єр;
– осушення кар'єру;
– відновлення переробки розсолів і отримання технічної та калійної солі;
– створення штучного озера з туристичним і лікувальним потенціалом.

Для початку робіт інвестори просять допомоги з підведенням комунікаційних мереж та підготовкою виробничих приміщень.

Тому для початку і пришвидшення робіт та пошуку нових інвесторів повинне бути сприяння Кабінету міністрів України та Верховної ради України.

Висновки. Аналізуючи загалом систему розробки Домбровського родовища бачимо, що було отримано надзвичайно багато цінного досвіду і одночасно зроблено достатньо значні прорахунки. Найголовніший позитивний досвід – це те, що розробка покладів калійних солей відкритим способом є можливою і при грамотній організації процесу надзвичайно ефективною. Очевидно, що соленосні відклади у вологому середовищі розчиняються, тому основне завдання – максимально можливе перехоплення і відведення прісної води з поверхні кар'єру за його межі. Друге важливе завдання – недопущення інтенсивного притоку до видобувної дільниці ґрунтових вод і гравійно-галькового горизонту. Третє завдання – вчасне перешкоджання інтенсивному розвитку карстових процесів. Цілком уникнути згаданих вище явищ неможливо, проте при незначному поступленні вод ці процеси не мають критичного значення, що дозволяє успішно здійснювати експлуатацію покладів.

Парагенезис полімінеральних солей є надзвичайно розчинною субстанцією. Концентрація розчину може перевищувати 400 г/л. По-друге, вміщуючою породою для калійного пласта є глиниста кам'яна сіль та соленосна брекчія, основним компонентом яких є галіт. Розчинність галіту в 1 л дистильованої води при 10 °С становить 357,2 г/л.

Звичайно, при повному затопленні кар'єру в товщі розчинів відбуватиметься стратифікація за густиною, і концентрація солей у верхньому шарі буде далекою від насичення, однак, без сумніву, вода не буде прісною. В умовах, коли прилегла до кар'єру територія протягом тривалого часу зазнає засолонення, додаткове поступлення вод, навіть із мінералізацією в 1 г/л, є неприпустимим. Тому очевидно, що створювати таке потужне джерело постачання засолонених вод у довкілля не можна. Крім власне засолонення водоносного горизонту і непридатності його для водопостачання, підвищення мінералізації ґрунтових вод призводить ще й до таких негативних явищ, як посилення корозії металевих та бетонних конструкцій. Очевидно, що активізація корозійних процесів несе значні збитки, тим більше коли в зону впливу агресивних розчинів потрапляють магістральні газопроводи та кабелі зв'язку. За даними досліджень агресивними до бетону є ті води, у яких концентрація іону SO_4^{-2} перевищує 0,800 г/л. В зоні впливу досліджуваних об'єктів концентрація даного іону уже дуже часто є значно вищою.

На даний час кар'єр, будучи найбільшою депресією збирає високомінералізовні розчини, що витікають із інших об'єктів (хвостосховища № 1, відвалів № 1 та № 4, акумулюючих ємностей). Після його затоплення і часткового відновлення режиму природного стоку ці мінералізовані розчини рухатимуться в напрямку місцевих природних дрен та регіонального нахилу підошви водоносного горизонту, тобто в бік русла р. Лімниця, вздовж русла р. Сівки, та в напрямку міста Калуш.

Ще один дуже важливий фактор, якому поки що не надавали потрібної уваги, це те, що у різні місця Домбровського кар'єру (переважно у південну частину) впродовж тривалого часу завезено великі кількості відходів хімічних виробництв. Серед них була значна кількість високотоксичних і канцерогенних.

У певний період експлуатації Домбровського кар'єру тут здійснювалося організоване складування поліетиленполіамінів. Відомо, що подібні речовини навіть у мізерних кількостях надзвичайно згубно впливають на живі організми, у тім числі на здоров'я людей. Про те, що такий шкідливий вплив відбувається, свідчить медична статистика по Калуському промисловому вузлу. При проведенні робіт із вивчення впливу промислових підприємств Прикарпаття на навколишнє середовище, зверталась увага на неприпустимість складування подібних відходів на денній поверхні, пропонувалися шляхи вирішення даної проблеми. Зокрема було запропоновано для захоронення особливо небезпечних відходів хімічних виробництв, виділити ділянки серед площі залягання соленосних формацій із сприятливим з точки зору надійності збереження за тектонічними, літологічними і гідрогеологічними умовами. Приклади такого надійного захоронення небезпечних відходів як у спеціально побудованих в солях сховищах, так і з використанням відпрацьованих підземних порожнин відомі із світового досвіду. Однак висловлені свого часу рекомендації не були реалізовані. Необхідно наголосити, що протягом тривалого часу діяльності хімічних виробництв спочатку в/о "Хлорвініл", пізніше ВАТ "Оріана" не мали могильників для захоронення шкідливих відходів. Єдиним, та й то негативним прикладом створення спеціального полігону для складування гексахлорбензолу.

Таким чином, зважаючи на те, що Україна щороку витрачає 250 млн дол. США доларів на закупівлю калійних добрив. Вони гіршої якості, бо містять небезпечний хлор. Україна сповна забезпечена сировиною, яка дає змогу отримувати їхні сульфатні (безхлорні) форми.

Стратегічні перспективи Передкарпаття пов'язані саме з відродженням калійного виробництва.

Найефективніший засіб розв'язання екологічних проблем Калуша і Прикарпаття – це обов'язково повинна запрацювати переробка розсолів Домбровського кар'єру, що збереже і родовище, і значні бюджетні кошти, що спрямовуються сьогодні на охорону довкілля, а також дасть країні цінні калійні добрива.

Література

1. "*Класифікація* запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр", затверджена Постановою КМУ № 432 від 05.05.1997.

2. *Квальвассер И.А.* Подсчет запасов калийных солей участка Сивка Калушская Калуш-Голынского месторождения. Калуш, 1955.

3. *Міщенко О.П.* Звіт про геологічне вивчення надр. Аналіз співставлення даних розвідки та розробки Калуського родовища калійних солей Івано-Франківської обл. Львів, 2006.

4. *Рудько Г.И.* Отчет по региональному стационарному изучению современных экзогенных процессов на территории Ивано-Франковской, Черновицкой, Тернопольской и Львовской областей Украины за 1991–1993 гг.

5. *Рудько Г.І., Шкіца Л.Є.* Екологічна безпека та раціональне природокористування в межах гірничопромислових і нафтогазових комплексів (наукові і методологічні основи). – ЗАТ "НІЧЛАВА", 2001. – 528 с.

6. *Рудько Г.І.* Техногенно-екологічна безпека геологічного середовища (наукові та методичні основи). – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2001. – 359 с.

7. *Телегин В.П.* Пересчет запасов калийных солей Калуш-Голынского месторождения на 1.01.1979 г. для обоснования кондиций. – Киев, 1979.

УДК 546.281 261:658.567.1:622.7

ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО РОДОВИЩА ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА КАРБІДУ КРЕМНІЮ З МЕТОЮ ВИЛУЧЕННЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО SiC І ГРАФІТУ

***Дерев'янко І.В.**, к. т. н., доц., **Жаданос О.В.**, к. т. н., доц.,*
Національна металургійна академія України (м. Дніпропетровськ), ihorsic@meta.ua

Виконані дослідження матеріалів техногенного родовища з використанням петрографії, магнітного збагачення, електросепарації і флотації, результати яких стали передумовою розробки технології збагачення відвальних продуктів електротермічного виробництва карбіду кремнію.

ESTIMATION OF TECHNOGENIC DEPOSIT OF SILICON CARBIDE ELECTROTHERMAL PRODUCTION IN ORDER TO OBTAIN METALLURGICAL SiC AND GRAPHITE

***Derevianko I.V.**, Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof., **Zhadanos A.V.**, Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof.,*
National Metallurgical Academy of Ukraine (Dnipropetrovsk), ihorsic@meta.ua

The materials of technogenic deposit have been investigated by means of petrography, magnetic enrichment, electrical separation and flotation. These results became a precondition to develop the enrichment technology of dump waste products after silicon carbide electrothermal production.

У зв'язку з зональним розподілом температури в товщі шихти електропечі опору Ачесона [1], поряд з товарним продуктом – карбідом кремнію гексагональної модифікації (α-SiC), утворюються зворотні матеріали, що містять β-SiC кубічної модифікації (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічний склад матеріалу промислових відвалів

Вміст компонентів, %						
SiC	C	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	леткі
12,4	25,0	52,8	1,5	2,4	1,0	4,5

В зонах високих температур відновлюються елементи домішкових оксидів (CaO, Al_2O_3, Fe_2O_3,), які у вигляді субз'єднань і парів металів переміщуються та конденсуются в зонах з нижчими температурами [2]. При накопиченні в зворотній шихті шкідливих домішкових оксидів ($CaO + Al_2O_3 + Fe_2O_3 \geq 2$ %) частина її періодично виводиться з процесу та представляє собою відвальний техногенний матеріал, з яким втрачаються корисні матеріали SiC та графіт.

Техногенне родовище абразивного виробництва розташоване на східній околиці м. Запоріжжя в районі станції "Ростуща" Придніпровської залізниці. Оціночні обсяги відвалів цеху виробництва карбіду кремнію становлять близько 50 000 т.

Проведений комплекс експериментальних досліджень мінеральної структури складових техногенного родовища із застосуванням петрографії, магнітного збагачення, електросепарації і флотації, стали передумовою розробки технології збагачення матеріалів електротермічного виробництва карбіду кремнію.

Таблиця 2

Фізичні властивості і гранулометричний склад матеріалу промислових відвалів

Волога, %	Насипна щільність, кг/м^3	Питома вага, кг/м^3	Питома поверхня, м^2/кг	Гранулометричний склад				
				+ 1,0	–1,0 +0,63	–0,63 +0,1	–0,1 +0,05	–0,5
10,0	1100	2630	110,4	29,0	14,8	51,0	3,1	2,1

Петрографічні дослідження показали, що техногенний матеріал представлений в основному чотирма групами мінеральних складових: кварцом з ознаками графіту; кварцом, спеченого з графітом і карбідом кремнію; зростками карбіду кремнію і графіту з фазою чистого карбіду кремнію.

Для визначення розподілу мінеральних утворень по фракціям проведено розсів проби на вузькі класи. Дослідження показали, що 91,7 % SiC і графіту сконцентровано в фракціях: –3 + + 1 (14,37 %); –1 + 0,63 (19,44 %); –0,63 + 0,5 (15,88 %) і –0,5 + 0,25 (22,91 %), якими представлено 72,6 % матеріалу. При цьому кількість зростків карбіду кремнію і графіту в фракції –3 + 1 становить 89 %, в фракції –1 + 0,63 – 80 %; –0,63 + 0,5 – 53 %; –0,5 + 0,25 – 65 %.

Досліджуваний матеріал піддавався збагаченню різними способами, що ґрунтуються на різниці фізичних властивостей мінералів (табл. 3).

Таблиця 3

Фізичні властивості мінералів містяться в техногенному матеріалі [3]

Мінерал	Щільність, кг/м^3	Магнітна сприйнятливість, χ, м^3/кг	Питомий електроопір, Ом$^{-1}$ м$^{-1}$
SiC	3100–3215	$-0{,}32 \cdot 10^{-6}$	770
SiO_2	2500–2650	$-0{,}493 \cdot 10^{-9}$	10^{-13}
$C_{гр}$	2090–2250	$-0{,}86 \cdot 10^{-9}$	$5 \cdot 10^{5}$

Магнітне збагачення. Експерименти по магнітному збагаченню техногенного матеріалу проведені з використанням сухого вихідного матеріалу і сухого, але попередньо промитого. Магнітне збагачення проведено в одно- та двохстадійному режимах [4]. Параметри електромагнітного збагачення приведені в табл. 4.

Таблиця 4

Параметри електромагнітної сепарації техногенного матеріалу

№ проби	Фракції	Параметри електромагнітної сепарації I стадії	Параметри електромагнітної сепарації II стадії	Вихід концентрату, γ, %	Вихід напівпродукту, γ, %	Вихід хвостів, γ, %
1.	–0,63 + 0,25 промитий	I = 11,5A V = 33B	I = 7A V = 15B	57	10	33
2.	–0,63 + 0,25 не промитий	I = 20A V = 80B	I = 17A V = 60B	62	5	33
3.	–1 + 0,63 не промитий	I = 20A V = 80B	I = 17A V = 60B	70	9	21
4.	–0,7 + 0,315 промитий	I = 20A	–	30	–	70
5.	–0,7 + 0,315 не промитий	V = 75B	–	60	–	40

В пробах 1, 2, 3 і 5 кількість зростків, збагачених SiC (вихід більше 50 %) становить 23,0; 10; 17 і 20 % відповідно.

Досліджено мінералогічний склад продуктів електромагнітної сепарації – магнітної і немагнітної фракцій (табл. 5, 6).

Таблиця 5

Петрографічна характеристика і мінеральний склад магнітної фракції

№ проби	Фракції, мм	Вміст мінеральної фази, % мас.			
		SiO_2	SiC	зростки C + SiC + SiO_2	зростки багаті SiC
1*	–0,63 + 0,25	17	2	81	11
2	–0,63 + 0,25	13	1	86	18
3	–1 + 0,63	12	3	86	28
4	–0,7 + 0,315	19	2	79	25
5	–0,7 + 0,315	14	4	82	16

Таблиця 6

Петрографічна характеристика і мінеральний склад немагнітної фракції

№ проби	Фракції	Вміст мінеральних фаз, % мас.		
		SiO_2	SiC	C + SiC + SiO_2
1*	–0,63 + 0,25	68	7	25
2	–0,63 + 0,25	68	5	27
3	–1 + 0,63	72	4	24
4	–0,7 + 0,315	65	9	26
5	–0,7 + 0,315	64	5	31

Примітка. Номера проб (дослідів) відповідають номерам проб табл. 4.

Електросепарація. Електросепарація відмитого і висушеного техногенного матеріалу проведена в сепараторі при напрузі екрануючого електрода V = 27 кВ [4]. При цьому вихід фракції провідника склав 77 %; напівпровідника 21 % і непровідника 2 %. Мінералогічна характеристика продуктів розділення вихідного вторинного матеріалу, представлених провідниковою, напівпровідниковою і не провідникової фракцією, вміст мінеральних фаз у продуктах збагачення приведені в табл. 7.

Таблиця 7

Мінеральний склад продуктів збагачення техногенного матеріалу електросепарацією

Характеристика продуктів збагачення	Вміст мінеральних фаз, % мас.		
	SiO_2	Графіт з домішками SiC	Зростки та чисті кристали SiC
Фракція з провідниковими властивостями	35	61	4
Фракція з напівпровідниковими властивостями	67	23–25	8–10
Фракція з властивостями непровідника	14	45	41

Результати збагачення техногенного матеріалу електросепарацією, показали, що основна кількість представлена провідниковою фракцією (77 %) з вмістом чистого SiC 4 % і графіту з домішками SiC 61 %. Напівпровідникова фракція містить 67 % кремнезему і меншу кількість графіту з домішками (у вигляді зростків) карбіду кремнію. Фракція з непровідними властивостями представлена графітом з SiC (45 %), кварцом 14 % і зростками чистих кристалів SiC (41 %) при дуже низькому виході цієї фракції (4 %).

Флотація. Метою використання флотаційного збагачення було виділення графітної фракції, яка характеризується найбільшим ступенем гідрофобності [5]. Збагаченню піддавався матеріал фракції –0,63+0,4. Флотацію проводили в одну стадію без перечистки продукту, в якості флотореагенту застосовувався гас по ГОСТ 4753. Витрати реагенту склали 2,5 г/л при слаболужному середовищі pH 8,5 створеному рідким склом. Отриманий при флотації пінний продукт мав наступний хімічний склад, % мас.: $C_{гр.}$ – 77,5; Si_C – 3,1; SiO_2 – 18,5 який по вмісту графіту може відповідати якості графіту марки GL-2 Завалівського родовища (ГОСТ 5420 "Графіт ливарний скритокристалічний").

На підставі проведених досліджень розроблено технологічну схему збагачення карбідкремнійового матеріалу техногенного родовища що передбачає виділення корисних продуктів – фракції збагаченої карбідом кремнію і графітом і графітовмісної фракції з домішкою SiC і SiO_2 (18,5 %).

Розроблена схема включає попередню сушку техногенного матеріалу до вмісту вологи не більше 0,5 %, грохочення з виділенням багатої на SiC і C-фракції, що відразу надходить до збагаченого продукту, повітряну сепарацію, двох стадійну електричну сепарацію. Окремою ниткою виведено отримання вуглецевмісного продукту з дрібних фракцій методом флотації.

Враховуючи велику енергоємність технології одержання карбіду кремнію в електричних печах опору (8700–9000 кВт-г/т), великі запаси техногенного матеріалу, що містить 10–15 % SiC і до 30 % вуглецю, можна зробити висновок, що розроблена технологічна схема може бути рекомендована для дослідно-промислового відпрацювання та подальшого промислового впровадження. Крім економічного ефекту переробка відвалів дозволить знизити екологічне навантаження в промисловому регіоні.

Висновки

1. Виконані дослідження матеріалів техногенного родовища з використанням петрографії, магнітного збагачення, електросепарації і флотації, результати яких стали передумовою розробки технології збагачення відвальних продуктів електротермічного виробництва карбіду кремнію.

2. Враховуючи велику енергоємність технології одержання карбіду кремнію розроблена технологічна схема може бути рекомендована для дослідно-промислового відпрацювання та подальшого промислового впровадження. Крім економічного ефекту переробка відвалів дозволить знизити екологічне навантаження в промисловому регіоні.

Література

1. *Деревянко И.В., Жаданос А.В.* Математическое моделирование теплоэнергетических процессов производства карбида кремния в печи Ачесона // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2010. – № 5. – С. 29–32.

2. *Деревянко И.В.* Термокинетические характеристики получения металлургического карбида кремния из вторичных материалов // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2011. – № 4. – С. 36–38.

3. *Самсонов Г.В.* Тугоплавкие соединения. Справочник по свойствам и применению. – М.: Металлургиздат, 1963. – 227 с.

4. *Кармазин В.В., Кармазин В.И.* Магнитные и электрические методы обогащения. – М.: Недра, 1988. – 304 с.

5. *Глембоцкий В.А., Классен В.И.* Флотационные методы обогащения. – М.: Недра, 1981. – 232 с.

УДК 669.168:669.014.76

ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ В ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ ОЛИВИНОВО-ПИРОКСЕНОВЫХ СИЛИКАТАХ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

***Гасик М.И.**, д. т. н., проф., **Цветков И.В.**,*
Национальная металлургическая академия Украины (г. Днепропетровск), tehnosplavy@ua.fm

Изложены результаты анализа диаграмм плавкости магнезиальных оливиново- пироксеновых силикатных систем и термодинамического моделирования фазовых равновесий в тернарной системе MgO-SiO_2-FeO методом минимизации энергии Гиббса с использованием баз данных FToxid и DB09 программы Fact SAGE 6.2. Проанализированы составы природных и техногенных магнезиально-силикатных материалов и возможности использования их в металлургическом производстве.

PHASE EQUILIBRIA IN NATURAL AND TECHNOGENIC MAGNESIAN OLIVINE-PYROXENE SILICATES AND THEIR APPLICATION IN METALLURGICAL PRODUCTION

***Gasik M.I.**, Dr. Sci. (Eng.), Prof., **Tsvetkov I.V.**,*
National Metallurgical Academy of Ukraine (Dnepropetrovsk), tehnosplavy@ua.fm

The results of the analysis of the fusion diagrams magnesia of olivinovo-pyroxene silicate systems and thermodynamic modeling of phase equilibria in the ternary system MgO–SiO_2–FeO by Gibbs energy minimization using databases FToxid and DB09 Program Fact SAGE 6.2. The composition of natural and technogenic magnesium-silicate materials and the possibility of their use in the metallurgical industry were analyzed.

В последнее десятилетие научно-техническая литература пополнилась патентами, журнальными статьями, результатами фундаментальных и прикладных исследований в области изучения термодинамических свойств расплавов системы MgO–SiO_2 в рамках теории идеальных ассоциированных растворов, способов получения магнезиальносиликатных огнеупорных материалов и изделий. Причем повышенный интерес к изучению свойств магнезиальносиликатных расплавов и твердых MgO-содержащих материалов проявляются и в тех странах, которые располагают месторождениями магнезита ($MgCO_3$) и являются производителями обожженых магнезитовых порошков и периклазовых огнеупорных изделий. Среди обстоятельств, побуждающих к активному исследованию в странах-экспортерах свойств магнезиальносиликатных материалов, периклазовых изделий, обожженного порошка, является вовлечение в производство техногенных MgO-содержащих материалов. Имеется ряд патентов по производству форстеритовых огнеупоров с использованием в качестве исходного магнезиальносиликатного минерального сырья, *дунита* (46–50 % MgO, 40–43 % SiO_2, 4–7 % FeO).

В Украине сведения о разведанных месторождениях дунита и магнезита ограничены, возможным источником сырья для получения форстеритовых огнеупоров может служить талькомагнезит Правдинского месторождения, которое к сожалению не разрабатывается. В связи с этим потребность металлургической промышленности в форстеритовых огнеупорах покрывается импортными поставками. Вовлечение отечественного природного талькомагнезита и накопившихся техногенных магнезиальносиликатных материалов, в виде отвальных MgO–SiO_2 содержащих шлаков в производство огнеупоров является актуальным. Проведение комплексных исследований этих материалов методом термодинамического моделирования имеет существенное значение для вовлечение их в металлургическое производство [1].

При выплавке электростали в сверхмощных дуговых печах ДСП-190 с эркерным выпуском металла для засыпки канала сталевыпускного отверстия (эркера) применяются импортные огнеупорные зернистые материалы предпочтительно магнезиально-силикатных оливиново-пироксеновых составов.

Анализ литературных данных химических составов импортных засыпок подтверждает, что чаще других для засыпки сталевыпускного отверстия эркера электросталеплавильных печей применяют засыпки марок "OLIVINA FILL" (47,8 % – MgO, 42,0 % – SiO_2 и др.), "DALPOR QPFO" (60,57 % – MgO, 25,78 % – SiO_2, 1,88 % – Al_2O_3, 5,36 % – Fe_2O_3, 1,89 % CaO и др.). Минеральный состав этих засыпок в первом приближении можно оценить по данным анализа фазовых равновесий в бинарной $MgO–SiO_2$ и тернарной $MgO–SiO_2–FeO$ систем. Оксиды MgO и SiO_2 плавятся при температурах 2825 °С и 1728 °С соответственно, что существенно выше средней температуры сталеплавильных процессов, (1600 °С). В системе существуют два соединения ортосиликат (форстерит) $2MgO·SiO_2$ (56,52 % MgO и 43,48 % SiO_2) с температурой конгруэнтного плавления 1890 °С и метасиликат $MgO·SiO_2$ (39,39 % MgO и 60,61 % SiO_2) с температурой инконгруэнтного плавления 1557 °С.

Большинство информации при анализе литературных источников (статьи, рекламные описания), выявленной по составам засыпок эркера электросталеплавильных печей, относится, к сухим огнеупорным массам разных марок (табл. 1) [2].

Таблица 1

Химические составы магнезиально-силикатных материалов используемых для засыпки эркера [2]

Тип	Марка продукта	Массовая доля, %					
		MgO	Al_2O_3	Cr_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	CaO
$MgO–SiO_2–Fe_2O_3$	Стартовая смесь LEV 5	min 50	max 2	–	max 8	min 30	max 2
$MgO–SiO_2$	OLIVIA FILL	47,2				42,1	
$MgO–SiO_2–Fe_2O_3$	THERAMER FILL 226	48,3	0,5	–	7,4	42,4	
$MgO–SiO_2–$ (Fe_2O_3,Cr_2O_3)	OLIVIN	45–51	1,8–2	0,6	7–8	40–45	0,6
$MgO–SiO_2–Fe_2O_3$	DALPOR QPFO-40/GLC	60,75	1,88	–	5,36	25,78	1,89
$MgO–SiO_2–Fe_2O_3$	INTERFULL CR 33C	MgO и $MgO–SiO_2$ (периклаз и оливин)					
$MgO–SiO_2–Fe_2O_3$	SCHIEBERSAND CR 33C	MgO и $MgO–SiO_2$ (периклаз и оливин)					
$MgO–SiO_2–Fe_2O_3$	Смесь стартовая для электропечи "ССЭП-1"	46,0			11,0	35,0	1,0
$MgO–SiO_2–Fe_2O_3$	СС-46-Э	Основной составляющей (99–100%) является дунит					

С целью определения возможности использования природных и техногенных магнегиально-силикатных материалов в качестве огнеупорных засыпок канала эркера проведен анализ фазовых равновесий и плавкости оливиновых и пироксеновых составов в системе $MgO–SiO_2–FeO$.

Расчет равновесия минеральных фаз в системе соответствующей составу импортной засыпки эркера (масс %: MgO – 48,05; Al_2O_3 – 1,90; Fe_2O_3 – 8,01; SiO_2 – 42,04) выполнен по методу минимизации энергии Гиббса с использованием баз данных FToxid и DB09 программы FactSAGE 6.2. Исходные массовые доли оксидов приводили к равновесию при 1600 ° и затем повторяли то же до температуры 1000 °С с шагом 100 °. Для твердых фаз, имеющих несколько подрешеток, рассчитывали полый массовый состав (как нейтральных, так и ионных вкладов компонентов). Данные по результатам моделирования обобщены в табл. 2–5.

Следует, прежде всего, отметить, что в результате термодинамического моделирования в определенном температурном интервале установлено существование следующих минеральных фаз. Жидкая фаза (шлак) стабильна выше 1300 °С и занимает 18–33 % общей массы смеси. Шлак представлен главным образом системой Fe_2O_3–SiO_2–MgO. Ведущая твердая фаза при всех температурах – оливин (65–80 %), в основном состоящий из Mg_2SiO_4, $(Mg,Fe)_2SiO_4$. Шпинель стабильна при 1200–1400 °С и представлена в основном компонентами $MgFe_2O_4 \cdot Fe_3O_4$, $(Fe,Al)(Fe,Al)_2O_4$. Ортопироксен стабилен ниже 1300 °С и состоит из компонентов $Mg_2Si_2O_6$, $Mg(Fe^{3+})_2SiO_6$, $Mg(Fe^{3+})AlSiO_6$, $Mg(Fe^{3+})Si_2O_6 \cdot Mg_2(Fe^{3+})SiO_6$, $MgAlSi_2O_6 \cdot Mg_2AlSiO_6$. Корунд-фаза существующая в температурном диапазоне 1000–1100 °С в основном представлена Fe_2O_3 (97,7 %), содержание оксида алюминия менее 3 %.

Численные значения величин количества каждой фазы обобщены в табл. 2. Химический состав шлаковой фазы существующий в интервале 1400–1600 °С приведен в табл. 3. Из данных сосуществующих фаз до температуры 1400 °С представляет интерес изменение химсостава ортопироксена при температурах 1300–1400 °С.

Таблица 2

Фазовый (минеральный) состав магнезиально-силикатной засыпки

Фаза	Массовая доля минеральной фазы %, при соответствующей температуре °С						
	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
Газ	0,04	0,09	0,18	0,29	0,49	0,57	0,56
Шлак	0,00	0,00	0,00	0,00	18,02	23,38	32,18
Шпинель	0,00	0,00	4,77	3,79	1,83	0,00	0,00
Ортопироксен	25,57	25,34	25,48	23,39	0,00	0,00	0,00
Оливин	70,06	71,06	69,57	72,53	79,66	76,05	67,26
Корунд-фаза	4,33	3,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Таблица 3

Изменение химсостава шлаковой фазы в интервале температур 1400–1600 °С

Оксид	Массовая доля оксида %, при температуре °С		
	1400	1500	1600
Al_2O_3	9,93	8,13	5,90
SiO_2	47,85	43,59	42,92
FeO	5,83	7,41	7,33
Fe_2O_3	10,07	10,02	7,59
MgO	26,32	30,85	36,25

Таблица 4

Изменение состава фазы ортопироксена в интервале температур от 1400–1600 °С

Силикаты	Массовая доля компонента %, при температуре °С			
	1000	1100	1200	1300
$MgMgSi_2O_6$	42,9337	39,1245	48,0424	45,3947
$MgFe^{3+}Si_2O_6^{[+]}$	17,7054	18,2025	15,1008	14,0923
$MgMgFe^{3+}SiO_6^{[-]}$	8,1677	9,0027	7,7550	7,2229
$MgMgAlSiO_6^{[-]}$	13,2339	12,7565	11,2136	11,4813

Ведущими образованиями в данной области температур являются $MgMgSi_2O_6$ $MgFe^{3+}Si_2O_6^{[+]}$ $MgMgFe_3^{+}SiO_2^{[-]}$$MgMgAlSiO_6^{[-]}$. Ведущая фаза в данной системе оливин (65–80 %), состав которой (табл. 5) в результате изменения температуры фактически не претерпевает изменений.

Таблица 5

Изменение состава фазы оливина при повышении температуры от 1000–1600 °С

Состав	Массовая доля компонента в составе оливина %, при температуре °С						
	1600	1500	1400	1300	1200	1100	1000
$MgMgSiO_4$	90,690	89,561	90,489	93,843	96,319	98,036	99,141
$FeFeSiO_4$	0,194	0,249	0,208	0,086	0,031	0,009	0,002
$MgFeSiO_4$	2,964	3,388	3,167	2,118	1,310	0,725	0,330
$FeMgSiO_4$	6,152	6,802	6,137	3,952	2,340	1,230	0,528

В результате исследования установлено, что составы импортных засыпок, не смотря на наличие примесей, в основном представлены оливином и вероятно могут быть заменены отечественным сырьем сходного состава на основе природных и техногенных магнезитовых материалов оливиново-пироксенового состава. Таким образом, теоретически подтверждена возможность применения, после предварительной подготовки, таких материалов как магнезиально-силикатный шлак выплавки богатого ферроникеля и талькомагнезит Правдинского месторождения, как заменителя импортных засыпок в металлургическом производстве.

Литература

1. *Мінеральні* ресурси України та світу на 01.01.2006 / Ю.І. Третьяков, В.І. Мартинюк, А.Г. Суботін та ін. // Державне науково-виробниче підприємство "Геоінформ України". – Київ, 2007. – 560 с.

2. *Термодинамический* анализ процессов восстановления кремния из магнезиальносиликатного пироксенового расплава углеродом с получением форстеритового материала и ферросилиция / И.В. Цветков, М.М. Гасик, М.И. Гасик // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2013. – № 2. – С. 26–30.

УДК 551.4:504.05

ГЕОМОРФОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВИНИКНЕННЯ ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНИХ ПРОБЛЕМ, ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ ВИДОБУВАННЯМ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ

Рудько Г.І.[1], *д. геол.-мін. н., д. геогр. н., д. т. н., проф.,* ***Стецюк В.В.***[2], *д. геогр. н, проф.,*
1 – Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), rudko@dkz.gov;
2 – Київський національний університет імені Тараса Шевченка (м. Київ), geomorphology@ukr.net

Визначено основні види гірничодобувної діяльності, що мають значний вплив на зміни рельєфу поверхні та їх вплив на екологічний стан навколишнього середовища. Описано основні форми рельєфу, що утворюються внаслідок різних видів гірничодобувної діяльності.

GEOMORPHOLOGICAL ASSESSMENT OF ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL ISSUES RELATING TO THE EXTRACTION OF MINERAL RAW MATERIALS

Rudko G.I.[1], *Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Dr. Sci. (Geogr.), Dr. Sci. (Eng.), Prof.,*
Stetsiuk V.V.[2], *Dr. Sci. (Geogr.), Prof.,*
1 – State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), rudko@dkz.gov.ua;
2 – Taras Shevchenko National University of Kyiv (Kyiv), geomorphology@ukr.net

The main types of mining activities, which significantly change and affect surface topography along with ecological environment, were determined. The basic landforms that are formed due to various types of mining activities were described.

Вступ. Як відомо, концентрація на теренах України значного спектру мінерально-сировинних ресурсів і висока щільність населення зумовлюють необхідність регулярної оцінки змін навколишнього середовища держави, як у цілому, так і по окремих складових довкілля. Рельєф земної поверхні, геоморфологічні процеси та їх зміни під впливом різних видів господарської діяльності є об'єктом дослідження авторів.

Найбільш морфологічно виразним серед усіх є видобування корисних копалин. Цей вид господарської діяльності дуже поширений в Україні завдяки багатству й різноманітності її мінеральних ресурсів.

Актуальність питання. Гірничодобувна промисловість спричинює зміни рельєфу та перебіг сучасних геоморфологічних процесів такою мірою, що призводить до змін чи не усіх складових довкілля певного регіону. Істотних порушень природного режиму зазнають рельєф і морфогенез, режим поверхневого стоку, ґрунтовий і рослинний покрив, гірські породи, підземні води, мікрокліматичні показники. Через це екологічний стан більшості гірничодобувних регіонів України є критичним. Унаслідок закриття нерентабельних підприємств, шахт і розрізів постає низка екологічних проблем зі значною часткою еколого-геоморфологічних. Головними чинниками негативного впливу видобування мінеральної сировини є підтоплення поселень підземними водами, заболочування земель, забруднення шахтними водами водоносних горизонтів, сольове забруднення поверхневих та підземних вод, утворення підземних порожнин, просідання поверхні та ін.

За значенням у господарстві України та впливом наслідків гірничодобувних робіт на довкілля, гірнича промисловість розрізняється у таких аспектах:

1. видобування кам'яного вугілля глибокими шахтами (Донецький та Львівсько-Волинський басейни);

2. видобування бурого вугілля, рудних корисних копалин, будівельних матеріалів та інших копалин неглибокими шахтами, штольнями і кар'єрами;

3. видобування нафти й газу свердловинами;

4. видобування деяких копалин із дна морів та річок драгами та земснарядами.

Геоморфологічною основою виникнення еколого-географічних проблем, пов'язаних із видобуванням корисних копалин, є наступні положення.

1. Видобування корисних копалин, зазвичай, призводить до переміщення мас гірських порід з вмістом корисного компоненту від нижчих рівнів до вищих, створюючи тим самим, по-перше, нові, більш масштабні перевищення, а по-друге, перевищення, досі невластиві районам видобування. Відбувається активне (прямо здійснюване людиною) переміщення речовинних потоків у напрямку, зворотному до природного, тобто, від нижчих рівнів до вищих.

2. Утворені штучні базиси денудації (днища кар'єрів, забої шахт, підніжжя териконів та відвалів порід тощо) викликають активізацію природних процесів, невластивих зазначеним регіонам. Відбувається пасивне (опосередковано викликане діяльністю людини) переміщення речовинних мас в результаті геоморфологічних, інженерно-геологічних, фізико-географічних процесів. Ерозія поверхонь териконів та відвалів, перерозподіл тимчасового поверхневого стоку, розвантаження підземних вод і адекватне переміщення речовинних мас від вищих рівнів до нижчих сприяють утворенню нових акумулятивних форм і форм транзиту (наприклад, делювіальні шлейфи, міграція завислих часток і солей у поверхневі та підземні водойми тощо).

Найбільш значним за обсягом видом гірничої промисловості є видобування вугілля у глибоких шахтах, у процесі якого великі маси порід зі значних глибин переміщують на поверхню, натомість, залишаючи у надрах великі порожнини. У міру закриття шахт через вироблення пластів та з інших причин вироблені порожнини не завжди заповнюються породою і служать осередками притоку підземних вод, часто засолених, які, піднімаючись, досягають поверхні і розвантажуються у поверхневі водойми.

В Україні вугілля видобувається у трьох великих вугільних басейнах – Донецькому та Львівсько-Волинському (кам'яне вугілля), а також Дніпровському буровугільному басейні. На складний екологічний стан цих регіонів впливає те, що кожна третя шахта експлуатується понад 50 років, видобування проводиться із глибин від 0,3 до 1,5 км.

Прямими (інженерними) наслідками цього виду діяльності є створення рельєфу, невластивого природному середовищу – техногенного. Він являє собою скупчення на незначних територіях численних кар'єрів, відвалів розкривних порід. Деякі кар'єри з видобування залізних руд мають розміри у поперечнику – до 2–5 км, а глибину – до 0,5–0,7 км. Терикони щільно покривають земну поверхню у Донецькому та Львівсько-Волинському басейнах. Обидва види техногенних змін рельєфу земної поверхні не сприяють естетичному його сприйняттю, не кажучи вже про непрямі наслідки, які відбиваються на функціонуванні довкілля.

Усього на території Донбасу нині міститься 1257 териконів, загальним об'ємом 1 056 519,9 тис. м^3, які займають площу 5526,3 га [5]. Висота териконів складає 30–50 м, в окремих випадках 90–100 м, вони характеризуються крутими (30–45 °) схилами. Поверхня териконів, зазвичай, еродована неглибокими (до 0,4 м) радіальними вимоїнами. 30 % териконів перебуває у стані горіння. На нашу думку, експлуатація відвалів, особливо тліючих, призводить до техногенних катастроф, які мали місце на Донбасі, у тому числі з людськими жертвами.

Також, сильні дощі можуть спровокувати великі зсуви на крутих схилах териконів, як це сталося у 1966 році на териконі шахти ім. Дімітрова, і спричинило руйнування селища і загибель його мешканців (60 чол.).

У гірничодобувних регіонах спостерігаються інтенсивні процеси провалювання і просідання. Особливо багато лійок, котловин і колодязів у районах підземної розробки вапняків, доломітів та гіпсів. В результаті діяльності підземних вод посилюється вилуговування порід, що призводить до активізації карстових процесів.

Досить поширений антропогенний карст у районах підземних розробок кам'яної солі. При її видобуванні утворюються глибокі (до 100 м) і значні за простяганням (до 300 м, інколи й більші) порожнини, розділені між собою ціликами породи (Артемівське родовище). Над старими і нині діючими шахтами поширені котловини та мульди просідання, які є наслідками діяльності підземних вод у районах підземної розробки солей.

Значні за розміром гірничі виробки зумовлюють інтенсивний дренаж підземних вод, порушуючи їх природний режим і викликають процеси підтоплення прилеглих територій. Це призводить до зниження рівня підземних вод в одних ділянках і підвищення – в інших. В обох випадках відбувається значне порушення природного режиму підземних вод, що має негативні наслідки для довкілля.

Опосередкованими (еколого-географічними) наслідками видобування корисних копалин є просідання земної поверхні, на поверхні з′являються лійки просідання, де застоюються атмосферні опади і значно змінюється якість ґрунтів, висушування верхньої частини геологічного розрізу, що викликає зменшення родючості ґрунтів, змінюються фізичні та механічні властивості гірських порід, що є причиною деформацій підвалин та фундаментів інженерних споруд та ін.

Так, кам'яне вугілля на Донеччині видобувається упродовж двох століть. Лише на правобережжі р. Сіверський Донець у різні періоди діяло понад 300 шахт [4]. Якщо перші шахти мали невелику глибину, то тепер гірничі виробки сягають глибини близько 1500 м, площі шахтних полів охопили територію понад 8 тис. км^2 або 31 % від площі вугільного регіону. Видобування вугілля сприяло розвитку процесів підземної денудації, що, в свою чергу спричинило виникнення напруженого стану земної кори, зміну гідрологічного та гідрогеологічного режимів поверхневих та підземних вод. Порушення надр призводить до просідання земної поверхні, утворення депресійних лійок, активізації ерозійних процесів, зсувів, карсту, суфозії тощо. Розміщення соціальних і житлових об'єктів поблизу тліючих відвалів, яких налічується 570, є причиною захворюваності населення.

У Львівсько-Волинському басейні збудовано 22 шахти, з них 5 не працюють (закриті або закриваються). Хоча інтенсивність видобування зменшується, наслідки впливу цього виду діяльності зростають [3]. Крім безпосередньої трансформації рельєфу змінюється стан інших складових довкілля, особливо поверхневих та підземних вод. "Геотехногенний ланцюжок" змін складових довкілля для Львівсько-Волинського вугільного басейну є досить довгим і викликає необхідність їх постійного екологічного моніторингу.

Видобування бурого вугілля, рудних корисних копалин, будівельних матеріалів та інших копалин у неглибоких шахтах, штольнях і кар'єрах. Видобування корисних копалин відкритим способом неглибокими шахтами, штольнями та кар'єрами, суттєво змінює саме рельєф денної поверхні. У таких районах часто утворюються величезні кар'єри, виїмки і тераси, виникають великі внутрішні і зовнішні багатоярусні відвали гірських порід у вигляді пагорбів пасом і плато. Внутрішня частина кар'єрів майже завжди являє собою концентричні східчасті схили, на яких по поверхні терас відбувається рух транспортних засобів, що вивозять гірничу масу. Райони відкритих розробок характеризуються сильно пересіченим рельєфом, лінійно орієнтованими або хаотично розкиданими пасмами і конусоподібними пагорбами, які розділені зниженнями між пасмами. Відносна висота пагорбів і пасом змінюється від 3 до 20 м.

Поверхня пагорбів і пасом значно еродована. Біля підніжжя відвалів і кар′єрів поширені делювіальні шлейфи, у замкнутих пониженнях днищ та між пагорбами і пасмами зустрічаються озерця застійної води, у старих занедбаних кар'єрах унаслідок тривалого поверхневого стоку утворюється квазіозерний режим і відповідним чином формуються притаманні йому біоценози. У морфологічному відношенні кар'єри, зазвичай, характеризуються пласким або горбистим днищем, крутими, місцями урвистими, схилами, які ускладнені осипами, зсувними та обвальними відкладами.

Із провалами та просіданнями у районах неглибоких шахт часто пов'язані порушення та деформації житлових та громадських будівель, а також промислових споруд. З метою запобігання раптових провалів над підземними порожнинами здійснюються превентивні вибухи. Це призводить до утворення значних зон обвалювання із хаотичним рельєфом. Особливо поширені такі ділянки у межах Криворізького залізорудного басейну. Тут щороку видобувається 550 млн т гірничої маси (160 м^3/рік). Упродовж експлуатації родовищ видобуто близько 10 млрд т гірничої маси, у результаті чого утворилися кар'єрні та шахтні порожнини специфічної витягнутої форми із суцільною депресійною лійкою простяганням більш, ніж 40 км і у декілька кілометрів завширшки за глибини від 400 до 800–900 м, уздовж яких сконцентровані на вузькій смузі поверхні житлові масиви, підприємства, відвали пустих порід, ємності великих водосховищ із дамбами, а також 2 водосховища, які забезпечують річне споживання води близько 440 млн м^3.

Зміни рельєфу, геоморфологічних процесів та інших складових довкілля у районах гірничодобувної промисловості відбуваються різними темпами. Г. Денисик [2] зазначив, що у ранню, нестійку стадію розвитку гірничопромислові ландшафти активно взаємодіють із навколишнім середовищем. Вирішальне значення у таких "відносинах" мають мінеральна (зсуви, осипи, обвали, ерозія) та водна (заповнення водою кар'єрів як поверхневими водами, так і дренованими підземними, заболочування) міграції речовинних мас. Перетворення ландшафтів особливо виразне і стосується чималої кількості складових довкілля у межах схилів (активізовані процеси на схилах) та річкових заплав (зміни діяльності руслового потоку та режиму паводків). Так, у 1975 році у результаті розмиву, а у подальшому й обвалу свіжонасипаної частини захисної дамби Вітавського родовища гранітів у р. Південний Буг було винесено близько 1,5 млн т розкривних порід. Сформований ними острів (довжиною 26, шириною 8 м) поділив річище на два рукави. Продуктами ерозійного розмиву розкривних порід гранітних кар'єрів сіл Сабарів, Райгород, Губник, смт. Завалля, м. Первомайськ річище Південного Бугу перекрите навпіл. Те ж саме спостерігається на річках Рось, Горинь, Тетерів, Інгул, Інгулець. Змінюється конфігурація річищ, посилюється їхнє заболочування, обміління, інколи вони повністю зникають завдяки замулюванню джерел підземного живлення. У результаті такого перекриття розкривними породами протягом 7 км зникла р. Кам'янка поблизу Рудницького родовища вапняків у Вінницькій області.

У формуванні наслідків видобування корисних копалин з іншими складовими довкілля упродовж ранньої, нестійкої стадії розвитку помітну роль має водна міграція. Під час видобування корисних копалин загалом зачіпаються 3–5 водоносних горизонтів підземних вод. Депресійні лійки, які при цьому формуються, мають діаметр 8–12 км. Після припинення видобування гранітні кар'єри Побужжя за рік повністю заповнюються тріщинними та поверхневими водами. Навкруги водних комплексів піщаних і торфових кар'єрів у заплаві р. Вовк між смт. Деражня і с. Гайки та у заплаві р. Південний Буг між с. Олешин та смт. Чорний Острів спостерігається інтенсивне заболочування прилеглих територій.

У гірничопромислових регіонах України сформувався техногенний горбисто-пасмовий та котловинно-пасмовий рельєф, представлений териконами, пагорбами, пасмами, кар'єрами, виїмками, траншеями, а також мульдами просідання, лійками та провалами.

Кар'єри з видобування залізних, марганцевих та інших руд, а також будівельних матеріалів по-своєму обумовлюють зміни довкілля у районах, які прилягають до них. У міру формування відкритих розробок змінюються інші складові довкілля, оскільки новітній техногенний рельєф стає вирішальним чинником у формуванні біогеоценотичних процесів у гірничопромислових комплексах. Так, інтенсивність прояву зміни біогеоценозів значною мірою визначається особливостями еволюції техногенного рельєфу [1]. Така залежність від структурних частин кар'єрно-відвального комплексу, як найбільш поширеного на Поділлі, добре відображена у межах урочищ донно-котлованної і відвальної ділянок кам'янистого бедленду, найбільш динамічного типу місцевостей, майже без особливих відмінностей у гранітних та вапнякових варіантах. "Стінки" у межах донних ділянок – це поверхні, на яких активно відбуваються процеси денудації та транзиту мінеральних мас. Активність денудаційних процесів у межах різних варіантів кам'янистого бедленду залежить від глибини кар'єрів (*гранітні*: Гніванський, Райгородський, та інші – більш ніж 100 м; Сабарівський, Головчинецький та Стрижавський – близько 60 м; *вапнякові*: Нігисько-Вербецький, Гуменецький, як і *каолінові* (Глухівецький, Турбівський – більш ніж 50 м), крутизна схилів (в основному 30–70 °), літогенної основи (верхні частини "стінок" або відвалів). Днища кар'єрів є менш динамічними і служать місцевими базисами ерозії та акумуляції.

Наведений приклад красномовно свідчить про вирішальну роль рельєфу і новітніх геоморфологічних процесів у зміні біогеоценозів, характері поверхневого стоку, активізації розвантаження водоносних горизонтів, новому розподілі мікрокліматичних особливостей, що дозволяє розглядати відкриті розробки копалин як моделі для розуміння тривалої зміни складових довкілля під впливом швидких або тривалих змін рельєфу.

Проміжною ланкою між гірничодобувним використанням території і меліоративними заходами є торфорозробка. В Україні під торфорозробками зайнято 93 тис. га. Ними порушено понад 40 тис. га земель, і щорічний приріст складає 400–600 га [2]. Торфорозробки приурочені до заплав і низьких надзаплавних терас, а на Поліссі займають великі простори межиріч. Унаслідок видобування торфу можна розрізнити дві різновидності змін рельєфу та інших складових довкілля.

Траншейно-болотні пустирі – формуються при розробці торфових покладів машинно-формувальним способом, поширеним у 50–60 роках XX ст. У даний час так видобувається менше 20 % торфу. Під час видобування торфове болото порушується траншеями, які відразу заповнюються водою. Між ними залишаються невироблені ділянки (смуги) торфу зі значно зміненою поверхнею та біоценозами. Траншейно-болотні пустирі сформувалися переважно у заплавах річок Південний Буг (угору за течією від м. Хмельницького), Вовк (район м. Деражня), верхів'ях Західного Бугу, Ірпінь, частково Хомора, Вілія, Горині, а також у нижніх частинах приток Дніпра. Траншейно-болотні пустирі важко піддаються рекультивації і упродовж тривалого часу є покинутими землями. Часто такі землі заселюються водоплавним птаством, ондатрою і можуть стати основою для створення заказників.

Котлованно-торфові пустирі поширені повсюдно у північних районах лісостепу та на півдні Полісся, а також у деяких інших районах України. Більш ефективний фрезерний спосіб розробки торфовищ майже не залишає невідпрацьованих ділянок. Котлованно-торфові пустирі менш зволожені, площі відпрацьованих ділянок сягають 600–1400 га, їх поверхня слабкогорбиста, легше заростає піонерними рослинними асоціаціями. Легко піддаються ре-

культивації, особливо, якщо залишається невідпрацьованим деяка кількість торфу, часто використовуються як сільськогосподарські угіддя.

При видобуванні корисних копалин драгами утворюються *позитивні форми рельєфу*: відвали розкривання корисних компонентів (рудних тіл), греблі, вали, дамби, відвали промитих порід та *негативні*: дренажні котловани, канави відведення промислових вод, відстійники. Такі форми рельєфу, зазвичай, дуже стійкі, подібні до природних та досить довго зберігаються у природному краєвиді.

Таким чином, еколого-географічними наслідками функціонування гірничорудної промисловості є наслідки, які відображені ланцюжками послідовних перетворень довкілля, наприклад, такого типу (рис. 1).

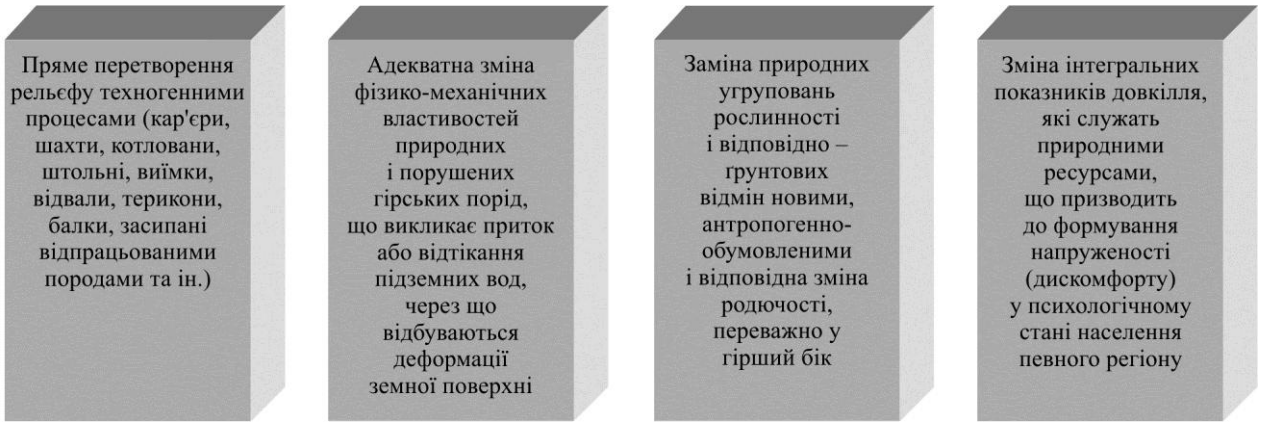


Рис. 1. Ймовірний ланцюжок перетворення довкілля наслідками гірничорудної промисловості

Література

1. *Гудзевич А.В.* Роль гірничопромислових ландшафтів Поділля у пізнанні динаміки і розвитку антропогенних комплексів // Збірник наукових праць "Антропогенні географія і ландшафтознавство у XX та XXI століттях". – Вінниця–Воронеж: Гіпаніс, – 2003. – С. 125–129.

2. *Денисик Г.І.* Лісополе України. – Вінниця: Тезис, 2001. – 284 с.

3. *Кирилюк Б.* Гірничопромислова діяльність як чинник сучасного морфогенезу західної частини Волинської височини. – Українське Полісся: вчора, сьогодні, завтра. – Луцьк: Надстир'я, – 1998. – С. 102.

4. *Кисельов Ю.* Еколого-геоморфологічний аналіз середньої частини басейну Сіверського Дінця: Автореферат дис. … канд. геогр. наук. – Луганськ, 2001.

5. *Панов Б.С., Проскурня Ю.А.* Техногенні катастрофи Донбасу. Регіон 2003: стратегія оптимального розвитку. – Харків, 2003.

УДК 551.3

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТЕРИТОРІЙ М. КИЄВА ТА СЕРЕДНЬОГО ПРИДНІПРОВ'Я У ЗВ'ЯЗКУ З РОЗВИТКОМ ЕКЗОГЕОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Рудько Г.І.[1], *д. геол.-мін. н., д. геог. н., д. т. н., проф.*, ***Бондар М.О.***[2], *асп.*,
1 – Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), office@dkz.gov.ua;
2 – Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління (м. Київ)

Досліджені закономірності розвитку зсувного процесу в межах м. Києва як чинника екологічної безпеки, зазначені заходи щодо запобігання розвитку зсувного процесу.

ENVIRONMENTAL SAFETY OF KYIV AND MIDDLE TRANS-DNIEPER TERRITORIES DUE TO HAZARDOUS EXOGEODYNAMIC PROCESSES DEVELOPMENT

Rudko G.I.[1], *Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Dr. Sci. (Geogr.), Dr. Sci. (Eng.), Prof.*, ***Bondar M.O.***[2], *Postgrad.*,
1 – State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), office@dkz.gov.ua;
2 – State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management (Kyiv)

Regularities of landslide processes within the city of Kyiv, as a factor of environmental safety, as well as measures of landslide processes prevention were investigated and analyzed.

Зростаюче техногенне навантаження на геологічне середовище та його компоненти в межах промислово-міських агломерацій зумовлює збільшення кількості ситуацій, коли техногенний чинник у межах системи "людина–геологічне середовище" стає домінуючим. При цьому, відбувається руйнація зв'язків, що забезпечують екологічну рівновагу в техноприродних геосистемах, погіршення екологічного стану, підсилення розвитку небезпечних геологічних процесів.

Концептуальні основи екологічної безпеки у зв'язку з розвитком небезпечних геологічних процесів викладені в роботах М.Ф. Реймерса, В.І. Данілова-Данільяна, К.Ф. Фролова, В.О. Бокова, А.О. Бикова, Р.М. Кларка, М.Н. Мойсеєва та інших вчених. В останній час поглиблюються та деталізуються знання з різних наукових напрямів: техніко-економічного (Б.М. Данилишин, О.М. Трофимчук, А.Г. Шапар, О.Є. Яковлєв, В.Р. Лозанський, І.А. Шеренков, А.В. Гриценко, І.П. Крайнов, В.М. Шестопалов, М.С. Мальваний, А.Б. Горстко, Г.І. Рудько, Е.Д. Кузьменко, С.А. Вижва та інші), природничого (Г.О. Білявський, І.Г. Черваньов, В.І. Осипов, О.Л. Рагозін, С.К. Шойгу, Є.С. Дзекцер, А.Б. Качинський, Є.О. Яковлєв, О.М. Адаменко, В.Я. Шевчук, В.М. Шестопалов, І.Р. Пригожин, В.А. Котляревський, А.В. Забегаєва, А.В. Лущик, Я.М. Семчук, Г.І. Рудько); екологічної безпеки держави (А.Б. Качинський, В.О. Косовцев та інші). Слід відмітити роботи В.М. Шмандія, І.Г. Черваньова, В.Ю. Некоса [1].

Удосконалення науково-методологічних основ інженерно-геологічних досліджень зсувного процесу є актуальним завданням для поліпшення екологічної безпеки територій промислово-міських агломерацій (далі – ПМА), сприятливих для розвитку зсувного процесу, в т.ч. з точки зору страхування ризиків при господарському освоєнні зсувонебезпечних територій.

Під впливом техногенної діяльності в межах ПМА, що проявляється у зміні напружено-деформованого стану гірських порід під час цивільного-промислового та дорожнього будівництва, розробці родовищ будівельної сировини, зміні режиму ґрунтових вод і т.п. значного поширення набуває розвиток зсувного процесу. Загалом формування зсувів спричиню-

ється здатністю ґрунтового комплексу порід до деформації під впливом природнього і техногенного навантаження.

Природніми чинниками, що сприяють розвитку зсувного процесу є сприятливі ландшафтно-геологічні, тектонічні, гідрогеологічні, гідрологічні, кліматичні умови і чинники.

На території Київської ПМА зсувні процеси розвиваються при сумісній дії багатьох природних і техногенних процесів.

Висока зсувонебезпечність схилів характерна для правобережжя р. Дніпро: здавна у Києві увага геологів і гідрогеологів приділяється схиловим процесам у долині р. Дніпро. На схилах розташовані історичні будівлі, будівлі державних установ, цивільні будівлі, інфраструктура міста. Схили поступово забудовуються, відбувається порушення гідрогеологічного балансу територій і інтенсифікується зсувний процес. Особливості екзогенних геологічних процесів у межах Київської ПМА тривалий час вивчаються ПДРГП "Північгеологія" (Нікіташ О.П., Приходько В.В. та ін.).

Територія м. Києва визначається впливом на динаміку зсувного процесу техногенної складової (навантаження схилів житловими і промисловими будівлями, штучне підрізання схилів, проведення протизсувних заходів та ін.).

Інженерно-геологічні дослідження охоплюють дві ключові зони розвитку процесу: 1) Придніпровська (правий корінний схил долини р. Дніпро, пригирлові ділянки ярів і балок, що прорізають цей схил); 2) Міська (схили долини р. Либідь та її балково-яружної мережі), де на площі 545,6 га розташовано 101 зсув і 6 древніх зсувних рельєфів.

У Придніпровській зсувній зоні виділяють п'ять опорних ділянок: 1) Подільський (39 зсувів); 2) Центральний (32); 3) Лаврський (3); 4) Залаврський (5 зсувів і 2 ділянки розвитку зсувного рельєфу); 5) Видубицький (12 зсувів і 4 ділянки розвитку зсувного рельєфу). Міська обвальна зона включає 2 зсуви Черепанових гір, 5 зсувів Батиєвої гори і 3 зсуви Совської балки.

Ураховуючи широкий розвиток зсувів у межах Київської ПМА актуальною є проблема інженерного захисту зсувонебезпечних територій. Стратегія народногосподарського освоєння зсувних територій полягає у виборі підходів щодо взаємодії інженерної споруди зі схилом, що запобігали б виникненню техногенно обумовлених зсувів. На ділянках, де зсуви можуть впливати на техногенний об'єкт, необхідно передбачати раціональний комплекс захисних заходів, що охарактеризовані нижче.

Превентивні заходи. У якості альтернативного може бути прийняте рішення про зміну місця будівництва житлових і лінійних інженерних споруд. У разі, коли перенесення наміченого або побудованого в зсувонебезпечному районі об'єкта є неможливим, розглядається варіант видалення нестійких мас ґрунту. Цей варіант вважається економічно вигідним при необхідності видалення невеликих об'ємів слабких ґрунтів, що залягають на незначній глибині (приклад – будівництво багатоповерхового об'єкту біля будівель МОЗ України і Маріїнського палацу).

Ослаблення зсувних сил. Оскільки стійкість укосів в ґрунтах залежить від умов рівноваги зсувних і утримуючих сил, проектування навантаження на схил слід виконувати у напрямі забезпечення належного запасу стійкості проти сил, що викликають зсув ґрунту. Зсувні зусилля мають переважно гравітаційний характер і залежать від маси ґрунту і води, яка в нім міститься. З усіх можливих заходів по зміцненню схилів з існуючими і можливими зсувами найбільш важливим є дренаж, що сприяє зменшенню маси нестійких порід, зміцненню ґрунтів, складових укосів. Приклад – дренаж схилу р. Дніпро в районі Лаврської зсувної ділянки.

Іншим способом послаблення зсувних сил є також часткове розвантаження тіла зсуву шляхом видалення з його верхньої частки достатньої кількості ґрунту (зменшення маси) і тим самим підвищення стійкості зсуву (приклад – Центральна зсувна ділянка).

Збільшення утримуючих сил. Третім основним напрямом стабілізації укосів в ґрунтах є збільшення утримуючих сил. Існують такі підходи до вирішення цієї задачі: а) балансування обвальної напруги силами, прикладеними зовні, або протидія ним; б) зміцнення ґрунтів.

Загалом способи збільшення утримуючих сил поділяться на дві групи: 1) докладання зовнішніх сил (контрфорси або утримуючі призми, палеві і анкерні пристрої); 2) зміцнення ґрунту.

Проектуючи контрфорси або утримуючі призми для забезпечення стійкості укосу, як правило, передбачають достатній об'єм насипних мас в підошві нестійкого масиву ґрунту, який може запобігти його подальшому переміщенню. Контрфорс проектується так, щоб збільшити утримуючі сили поблизу підошви укосу до таких, які б забезпечували відповідний коефіцієнт запасу стійкості. Приклад – Центральна зсувна ділянка.

Зміцнення ґрунту (підземний дренаж, хімічна обробка, електроосмос, термічна обробка і т. д.) способом хімічної обробки полягає в насиченні глинистих мінералів в зоні можливих зсувів концентрованим хімічним розчином. Склад розчинів залежить від мінералогічних особливостей глинистих частинок в ґрунті і гідрогеологічних умов обвального масиву. В результаті міцність ґрунту може збільшитися на 200–300 %. Електроосмос є одним із способів ефективного підвищення міцності ґрунту на зсув в натурних умовах. Він спричиняє міграцію парової води в ґрунті між встановленими в нім електродами. Втрата парової води призводить до консолідації ґрунту і, як наслідок, до підвищення його фільтраційних параметрів. Головна мета термічної обробки ґрунту дією високих температур – запобігання його зволоженості в укосах.

На практиці здебільшого одночасно застосовують декілька з перерахованих протизсувних заходів.

Загалом, аналіз методології інженерного захисту об'єктів від зсувів засвідчує, що розвиток і масштаби руйнівної дії від зсувів повинні прогнозуватись з відповідним запасом надійності до початку народногосподарського освоєння зсувних територій.

Висновки

Екологічна безпека правобережної частини м. Києва порушується розвитком зсувного процесу, зумовленим техногенним навантаженням на геологічне середовище.

Протизсувні заходи в межах правобережної частини м. Києва дозволяють запобігати сповзанню схилів, у той же час такі особливості розвитку зсувних процесів як спрямованість, безповоротність, дискретність потребують проведення ретельних спостережень за зсувонебезпечними схилами під час інженерно-геологічного моніторингу зсувонебезпечних територій.

Література

1. *Рудько Г.І., Гошовський В.С.* Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові та методичні основи). – К.: ЗАТ "Нічлава", 2006. – 463 с.

2. *Инженерная* геодинамика Украины и Молдовы (оползневые геосистемы): в 2 т./под ред. Г.И. Рудько, В.А. Осиюка. – Черновцы: Букрек, 2012. – Т. 1. – 592 с.

СЕКЦІЯ 4

ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА УКРАЇНИ: ПЕРСПЕКТИВИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ШЛЯХ ДО ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ

УДК 622.324:553.983

СЛАНЦЕВИЙ ГАЗ ТА ІНШІ НЕТРАДИЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА ВУГЛЕВОДНІВ УКРАЇНИ: СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУТКУ

Михайлов В.А.[1], *д. геол. н., проф.*, ***Вижва С.А.***[1], *д. геол. н., проф.*, ***Чепіль П.М.***[2], *к. геол.-мін. н.,*
1 – Навчально-науковий інститут "Інститут геології"
Київського національного університету імені Тараса Шевченка (м. Київ);
2 – НАК "Нафтогаз України" (м. Київ)

Викладено результати аналізу стану пошуків, розвідки та видобутку нетрадиційних типів вуглеводнів – сланцевого газу, щільного газу, метану вугільних родовищ, сланцевої нафти, газогідратів, вуглеводнів імпактних структур в Україні. На основі аналізу численного матеріалу попередників і власних аналітичних досліджень проведено регіональну прогнозну оцінку території України на нетрадиційні види покладів вуглеводнів. Виділено перспективні комплекси порід і площі для пошуків сланцевого газу і сланцевої нафти, ущільненого газу. Визначено параметри (кількість, товщина і глибина залягання продуктивних горизонтів) і показники (вміст $C_{орг.}$, TOC, R_o) потенційно газоносних товщ перспективних площ. Дана оцінка прогнозних ресурсів нетрадиційних типів вуглеводнів України.

SHALE GAZ AND OTHERES UNCONVENTIAL SOURCES OF HIDROCARBON OF UKRAINE

Mykhailov V.A.[1], *Dr. Sci. (Geol.), Prof.*, ***Vyzhva S.A.***[1], *Dr. Sci. (Geol.), Prof.*,
Chepil P.M.[2] *Cand. Sci. (Geol.-Mineral.),*
1 – educational-scientific institute "Institute of geology", Taras Shevchenko National University of Kyiv (Kyiv);
2 – National joint-stock Company "Naftogaz of Ukraine" (Kiev)

The results of analysis of the state of exploration, prospecting and extraction of hydrocarbons of unconventional type are quoted: shale gas, tight gas, coalbed methane, shale oil, gas hydrates and hydrocarbons of impact structures in Ukraine. Based on analysis of numerous dates and personal analytical research, regional prognostic assessment of Ukraine for unconventional hydrocarbon deposits was made. Prospective rock complexes and areas for shale gas and oil, and tight gas search were selected. The following parameters and indicators of potentially gas-bearing strata of perspective areas were determined: quantity, thickness and depth of productive horizons, $C_{орг}$ content, TOC, R_o. The potential of unconventional hydrocarbon resources are estimated.

Вступ. Найважливішою економічною проблемою України, яка також має соціальне і навіть політичне значення, є проблема забезпечення паливно-енергетичними ресурсами. Справа в тім, що Україна тільки на 45–50 % забезпечує себе власним газом (видобуток 18–20 млрд м^3/рік) і на 10–15 % нафтою (3–4 млн т). Реальні запаси вуглеводнів, які можуть розглядатися як ресурсна база видобутку, складають близько 600 млрд м^3 газу та близько 100 млн т нафти. Ці запаси не можуть забезпечувати стабільне нарощування власного видобутку вуглеводнів в Україні. Тому приріст розвіданих запасів вуглеводнів є найсуттєвішою стратегічною задачею нафтогазової промисловості України.

Однак, так було не завжди. У 60–70-ті роки минулого століття завдяки відкриттю унікального, світового значення Шебелинського родовища газу, Україна була головним постачальником "блакитного палива" на теренах СРСР. Газу ми тоді видобували до 70 млрд м^3/рік. В ті ж роки видобуток нафти сягав 14,5 млн т.

Аналіз стану видобувної бази вуглеводнів України. Видобуток вуглеводнів здійснюється в межах трьох нафтогазоносних регіонів (НГР): Східного (Дніпровсько-Донецька западина – ДДЗ), Західного (Передкарпаття) і Південного (Північний Крим і шельф Чорного і Азовського морів) [1]. Однак, очікувати на відкриття великих чи унікальних родовищ вуглеводнів традиційного типу, враховуючі порівняно високу ступень гео-

логічної вивченості цих територій, не варто, хоча видобуток буде продовжуватися за рахунок відкриття нових, невеликих родовищ нафти і газу, та експлуатації старих. Та ж Шебелинка до сьогодні розробляється, хоча масштаби видобутку аж ніяк не можна порівняти з видобутком 40-річної давнини.

Розвиток власної мінерально-сировинної бази (МСБ) вуглеводнів в Україні стримується рядом об'єктивних і суб'єктивних факторів, головними з яких, на наш погляд, є наступні:

– виснаження традиційної бази вуглеводневої сировини, більша частина об'єктів якої була відкрита ще за радянських часів;

– різке зниження об'ємів геологорозвідувальних робіт (ГРР), у першу чергу об'ємів пошуково-розвідувального буріння, що не дає змогу дієво нарощувати МСБ вуглеводнів;

– зменшення асигнувань на проведення наукових і науково-практичних досліджень МСБ енергетичної сировини України;

– знищення ряду наукових і виробничих підприємств і організацій, які займалися цією проблемою (структури Українського державного геологорозвідувального інституту, нафтогазових структур Державної служби геології та надр України тощо);

– хибна політика надання комерційним структурам спеціальних дозволів на вивчення значних ділянок надр, де вони практично не проводять ніяких досліджень і не забезпечують відповідного приросту запасів та видобутку вуглеводнів;

– тенденція, що намітилася в останній час, перекласти основну вагу ГРР на плечі іноземних компаній, яким надаються у користування на довгі терміни (до 50 років) величезні нафтогазоперспективні території, які вилучаються зі сфери діяльності українських нафтогазових компаній;

– тимчасове вилучення з юрисдикції України нафтогазоперспективних площ Південного НГР (Крим і структури шельфу Чорного і Азовського морів) і структур Чорноморнафтогазу.

Саме тому питання про нетрадиційні джерела вуглеводнів набувають для нашої країни особливо важливого значення [2–16]. Це питання стало нагальним для світової спільноти після 2010 р., коли вперше за новітню історію, починаючи з відкриття газових гігантів Західного Сибіру, Росія уступила світове лідерство СШАз видобутку природного газу (745,3 млрд м^3 проти 582,9 млрд м^3). Це відбулося у першу чергу завдяки нарощуванню розробки родовищ так званого сланцевого газу і газу ущільнених порід. Найважливіші сланцеві басейни США: Марселлус, Нью-Олбані, Барнет, Хейнсвілл та ін.

Нетрадиційні ресурси вуглеводнів. Поняття нетрадиційних типів вуглеводнів включає: сланцевий газ (shale gas); газ ущільнених порід-колекторів (tight gas); сланцеву нафту (shale oil); метан вугільних родовищ (coalbed methane); газові поклади імпактних структур (impact structures); газогідрати (gashidrate). На території України є перспективи відкриття нетрадиційних родовищ вуглеводнів всіх перерахованих типів.Що ж таке сланцевий газ і чим його родовища відрізняється від традиційних родовищ газу?

Для утворення традиційних покладів вуглеводнів необхідними є 4 найважливіші чинники: міграція вуглеводнів, наявність порід-колекторів (як правило, пісковики чи інші породи з високою (10–15 %) пористістю) і непроникних порід-покришок (глини, аргіліти, сланці та інші породи з низькою пористістю і проникністю), наявність пасток (антиклінальні чи інші структури). З точки зору традиційної нафтогазової геології міграція здійснюється з материнських порід, збагачених органічною речовиною, з точки зору теорії неорганічного походження вуглеводнів – є результатом загальної дегазації Землі. Для виникнення родовищ газу нетрадиційного типу всі 4 основні умови стають необов'язковими. Тут материнські по-

роди є одночасно газовмісними, а їхня низька пористість і проникність забезпечують зберігання газу навіть за умови відсутності пасток.

Сланцевим називають газ, який міститься в дрібнозернистих осадових породах, які одночасно є і колекторами, і материнськими породами, характеризуються відносно високим вмістом органічної речовини, мають низьку пористість і дуже низьку проникність.Концентрація газу в сланцях набагато менше ніж в традиційних газових родовищах (0,2–3,2 млрд $м^3/км^2$), але за рахунок великих площ сланцевих покладів його видобуток стає економічно виправданим. Саме тому основною проблемою видобутку сланцевого газу є геолого-економічна оцінка доцільності розробки його покладів.

Для видобутку сланцевого газу використовують горизонтальне буріння та гідророзрив пласта. При видобутку сланцевого газу не бурять багато одиночних вертикальних свердловин, а пробурюють одну, від якої потім на великій глибині розходяться горизонтальні свердловини, довжина яких може досягати 2–3 км. Після цього в пробурені свердловини закачується під тиском суміш піску, води і хімікатів. Гідроударом руйнують перегородки газових кишень, що дозволяє зібрати запаси сланцевого газу і відкачати їх через вертикальний стовбур. Собівартість видобутку сланцевого газу за різними оцінками коливається від 90 до 212–283 дол. США за 1 тис. $м^3$.

Щільним називається газ, якій знаходиться в щільних малопроникних пісковиках, аргілітах, сланцях чи інших породах, для вилучення якого необхідні засоби стимуляції. Проникність цих порід зазвичай не перевищує 0,1 мілідарсі. Ці відклади відносно непроникні і не дають промислових припливів вуглеводнів без додаткової дії на пласт. Для отримання кондиційних припливів за допомогою гідророзриву пластів в межах перспективних інтервалів розкриваються та додатково формуються тріщини, які дозволяють створити шляхи фільтрації в ущільнених породах у привибійній зоні. Такі методи досить широко застосовуються в межах нафтогазоносних басейнів Північної Америки, таких як Анадарко, Грін-Рівер, Сан-Хуан, Денвер, Піанс, Уіллістоунський та інші.

Методика досліджень. Фахівцями Київського національного університету імені Тараса Шевченка разом з представниками НАК "Нафтогаз України", ДП "Науканафтогаз", інших ВНЗ, академічних та галузевих інститутів, виробничих організацій проведені дослідження формаційних комплексів осадових басейнів України, перспективних на нетрадиційні ресурси вуглеводнів, вивчені петрофізичні, геохімічні, ізотопні властивості порід, здійснена переінтерпретація даних геолого-геофізичних досліджень раніше пробурених свердловин. Це дало змогу визначити фактори локалізації та критерії прогнозу неконвекційних покладів вуглеводнів, розробити методика вивчення перспективних комплексів, провести реальну оцінку потенційної нафтогазоносності нетрадиційного типу НГР України.

Результати досліджень. 1. Розроблено комплекс факторів локалізації та критеріїв прогнозу покладів вуглеводнів, пов’язаних із сланцевими товщами:

– *площа сланцевого басейну* – тисячі $км^2$;

– *глибина залягання продуктивних товщ* – не більше 3–4 тис. м;

– *товщини сланцевих горизонтів* – десятки, до сотень метрів, мінімальна товщина – 30 м;

– *умови утворення* – переважно морські осадові породи, рідше озерні сланці;

– *вік вмісних порід* – палеозойській, рідше мезозойський, дуже рідко кайнозойський;

– *особливості залягання* – горизонтально залягаючи товщі, інколи – полого складчасті;

– *структурні особливості* – наявність системи тріщинуватості;

– *літологічний склад* – осадові глинисті та алеврито-глинисті породи (сланці, аргіліти, алевроліти); для ущільнених колекторів – алевроліти, пісковики;

– *мінералого-геохімічні особливості* – підвищена кількість SiO_2, піриту і різноманітних мікроелементів (Cu, Al, Cd, As, Pb, Hg, Co, Cr, Ni, V, Zn, U, Th, Ra^{226}, Ra^{228}, Rn);

– *ступінь катагенезу (термічна зрілість порід)* – середня, $МК_2$–$АК_2$ (R_o – 0,8–3,0);

– *вміст органічної речовини* – високий, понад 1 %;

– *кількість органічного вуглецю* – значна, понад 1 %;

– *загальна пористість і проникність* – низькі, нижня межа пористості 0,5–1,0 %, проникності – 0,1 мД;

– *підвищена тріщинуватість порід*, але помірна інтенсивність розривних порушень;

– *маловодність* продуктивної товщі.

2. Розроблені рекомендації з методики досліджень нетрадиційних ресурсів вуглеводнів, яка повинна включати такі складові частини:

– вивчення світового досвіду досліджень нафтогазоносних сланцевих порід;
– аналіз матеріалів раніше проведених досліджень, включаючи буріння;
– вивчення і опробування керну свердловин;
– вивчення мінерального і петрографічного складу порід (опис шліфів і аншліфів);
– петрофізичні дослідження порід (густина, пористість, проникність тощо);
– вивчення вмісту та закономірностей розподілу ОР та інших компонентів;
– вивчення ступеню термічної переробки порід (відбивна здатність вітриніту);
– вивчення компонентного та ізотопного складу газів;
– переінтерпретація матеріалів ГДС.

3. Надані попередні рекомендації щодо методики підрахунку ресурсів нетрадиційного газу, де передбачені такі параметри підрахунку:

– площа газоносності;
– ефективна та газонасичена товщини та об’єм газонасичених порід;
– коефіцієнти відкритої пористості, тріщинуватості, кавернозності, газонасиченості;
– початкові і поточні пластові тиски;
– поправки на температуру і відхилення від закону Бойля-Маріотта;
– середній вміст конденсату у газі;
– коефіцієнт, що враховує мольну частку "сухого" газу.

Крім цього на основі аналізу закордонного досвіду, пропонується приймати до уваги наступні додаткові показники та коефіцієнти:

– коефіцієнт заповнення пастки;
– коефіцієнт тріщинуватості;
– показник диференціації перспективних площ за складністю геологічної будови;
– ризик/ймовірність підтвердження.

4. Визначено перспективні стратиграфічні комплекси нетрадиційних ресурсів вуглеводнів НГР України:

– ***Східний регіон:*** верхньодевонський, нижньокам’яновугільний, середньокам’яновугільний, верхньокам’яновугільний;

– ***Західний регіон:*** кембрійський, силурійський, олігоцен-міоценовий;

– ***Південний регіон:*** нижньодевонський, карбоновий, верхньоюрський, апт-альбський, олігоцен-міоценовий.

5. Встановлено, що найперспективнішим є Східний НГР, де ДДЗ є великим (приблизно 100 км^2) потенційно газоносним сланцевим басейном, за своїми параметрами порівняним з найкрупнішими басейнами США (Марселлус, Барнет та ін.). Основні перспективи тут пов’язуються зі сланцевими товщами карбону, причому поряд з покладами сланцевого та

ущільненого газу, в північно-західній частині западини прогнозуються поклади так званої сланцевої нафти.

6. На основі локальних прогнозних досліджень ділянок ДДЗ як перспективні виділені площі Артемівська, Гашинівська, Євгенівська і Зачепилівська. Продуктивні товщі на них представлені чорними сланцями, аргілітами та алевролітами з прошарками пісковиків верхнього девону–нижнього карбону. Для цих площ попередньо оцінені прогнозні ресурси газу категорії $Д_2$ в кількості:

– Артемівська площа – 600 млрд $м^3$;
– Гашинівська площа – 128 млрд $м^3$;
– Євенівська площа – 320 млрд $м^3$;
– Зачепилівська площа – 210 млрд $м^3$.

7. В Східному НГР в північно-західній частині ДДЗ виділено ряд площ і горизонтів, перспективних на виявлення покладів сланцевої нафти:

– візейська товща чорних вуглефікованих аргілітів Ніжинської площі товщиною 41 м, вміст ОР – 4,23 %, $C_{орг.}$ – 6,13–7,77 %, R_o – 0,95–1,70, пористість – 0,7–2,2 %;

– серпуховська товща аргілітів з окремими шарами алевролітів і пісковиків Хорольської площі товщиною 42–183 м, вміст $C_{орг.}$ – 2,99–3,54 %, R_o – 1,00–1,08, пористість – 8,0–8,2 %;

– візейська товща аргілітів, які перешаровуються з алевролітами, вміщують шари пісковиків і вапняків Хорольської площі товщиною 42–115 м, вміст ОР – 4,08–5,93 %, $C_{орг.}$ – 3,95–5,53 %, R_o – 1,03–1,74, пористість – 10,5 %;

– фаменська товща аргілітів з прошарками алевролітів і пісковиків Кінашівської площі товщиною 23–124 м, вміст ОР – 1,75–5,39 %, $C_{орг.}$ – 1,15–4,43 %, R_o – 1,07, пористість – 3,2–8,9 %.

Загальні ресурси сланцевої нафти Східного НГР за аналогією з формацією Баккен Північної Америки оцінюються в 2–2,5 млрд бар. (280–350 млн т).

8. Показано, що з відомих імпактних структур УЩ найбільш перспективними щодо виявлення покладів вуглеводнів є Оболонська та Болтиська, надані рекомендації щодо напрямку подальших ГРР.

9. Показано, що вугільні родовища Донбасу є комплексними газовугільними і представляють інтерес для видобутку супутнього газу метану із вугільних пластів, малопроникнених пісковиків і сланців між вугільної товщі. За різними оцінками прогнозні ресурси газу-метану вугільних родовищ Донбасу на глибинах від 500 до 1800 м можуть сягати від 4–6 до 22 трлн $м^3$, промислові – 11,9 трлн $м^3$ (з них 3,3 трлн $м^3$ придатні для вилучення), а видобувні – 1 трлн $м^3$.

10. Оцінені загальні прогнозні ресурси вуглеводнів нетрадиційного типу в межах України:

Таблиця 1

Прогнозні ресурси вуглеводнів нетрадиційного типу в межах України

Сланцевий газ:	*Сланцева нафта:*
Східний НГР – 10–12 трлн $м^3$	Східний НГР – 300–350 млн т
Західний НГР – 1–2 трлн $м^3$	Західний НГР – 50–100 млн т
Південний НГР – 2–3 трлн $м^3$	Південний НГР – 150–200 млн т
Всього – 13–17 трлн $м^3$	Всього – 500–650 млн т

Закінчення табл. 1

Щільний газ: Східний НГР – 3–4 млрд м^3 Західний НГР – 1–2 трлн м^3 Всього – 4–6 трлн м^3	*Поклади газу, пов'язані з імпактними структурами:* Оболонський кратер – 800 млрд м^3 Болтиський кратер – 200 млрд м^3 Всього – 1000 млрд м^3
Метан вугільних родовищ: Донецький вугільний басейн – 3,5 трлн м^3 Волинський вугільний басейн – 0,5 трлн м^3 Всього – 4 трлн м^3	*Газогідрати Чорного моря:* Всього – 7–10 трлн м^3

11. Однак, треба мати на увазі, що реальні видобувні ресурси покладів вуглеводнів нетрадиційного типу будуть набагато меншими і, скоріш за все, не будуть перевищувати 10 % їх прогнозних ресурсів. Справа в тім, що отримані нами фактичні матеріали свідчать про дуже складну форму і невитриманість у розрізі та за простяганням покладів сланцевого газу: структура перспективних територій являє собою подібність "листкуватого пирога", з неодноразовим повтором в розрізі продуктивних комплексів лінзоподібної форми, які можуть стоншуватися і виклинюватися по простяганню, з такими частинами розрізу, де вміст газу порівняно низький і не має економічного інтересу. Тобто, сланцевим газом в тій чи іншій мірі насичений весь розріз девону і карбону ДДЗ, це все є гігантський газоносний басейн, але різні його частини, як і різні частини розрізу насичені газом в різному ступені. Тому питання наявності покладів сланцевого газу має не стільки геологічний, скільки геолого-економічний характер. Наше головне завдання – визначати найперспективніші ділянки розрізу, де видобуток газу може бути найдоцільнішим (площа, товщина, геохімічні показники).

12. Одним із найнагальніших є питання екологічної небезпеки розробки родовищ сланцевого газу. Найбільшу загрозу становить порушення тектонічної стабільності масиву гірських порід під час гідроудару, що може викликати землетруси і вірогідність забруднення водоносних горизонтів, з яких здійснюється водопостачання населених пунктів. Безумовно, рація в таких побоюваннях є.

Але чи є ця загроза повсюдною, чи має локальний характер і може проявитися в певних геологічних умовах? Як правило, газоносні сланцеві товщі залягають на значних глибинах (2–4 км) в тектонічно стабільних областях і перекриті потужними товщами непроникних порід. Це значно зменшує небезпеку як виникнення землетрусів так і забруднення водоносних горизонтів, які приурочені до верхніх поверхів земної кори (перші десятки чи сотні метрів). Небезпечні процеси можуть проявлятися в зонах розривних порушень, які пересікають масиви гірських порід. В цих зонах гідроудар дійсно може викликати локальні землетруси, а наявність гідравлічного зв'язку з поверхневими зонами – забруднення останніх хімічними речовинами, які використовуються під час гідророзриву газоносних пластів. Пошуки і прогнозування таких зон є необхідною умовою зменшення екологічної небезпеки.

До складу рідини, яка використовується під час гідроудару входять такі компоненти: диметилформамид, лимонна кислота, борати, хлористий натрій, натрій, етиленкліголь, гуарова смола, хлорид калію, ізопропанол, вуглеводневий дистилят, кислоти. Більшість з цих речовин і сполук (за виключенням етиленкліголю) входять до господарчих речовин (пральні порошки, мило, косметика, пластмаса, фарби для волосся, засоби для чистки басейнів тощо), іноді – до харчових продуктів (лимонна кислота, гуарова смола) чи ліків (вуглеводневий дистилят), якими ми повсякденно користуємося.

Таким чином, побоювання захисників екології є багато в чому перебільшеними, заснованими на нестачі інформації.

13. За результатами досліджень підготовлений цикл монографій "Нетрадиційні джерела вуглеводнів України" з 8 томів, де всебічно розглянуто проблему нетрадиційних ресурсів вуглеводнів України.

Висновки і рекомендації. Наразі головною проблемою питання видобутку сланцевого газу та інших нетрадиційних видів палива в Україні є нестача фактичного матеріалу. Тому всі питання, пов'язані з можливим видобутком сланцевого газу в Україні потребують ретельних наукових досліджень з метою фактичного обґрунтування управлінських рішень проблем розробки нетрадиційних джерел вуглеводнів. Такі дослідження повинні обіймати весь спектр питань – геологічних, геолого-економічних, екологічних, соціально-політичних. Подібні дослідження в Україні практично не проводилися за поодинокими виключеннями.

Пріоритетом розвитку нафтогазової галузі України є створення потужної власної бази вуглеводневої сировини, яка в спромозі забезпечити її енергетичну незалежність. Для досягнення цієї мети необхідним є здійснення цілого комплексу політичних, економічних, організаційних заходів, зокрема:

– створити спеціалізоване підприємство з контрольним пакетом державної частки акцій з наданням йому функцій координатора та учасника проведення геологорозвідувальних (ГРР) і видобувних робіт на нафту і газ, у тім числі всіх нафтогазових проектів за участю приватних українських і іноземних компаній, на території України;

– спеціалізованому підприємству суттєво збільшити обсяги ГРР на нафту і газ, в першу чергу, обсяги пошуково-розвідувального буріння, наукового обґрунтування ГРР на нафту і газ, поглибити дослідження перспектив України з видобутку нетрадиційної вуглеводневої сировини, виділити їх в окремий пріоритетний загальнодержавний напрямок стратегічного розвитку;

– створити галузевий науковий центр нафти і газу за участю структур відповідних галузевих інститутів, НАН України, МОН України (зокрема, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна тощо);

– забезпечити проведення комплексних наукових досліджень потенційно газоносних сланцевих формацій осадових басейнів України і здійснення геолого-економічних досліджень для обґрунтування доцільності розробки покладів сланцевого газу з урахуванням екологічних ризиків;

– розробити стратегічну програму щодо власного видобутку нетрадиційних ресурсів вуглеводнів;

– посилити підготовку фахівців з нафтогазової галузі в провідних ВНЗ України.

Література

1. *Атлас* родовищ нафти і газу України: У 6 т. / Ред. М.М. Іванюта, В.О. Федишин, Б.І. Денега та ін. – Львів: УНГА. – 1998.

2. *Кабишев Б.П. та ін.* Перспективність Дніпровсько-Донецької западини на нетрадиційний газ центрально-басейнового типу // Нафтова і газова промисловість. – 2000. – № 3. – С. 8–11.

3. *Лукин А.Е.* Сланцевый газ и перспективы его добычи в Украине. Статья 1. Современное состояние проблемы сланцевого газа (в свете опыта освоения его ресурсов в США) // Геол. журн. – 2010. – № 3. – С. 17–32.

4. *Лукин А.Е.* Сланцевый газ и перспективы его добычи в Украине. Статья 2. Черносланцевые комплексы Украины и перспективы их газоносности в Волыно-Подолии и Северо-Западном Причерноморье // Геол. журн. – 2010. – № 4. – С. 7–24.

5. *Лукин А.Е.* Перспективы сланцевой газоносности Днепровско-Донецкого авлакогена // Геол.журн. – 2011. – № 1. – С. 21-41.

6. *Михайлов В., Гулій В., Гладун М.* Сланцева нафта і перспективи її видобутку // Геолог України. – 2013. – № 2 (42). – С. 71–81.

7. *Михайлов В.А., Дудников Н.С.* Особенности геологического строения и перспективы нефтеносности окраинных районов северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. – 2013. – № 2. – С. 79–84.

8. *Михайлов В.А., Загнітко В.М., Михайлова Л.С.* Перспективи газоносності сланцевих відкладів Болтиської западини // Зб. наук. пр. ін-ту Тутковського. – 2011. – С. 23–29.

9. *Михайлов В.А., Чепіль П.М.* Перспективи нафтогазоносності імпактних структур Українського щита // Геолог України. – 2012. – № 1–2. – С. 72–82.

10. *Перспективи* відкриття в Україні нетрадиційних родовищ нафти, пов'язаних зі сланцевими і флішевими відкладами / Михайлов В.А., Гладун В.В., Зейкан О.Ю., Чепіль П.М. // Нафтогазова промисловість. – 2012. – № 1. – С. 55–59.

11. *Перспективи* газоносності сланцевих відкладів Дніпровсько-Донецької западини / Михайлов В.А., Огар В.В., Зейкан О.Ю. та ін. // Геолог України. – 2011. – № 2. – С. 51–58.

12. *Перспективність* ДДЗ на нетрадиційний газ центральнобасейнового типу / Кабишев Б.П., Лоу Б.Е., Пригаріна Т.М., Кабишев Ю.Б. // Нафтова і газова промисловість. – 2000. – № 2. – С. 8–11.

13. *Петрофізичні* параметри порід, перспективних на сланцевий газ (ділянки східного сектору Дніпровсько-Донецької западини) / Вижва С.А., Михайлов В.А., Онищук Д.І., Онищук І.І. // Геофизический журнал. – 2014. – Т. 36, № 1. – С. 145–157.

14. *Петрофізичні* параметри нетрадиційних порід-колекторів Південного нафтогазового регіону / Вижва С.А., Михайлов В.А., Онищук Д.І., Онищук І.І. // Геоінформатика. – 2013. – № 3 (47). – С. 1–9.

15. *Сланцевый* газ и проблемы энергообеспечения Украины / Гурский Д.С., Михайлов В.А., Чепиль П.М., Гладун В.В. // Мін. ресурси України. – 2010. – № 3. – С. 3–8.

16. *Ставицький Е., Голуб П., Тхоровська Н.* Щодо перспектив сланцевого газу в межах східного нафтогазоносного регіону України // Геолог України. – 2010. – № 3. – С. 103–107.

УДК (662.67:662.767):621.311.61.070.12(477)

СЛАНЦЕВИЙ ГАЗ ЯК "ПАНАЦЕЯ" У ПОЗБАВЛЕННІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ

Трофимчук О.М.[1], *д. т. н., проф., чл.-кор. НАН України,* ***Коржнев М.М.***[1], *д. геол.-мін. н., проф.,*
Яковлєв Є.О.[1], *д. т. н.,* ***Якушенко Л.М.***[2], *к. геол. н.,*
1 – Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України (м. Київ), itelua@kv.ukrtel.net;
2 – Національний інститут стратегічних досліджень (м. Київ), yakovlev@niss.gov.ua

У тезах розглянуті основні напрями змін еколого-геологічного стану нафтогазоносних структур Східного і Західного регіонів України, які відрізняються складністю геолого-структурної будови та гідрофільтраційного режиму. Економічний базис України відрізняється високою енерго-ресурсоємністю, яка у 3–5 разів за окремими галузями перевищує показники розвинутих країн. В той же час більшість вуглевидобувних та нафтогазових басейнів України вже пройшли так званий "пік Хабберта" (1974–1978 рр.), коли видобуток вугілля, нафти та газу практично у 3 рази перевищував сучасні показники. Енергетичний потенціал сланцевого газу в надрах України здатний забезпечити сучасний рівень споживання протягом 30–50 років, але його видобування пов'язане із значним водоенергетичними впливами на горизонти сланцевого та ущільненого газу. Виконані оцінки свідчать про необхідність удосконалення методики геологічних досліджень та моніторингу стану геологічного середовища.

SHALE GAS AS A "PANACEA" IN DEPRIVATION OF ENERGY DEPENDENCE OF UKRAINE

Trofymchuk O.M.[1], *Dr. Sci (Eng.), member of NAS of Ukraine,*
Korzhnev M.M.[1], *Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Prof.,* ***Yakovlev Ye.O.***[1], *Dr. Sci (Eng.),*
Yakushenko L.M.[2], *Cand. Sci (Eng.), senior researcer,*
1 – Institute of telecommunications and global information space of NAS of Ukraine (Kyiv), itelua@kv.ukrtel.net;
2 – National Institute for Strategic Studies (Kyiv), yakovlev@niss.gov.ua

This thesis describes the main lines of changes of ecological and geological condition of oil and gas structures in the Eastern and Western regions of Ukraine, which differ by complex geological-structural structure and hydraulic filtration mode.Economic basis of Ukraine differ by highly energy-specific resource that is 3–5 times higher by different branches than in developed countries. At the same time, most of the mining and oil and gas basins of Ukraine has passed the so-called "Hubbert Peak" (1974–1978), when mining of coal, oil and gas almost 3-times higher than modern performance. The energy potential of shale gas in the bowels of Ukraine is able to provide the current level of consumption for 30–50 years, but its production is associated with significant water and energy effects on the horizons and compacted shale gas. Completed assessment indicate the need to improve methods of geological research and monitoring of the geological environment.

На історичному шляху формування власної ресурсної бази вуглеводневого палива Україна пройшла складний шлях від повного забезпечення ними власних потреб до держави, яка з кінця XX ст. має дефіцит вуглеводневої сировини та її велику частку у складі імпорту. Значна залежність економічного розвитку України від зовнішніх джерел енергопостачання вимагає все активніше займатися питаннями їх пошуків і диверсифікації. Однією з складових цього процесу є розробка нових родовищ вуглеводнів, зокрема сланцевого газу та газу щільних колекторів. Цьому сприяє наявність його покладів в межах більшої частини територій Східного і Західного нафтогазових регіонів України, а також розвинена мережа газопроводів, які можуть забезпечити оперативну доставку видобутого газу. Останнє виключає витрати значних коштів для будівництва нових трубопроводів [8, 9, 11, 12].

Відповідно до аналізу Американської інформаційної енергетичної агенції (2011 р.) "Світові ресурси сланцевого газу: аналіз 14 регіонів за межами США" Україна має досить

великі запаси сланцевого газу, поклади якого за геолого-економічними оцінками є перспективними для промислового освоєння. В той же час, загальнодержавний баланс запасів традиційних вуглеводнів в межах геологічних структур України виглядає досить напруженим. Сучасний їх видобуток пов'язаний з розробкою малих і глибоких родовищ [5, 7–9, 11, 12].

На території України розташовані два басейна з покладами сланцевого газу: Дніпровсько-Донецький (Східний регіон) та частково Люблінський (Західний регіон) з запасами 1,36 трлн м^3 та 4,22 трлн м^3, відповідно. З цих загальних 5,58 трлн м^3 запасів можуть бути технічно вилучені 1,2 трлн м^3 (до 20 %), що дозволить суттєво посилити власну ресурсну базу вуглеводнів в Україні. За умови використання лише технічно доступного сланцевого газу його доведених запасів в Україні вистачить на 30–35 років.

За допомогою західних компаній (Shell та Chevron) планується та йде підготовка до видобування сланцевого газу у Карпатському регіоні (Олеська площа) і Дніпровсько-Донецькій западині (Юзівська площа), хоча існують значні екологічні застереження. У США його видобуток вже має важкі екологічні наслідки, з огляду на те, що такі європейські країни як Франція, Швейцарія, Німеччина, Чехія, Румунія, Болгарія оголосили на нього мораторій. Основним негативним наслідком для України може бути суттєва втрата ресурсів підземних вод питного водопостачання, дефіцитність і вартість яких за прогнозами у близькому майбутньому можуть значно зрости. Аргументи проти видобутку сланцевого газу в Україні наведені у рішеннях Національного круглого столу "Міфи та реалії видобування сланцевого газу в контексті сучасних екологічних проблем в Україні" від 16 грудня 2012 р.

Мабуть є певні перебільшення як з боку прихильників, так і з боку противників видобутку сланцевого газу, особливо в умовах інформаційної війни і воєнного вторгнення Росії на Сході, однієї з причин якого було намагання залишити Україну в сфері свого впливу та енергетичної залежності. Всі "за" і "проти" потрібно зважити.

Принципово нова схема розвитку структури видобутку та використання вуглеводневої енергосировини у світі сьогодні формується на досвіді США з освоєння ресурсів сланцевого та центрально-басейнового газу (shale gas, tight gas sands) на основі використання технології фрекінгу (frace making). Фрекінг-технологія базується на високоенергетичному гідророзриві (точніше, гідродроблінні) слабопроникних газоносних порід з наступним нагнітанням в них великих обсягів водно-піщаних хімічних сумішей. При цьому багатьма прихильниками видобутку сланцевого газу, не враховуються наступні фактори впливу ФТ на екологічні параметри підземної гідросфери:

– тиск у сотні атмосфер і більше з метою гідродроблiння непроникних порід і створення в них просторово розвинутих проникних тріщин;

– нагнітання у тріщинний простір токсичних водно-піщано-хімічних розчинів з метою фіксації проникності тріщин та десорбції газових сполук;

– розвиток глибинних високоенергетичних зон гідрогеомеханічних напруг із ризиком техногенних землетрусів та деформацій наземних інженерних споруд (потенційно-небезпечних об'єктів);

– формування у фрекінг-зоні (ФЗ) проникних тріщин довжиною до 500–600 м (до 2 % від загальної кількості); враховуючи вимірювання довжини тріщин ФЗ за даними акустичного каротажу їх фактична протяжність може бути більшою на 30–50 %, що суттєво підвищує ризик гідравліко-фільтраційного зв'язку ФЗ з проникними тектонічними структурами та горизонтами прісних вод, що залягають вище.

Порівняльний аналіз порушеності геологічних структур нафтогазоносних басейнів США та України свідчить про складність їх тектонічної будови у нашій державі й знижену

ізольованість горизонтів питних вод від висхідної міграції залишків технологічних розчинів та мінералізованих вод глибоких газонасичених товщ із ФЗ.

Видобуток сланцевого газу пов'язаний із техногенним створенням просторово розвинутих зон високопроникної тріщинуватості у стиснутих газоводонасичених шарах, які залягають на глибині 3,0–4,5 км і більше. Для цього використовується фрекінг-процес (ФП – frace making), який відрізняється від традиційного гідророзриву високоенергетичним гідрогеомеханічним впливом на слабопроникні газоводонасичені шари шляхом нагнітання у горизонтальні (до 1,0–1,5 км і більше) або нахилені свердловини суміші із води (96–97 %), піску (1,5–2 %), хімічно- та поверхнево-активних речовин.

Аналіз технологічних параметрів ФП свідчить про те, що до основних еколого-техногенних загроз та геолого-економічних ризиків промислової розробки родовищ сланцевого газу у нафтогазоносних структурах України, порівняно з традиційними газовими родовищами, можна віднести наступні:

1. великі енергетичні (гідрогеодеформаційні) та фізико-хімічні впливи на глибокі горизонти геологічного середовища, для чого необхідні потужне обладнання, висококваліфікований персонал, нормативно-правова адаптація сучасних технологій та суттєві інвестиції;

2. формування об'ємно-просторової мережі газоводопроникних тріщин довжина яких у плані варіює від 250–350 м (до 90 %) до 500–600 м (2–3 %), що значно підвищує ризик гідравліко- фільтраційного зв'язку з водопроникними ділянками тектонічних порушень та регіональних водотривів ("гідрогеологічні проникні вікна");

3. скорочений термін ефективного функціонування (до 3–8 років) свердловин на сланцевий газ (для порівняння, свердловини з видобутку вільного газу функціонують 15–20 і більше років);

4. підвищена агресивність сланцевого газу до металу призводить до скорочення терміну експлуатації газопроводів до 2 разів та зменшення їх енерговіддачі (за досвідом промислового видобутку, транспортування та використання у США);

5. зменшення окупності інвестицій до 10–12 років (у ряді регіонів США реальна собівартість сланцевого газу сягає 212–283 дол. США на 1 тис. м^3) порівняно з 5–7 роками при видобутку традиційного газу;

6. на відміну від газоносних площ США, де технологічні параметри геологічного середовища вивчені дуже добре і є сприятливими для видобутку (глибина 1,5–3,0 км, незначна тектонічна порушеність, знижена міцність порід), площі розповсюдження відкладів зі сланцевим газом в Україні не досліджені настільки, щоб можна було з високою вірогідністю оцінювати запаси та витрати на видобуток шляхом побудови геолого-економічних та бізнес-моделей, тим більше, що собівартість сланцевого газу сильно залежить від глибини та структурно-геодинамічних умов видобутку [5, 6, 7–12];

7. небезпека довгострокового забруднення підземної гідросфери, у т. ч. стратегічно важливих горизонтів прісних вод питної якості та родовищ лікувальних мінеральних ресурсів внаслідок формування при використанні фрекінг-процесу деформацій регіональних водотривів, техногенних тріщиннопроникних зон із великою кількістю (тис. м^3) токсичних технологічних сполук, радону та природних радіонуклідів, які здатні до міграції у підземні та поверхневі джерела питно-господарського водопостачання;

8. розвиток локальних деформацій денної поверхні та техногенних сейсмо-геофізичних явищ (глибинні гідрогеомеханічні поштовхи або землетруси);

9. суттєві збільшення еколого-техногенних навантажень на існуючу інженерну інфраструктуру, які обумовлені вилученням значних земельних площ під шляхову, трубопровідну та складську інфраструктуру, виконанням до 4500–5500 рейсів дизельних великовантажних

автомобілів на кластер (кущ) із 6 свердловин, використанням з ризиком наступного забруднення великих обсягів водних ресурсів (4–20 тис. $м^3$ на одну видобувну свердловину).

Для забезпечення об'ємного розвитку високопроникної тріщинуватості попередньо виконується просторовий кульовий простріл пристовбурного породного масиву горизонтальних свердловин на глибину до 0,5–0,7 м з наступною закачкою піску та поверхнево-активних речовин. Об'єм закачки технологічного розчину при ФП у 100–120 м секції горизонтальних свердловин сягає 600–1500 $м^3$, а витрати часу 3–7 годин; при цьому величина тиску переважно визначається двома складовими: геостатичним тиском (вагою) порід, що залягають вище, та їх міцністю на розрив перпендикулярно нашаруванню.

Розрахунки показують, що у відповідності з параметрами ФП тиск сягає 800–1400 кг/$см^2$ (80–140 МПа). Це забезпечує просторовий розвиток газо-водопроникних тріщин на відстань від 150–250 м до 350–500 м (2 %) та інжекцію в їх простір 150–250 $м^3$ кварцового піску на 1 видобувну свердловину для довгострокового збереження розкриття і газо-водопроникнення тріщин.

Слід відмітити, що геологічне (дуже повільне) стискання тріщинно-порового простору ФЗ зменшує у часі її проникність і тому відбувається збільшення питомої щільності видобувних свердловин на родовищах сланцевого газу (до 6–15 св./$км^2$). Це призводить до створення у продуктивних горизонтах регіональних пластово-тріщинних систем та зон деформацій регіональних перекриваючих водотривів з ризиком їх локальних руйнувань. Дія вищезазначених факторів обумовлює суттєві порушення рівноваги гідродинамічних тисків, проникності та швидкостей фільтрації у товщах розповсюдження сланцевого газу, які відносяться до зон уповільненого водообміну (ЗУВ) високомінералізованих вод (300–350 г/$дм^3$). Наслідком цього є формування ризиків їх техногенної міграції до залягаючих вище горизонтів прісних вод (до 1–3 г/$дм^3$) зони активного водообміну (ЗАВ).

В цілому у процесі техногенної еволюції гідрогеофільтраційної системи ФЗ можна виділити три фази:

1. просторового розвитку за умови пружньо-пластичних деформацій вздовж стовбура горизонтальної або нахиленої свердловини мережі проникних тріщин, відкритість яких фіксується піщаним матеріалом при одночасному заповнені токсичним технологічним розчином. У процесі розвитку фрекінг-тріщинуватості існує ризик руйнівних деформацій залягаючих вище слабопроникних шарів та периферійного розвитку гідравліко-фільтраційного зв'язку ФЗ з проникними тектонічними зонами. Останнє приводить до формування інжекційного висхідного потоку токсичних технологічних забруднень до прісноводних горизонтів ЗАВ;

2. площадної висхідної міграції у вигляді повільного дифузійно-конвективного потоку залишків маломінералізованих технологічних розчинів під впливом реологічного (уповільненого) скорочення тріщінного простору ФЗ та зменшеної густини тріщин ($\gamma_{пв}$ = 1000 кг/$м^3$) порівняно з мінералізованими (М = 300–400 кг/$м^3$) поровими розчинами ($\gamma_{мв}$ = 1200 кг/$м^3$); екологічно небезпечною складовою даної фази розвитку ФЗ можна вважати поступове забруднення порових розчинів вищезалягаючих горизонтів ЗУВ та ЗАВ;

3. розвитку гідрогеодеформаційного поля пружних напружень з накопиченням потенційної енергії та ризиком нерівномірних рухів породних блоків (прояв техногенних дрібнофокусних землетрусів) та деформацій денної поверхні.

Орієнтовні аналітичні оцінки часових і енергетичних показників вищезазначених ефектів еволюції ФЗ з урахуванням гідрогеофільтраційних і геодинамічних процесів зводяться до наступного.

Ризик формування гідравліко-фільтраційного зв'язку ФЗ з проникними тектонічними

структурами оцінюється за результатами дешифрування матеріалів ДЗЗ і визначення "питомої щільності" мережі лінеаментних структур. За результатами математичної обробки знімків ДЗЗ в районі першої пошукової свердловини (Лялько В.І., Азімов О.Т.) на Юзівській площі питома щільність лінеаментних зон склала 0,25 км/км^2. Лінійна щільність техногенної тріщинуватості ФЗ у типовому кластері (США, штат Пенсильванія) із 6 горизонтальних свердловин складає 1,5–3,0 км/км^2, тобто від 3 до 6 разів більше.

Результати проведеного нами розрахунку за вищенаведеною схемою свідчать про суттєве зростання вразливості забрудненню горизонтів прісних підземних вод в межах нафтогазоносних басейнів внаслідок дії чинників фрекінг-процесу. Наявні регіональні оцінки за даними математичного моделювання водо-теплопереносу (Лялько В.І., Шестопалов В.М., Литвак Д.Р., Лютий Г.Г. та ін.) з урахуванням регіональних значень проникності й активної пористості тектонічних зон дозволяють виконати орієнтовний розрахунок часу висхідної міграції забруднень із фрекінг-зони на глибині $H_{фз}$ = 3000 м до ґрунтового водоносного горизонту, внаслідок якого ми отримали час такої міграції у 40 ÷ 4 років

Орієнтовний час площадної висхідної міграції технологічних забруднень ФЗ крізь суцільний породний масив оцінювався нами за умови, що рушійним фактором висхідної гідрогеоміграції є різниця густини прісноводного технологічного розчину ($\gamma_{пв}$ = 1000 кг/м^3) та мінералізованих порових розчинів газовміщуючих порід ($\gamma_{пор}$ = 1200 кг/м^3). Орієнтовний час висхідної (дифузійно-конвективної) міграції технологічних забруднень крізь суцільний породний масив складає за нашими розрахунками 70 ÷ 170 років. Слід прийняти до уваги, що в умовах ГС існує можливість значного зниження концентрації забруднень за рахунок впливу сорбції і регіонального руху підземного потоку у системі горизонтів ЗАВ.

Отримані оцінки швидкості висхідної міграції технологічних забруднень по проникних тектонічних зонах (від перших років до десятків) та крізь суцільний породний масив (від десятків до сотень років) є орієнтовними, враховуючи високу ймовірність прискорення висхідних потоків внаслідок утворення у зоні фрекінгу газово-водної емульсії, в’язкість якої у десятки разів менша.

Тому прискорений висхідний рух із ФЗ високопроникної емульсії із вуглеводневих газів, мінералізованих вод та залишків токсичних розчинів є фактором, якій здатний призвести до зміни структури газогеохімічного поля у верхній зоні геологічного середовища, в першу чергу внаслідок прискореної міграції газів по тектонічних і послаблених (лінеаментних) зонах.

Таким чином, виявлення у початкову фазу проведення фрекінг-процесу зміни фонової структури газогеохімічного поля є ознакою порушення гідрогеофільтраційної ізольованості ФЗ, а також небезпеки забруднення горизонтів прісних підземних вод і поверхневих водних об’єктів.

Ризик просторового забруднення підземної гідросфери на площах видобутку сланцевого газу додатково оцінений за консервативною балансовою схемою співвідношення об’єму води для розчину забруднень до безпечних концентрацій з об’ємом порових розчинів, які залягають вище ФЗ. Перший за нашими розрахунками складає 4×10^8–4×10^9 м^3, а другий 6×10^8 м^3. Таким чином, залишки технологічних розчинів у ФЗ в окремих випадках здатні до довгострокового забруднення підземних вод зони уповільненого водообміну та зони активного водообміну.

З метою визначення площ ділянок, які мають мінімальний ризик забруднення підземних і поверхневих вод при використанні технології фрекінга, нами була виконана просторова оцінка співвідношення площ оптимальних кластерів видобувних свердловин на сланцевий газ та питомої щільності лінеаментів за даними ДЗЗ. Отримані результати засвідчили, що екологічно безпечні ділянки з видобутку СГ в межах Юзівської площі складають 60–65 %, а Олеської – 45–55 %, що обумовлено підвищеною тектонічною порушеністю останньої.

Отримані дані дозволяють дійти висновку про доцільність випереджаючого районування територій пошуково-розвідувальних робіт на сланцевий газ за геодинамічною стійкістю на основі комплексного аналізу матеріалів ДЗЗ та газогеохімічної зйомки.

Накопичення потенціальної енергії у фрекінг-зоні та ризик техногенних землетрусів при видобутку сланцевого газу. Землетрус відноситься до процесів транзиту енергії в літосфері або локалізованих вибухів механічної енергії, яка розповсюджуються у радіальних напрямах від джерела (фокусу). Циклічне проведення фрекінг-процесу на кластерах видобувних свердловин в межах геологічних структур нафтогазових басейнів та техногенне дезінтеграція порід з активними тектонічними порушеннями здатне обумовити нерівномірне вивільнення із глибинних зон породного масиву техногенної потенційної енергії. Це може відбуватися у вигляді техногенно-сейсмічних поштовхів різної інтенсивності з наступними деформаціями денної поверхні, ризиком активізації зсувних, карстових, просадкових процесів, які мають широке розповсюдження в межах Юзівської та Олеської площ. Виконані нами оцінки дають орієнтовну кількість потенційної енергії у фрекінг-зоні $\approx 0{,}9 \times 10^{12}$ Дж. Такий енергетичний рівень струшування (подрібнення) породного масиву є еквівалентним землетрусу магнітудою 3,5–4 (4–5 балів шкали МСК-64). Слід відмітити, що подібний рівень сейсмострушувань на ділянках видобутку сланцевого газу відмічався у США, Англії та на полігонах захоронення токсичних стоків (США, Росія та ін.).

Крім того, геодинамічний режим територій першочергового видобутку сланцевого газу в межах України значною мірою порушений видобутком мінеральної сировини, підземних вод, регіональним розвитком процесів підтоплення, зсуво-карстоутворення, які збільшують вплив сейсмопоштовхів на 1–2 бали.

Таким чином, видобуток сланцевого газу на основі фрекінг-технології призводить до формування просторово розвинутих складних природно-техногенних систем, які обумовлюють фактори екологічного ризику, основними серед яких є наступні:

1. ризик небезпечного порушення гідрогеодинамічної рівноваги та хімічного забруднення глибоких горизонтів геологічного середовища, активізація взаємодії підземної та поверхневої гідросфери;

2. ризик активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів, критичних деформацій поверхні і потенційно небезпечних об’єктів;

3. ризик погіршення безпеки життєдіяльності внаслідок забруднення джерел питно-господарського водопостачання, ґрунтів та сільгосппродуктів.

Характер прояву вищенаведеного переліку екологічних ризиків може бути доволі різноманітним внаслідок впливу суттєвих невизначеностей технологічного, економічного та соціального змісту. На територіях запланованих для розробки сланцевого газу, густина населених пунктів є надзвичайно великою. На Юзівській площі проживає майже 2,9 млн осіб, а безпосередньо на газодобувних територіях – понад 714 тисяч. Населеність Олеської площі – понад 2,3 млн осіб, а безпосередньо у зоні видобування проживає – майже 750 тисяч осіб.

Зрозуміло, що видобуток сланцевого газу в сучасних умовах України може бути вирішальним способом отримання її енергетичної незалежності і, скоріше за все, почнеться. Але великий потенціал зосереджений в енергозбереженні та підвищенні енергоефективності економіки. На сьогодні в Україні на виробництво однієї одиниці ВВП витрачається енергоносіїв у 4–5 разів більше, ніж у європейських країнах. Скорочення витрат енергії лише у комунальній сфері та промисловості може призвести до зменшення споживання газу на 30–40 %. Крім того, Україна може використовувати газ метан, прогнозні запаси якого складають 5–10 трлн м^3 і який зараз в значній кількості викидається в атмосферу і сприяє процесу глоба-

льного потепління. Україна також має значні не розроблені поклади природного газу, що залягає на великих глибинах. І, нарешті, державі необхідно стимулювати розвиток відновлювальної енергетики, зокрема, сонячної, вітрової та біоенергетики.

Враховуючи наведене вище, на наш погляд, можна визначити основні пріоритетні напрямки спрямування інвестицій у енерго-ресурсний потенціал України:

1. Інвестиції в обов'язкове випереджаюче районування територій пошуково-розвідувальних робіт на сланцевий газ за геодинамічною стійкістю з метою мінімізації екологічних наслідків при його подальшому видобутку;

2. Інвестиції у пошуки і розвідку традиційних родовищ вуглеводнів та використання новітніх технологій більш повного вилучення вуглеводневої сировини;

3. Залучення інвестицій в енергозбереження у комунальній сфері та промисловості;

4. Інвестиції у використання відновлюваних джерел енергії та нетрадиційних видів палива.

Література

1. *Адаменко О.М.* Екологічні проблеми розвідки і видобутку сланцевих газів на Олеській площі // Екологічна та збалансоване ресурсокористування. – 2013. – № 2 (8). – С. 4–12.

2. *Довгий С.О., Євдощук М.І., Коржнев М.М. та ін.* Енергетично-ресурсна складова розвитку України. – Київ: Ніка-Центр, 2010. – 263 с.

3. *Якушенко Л.М., Яковлєв Є.О.* Перспективи видобутку сланцевого газу в Україні: екологічні аспекти // Аналітична записка НІСД. 2012. – 12 с.

4. *Рябцев Г.Л., Сапегін С.В.* (ред.). Сучасні проблеми державної політики у сфері видобутку нетрадиційних вуглеводнів в Україні. – Київ: НТЦ "Психея", 2012. 239 с.

5. *Довгий С.О., Коржнев М.М, Курило М.М. та ін.* Екологічні ризики, збитки та раціональні межі використання надр в Україні. – Київ: Ніка-Центр, 2012. – 316 с.

6. *Лялько В.І., Попов М.А.* Спутниковые методы поиска полезных ископаемых (2-е изд.). – Киев: Карбон-Лтд, 2012. – 436 с.

7. *Ломниц Ц., Розенблют Э.* (ред.). Сейсмический риск и инженерные решения. – М.: "Недра", 1981. – 375 с.

8. *Рудько Г.І.* (ред.) Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин України та проблеми надрокористування: Зб. наук. пр. – Київ–Чернівці: "Букрек", 2013. – 307 с.

9. *Шестопалов В.М.* (ред.). Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в гидрогеологических структурах и Чернобыльская катастрофа: у 2 кн. – Киев: "Карбон-ЛТД", 2001. – 860 с.

10. *Лукін О.Ю., Щукін М.В.* Проблеми нафтогазоносності великих глибин / Проблеми нафтогазоносності глибоко занурених горизонтів осадових басейнів України. Зб. наук. праць. – Івано-Франківськ: Факел, 2005. – С. 18–21.

11. *Price L.C.* Organic geochemistry of core samples from an ultra-deep hotwell (300 °C, 7 km) // Chemical Geology. – 1982. – Vol. 37. – № 3/4. – P. 215–228.

12. *Гожик П.Ф. и др.* Нефть и природный газ на континентальном склоне Европы // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2010. – № 1. – С. 5–47.

13. *ДБН* В.1.1-12.2006 "Будівництво у сейсмічних районах України".

УДК 553.98:550.8

ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ З ПІДГОТОВКИ ВУГЛЕВОДНЕВОЇ РЕСУРСНОЇ БАЗИ ДЛЯ ЗМІЦНЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Бегаль А.С.*, *Толкунов А.А., *к. геол. н., ДГП "Укргеофізика" (м. Київ), tolkunov@ukr.net*

Вказана роль нафтогазовидобувної галузі в економіці України і місце в ній геологорозвідувальних робіт. Обґрунтована необхідність проведення подальших геофізичних робіт з підготовки вуглеводневої ресурсної бази для зміцнення енергетичної безпеки України.

THE NECESSITY OF THE PREPARATION OF HYDROCARBON RESOURCE BASE FOR STRENGTHENING THE ENERGY SECURITY OF UKRAINE

Begal A.*, *Tolkunov A., *Phd, SGS "Ukrgeofizika" (Kiev), tolkunov@ukr.net*

Identified the main role of oil and gas industry in the economy of Ukraine. The necessity of further geophysical work on the preparation of hydrocarbon resource base for strengthening the energy security of Ukraine is outlined in the research.

Забезпечення України паливно-енергетичними ресурсами є одним з основних завдань Національної економіки, без вирішення цього питання є неможливим зміцнення енергетичної безпеки Держави.

За наявними даними у вже відкритих в Україні майже 400 родовищах нафти та газу ще залишаються значні запаси вуглеводнів. Нерозвідані традиційні ресурси вуглеводнів в цілому складають більше 25 млрд т умовного палива. Значні резерви нетрадиційного газу складають щільні колектори з прогнозними ресурсами біля 8 трлн м^3, газ-метан вугільних родовищ за різними оцінками від 10 до 30 трлн м^3 а також так званого сланцевого газу з ресурсами більше 20 трлн м^3. Таким чином в надрах України знаходиться великий вуглеводневий потенціал, з яким пов’язані найближчі перспективи збільшення власного видобутку.

Але на сьогодні щорічний видобуток нафти з конденсатом ледь перевищує 3 млн т, газу – 20,9 млрд м^3 і є тенденція до зниження рівня видобутку. Також щорічно зменшується рівень запасів та ресурсів. Для динамічного розвитку економіки необхідно забезпечити зростання в Україні власного видобутку вуглеводневої сировини. Виходячи з цього, пошуки та розвідка родовищ нафти і газу є пріоритетним напрямком розвитку мінерально-сировинної бази України. Також стратегічним напрямком є доведення в найближчій час щорічного приросту запасів нафти до 5–7 млн т, газу – до 30–35 млрд м^3, тобто приріст запасів повинен в 1,5–2 рази перевищувати рівень видобутку, відповідно щорічний приріст перспективних ресурсів повинен в свою чергу також перевищувати рівень приросту запасів як мінімум у 2–3 рази та складати 10–15 млн т нафти та 60–70 млрд м^3 газу.

Однією з основних причин зниження рівня приросту запасів та ресурсної бази вуглеводнів є різке зменшення обсягів геологорозвідувальних і, в першу чергу, геофізичних робіт, направлених на пошуки та підготовку до буріння нових нафтогазових об’єктів, дорозвідку вже виявлених, та родовищ, що експлуатуються, як з традиційними, так і з нетрадиційними ресурсами вуглеводнів.

За останні десятиріччя різко скоротився фонд підготовлених до пошукового буріння нафтогазоперспективних об’єктів з підрахованими перспективними ресурсами, тобто готовими до освоєння, прирощування запасів та експлуатації в разі позитивних результатів буріння.

На сьогодні у фонді підготовлених до пошуково-розвідувального буріння об’єктів за Держгеонадрами рахується 47 об’єктів, у тому числі на суходолі – 35 об’єктів. Прогнозуючи розподіл спеціальних дозволів на надрокористування (ліцензій), як за результатами аукціон-

них торгів, так і без аукціонів на рівні останніх років можна констатувати, що фонд може бути реалізований за 2–3 роки.

Згідно з "Загальнодержавною програмою розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року", затвердженою Законом України від 21.04.2011 № 2660-VI, геологічне вивчення надр, включаючи регіональні геологічні і геофізичні роботи, пошуково-оціночні роботи, спрямовані на забезпечення кількісної оцінки ресурсів корисних копалин – розвідка родовищ, їх ефективна і раціональна розробка є зоною відповідальності держави та надрокористувачів.

За державою також координуюча роль та відповідальність за стан мінерально-сировинної бази в цілому. Підготовка ресурсної бази вуглеводнів покладена на Державну службу геології та надр України.

Основним підприємством, яке займається підготовкою ресурсної бази в Україні, є Державне геофізичне підприємство "Укргеофізика", підпорядковане Державній службі геології та надр України. Практично всі родовища нафти і газу на суходолі та акваторіях України відкриті з використанням геолого-геофізичних матеріалів, отриманих за результатами робіт ДГП "Укргеофізика".

Підприємство проводить геофізичні роботи з метою виявлення та підготовки до буріння нафтогазоперспективних об’єктів в межах всіх нафтогазоносних регіонів України: Східного, Західного, Південного, включаючи акваторії та перехідні мілководні зони Чорного та Азовського морів. Слід зазначити, що у 70–80-х роках минулого сторіччя, коли Україна видобувала найбільші обсяги нафти та газу, ДГП "Укргеофізика" готувало до буріння 50–60 нафтогазоперспективних об’єктів за рік, що давало можливість забезпечувати приріст ресурсів та запасів на рівні для видобутку до 14,5 млн т нафти та 68,3 млрд $м^3$ газу.

Останніми роками в зв’язку з недостатнім фінансуванням робіт направлених на відтворення ресурсної бази, кількість підготовлених до пошуково-розвідувального буріння перспективних площ рахується одиницями. Так, у 2013 році було підготовлено лише три об’єкти. За таких умов не відбувається відтворення ресурсної бази, а тим більше її нарощування, як наслідок не відкриваються нові родовища на нових площах, які ще не передані надрокористувачам, скорочуються обсяги видобутку вуглеводнів в цілому.

В останні роки ДГП "Укргеофізика" згідно Державного замовлення проводить геофізичні дослідження з виявлення та підготовки до підрахунку перспективних ресурсів на територіях, які ще недостатньо вивчені, але повинні мати великі запаси вуглеводнів (південно-східна частина Дніпровсько-Донецької западини, Переддобруджя, складчасті Карпати, Передкарпаття, шельфи Азовського та Чорного морів, перехідні мілководні території шельфу та ін.).

Ведуться роботи з виявлення та картування об’єктів з нетрадиційними покладами газу вугільних родовищ, газу, ущільнених порід та ін.

Разом з інститутами Національної академії наук та закордонними науковими організаціями підприємство веде роботи по вивченню глибинної будови земних надр з метою вивчення перспектив нафтогазоносності та механізму утворення нафтогазових родовищ, та інші роботи направлені на регіональне вивчення території України, інженерно-геологічні роботи на окремих ділянках та інше. Таким чином діяльність ДГП "Укргеофізика" має визначальний вплив на підготовку та приріст ресурсів і запасів вуглеводнів, експлуатацію родовищ нафти та газу, збільшення видобутку нафти і газу в Україні, як традиційного так і нетрадиційного типу.

Підсумовуючі хотілося би ще раз зазначити, що українські надра містять в собі значний вуглеводневий потенціал. Вітчизняна геологічна галузь має славетну історію, давні традиції та значний кадровий ресурс. В умовах гострого дефіциту вуглеводневої сировини особливо важливим є консолідація органів державної влади, наукових та виробничих кіл, представників бізнесу та громадськості для здійснення спільної діяльності, направленої на зміцнення енергетичної безпеки України.

УДК 551.262:001.5(477.6)

НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ І ВЗАЄМОВІДНОСИН ВУГЛЕНОСНИХ ТА НАФТОГАЗОНОСНИХ ФОРМАЦІЙ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОГО ВУГЛЕНАФТОГАЗОНОСНОГО БАСЕЙНУ

***Жикаляк М.В.**, к. геол. н., ДРГП "Донецькгеологія" (м. Артемівськ), dongeo@ukr.net*

Обґрунтовано тісний зв'язок вугленосних і нафтогазоносних формацій Донбасу і Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), охарактеризовані особливості їх будови і літолого-фаціальні умови утворення, закономірності формування ритмів і циклічності осадконакопичення з позицій неритової природи Доно-Дніпровського прогину. Доведена доцільність використання єдиної для Донбасу і ДДЗ стратиграфічної схеми кореляції розрізів карбону і нижньої пермі та лутугінської (донецької) методики при карстуванні домезозойських відкладів ДДЗ.

SCIENTIFIC AND PRACTICAL ASPECTS OF INTERRELATION AND RELATIONSHIP OF COAL-BEARING AND OIL-AND-GAS-BEARING FORMATIONS OF DNIEPER-DONETSK COAL-AND-OIL-AND-GAS-BEARING BASIN

***Zhykaliak M.V.**, Cand. Sci. (Geol.), State Regional Geologic Enteprise "Donetskgeologiia" (Artemivsk), dongeo@ukr.net*

It is proved close relationship of the coal-bearing formations of Donbass and Dnieper-Donetsk basin (DDB); it is characterized peculiarities of their structure and lithologic-facies conditions of formation, the formation of the rhythms and cycles of sedimentation from the positions of non-rift nature of Don-Dnieper sag. It is proved the reasonability of using of single for Donbass and DDB stratigraphic scheme of correlation of sections of carbon and Nizhnaya Perm and Lutugino (Donetsk) techniques during mapping of pre-Mesozoic sediments of DDB.

Зв'язок вугленосних і нафтогазоносних формацій. Однією з фундаментальних проблем геологічної науки і практики є проблема взаємозв'язку і взаємовідносин вугленосних та нафтогазоносних формацій. З кожним роком появляється все більше геологічних матеріалів, які свідчать, що зв'язок цих формацій набагато більш тісний, чим це розглядалося раніше, коли нафтогазоносні формації вважалися в основному морськими утвореннями, а вугленосні – континентальними і дельтовими. Зокрема в таких традиційних нафтогазоносних провінціях як Західно-Сибірська і Сан-Хуан виявлені значні ресурси вугілля, а практично в усіх вугленосних басейнах розвідані родовища нафти і газу. При цьому багаторічним досвідом їх експлуатації доведено, що вугільні пласти і вугленосні товщі представляють собою потужні генератори рідких і особливо газоподібних вуглеводнів.

Геологічні ритми у складі як вугленосних, так нафтогазоносних формацій фіксуються як трьохвимірні геологічні тіла (породно-шарові асоціації), які відрізняються від інших геологічних тіл специфічними структурно-текстурними ознаками, речовинним складом, морфологією (розміром та формою), закономірним набором чергуючих порід та компонентів і такими додатковими елементами як конкреції та органічні рештки.

Основними особливостями будови вугленосних формацій є фаціальний або літогенетичний тип, який виділяється у вугленосній товщі з використанням методу фаціально-циклічного аналізу, розробленого Ю.О. Жемчужниковим і його співробітниками В.С. Яблоковим, Л.Н. Ботвінкіною, А.П. Феофіловою та П.П. Тимофєєвим головним чином на прикладі Донецького басейну. Типізація циклів здійснюється за початком і закінченням циклу з

виділенням циклів різних порядків: елементарних (I порядку), мезоциклів (II порядку), макроциклів (III порядку), та мегациклів IV-VII порядків. В якості межі повного циклу I порядку у вугленосних відкладах Донбасу традиційно приймається вугільний пласт або прошарок. Якщо їх немає – підошва найбільш дрібнозернистих порід (аргіліту чи вапняку), а в неповних гранулометричних ритмах – найбільш грубозернисті породи.

На відміну від ритмічно-циклічних вугільних товщ Донбасу повторність та чергування у кам'яновугільних відкладах Дніпровсько-Донецької западини відповідає циклічності дрібнозернистих порід, збагачених органічною речовиною. В якості основної методики вивчення ритмічності нафтогазоносних товщ використовується методика фаціально-геотектонічного аналізу, в процесі якого одночасно з визначенням фаціального складу відкладів встановлюється і геотектонічний режим їх утворення. Разом з тим особливості та направленість змін характеру циклів першого та другого порядку кам'яновугільних відкладів, ритмічність в розподілі пористості, закономірні зміни метаморфізму вугілля та катагенезу вміщуючих порід є однаковими як для Донбасу, так і для ДДЗ.

В подальшому поступове підняття центральної і південно-східної частини Донецького басейну в кінці пізнього карбону перетворило території його північно-західних окраїн та більшої частини ДДЗ на систему озер і лагун з максимальним накопиченням хемогенних відкладів на площі між Машівським і Артемівським підняттями. Взаємопов'язано розвивалися ДДЗ і північно-західні окраїни Донбасу і в наступні геологічні епохи із закономірним формуванням зон локалізації максимумів кількості амплітуд тектонічних порушень і розвитком характерних структурних елементів на усіх етапах тектоно-магматичної активізації території Донбасу і ДДЗ.

Нерифтова природа формування Доно-Дніпровського прогину. Сучасна інтерпретація результатів профільних сейсмостратиграфічних досліджень, у т. ч. виконаних автором по профілю "ДОБРЕ", дозволяє розглядати формування Доно-Дніпровського прогину не як протяжний рифейський рифт, а як глибинну тектоно-магматичну зону, яка, ймовірно, була закладена у неопротерозої завдяки розколу єдиного Східноєвропейського кристалічного щита на дві частини (нині південно-західну та північно-східну) і насування північно-східного (Воронезького) кристалічного мега-блоку на південно-західний (Український). Проте значного (класичного) підсування Українського кристалічного мегаблоку під океанічну кору (під поверхню Мохо) Воронезького масиву не відбулося, тому умов для формування системи типічних геосинклінальних прогинів не було створено. Це підтверджується суцільністю і недеформованістю поверхні Мохо, не зменшеною потужністю земної кори, наявністю підкорового шар'яжного насуву та переважанням насувних рухів вздовж глибинних розломів. Крім того, на мою думку, не відбувалося нагромадження осадових утворень, які в роботах минулих років обґрунтовувались як рифейські відклади за аналогією стратотипового розрізу на західному схилі Південного Уралу. Тобто на протязі неоптотерозою–раннього девону Український і Воронезький кристалічні мегаблоки, розділяюча їх Доно-Дніпровська тектоно-магматична зона та суміжні території являли собою суходіл.

На рубежі середнього і пізнього девону на усій площі Доно-Дніпровського прогину встановлюється активний тектонічний режим з формуванням вздовж його південно-західної частини, особливо в межах Південно-Донецького грабена, зони розтягування, яке супроводжується інтенсивним вулканічним виверженням, значним опусканням території та нагромадженням потужних вулкано-теригенних і хемогенних відкладів. У нижньому та середньому карбоні розвивалася, а у верхньому завершилось формування Доно-Дніпровського прогину як єдиного седиментаційного мегабасейну. При цьому в Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ) накопичуються осадки близькі до осадових формацій Донецького вугленосного басей-

ну, відрізняючись більш різноманітним набором фаціальних літотипів та більш чіткими переривами, що обумовлено меншою шириною в ДДЗ басейну седиментації, меншою глибиною залягання та більшою блоковою рухливістю кристалічного фундамента.

Автором завдяки переінтерпретації сейсмо-стратиграфічних даних по профілю "ДОБРЕ" зменшена максимальна глибина залягання поверхні кристалічного фундаменту в межах української південно-східної частини Донбасу з 15–18 до 10–12 км, а також передбачається, що самими молодими докембрійськими породами є ультраметаморфічні утворення нижнього протерозою та магматогенні гранітоїди середнього (середньо-верхнього) протерозою.

Необхідність уніфікації стратиграфічного розчленування і кореляції середньо-верхньо-палеозойських відкладів Донбасу та ДДЗ. Поширення відкладів середнього і верхнього девону в межах Доно-Дніпровського прогину контролюється регіональними глибинними розломами допалеозойської поверхні кристалічного фундаменту і особливих проблем щодо їх стратиграфічного розчленування та кореляції не виникає. Але, стосовно стратиграфічного розчленування кам'яновугільних відкладів Дніпровсько-Донецької западини, незважаючи на те, що в карбоні ДДЗ була єдиним з Донбасом басейном накопичення близьких за літологією та ритмічністю осадків, в їх стратиграфічному розчленуванні використовуються різні методичні підходи та легенди – всупереч опорним еталонним розрізам і всесвітньовідомій класичній стратиграфічній схемі Л.І. Лутугіна, його учнів та послідовників.

Зараз за результатами понад столітнього вивчення Донецького басейну і його окраїн кам'яновугільні відклади достовірно розчленовані на 3 відділи і 15 світ як частин цих відділів, а не як іменних світ: нижній (C_1^1, C_1^2, C_1^3, C_{1-2}^4), середній (C_2^0, C_2^1, C_2^2, C_2^3, C_2^4, C_2^5, C_2^6, C_2^7) і верхній (C_{2-3}^1, C_3^2, C_3^3). Додаткові назви, наприклад C_2^6 – алмазна або C_2^7 – горлівська вказують тільки на місцезнаходження еталонних розрізів світ C_2^6 і C_2^7, а не на власні назви цих світ. Дана методика (лутугінська або донецька) була успішно використана і при стратиграфічному розчленування кам'яновугільних відкладів Львівсько-Волинського, Карагандинського і Кузбаського басейнів. За даною методикою достовірно визначаються і межі підрозділів як загальної, так і регіональної стратиграфічної шкали (до місця в розрізі конкретного іменного вапняку): ярусів, під'ярусів, горизонтів та підгоризонтів.

На відміну від Донбасу стратиграфічне розчленування кам'яновугільних відкладів ДДЗ здійснюється з визначенням меж ярусів, під'ярусів і горизонтів та виділенням місцевих іменних світ і товщ. При цьому системно не вивчаються, не індексуються і комплексно не корелюються прошарки вапняків і аргілітів з рештками фауни, вугільні пласти та лінзи з одночасною точною стратиграфічною прив'язкою відносно них верств пісковиків. Не аналізується циклічність накопичення органічної речовини, а в умовах неповної синхронності циклів та їх фаз не досліджуються закономірності чергування трансгресивних і регресивних тенденцій в еволюції карбонового басейну седиментації. При стратифікації кам'яновугільних розрізів ДДЗ не вивчається кореляційна залежність між потужністю ритмів другого порядку і потужністю та протяжністю пісковиків-колекторів, хоча загальновідомо, що з тектоно-седиментаційною циклічністю другого порядку пов'язана перебудова структурних планів та зміна палеогеографічних умов осадконакопичення. Для ДДЗ доцільно також виділяти фаціальні типи ритмічності, тобто в гранулометричних ритмах першого порядку визначати ту фаціальну обстановку і той геотектонічний режим, в яких утворився конкретний ритм.

В цілому особливості складу та будови кам'яновугільних відкладів ДДЗ в загальних рисах співпадають з будовою та складом нижньокам'яновугільної формації Донбасу. Це проявляється у відносній дрібнозернистості уламкового матеріалу, в переважно кварцовому складі та у великій кількості каолініту в цементі і зернах піщано-алевритових порід, в не-

стійкій ритмічності та у виключно малій потужності циклів осадконакопичення першого порядку. Наведені особливості, ймовірно, обумовлені однаковим геотектонічним положенням нижньокам'яновугільної формації Донбасу і майже усієї кам'яновугільної товщі ДДЗ в близьких умовах єдиного прогину в зонах його зчленування з платформовими структурами Українського і Воронезького кристалічних масивів.

Певні труднощі в регіональній кореляції карбонових нафтогазоносних товщ Дніпровсько-Донецької западини обумовлюють необхідність виявляти в них видиму і скриту ритмічність за характером і розмірністю шаруватості, гранулометрією осадків, співвідношенням механічних і хімічних продуктів осадової диференціації, видом та розподілом органічних решток і слідів життєдіяльності організмів. Але домінування, починаючи з 1970 років, вузькогалузевих принципів і підходів у вивченні і вирішенні актуальних наукових проблем вугільної і нафтогазової геології не сприяло використанню класичної лутугінської (донецької) методики при стратифікації та катруванні домезозойських відкладів ДДЗ. В результаті до цього часу не створена така геологічна основа хоча б стосовно масштабу 1 : 200 000, незважаючи на те, що зведена сейсмостратиграфічна карта ДДЗ в цьому масштабі складена ДГП "Укргеофізика" ще у 1996 році. Більш того за результатами геологічного довивчення аркушу "Харків" (КП "Південукргеологія", 2007) підготовлена лише схематична геологічна карта домезозойських відкладів з такими грубими помилками як показ кутової незгідності між відкладами нижньої пермі і карбону, а по аркушу "Куп'янськ" ("СхідДРГП", 2011) геологічна карта домезозойських відкладів взагалі не складалася.

Враховуючи викладене автором на базі наявних картопобудов по нафтогазоносних структурах і родовищах з використанням результатів профільних і площадних геофізичних досліджень та деталізацією фактичних розрізів опорних і параметричних свердловин побудована інноваційна геологічна карта домезозойських відкладів масштабу 1 : 200 000 південно-східної частини ДДЗ і Донбасу. Вона повністю базується на Донбаській стратиграфічній схемі розчленування відкладів карбону і нижньої пермі та лутугінській (донецькій) методиці кореляції і геологічного картування.

Структурно-тектонічні особливості будови домезозойської поверхні Донбасу і ДДЗ. За результатами крупномасштабних геологозйомочних робіт, структурно-геологічного картування, пошуків і розвідки родовищ вугілля, кольорових металів та нерудної сировини достовірно вивчена домезозойська поверхня не тільки стосовно відкритого і напіввідкритого Донбасу, але й в межах його окраїн з детальністю, яка наближається до детальності картопобудов відкритого Донбасу. Зовсім інша ситуація склалася щодо вивчення домезозойської поверхні Дніпровсько-Донецької западини, так як достовірних середньомасштабних геологічних карт домезозойських відкладів ДДЗ не було і немає. На мою думку, обумовлено це тим, що планування та виконання робіт на нафту і газ здійснювалося виключно за сейсмологічними даними з врахуванням лише картопобудов стосовно докайнозойської поверхні, виходячи з принципу успадкованності структур і структурних планів. Але мезозойська товща, яка розділяє палеозойську і докайнозойську поверхні, не тільки згладжує та спотворює домезозойський структурно-тектонічний план ДДЗ, а, що саме головне, не дозволяє достовірно встановити апікальні частини усіх перекритих структур, скорелювати і побудувати (відтворити) на значну відстань маркуючі і продуктивні горизонти, виявити і закартувати повздовжні (древньокіммерійські) насуви та простежити молоді (альпійські) поперечні скиди і вскиди, які контролюють локалізацію найбільш продуктивних родовищ вуглеводнів.

Побудова за лутугінською методикою інноваційної геологічної карти домезозойських відкладів південно-східної частини ДДЗ і Донбасу дозволила обґрунтувати нові складові еле-

менти, виявити та доповнити особливості детального тектонічного районування даних мегаструктур. Зокрема встановлено, що лінійна донбаська складчастість проявляється набагато західніше наявних тектонічних схем минулих років – аж до меридіану м. Барвінкове, а продовженням осьових Головної і Дружківсько-Костянтинівської антикліналей є не Курильсько-Олексіївська зона солянокупольних структур, а Бантишевсько-Мечебилівська антиклінальна зона. Крім того обґрунтовується, що північною межею Бахмутської котловини (улоговини) є Дронівсько-Слов'янська антиклінальна зона, а розташований північніше Краснолиманський прогин є самостійною синклінальною складкою, яка простягається від Петрівського купола на заході до меридіану м. Севєродонецьк на сході. Аналогічний Балаклійський синклінальний прогин закартований на північ–північний схід від Щебелинсько-Співаківської зони брахіантикліналей. На сході межею даного прогину є Ізюмський скид і Краснооскільське підняття.

У межах північного платформового схилу ДДЗ і Донбасу на значну відстань простежені Північнодонецький, Слов'яносербський та Красноріцький насуви і вперше виділені і закартовані кіммерійські глибинні Новоайдарський, Куп'янський та Оскольський скиди і Старобільський вскид. При цьому встановлено, що південно-західною межею схилу Воронезького кристалічного масиву і Старобільсько-Міллерівської моноклiналі є не Північнодонецький або Красноріцький насуви, а глибинний Новоайдарський скид. Територія між Північнодонецьким насувом і Новоайдарським скидом обґрунтовується в якості північного борту Донецького басейну, а між Північнодонецьким насувом і Куп'янським скидом – в якості північного борту ДДЗ. Як протяжні субмеридіональні (альпійські) розломи вперше виділені і закартовані Харківський, Павлоградсько-Краснопавлівський, Чугуївський, Балаклійський, Петрівський й Ізюмський скиди та Макіївський вскид. Останній, ймовірно, є тектонічною межею між північними бортами ДДЗ і Донбасу.

Відмічені геолого-тектонічні особливості та інновації значно розширяють і доповнюють загальновідомі регіональні, зональні і об'єктові закономірності локалізації промислової нафтогазоносності ДДЗ та більш достовірно обґрунтовують аномальні концентрації газових вуглеводнів Донбасу з метою збільшення реальних видобувних перспектив головної мінерально-сировинної енергетичної бази України.

УДК 550.84:553.98(477.8)

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ НАДР ТА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДОВКІЛЛЯ ПРИ ПОШУКАХ І РОЗВІДЦІ ВУГЛЕВОДНІВ

Крупський Ю.З.[1], *д. геол. н., проф.*, ***Губич І.Б.***[2], *к. хім. н.*, ***Вислоцька О.І.***[3], *асп.*
1 – Львівський національний університет імені Івана Франка (м. Львів), jkrupskyj@i.ua;
2 – "СПК–Геосервіс" (м. Львів), i_hubych@mail.ru;
3 – ІГГГК НАН України (м. Львів), yaolgav@mail.ru

Висвітлено проблему перегляду наявності скупчень нафти та газу у розкритому розрізі ліквідованих свердловин, перспективи яких на сьогодні залишаються невизначеними. Запропоновано новий підхід екологічних досліджень і визначення нафтогазоносних пластів. Методика базується на встановленні наявності вуглеводневих газів і оцінці інтенсивності їх потоку поблизу устя свердловини із подальшим комплексним аналізом результатів геохімічних досліджень, висновків ГДС, матеріалів буріння та випробування для одержання інформації про характер насичення відкритого розрізу. Методику апробовано у південній частині Городоцького газового родовища у Зовнішній зоні Передкарпатського прогину, а також на Бухтівецькій площі та Битків-Бабченському родовищі у Внутрішній зоні прогину.

OFFERS FOR IMPROVEMENT OF RATIONAL SUBSOIL USE AND ECOLOGICAL STATE OF ENVIRINMENT IN THE PROCESS OF HYDROCARBONS SEARCH AND EXPLORATION

Krupskyi Yu.Z.[1], *Dr. Sci. (Geol.), Prof.*, ***Hubych I.B.***[2], ***Vyslotska O.I.***[3], *Postgrad,*
1 – Ivan Franko National University of Lviv (Lviv), jkrupskyj@i.ua;
2 – "SPK-GeoService" (Lviv), i_hubych@mail.ru; 3 – IHHHK NAS of Ukraine (Lviv), yaolgav@mail.ru

Work is devoted to the problem of revision of presence of accumulations of oil-and-gas in the exposed cut of the liquidated mining holes the prospects of which on the given time remain indefinite. New approach of environmental research and oil-and-gas bearing beds determination on a sequence of wells abandoned is proposed.
The offered method is based on establishment of presence of hydrocarbon gases and estimation of intensity of their steam near the mouth of mining hole with a next complex analysis of results of geochemical researches, the GDS conclusions, materials of the boring drilling and test for the receipt of information on the character of satiation of the exposed cut. A method is approved in south part of the Gorodok gas deposit, and also on the Buhtivets area and Bytkiv-Babchenske deposit.

Продуктивність, невизначеність або непродуктивність пластів-колекторів встановлюють за допомогою геолого-геофізичних досліджень і випробувань у процесі буріння та після завершення будівництва свердловини у відкритому стовбурі або колоні.

У теперішній час є необхідність вирішення проблеми перегляду нафтогазонасиченості розрізів свердловин, у яких однозначно не доведено безперспективність цих розрізів.

Часто в складних, особливо нових, недостатньо вивчених геологічних розрізах геофізичні методи досліджень свердловин (ГДС) не можуть дати однозначних результатів, а обмеженість в часі і різні технологічні проблеми випробовування та освоєння свердловин також не дають змоги отримувати достовірні результати насиченості пластів-колекторів. Крім того, перспективні горизонти часто розкриваються у процесі буріння на промивальних рідинах з великою густиною, що створює більше, ніж допустиме перевищення тиску в стовбурі свердловини над тиском у пластах-колекторах. Це спричиняє закупорювання (кольматацію) колекторів і виникнення великої кількості так званих "сухих" об’єктів, що призводить до ліквідації свердловини.

Нині однозначно підтверджено, що з часом пласти-колектори, що знаходилися за зацементованими колонами, розкольматовуються, тобто зона контакту колектора зі стінкою колони (зона закупорювання) набуває свого природного стану. Разом із тим погіршується контакт цементного каменю зі стінкою металевої колони. Це сприяє дифузії, а інколи і струменевій міграції вуглеводнів, зокрема газоподібних, до денної поверхні. Інтенсивність проявів цих процесів найвища біля устя свердловини й, очевидно, певною мірою – на деякій віддалі від нього. На цьому базується пропонована методика встановлення нафтогазоносності порід у ліквідованих свердловинах. Згідно з цією концепцією виконано приповерхневі газові зйомки з використанням газової радіальної та газодебітної зйомок.

Уперше дослідження проведено біля устя св. 125–Рудківської, ліквідованої у 60-х рр. XX ст. Тут після досліджень було виявлено газову аномалію.

У 2007 р. за матеріалами сейсморозвідки та з урахуванням виявленої аномалії пробурено св. 10–Городоцьку, в якій із сарматських відкладів (інтервал 669–540 м) отримано приплив газу, дебітом 11 тис. м^3/доба через діафрагму діаметром 7,05 мм. Це дало змогу значно збільшити площу продуктивності Городоцького газового родовища, так як вказана свердловина знаходиться на відстані 10 км від центральної розвіданої частини родовища.

У 2009 р. газометричні дослідження виконано біля устя св. 814–Пасічнянської, пробуреної у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину та перекритої Скибовою зоною Карпат. Її ліквідовано з геологічних причин у 70-х рр. XX ст.

Газометричну радіальну зйомку виконано на ділянці розмірами 200 × 200 м за такою схемою: від центру зйомки, яким було устя свердловини, проведено 4 основні та 4 допоміжні профілі, уздовж яких пробурено геохімічні свердловини, глибиною до 1 м.

Відстань від устя до них уздовж основних профілів становила 5, 15, 25, 50, 75 та 100 м, а вздовж допоміжних – 25 та 50 м. Потім у свердловину ставили пробовідбірник, за допомогою якого методом вакуумування відбирали газоповітряну суміш у скляну ємність під затворну рідину. Проби аналізували із застосуванням хроматографа.

За результатами зйомки виявлено аномалію вуглеводневих газів, максимальний вміст яких приурочений до устя свердловини.

Газодебітні роботи проводили за чотирикутною схемою на віддалі 15 та 75 м від устя свердловини для визначення інтенсивності вуглеводневого потоку поблизу нього. Відбір проб здійснювали ємністю заданого об’єму, яку на 0,05–0,1 м заглиблювали у ґрунт та герметизували по периметру. Після стабілізації глибинного потоку (5 хв) вільний газ за допомогою вакуумування відбирали у скляний посуд під затворну рідину та доставляли у лабораторію для хроматографічного дослідження.

За результатами хроматографічного дослідження розраховували дебіт вуглеводневих газів у м^3 за 1 добу з площі 1 м^2 (м^3/доба × м^2) та будували схематичну карту інтенсивності їх потоку поблизу устя свердловини. Максимальний дебіт газу виявлено у центральній частині ділянки, де він становить 0,0015–0,0017 м^3/доба × м^2.

Аналіз результатів газової та газодебітної зйомок показав, що основні аномалій ні поля вуглеводневих газів знаходяться поблизу устя свердловини.

Одержані матеріали дають змогу рекомендувати виконання площових сейсморозвідувальних робіт у блоці св. 814–Пасічнянської і буріння пошукової свердловини в оптимальних умовах.

Важливо, що пропонована методика не завжди передбачає відновлення свердловини, біля якої виконуються роботи. Її завданням є отримання інформації для визначення перспектив нафтогазоносності розкритого розрізу. У подальшому буде прийнято рішення про раціо-

нальний порядок виконання геологорозвідувальних робіт на цій ділянці. Аналіз кількості метану та його гомологів під час газових зйомок дає змогу прогнозувати нафто- або газонасиченість розрізів.

Газометричні зйомки необхідно виконувати також на майданчиках, відведених під будівництво свердловин до його початку. Це дає змогу уточнити фон загазованості приповерхневих відкладів. Після будівництва свердловин і повторного проведення газових зйомок буде отримано інформацію про екологічний стан території, де проводили буріння свердловини.

Цю пропозицію варто закріпити нормативним актом, обов’язковим до виконання. Пропоновані роботи покращать раціональне використання надр і забезпечать надійний моніторинг довкілля під час буріння свердловин.

УДК 550.81

ІНФОРМАЦІЙНЕ, ПРОГРАМНЕ ТА МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИДОБУТКУ МЕТАНУ ЗАКРИТИХ ШАХТ: КОМПОНЕНТИ, МЕТОДИ, МОДЕЛІ

Іванік О.М.[1], *д. геол. н., доц.,* ***Вижва С.А.***[1], *д. геол. н., проф.,*
Литвинов В.В.[2], *д. т. н., проф.,* ***Бондар К.С.***[1], *к. геол. н.,* ***Назаренко М.В.***[3], *д. т. н., доц.,*
1 – Київський національний університет ім. Т. Шевченка (м. Київ), om.ivanik@gmail.com;
2 – Інститут проблем математичних машин і систем НАН України (м. Київ), vlitvin@ukrsoft.ua;
3 – НВП "Кривбасакадемінвест"(м. Кривий Ріг), mvn@kai.ua

Обґрунтовано головні принципи та методи моделювання стану геологічного середовища з метою прогнозування, оцінки запасів і моніторингу міграції та скупчень метану в вугільних родовищах та шахтах. Підтверджено необхідність розробки інформаційного, програмного та математичного забезпечення дослідження цих процесів. Для відпрацювання методології створення інтегральних геолого-геофізичних моделей та формування інтегрованих баз даних геолого-геофізичної інформації використано тестову ділянку Бежанівська-3, розташовану в Мар'ївському геолого-промисловому районі Донбасу. З метою створення бази даних та просторової тривимірної моделі вугільних пластів та родовища, які в подальшому використовуються для візуалізації інформації, побудови геологічних розрізів, підрахунку запасів та моделювання напружено-деформованого стану породного масиву, використано геоінформаційну систему K-MINE. Розроблено алгоритм та програмний модуль розрахунку напружено-деформованого стану породного масиву з виробкою, який дає можливість визначити розподіл напружень і деформацій у межах ділянки геологічного середовища.

INFORMATIONAL, PROGRAMME AND MATHEMATICAL SUPPORT OF METHANE EXTRACTION IN THE CLOSED MINES: COMPONENTS, METHODS AND MODELS

Ivanik O.M.[1], *Dr. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.,* ***Vyzhva S.A.***[1], *Dr. Sci. (Geol.), Prof.,*
Lytvynov V.V.[2], *Dr. Sci. (Eng.), Prof.,* ***Bondar K.S.***[1], *Cand. Sci. (Geol.),*
Nazarenko M.V.[3], *Dr. Sci. (Eng.), Assoc. Prof.,*
1 – Taras Shevchenko National University of Kyiv (Kyiv), om.ivanik@gmail.com;
2 – Institute of Mathematical Machines and Systems Problems of the NAS of Ukraine (Kyiv), vlitvin@ukrsoft.ua;
3 – SPE "Kryvbasakademinvest" (Kryvyi Rih), mvn@kai.ua

The principles and methods of the geological environment modeling for prediction, reserves estimation and monitoring of methane migration and accumulation in the coal deposits and mines have been proved. It was confirmed that it is nessessary to develop the information, software and mathematical supplying for the study of these processes. The area Bezhanivska-3 located in Maryivskiy geological and industrial region of Donbass has been used for the testing of methodology of integrated geological and geophysical modelling and development of integrated databases of geological and geophysical data. Geographic information system K-MINE has been used for the creation of a database and spatial three-dimensional model of coal layers and deposits.They are used for further visualization, construction of geological sections, reserves estimation and modeling of the stress-strain state of rock mass. The algorithm and program module of the stress-strain state of rock mass assessment has been developed. It allows to determine the distribution of stresses and strains within the area of the geological environment.

З метою забезпечення переходу на сучасний, якісно новий рівень прогнозування, оцінки запасів і моніторингу міграції та скупчень метану в вугільних родовищах та шахтах необхідною є розробка інформаційного, програмного та математичного забезпечення дослідження цих процесів на основі формування інтегрованих баз даних геолого-геофізичної інформації та створення інтегральних геолого-геофізичних моделей.

Проблема виявлення та прогнозування ділянок максимального скупчення вуглеводневих газів, зон їх надходження до денної поверхні, можливих проявів газодинамічних явищ залишається до цього часу однією з найбільш складних проблем гірничодобувної галузі. Такі прогнози базуються на вивченні геологічних факторів, що впливають на накопичення та розподіл газів у породному масиві і літолого-фаціальні умови накопичення осадових відкладів, палеотемпературний режим, типи й параметри тектонічної дислокованості тощо [1]. У свою чергу, локалізація скупчень вуглеводневих газів залежить від таких головних геологічних чинників: газоносності, структурно-тектонічних особливостей території, напружено-деформованого стану породних комплексів та фізико-механічних властивостей вміщуючих порід. Незважаючи на успіхи у розвитку теоретичних і наукових основ пошуків та видобутку вуглеводневих газів, проблема залишається невирішеною. Негативно позначається відсутність комплексних досліджень геологічних умов локалізації вуглеводневих газів. Результати таких досліджень мають бути основою для пояснення природи й механізму виникнення та скупчень газів, а також відповідних прогнозів, оцінок місць їх проявів. Дані щодо особливостей геологічних, структурно-тектонічних, літологічних та інших чинників локалізації метану можуть бути отримані в результаті проведення геолого-знімальних, геологорозвідувальних, експлуатаційних, тематичних, наукових та виробничих геолого-геофізичних робіт у межах досліджуваних областей. Значна частина інформації отримується внаслідок виконання спеціалізованих досліджень по визначенню напружено-деформованого стану гірських порід навколо підземних виробок та розрахунків напружено-деформованого стану породного масиву під впливом гравітаційних сил, тектонічних та температурних чинників, реконструкції полів напружень і деформацій, проведення спеціалізованих термоатмогеохімічних досліджень тощо. Найважливішими аспектами геомеханічних досліджень при визначенні особливостей локалізації та скупчень метану у межах гірських пластів, а також при з’ясуванні та прогнозуванні особливостей їх просторової міграції є реконструкції палеотектонічних полів напружень і деформацій із розглядом складчасто-розривних парагенезисів в часі (особливо важливо для прогнозу вторинних колекторів вуглеводневих газів), а також моделювання напружено-деформованого стану гірських масивів на основі класичних задач механіки [3].

На сучасному етапі постає нагальна необхідність у розробці баз даних (БД) різнорідної геолого-геофізичної інформації та відображенні результатів досліджень, спрямованих на прогнозну оцінку скупчень метану у межах різноструктурних гірських масивів, у створенні інтегральної цифрової геолого-геофізичної моделі, яка б містила інформацію щодо геологічної будови гірського масиву та чинників формування і концентрації вуглеводневих газів у межах певних геологічних структур. Геолого-геофізична модель, по суті, є універсальним продуктом геолого-геофізичних досліджень. Вона акумулює всю інформацію, накопичену на різних стадіях – від пошуку і розвідки до оцінки запасів і освоєння родовища. Головна мета створення геолого-геофізичної моделі – забезпечення можливості обчислення різних фізичних полів [2]. Геолого-геофізична модель забезпечує послідовне інтегроване накопичення результатів проведених геологорозвідувальних робіт, їх використання для проектування наступних (деталізаційних) стадій з відповідним обґрунтуванням техніко-економічних, геолого-економічних оцінок, а також аналізом інвестиційних проектів на розробку родовища (покладу) та проектування і супроводу відповідних промислових процесів.

Ці дослідження вимагають визначення оптимальної структури та формату БД, основних операцій процесу проектування БД, а також розробки адекватних методів інформаційного моделювання гірських масивів, шахтних полів та шахт. Цифрові моделі шахт являють собою структуровану за базовими ознаками сукупність графічних об’єктів, які описують основні

об'єкти шахт. Серед таких об'єктів: підземні виробки різноманітного призначення (горизонтальні, вертикальні, похилі та інші), комунікації різного призначення (електричні, енергетичні та інформаційні мережі) водовідлив, вентиляція, виймально-транспортне та підіймально-транспортне обладнання, наземні будівлі та території. Обов'язковим і необхідним елементом цифрової моделі шахти також виступає геологічна модель родовища.

При створенні тривимірних моделей шахт використовуються комбіновані моделі (здебільшого полігональні, менше *NURBS* та параметричні моделі). Кожен з видів моделей може бути використаний для опису різних об'єктів. Так, наприклад, параметричні моделі використовуються для опису конфігурації і просторової геометрії виробок [5]. Полігональні (каркасні) моделі використовуються для опису геометрії поверхонь і замкнених геометричних об'ємів (моделі рудних тіл, пластів, покладів, виробок), блокові (воксельні) моделі використовуються для опису якісних характеристик геологічного простору в різних його точках.

Кожен з видів моделей використовується для опису різних груп об'єктів, при цьому більшість інших видів моделей можуть бути створені як похідні від попередніх. Наприклад, каркасні моделі створюються на базі параметричних, а блокові (воксельні) можуть створюватися на базі як параметричних так і полігональних моделей.

Функціонально тривимірні моделі шахт поділяються на:

– модель підземних шахтних виробок;

– геологічна модель родовища (у т. ч. гідрогеологічна);

– модель поверхні (топографічна карта, модель будівель, споруд);

– модель комунікацій (електричні, енергетичні та інформаційні мережі);

– моделі динамічних процесів (модель напруженого стану гірничого масиву, модель процесів гірничого виробництва з видобутку та транспортування корисної копалини та супутніх порід розкриття тощо).

Всі ці моделі можуть бути суміщені в єдиному інформаційному просторі і використовуватися як спільно, так і окремо.

Розроблені моделі, окрім проблеми локалізації та міграції вуглеводневих газів, дозволять вирішувати додатково значну кількість задач, серед яких: геометризація покладів та кваліметрія надр, підрахунок запасів та виконання геолого-економічних оцінок; планування роботи шахт при розкритті та відпрацюванні пластів різними способами; моделювання процесів напружено-деформованого стану гірничого масиву при відпрацюванні родовищ, прогнозування стійкості гірського масиву; розробка планів ліквідації аварій тощо.

Вугілля у паливно-енергетичному комплексі України займає, і це збережеться і в перспективі, провідне місце. Однак протягом останніх років вуглевидобуток в країні і в Луганській області зокрема, став різко падати через відсутність необхідних фінансових інвестицій у цю галузь. Відсутність у країні необхідних коштів, недостатня потужність будівельно-монтажних і прохідницьких організацій для будівництва шахт (потужність 0,8 млн т вугілля на рік) зумовлюють нерентабельність розвитку вугільної промисловості України. Одним з реальних шляхів часткового заповнення втрати добування вугілля є залучення приватних інвестицій для будівництва дрібних по глибині (150–400 м) похилих шахт малої потужності (від 50 до 150 тис. т вугілля на рік), так і для відпрацювання запасів, що знаходяться у зоні окислення вугільних пластів.

Як тестова ділянка для відпрацювання методології побудови тривимірної моделі породного масиву шахт обрана вугільна ділянка Бежанівська-3, на яку у 2004 р. "Схід ДРГП" видала ТОВ "Донбассугольинвест" геологічний висновок про стан запасів вугільного пласта i_3 (району Бежанівський III) в межах оцінюваної площі для отримання ліцензії на їх експлуата-

цію. У крайній південно-східній частині (району Бежанівський III) виділена площа згідно з заявкою: від кордону придатного вугілля пласта i_3 до ізогіпси –100 м. Всього в межах оцінюваної площі підраховано: балансових запасів категорії C_1 – 929 тис. т; позабалансових запасів категорії C_1 – 1092 тис. т. Вугілля пласта відноситься до марки Ж, може використовуватися для виробництва коксу.

Для моделювання гірських масивів та шахт використовуються, як правило, просторові бази даних, які оптимізовані для зберігання й виконання запитів до даних про просторові об'єкти. У той час, як традиційні БД можуть зберігати й обробляти числову й символьну інформацію, просторові мають розширену функціональність, що дозволяє зберігати цілісний просторовий об'єкт, що поєднує як традиційні види даних (описові або атрибутивні), так і геометричні (дані про положення об'єкта в просторі). Просторові БД дозволяють виконувати аналітичні запити, що містять просторові оператори для аналізу просторово-логічних відносин об'єктів. У зв'язку з цим необхідним етапом розробки тривимірних каркасних та блокових моделей гірського масиву у межах вугільної ділянки Бежанівська-3 є створення бази даних наявної геолого-геофізичної інформації, яка міститиме комплексну інформацію про цей об'єкт і слугуватиме основою для розробки інтегрованої інформаційної моделі.

Процес проектування БД включав такі етапи:

1) визначення об'єкта, дані про який повинні утримуватися в БД;
2) виявлення зв'язків між об'єктами;
3) визначення основних властивостей об'єкта, які будуть зберігатися в БД;
4) виявлення зв'язків між властивостями об'єкта;
5) складання логічного запису загальної таблиці, що включає всі властивості об'єкта;
6) створення декількох таблиць із загальної, на основі процедур нормалізації;
7) визначення операцій при використанні таблиць і створення на їхній основі запитів;
8) створення, якщо необхідно, форм введення даних і форм звіту.

Для розробки бази даних та створення тривимірної моделі гірського масиву використано *геоінформаційну систему K-MINE*, у якій передбачено доступ до БД від різних виробників. При цьому для деяких рішень використовується прямий доступ (наприклад, FireBird SQL Server), а також доступ через спеціальні драйвери роботи з даними середовища Windows (ODBC, ADO). Одним із найпоширеніших варіантів підключення БД через драйвери ODBC чи ADO є MS SQL Server. Прямий доступ дає змогу повністю керувати сервером: створювати нову базу даних для нового родовища, додавати, редагувати, вилучати користувацькі й системні таблиці, виконувати індексацію тощо. У разі використання стандартних драйверів для доступу попередньо потрібно створити БД інструментальними засобами вибраної серверної платформи, доступ до параметрів БД при цьому обмежений [4, 6–7].

Перед розробкою структури БД попередньо вивчено всю наявну документацію з геологічної розвідки по ділянці Бежанівська-3 та оцифровано всі геологічні матеріали. Це визначило загальну кількість таблиць у БД та їх структуру.

Для дігіталізації розрізів свердловин використана програма DigitTopo, яка дозволяє масштабувати растрові малюнки і знімати з них інформацію про геометричні розміри окремих елементів. При цьому стратиграфічна, літологічна і інша (негеометрична) інформація вказується у вигляді приміток до окремих прошарків. В подальшому інформація з текстових файлів переноситься до книг Excel, де виправляється і упорядковується для зручного використання.

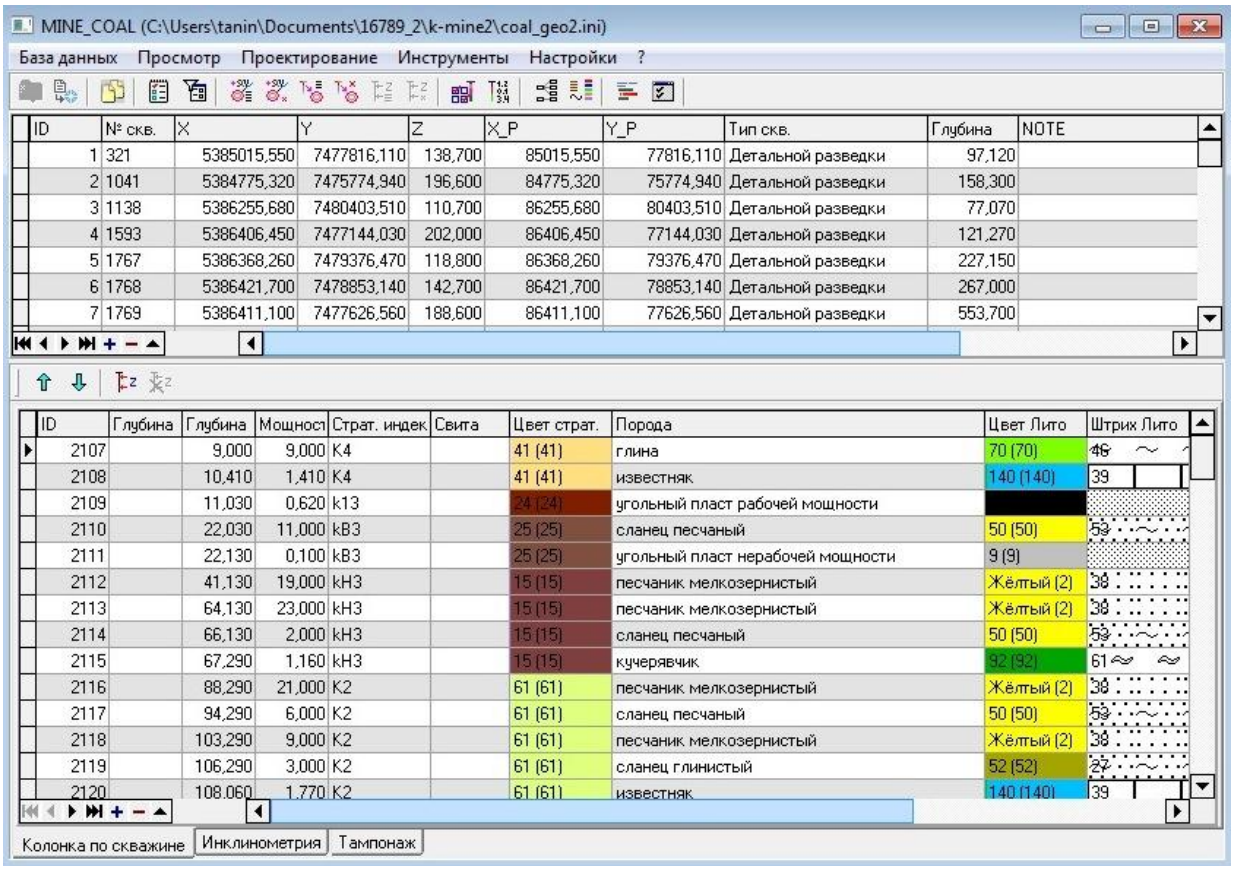
При розробці структури БД визначено типи таблиць і встановлено зв'язки (реляції) між ними. Цей процес використовується для нормалізації структури БД та організації зручностей при роботі із даними.

Реляційна структура БД геологічних свердловин дає змогу реалізувати головні відношення між таблицями: один до багатьох (головна таблиця – підпорядковані таблиці) та багато до одного (довідники – інші таблиці).

Процес роботи з БД свердловин складається з таких етапів:

- заповнення довідників;
- заповнення таблиці усть свердловин або початкових точок виробок;
- заповнення таблиці інклінометрії;
- заповнення таблиць даними опробування, стратиграфічними й літологічними відомостями;
- перевірка вмісту вихідних даних на наявність механічних і логічних помилок, їх коригування;
- застосування методів статистичного аналізу, групування інтервалів опробування;
- завірення бази даних.

Введено дані за 42 свердловинами (приклад наповнення бази даних наведено на рис. 1).



ID	№ скв.	X	Y	Z	X_P	Y_P	Тип скв.	Глубина	NOTE
1	321	5385015,550	7477816,110	138,700	85015,550	77816,110	Детальной разведки	97,120	
2	1041	5384775,320	7475774,940	196,600	84775,320	75774,940	Детальной разведки	158,300	
3	1138	5386255,680	7480403,510	110,700	86255,680	80403,510	Детальной разведки	77,070	
4	1593	5386406,450	7477144,030	202,000	86406,450	77144,030	Детальной разведки	121,270	
5	1767	5386368,260	7479376,470	118,800	86368,260	79376,470	Детальной разведки	227,150	
6	1768	5386421,700	7478853,140	142,700	86421,700	78853,140	Детальной разведки	267,000	
7	1769	5386411,100	7477626,560	188,600	86411,100	77626,560	Детальной разведки	553,700	

ID	Глубина	Глубина	Мощност	Страт. индек	Свита	Цвет страт.	Порода	Цвет Лито	Штрих Лито
2107		9,000	9,000	K4		41 (41)	глина	70 (70)	46
2108		10,410	1,410	K4		41 (41)	известняк	140 (140)	39
2109		11,030	0,620	k13		24 (24)	угольный пласт рабочей мощности		
2110		22,030	11,000	kB3		25 (25)	сланец песчаный	50 (50)	53
2111		22,130	0,100	kB3		25 (25)	угольный пласт нерабочей мощности	9 (9)	
2112		41,130	19,000	kH3		15 (15)	песчаник мелкозернистый	Жёлтый (2)	38
2113		64,130	23,000	kH3		15 (15)	песчаник мелкозернистый	Жёлтый (2)	38
2114		66,130	2,000	kH3		15 (15)	сланец песчаный	50 (50)	53
2115		67,290	1,160	kH3		15 (15)	кучерявчик	92 (92)	61
2116		88,290	21,000	K2		61 (61)	песчаник мелкозернистый	Жёлтый (2)	38
2117		94,290	6,000	K2		61 (61)	сланец песчаный	50 (50)	53
2118		103,290	9,000	K2		61 (61)	песчаник мелкозернистый	Жёлтый (2)	38
2119		106,290	3,000	K2		61 (61)	сланец глинистый	52 (52)	27
2120		108,060	1,770	K2		61 (61)	известняк	140 (140)	39

Рис. 1. Введення даних по свердловинах у БД

Для виконання подальшого моделювання виконано завірку бази даних геологорозвідувальних свердловин.

З метою створення просторової тривимірної моделі вугільних пластів та родовища (рис. 2, 3), яка в подальшому використовується для візуалізації інформації, побудови геологічних розрізів, підрахунку запасів та моделювання напружено-деформованого стану породного масиву, використано геоінформаційну систему K-MINE.

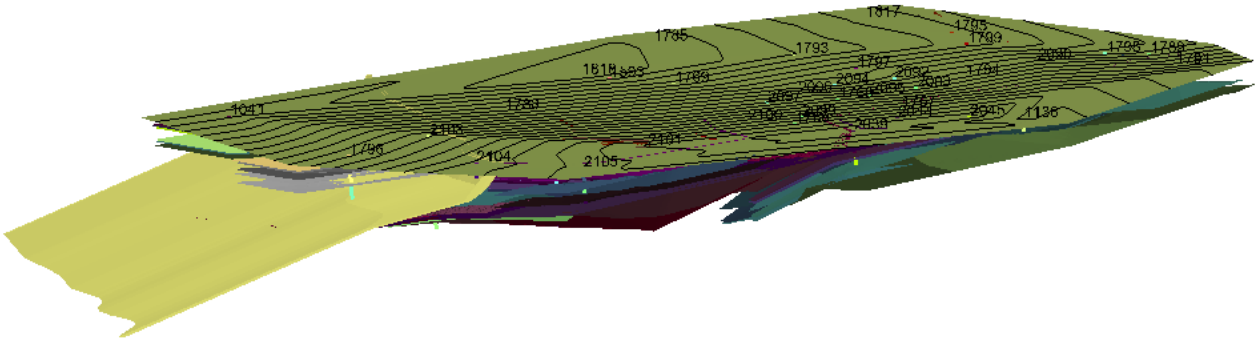


Рис. 2. Тривимірна модель залягання вугільних пластів робочої та неробочої потужності по ділянці Бежанівська-3

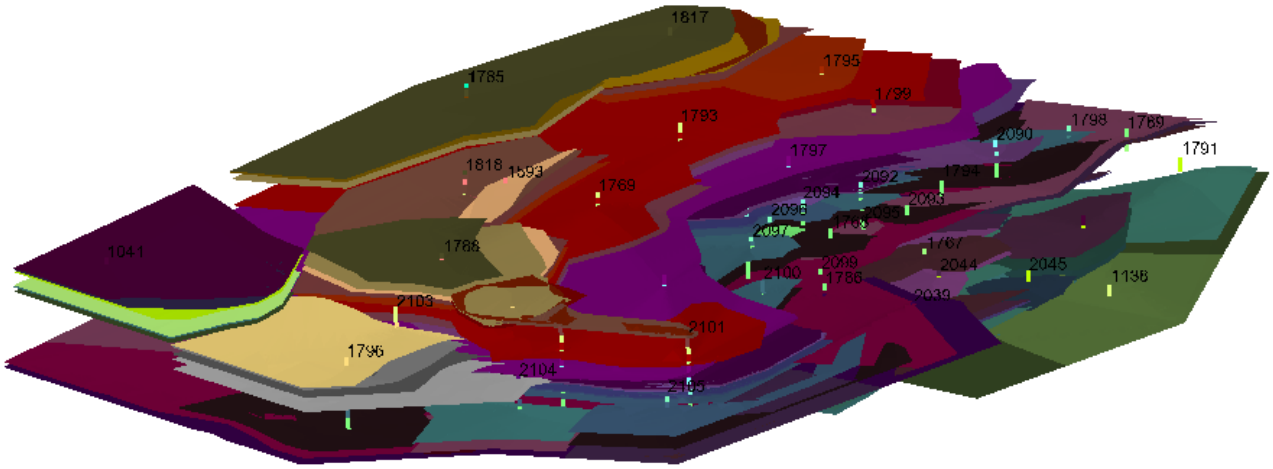


Рис. 3. Каркасна модель залягання вугільних пластів по ділянці Бежанівська-3

Георeляційна база даних геологічної інформації створювалася з використанням спеціалізованого модуля ArcCatalog 9.3 (ArcGis 9). Для цього в ArcCatalog через контекстне меню було створено нову базу даних із відповідною організацією наборів класів просторових об’єктів. База геоданих містить набори класів об’єктів, автономні об’єктні класи, класи просторових об’єктів, класи відношень і атрибутивні домени. Об’єктні класи зберігають елементи і мають підтипи і атрибутивні правила (у базі геоданих "об’єктний клас" і "таблиця" є синонімами). Створена база даних завантажена в ArcMap, де відносно інформації векторизованої геологічної карти визначено класи просторових об’єктів із відповідними атрибутами.

Завершальним етапом досліджень є розробка алгоритму та програмних модулів з метою визначення напружено-деформованого стану породного масиву та оцінки його стійкості. В загальному вигляді алгоритми розрахунку напружено-деформованого стану фрагменту геологічного масиву з виробками діляться на дві категорії: алгоритми з використанням чисельних методів та алгоритми з аналітичним рішенням. Кожна група алгоритмів має власні переваги і недоліки.

Як правило, точне аналітичне рішення отримати неможливо, і воно вимагає значної роботи з побудови достатньо адекватної математичної моделі. Водночас кінцеві обчислювальні витрати на отримання результату аналітичними методами фактично лінійні від набору вхідних даних. На противагу, чисельні методи навпаки здатні дати прийнятне рішення при мінімумі витрат (у разі використання вже існуючих реалізацій базових алгоритмів), проте обчислювальні витрати в кращих випадках досягають поліноміального рівня від обсягу вхідних даних моделі. Серед цих методів найбільш широко відомими є метод скінченних різниць, метод скінченних елементів, метод граничних елементів, метод граничних інтегральних рівнянь та інші методи, які отримали велике розповсюдження в інженерному і науковому середовищі при використанні потужної обчислювальної техніки. Проаналізовано ці методи та визначено, що використання модифікованого методу граничних елементів є найбільш ефективним до розв'язання розглядуваного класу задач. Розв'язок задачі про розподіл напружень в досліджуваній області, в масиві навколо виробки (виробок), виконується на підставі умов (напружень, переміщень), що задаються на границі області – на поверхні виробки. Точність вирішення задач методом граничних елементів є вищою, ніж іншими чисельними методами. Розроблено алгоритм та програмний модуль розрахунку напружено-деформованого стану породного масиву з виробкою, який дає можливість визначити розподіл напружень і деформацій у межах ділянки геологічного середовища.

Література

1. *Багрій І.Д., Гладун В.В., Довжок Т.Є.* Розробка комплексу структурно-атмогеохімічних методів для прогнозування та пошуків покладів вуглеводнів // Геол. журнал. – 2001. – № 2. – С. 89–93.

2. *Вижва С.А.* Сучасні підходи до побудови геолого-геофізичної моделі нафтогазових покладів / С.А. Вижва, А.П. Тищенко // Вісник Київського університету "Геологія". – 2008. – Вип. 43. – С. 4–9.

3. *Моделирование* в геомеханике / [Ф. П. Глушихин, Г. Н. Кузнецов, М. Ф. Шклярский и др.]. – М.: Недра, 1991. – 240 с.

4. *Мейер М.* Теория реляционных баз данных / М. Мейер. – М.: Мир, 1987. – 608 с.

5. *Назаренко М.В. Хоменко С.А.* Автоматизированная система управления горными работами современного предприятия на базе геоинформационной темы K-MINE // Маркшейдерский вестник. – 2009. – № 5. – С. 30–37.

6. *Табакман И.Б.* Имитационно-оптимизационные методы планирования горных работ в карьерах / И.Б. Табакман, А.З. Турецкий. – Ташкент: Фан, 1991. – 116 с.

7. *Теория* вероятностей и математическая статистика. Базовый курс с примерами и задачами: учебн. пособие / А.И. Кибзун, Е.Р. Горяинова, А.В. Наумов, А.Н. Сиротин. – М.: Физматлит, 2002. – 224 с.

УДК 622.279.23/4

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИЛУЧЕННЯ ВУГЛЕВОДНІВ ЗА РАХУНОК ДОСЛІДЖЕННЯ НЕОДНОРІДНОСТІ ПОРОВОГО СЕРЕДОВИЩА

Абєлєнцев В.М., *к. геол. н.*, ***Міщенко Л.О.***,
УкрНДІгаз (м. Харків), dgp_pzg@ndigas.com.ua

Авторами запропоновано класифікацію неоднорідності порід-колекторів за показником їх контрастності серед вміщуючих порід та їхнього негативного впливу на розробку покладів вуглеводнів: високопроникні прошарки вважаються "аномальними"; менш проникні прошарки, які складають основний об'єм розрізу пласта-колектору – фоновими. Представлено методику визначення "аномального" колектора в об'ємі покладів, яка спрямована на попередження негативних явищ, що виникають в процесі розробки.

OPTIMIZATION OF EXTRACTION OF HYDROCARBONS THROUGH RESEARCH NONUNIFORMITY POROUS MEDIA

Abelentsev V.M., *Candidate of Geological Sciences*, ***Mishchenko L.O.***,
UkrNDIgaz (Kharkiv), dgp_pzg@ndigas.com.ua

The authors proposed a classification of heterogeneity the reservoir rocks in terms of their contrast of host rocks and their negative impact on the development of hydrocarbon deposits: highly permeable strata are considered "anomalous"; less permeable layers that make up the bulk of the cut reservoir rocks – background. Presented by the method of determining the "anomalous" in the amount of deposits collector, which is aimed at preventing negative phenomena arising in the development process.

Розробка багатьох покладів вуглеводнів (ВВ) основних нафтогазоконденсатних родовищ північної прибортової зони Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) ускладнюється за рахунок обводнення покладів та свердловин, проривів газу з газової шапки в нафтову частину, блокування значної частини газу та нафти за фронтом прориву пластової води та ін. За цих причин на багатьох об'єктах, які перебувають в розробці, фонд експлуатаційних свердловин зменшився більш ніж у два рази. Дана проблема досить актуальна, адже на родовищах північної прибортової зони ДДЗ на даний час зосереджені залишкові запаси вуглеводнів понад 100 млн т умовного палива.

Перелічені вище негативні явища контролюються літолого-фаціальною неоднорідністю пластів-колекторів, а саме – мікро- і макронеоднорідністю. В останні роки приділяється все більше уваги вивченню структури порового середовища з позиції його шаруватості на високо-, середньо- та низькопроникні прошарки [1, 2, 3].

Крім загальноприйнятих параметрів (коефіцієнтів), які зазвичай застосовують для вивчення макронеоднорідності порід-колекторів, авторами для вирішення конкретних практичних задач, що постають при розробці та дорозвідці покладів ВВ в даній роботі запропоновано наступні додаткові параметри, які в більш повній мірі характеризують шаруватість порід:

– **контрастність** (інтенсивність, різкість) зміни по розрізу покладу прошарків з максимальними параметрами ФЄВ (проникність, пористість) відносно фонових значень пласта-колектора, які визначаються співвідношенням кількісних та якісних ФЄВ параметрів прошарків;

– **кількісні та якісні чинники** – абсолютні значення параметрів ФЄВ по розрізу пласта-колектора та співвідношення параметрів високопроникного прошарку відносно фонових значень у розрізі свердловини.

З вищеперелічених параметрів (характеристик) шаруватості відкладів по розрізу пластів-колекторів саме контрастність чередування прошарків з різними ФЄВ має принципове значення при розробці та дорозвідці покладів ВВ. Під контрастністю розуміється ступінь

різкості переходу параметрів високопроникного прошарку до фонових кондиційних значень ФЄВ у колекторі. Ці переходи мають різну інтенсивність, але саме вони обумовлюють ускладнення в процесі розробки та дорозвідки покладів ВВ.

Згідно аналізу заключень результатів геолого-промислових контрольних досліджень свердловин (ГДС-К) по гор. В-16, В-17, Т-1 Тимофіївського родовища, гор. С-5, В-16 Котелевського та Березівського родовищ, гор. Б-8, Б-12 Кременівського родовища та багатьох інших встановлені наступні, найбільш показові, характеристики інтенсивності:

– монотонний (плавний) характер зменшення ФЄВ від високопроникного прошарку до фонових значень (наприклад, зміна $К_п$: 26-24-22-20-18-16 % тощо);

– ступінчастий характер зміни ФЄВ по розрізу ($К_п$: 26-22-18-14 % тощо);

– різкий (стрибкоподібний) характер зміни ФЄВ по розрізу пласта-колектора ($К_п$: 26-16-12-8 %, або 16-12-8 % тощо).

Під кількісним чинником співвідношення високопроникних прошарків, відносно фонових значень, мається на увазі абсолютна величина ФЄВ (проникності, пористості, ефективної товщини). Тобто, високопроникний прошарок залягає у розрізі серед інших порід, фонове значення параметрів яких на порядки менше, ніж у даного високопроникного прошарку.

Під якісним чинником співвідношення прошарків з різними за величинами ФЄВ (проникність, пористість та ін.) по розрізу пласта-колектора автори пропонують розглядати не абсолютні значення параметра ФЄВ високопроникного прошарку, а його співставлення з фоновими значеннями. Тобто, аналізується (вивчається) якісний перехід максимальних значень параметрів до фонових.

Процес розробки неоднорідних за ФЄВ по розрізу відкладів значно ускладнюється саме через неврахування факторів шаруватості та контрастності ступеню переходу прошарку з високими ФЄВ до фонових значень.

За результатами проведених досліджень доведено, що в розрізі кожного пласта-колектора встановлюються високопроникні та менш проникні прошарки, які в процесі розробки покладів виконують суттєво різні функції при вилученні ВВ з них. Високопроникні прошарки у поровому середовищі характеризуються обмеженими запасами ВВ. Вони виконують функцію основних транспортних каналів, які забезпечують рух пластового флюїду до вибоїв свердловин. Менш проникні, але кондиційні, прошарки у поровому середовищі характеризуються основними об’ємами запасів ВВ, їх функція полягає у "підживленні" транспортних каналів високопроникних прошарків.

Авторами статті запропоновано наступну класифікацію шаруватості порід-колекторів. Високопроникні прошарки неоднорідного порового середовища (за показником їх контрастності серед вміщуючих порід та їхнього негативного впливу на розробку покладів ВВ) пропонується називати "аномальними". Менш проникні прошарки, які складають основний об’єм розрізу пласта-колектору, але є кондиційними (значення ФЄВ вище граничних), вважати як фоновими.

При вивченні структури порового середовища в нафтогазопромисловій практиці важливою проблемою є визначення (встановлення) саме "аномального" колектора, який ускладнює процес розробки.

Авторами пропонується методика, яка дозволяє на базі аналізу ФЄВ конкретного покладу ВВ визначити межі розповсюдження "аномального" колектора. Методично "аномальні" прошарки у розрізі пластів-колекторів пропонується встановлювати за рахунок якісних чинників, під якими розуміється співставлення абсолютних значень кількісних чинників ФЄВ (проникність, пористість, ефективна товщина та ін.) високопроникних інтервалів з фоновими.

Контрастність порового середовища визначається на базі графіка залежності, щонайменш, двох якісних чинників. По осі абсцис відкладається значення відношення ефективної

товщини "аномального" прошарку до сумарної ефективної товщини пласта-колектора ($h_{еф}^{ан}/h_{еф}^{сум}$). По осі ординат – середнє значення відношення коефіцієнта пористості (проникності, гідропровідності та ін.) фонового колектора до значення коефіцієнта пористості (проникності, гідропровідності та ін.) "аномального" прошарку ($К_п^{фон}/К_п^{ан}$).

Достовірність запропонованої методики визначення "аномального" колектора апробована на багатьох експлуатаційних об'єктах розробки родовищ північної прибортової зони ДДЗ. На рис. 1, як приклад, наведений графік залежності (контрастності) відповідних якісних чинників нафтогазоконденсатного покладу горизонту Т-1 Тимофіївського родовища. Як слідує з графіка, оброблений масив даних якісних чинників групується в три зони. Перша зона по осі абсцис ($h_{еф}^{ан}/h_{еф}^{сум}$) обмежена значеннями якісного чинника: 0,65–1,0; по осі ординат ($К_п^{фон}/К_п^{ан}$) – 0,8–1,0. Друга, відповідно: 0,3–0,65 та 0,4–0,8. Третя – 0,1–0,4 та 0,2–0,6 (рис. 1).

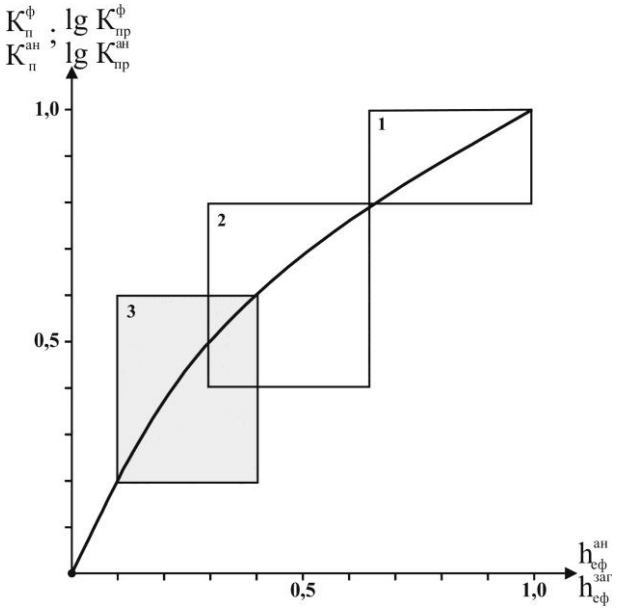


Рис. 1. Графік залежності (контрастності) відповідних якісних чинників покладу ВВ

Групування значного масиву даних якісних чинників ФЄВ, на базі яких визначається ступінь контрастності порового середовища, щонайменше в три зони, не є випадковим. Аналогічні графіки для визначення параметра контрастності були побудовані для експлуатаційних об'єктів горизонту Т-1 Куличихінського, горизонту В-16 Гадяцького, горизонту С-5 Котелевського та Березівського родовищ. На кожному з них ступінь параметра контрастності теж групується в три зони якісних чинників ФЄВ. Тобто, спостерігається певна закономірність – кожна з виділених зон контрастності порового середовища характеризується ускладненнями, які виникають при розробці покладів ВВ.

Перша зона характеризується як однорідний за ФЄВ пласт-колектор з витриманими значеннями пористості та проникності по розрізу свердловини незалежно від їх абсолютних значень. За параметром контрастності відноситься до монотонного типу диференціації ФЄВ, при якому в процесі розробки покладів ВВ не встановлені по факту такі негативні явища як вибіркове обводнення або прориви газу з газової частини у нафтову. Спостерігається тільки рівномірний підйом флюїдорозділів.

Друга зона характеризується як проміжний тип колектора. За параметром контрастності відноситься до ступінчастого типу диференціації ФЄВ, при якому негативні явища у процесі розробки покладів ВВ практично не встановлені. Як правило, спостерігається конусо-

утворення, нерівномірний (до 5 м) підйом рівня флюїдорозділів (це ще не є вибірковим обводненням). Тобто, власне високопроникний ("аномальний") прошарок при такому характері зміни ФЄВ суттєво не ускладнює процес розробки.

Третя зона характеризується як різко диференційований тип колектора. Саме в ньому присутні "аномальні" прошарки, які по значенням пористості та, особливо, проникності суттєво (стрибкоподібно) відрізняються від фонових значень пласта-колектора. За параметром контрастності відноситься до різкого типу диференціації ФЄВ. Це є саме такий тип розрізу, який породжує всі негативні явища в процесі розробки, а саме: вибіркове обводнення, прориви газу з газової шапки, блокування значних об'ємів ВВ за фронтом прориву води та ін. Співвідношення фільтраційно-ємнісних параметрів (проникності, пористості, ефективних товщин) по розрізу пласта-колектора, які наведені вище, є найбільш небезпечними в процесі розробки покладів ВВ і їх неврахування приводить до суттєвих ускладнень.

Таким чином, побудова графіка контрастності для конкретного покладу ВВ зводиться до визначення межі якісних чинників, які характерні для третьої зони з різко диференційованим типом колектора, саме в якому присутні "аномальні" прошарки.

Важливою особливістю неоднорідності порового середовища є наступне. За результатами аналізу значного об'єму результатів ГДС-К, на базі яких встановлено вибіркове обводнення покладів ВВ, авторами зроблено висновок, що "аномальний" прошарок, по якому рухається водний потік, може характеризуватись широким спектром абсолютних значень пористості та проникності (не обов'язково максимальним). Тобто, прошарок в розрізі пласта-колектора буде характеризуватися як "аномальний" при умові, що його абсолютні значення параметрів ФЄВ значно (стрибкоподібно) перевищують фонові.

Наведені вище дослідження особливостей неоднорідності порового середовища пластів-колекторів має пряме практичне застосування і спрямоване на оптимізацію вилучення ВВ. Вирішення цієї проблеми полягає у визначенні структури порового середовища, а саме визначенні "аномального" колектора за наведеною методикою. Такий підхід спрямований на попередження негативних явищ, що виникають в процесі розробки, а саме – обводнення покладів та свердловин, проривів газу з газової шапки в нафтову частину, блокування значної частини газу та нафти за фронтом прориву пластової води та ін. Як показала практика апробації даної методики, саме ці заходи позитивно вплинуть на оптимізацію вилучення ВВ.

Таким чином, в процесі дослідження неоднорідності порового середовища, вивчаючи негативні явища, що виникають у процесі розробки покладів ВВ, автори запропонували додаткові параметри, які в більш повній мірі характеризують макронеоднорідність порід: контрастність зміни фільтраційних параметрів, кількісні та якісні чинники співвідношення параметрів ФЄВ. Запропоновано класифікацію шаруватості порід-колекторів на "аномальні", які створюють негативні явища при розробці, та основні фонові прошарки. Авторами запропоновано методику визначення "аномального" колектора в розрізі та обґрунтовано її достовірність на фактичних показниках.

Література

1. *Закиров С.Н.* Суперколлекторы и их роль в управлении системой разработки месторождений / Закиров С.Н., Жабрев И.П., Политыкина М.А. // Геология нефти и газа. – 1986. – № 8. – С. 1–6.

2. *Денк С.О.* Структура и состояние фильтрационной системы пласта–коллектора. – Пермь, 1999. – 273 с.

3. *Абєлєнцев В.М.* Геологічні умови вилучення залишкових запасів і дорозвідки родовищ вуглеводнів північної прибортової зони Дніпровсько-Донецької западини: Монографія / В.М. Абєлєнцев, А.Й. Лур'є, Л.О. Міщенко. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. – 192 с.

УДК 553.98

ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЗМУ ФОРМУВАННЯ БАГАТОПЛАСТОВИХ РОДОВИЩ ПІВДЕННОЇ ПРИБОРТОВОЇ ЗОНИ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

Дмитровський Ю.М.[1], ***Гоцинець О.С.***[2],
1 – УкрНДІгаз (м. Харків), dmitrovsky@mail.ru; 2 – ПАТ "Укргазвидобування" (м. Київ)

На базі аналізу літературних джерел авторами зроблені висновки про механізм утворення багатопластових родовищ за рахунок вертикальної міграції по тектонічних порушеннях та особливості флюїдної зональності фазового стану покладів родовищ південної прибортової зони Дніпровсько-Донецької западини. Ці питання розглянуті на прикладі Кременівського родовища. Передбачається, що по розрізу західного склепіння процес нафтогазонакопичення відбувся протягом трьох циклів. Зроблено припущення, що виходячи зі співвідношення фаз в покладах зверху–вниз по розрізу, перший цикл нафтогазонакопичення є найбільш "старим" – в покладах відбулася диференціація пластових флюїдів; другий цикл проміжний – процеси диференціації в ньому відбуваються сьогодні; третій цикл знаходиться на стадії формування покладів, тобто найбільш "молодим". Зроблено висновок про ймовірне існування газоконденсатного покладу в верхньодевонських відкладах з початковими запасами понад 5 млрд м^3 газу.

DETERMINATION OF MULTILAYER DEPOSITS FORMATION WITHIN THE SOUTHERN NEAR EDGE ZONE OF DNIEPER-DONETS DEPRESSION

Dmytrovskyi Yu.M.[1], ***Gotsynets O.S.***[2],
1 – UkrNDIgaz (Kharkiv), dmitrovsky@mail.ru; 2 – PJSC "Ukrgazvydobuvannia" (Kyiv)

The authors concluded that the mechanism of multilayer fields formation through vertical migration along tectonic disturbances, as well as the characteristics of fluid zoning for deposits of the southern near edge zone of Dnieper-Donets depression, on the basis of literature analysis. These issues are discussed by the example of Kremenivske field. It is assumed that petroleum accumulation process occurred within three cycles along the section of western arch. It was suggested that on the basis of phases ratio in deposits, the first cycle of oil and gas accumulation was the "oldest" – differentiation of reservoir fluids occurred in deposits; the second cycle was "intermediate" – differentiation processes occur in it up to date, and the third cycle was at the stage of deposits formation, that is the "youngest". The conclusion was made regarding probable existence of the gas-condensate deposit in the Upper Devonian sediments with initial gas reserves of more than 5 billion m^3.

Багатопластова будова поля нафтогазоносності встановлена на багатьох родовищах Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), наприклад: Кременівське, Личківське, Перещепинське, Михайлівське, Левенцівське, Зачепилівське південної прибортової зони, Яблунівське тощо. При цьому, навіть на завершальній стадії розробки часто виявляють нові пропущені поклади, що є однією з особливостей багатопластових родовищ. Тому для прогнозу нафтогазоносності необхідним є детальне вивчення механізму їх виникнення та аналіз флюїдної зональності. Дані питання розглянуті в статті на прикладі Кременівського родовища південної прибортової зони ДДЗ, як характерного об’єкту розробки, на якому в останні роки виявлені нові поклади вуглеводнів.

В процесі геологічного вивчення та за результатами розробки покладів вуглеводнів встановлено, що Кременівське родовище характеризується значним поверхом нафтогазоносності – понад 1000 м від покрівлі гор. Б-8 до підошви гор. В-21. При цьому, по розрізу у відкладах середнього та нижнього карбону спостерігається чергування покладів з різним фазовим станом (газоконденсатні, газоконденсатні з нафтовою облямівкою, газонафтові, нафтога-

зові, нафтові з газовою шапкою, нафтові). Найбільш показово багатопластовість та особливості флюїдного стану родовища спостерігаються на західному склепінні Кременівської структури де по розрізу поле нафтогазоносності є наступним (зверху–вниз) [1]. В покрівлі поверху нафтогазоносності, в гор. Б-10, встановлений незначний газоконденсатний поклад. Нижче по розрізу, в гор. Б-12, залягає основний нафтовий поклад з незначною газовою шапкою. В серпуховських горизонтах С-3–4, В-1-2, В-3–4 встановлені виключно газоконденсатні поклади. В гор. В-6-7 локалізується нафтовий поклад. У нижньосерпуховських та верхньовізейських горизонтах В-16, В-17, В-18, В-19, В-20 встановлені газоконденсатні поклади. В гор. В-21 – нафтогазовий поклад.

З аналізу флюїдного стану покладів вуглеводнів західного склепіння випливає, що по розрізу нафтогазоносності встановлено три зони нафтонакопичення – гор. Б-12, В-6–7, В-21. Всі газоконденсатні поклади характеризуються досить низькими (69–95 г/м^3) газоконденсатними факторами.

З аналізу розподілу пластових тисків і температур випливає, що поклади локалізуються в породах, ступінь катагенезу яких відноситься до МК$_1$ та МК$_2$, тобто відповідає головній фазі нафтоутворення. Але, при цьому, масив даних щодо пластових тисків та температур не пояснює наявну циклічність, що простежується в розподілі фазового стану покладів по розрізу родовища.

Виходячи з аналізу літературних джерел, механізм формування багатопокладних родовищ бачиться наступним.

Багатьма дослідниками припускається, що формування покладів вуглеводнів відбувається за рахунок вертикальної міграції з глибокозалягаючих горизонтів, каналами для яких є тектонічні порушення або зони тріщинуватості [2–11]. Що стосується Кременівського родовища (В.К. Гавриш), то механізм утворення багатопластових покладів пояснюється тим, що порушення скидового типу, розвиваючись на фоні зростаючо-спадаючих рухів земної кори, сприяли формуванню регіональних розломів, жолобоподібних або мульдоподібних прогинів та протяжних валів у крайових сприятливих частинах рифтів. До зони головного скиду, як правило, приурочені родовища нафти і газу, наприклад, Кременівське, Михайлівське, Левенцівське та інші родовища в зоні Припятсько-Маничського глибинного розлому [10].

Більшість дослідників приходять до висновку, що вертикальна міграція нафти відбувається в стані суб- та надкритичних (для води) гомогенних газорідинних сумішей. Крім того, формування власне нафти є складним процесом фазової диференціації, конденсації та полімеризації відносно простих молекул вуглеводнів та їх радикалів в більш складні з’єднання. В.А. Кривошея відмічає [7], що формування газоконденсатних систем пов’язане з диференційним розчиненням вуглеводнів нафти перших циклів в газовій фазі. Широкий діапазон змін термодинамічних умов та співвідношення об’ємів нафта-газ визначають широкий спектр зміни складу та властивостей газоконденсатних систем, а при наближенні до глибини 5 км виникає зближення групового та структурно-групового складу нафти та конденсату. Зокрема В.А. Терещенко вважає "…Широкий розвиток висхідної міграції вуглеводнів із зон генерації у вищезалягаючі відклади призводить до суттєвого ускладнення нормальної вертикальної зональності. Основним наслідком вертикального перерозподілу вуглеводнів в ДДЗ є: 1) формування багатопластових родовищ зі складним чергуванням по розрізу покладів нафти і газу; 2) концентрація їх основних запасів під головними регіональними флюїдоупорами" [11].

Вищевикладене стає підставою для висновку, що багатопластовість Кременівського родовища можна пояснити саме вертикальною міграцією по тектонічних порушеннях в період активізації тектонічних рухів.

Вище по тексту вказувалось, що зони нафтонакопичення приурочені до трьох горизонтів: Б-12, В-6–7, В-21. На підставі проведеного аналізу щодо розподілу покладів, автори статті приходить до висновку, що по розрізу нафтогазоносності західного склепіння Кременівського родовища можливо виділити три цикли флюїдонакопичення (табл. 1). Перший цикл простежується від гор. Б-12 до гор. В-4 включно. Другий цикл – від гор. В-6–7 до гор. В-19 включно. Третій цикл – з гор. В-20–21 до, можливо, девонських відкладів включно. В покрівлі кожного циклу локалізується нафтовий або нафтовий з газовою шапкою поклади, нижче по розрізу в межах кожного циклу 3–4 газоконденсатних поклади.

Таблиця 1

Стадії формування покладів Кременівського родовища

Горизонт	Абс. відм. залягання апік. частина / контакт газ, нафта-вода	Ефективний поровий об'єм, млн м^3		Флюїдний стан покладу	Цикл флюїдо-накопи-чення	Примітка
		газо-насичений	нафто-насичений			
Б-12	–1253 / –1278,9	0,13 (21 %)	0,48 (79 %)	газонафтовий	I	Цикл є найбільш старим. Побічним доказом цього є наявність газової шапки в покладі гор. Б-12, тобто у покладі відбулась диференціація пластових флюїдів
С-3-4	–1303 / –1323,4	0,262		газоконденсатний		
В-1-2	–1562,2 / –1484	3,8		газоконденсатний		
В-3-4	–1537 / –1545	0,1		газоконденсатний		
Σ		4,292 (90 %)	0,48 (10 %)			
В-6-7	–1609 / –1649		0,378	нафтовий	II	Другий цикл є проміжним, процеси диференціації в ньому відбуваються сьогодні. Про це свідчить відсутність газової шапки в нафтовому покладі гор. В-6-7
В-16	–1876 / –1905,3	0,682		газоконденсатний		
В-17	–1941 / –1977	0,36		газоконденсатний		
В-18	–1982 / –2018,7	0,834		газоконденсатний		
В-19	–2048 / –2252,2	3,04		газоконденсатний		
Σ		2,133 (85 %)	0,378 (15 %)			
В-20	–2107 / –2252,2	3,04		газоконденсатний	III	Третій цикл є найбільш молодим – на стадії формування покладів. Відносно перших двох циклів спостерігається дефіцит газонасиченого порового об'єму
В-21	–2151 / –2234,2	7,724 (69 %)	3,44 (31 %)	нафтогазовий		
Σ		10,764 (76 %)	3,44 (24 %)			

Фазова зональність, яка спостерігається по розрізу західного склепіння, дає підставу стверджувати, що перший цикл є найбільш "старим". Доказом цього є наявність незначної газової шапки в нафтовому покладі гор. Б-12, тобто у покладі відбулась диференціація пластових флюїдів. Другий цикл є проміжним, процеси диференціації в ньому відбуваються сьо-

годні. Про це свідчить відсутність газової шапки в нафтовому покладі гор. В-6–7. Відповідно, третій цикл знаходиться на стадії формування покладів, тобто є найбільш "молодим". Пояснення такої циклічності авторами теж бачиться в диференціації проникності порід [1]. Найбільш високі значення (до $550 \cdot 10^{-15}$ м^2) встановлені в гор. Б-12 (перший цикл); середні (до $300 \cdot 10^{-15}$ м^2) встановлені в гор. В-6-7 (другий цикл); дещо нижчі (до $200 \cdot 10^{-15}$ м^2) значення проникності встановлені в гор. В-20–21 третього циклу.

Така ж сама диференціація спостерігається стосовно розподілу по розрізу значень пористості. Так, в першому циклі флюїдонакопичення значення пористості коливаються в межах 17–25 %, в другому – 14–20 %, в третьому циклі – 12–16 %. Можливо саме диференціацією значень проникності та пористості і пояснюється зональність, яка спостерігається на західному склепінні родовища. Тобто, газорідинна суміш, яка рухалась по тектонічних порушеннях в період їхньої активізації заповнювала пастки з найкращими фільтраційно-ємнісними властивостями (ФЄВ), які поступово погіршуються від гор. Б-12 до гор. В-20–21. Таким чином стадійність циклів флюїдонакопичення співпадає з параметрами ФЄВ – чим кращі показники ФЄВ, тим скоріш заповнюється потенційна пастка. Тенденція, що спостерігається на Кременівському родовищі щодо фільтраційно-ємнісних властивостей скоріш за все буде спостерігатися і на інших багатопластових родовищах, але, можливо, на інших стратиграфічних рівнях.

Авторами встановлено, що в першому та другому циклах 85–90 % порового об’єму займає газ і 10–15 % нафта. Але третій цикл є виключенням – в покладах гор. В-20–21 76 % порового об'єму приходиться на газ, 24 % на нафту. Тобто, відносно перших двох циклів, явно спостерігається дефіцит газонасиченого порового об’єму. Проведені розрахунки свідчать про те, що недорозвіданий газонасичений поровий об’єм повинен складати не менше ніж 20 млн м^3, в якому може зосереджуватися приблизно 5 млрд м^3 газу. Саме за такої величини газонасиченого порового об’єму співвідношення фаз буде аналогічним двом попереднім.

За результатами аналізу геофізичних матеріалів нижньовізейських та турнейських горизонтів, що залягають нижче гор. В-21 встановлено, що дані відклади складені ущільненими породами. Тому потенційний газоконденсатний поклад може локалізуватись у верхньодевонських, верхньофаменських відкладах озерсько-хованського горизонту. Доказом цьому може бути той факт, що на сусідньому Личківському родовищі 80 % об’ємів вуглеводнів зосереджено у верхньодевонських горизонтах ФМ-2, ФМ-3. В межах західного склепіння Кременівського родовища верхньодевонські відклади розкриті лише в св. 3, 60 та 92. Отримані дані геофізичних досліджень по цих свердловинах дозволяють стверджувати про перспективність щодо нафтогазонасиченості даних відкладів. Тобто, на сьогоднішній час верхньодевонські відклади західного склепіння залишаються недорозвіданими та можуть локалізувати більше 5 млрд м^3 газу.

На підставі проведеного аналізу, авторами зроблені наступні висновки:

– формування багатопластових родовищ зумовлено вертикальною міграцією газорідинної суміші по тектонічних порушеннях в періоди їх активізації;

– по розрізу західного склепіння Кременівського родовища припускається існування трьох циклів нафтогазонакопичення;

– зроблено припущення, що, виходячи із флюїдної зональності покладів по розрізу, в найбільш молодих відкладах, від гор. Б-12 до гор. В-4 включно поклади вуглеводнів є найбільш "старими", і навпаки – в гор. В-20-21 поклади є найбільш "молодими";

– зроблено висновок про вірогідне існування газоконденсатного покладу в верхньодевонських відкладах з початковими запасами більше ніж 5 млрд м^3.

Література

1. *Корективи* геологічної будови Кременівського НГКР з метою уточнення запасів вуглеводнів та надання рекомендацій щодо буріння додаткових свердловин: Звіт про НДР: 100 ХГВ / 2009–2009 (тема 49.204/2009–2010) / УкрНДІгаз / Абєлєнцев В.М., Дмитровський Ю.М. – Харків, 2010. – 190 с.

2. *Линецкий В.Ф.* Миграция нефти и формирование ее залежей. – К.: Наук. думка, 1965. – 200 с.

3. *Завьялов В.М.* Условия аккумуляции нефти и газа и закономерности размещения их в Днепровско-Донецкой впадине. – М.: Недра, 1973. – 120 с.

4. *Новосилецкий Р.М.* Геогидродинамические и геохимические условия формирования залежей нефти и газа Украины. – М.: Недра, 1975. – 228 с.

5. *Разломная* тектоника и нефтегазоносность Украины / Доленко Г.Н., Варичев С.А., Колодий В.В. и др. – К.: Наук. думка, 1989. – 116 с.

6. *Тектонические* нарушения и вопросы нефтегазоносности (особенности тектоники Днепровско-Донбасского авлакогена) / Высочанский И.В., Крот В.В., Чебаненко И.И., Клочко В.П. – К.: ИГН АН УССР, 1990. – 38 с.

7. *Кривошея В.А.* Особенности распределения залежей и фазовое состояние углеводородных систем в пределах Днепровско-Донецкой впадины // Происхождение нефти и газа и закономерности образования и размещения их залежей. Тезисы докладов Республиканского совещания. – Львов, 1977. – 132 с.

8. *Высочанский И.В.* О вертикальной миграции углеводородов в Днепровско-Донецкой впадине / И.В. Высочанский, В.В. Колодий, Л.И. Корниленко // Происхождение нефти и газа и закономерности образования и размещения их залежей. Тезисы докладов Республиканского совещания. – Львов, 1977. – С. 117–118.

9. *Литвин С.В.* Закономерности размещения газовых залежей в нижнекаменноугольных отложениях Днепровско-Донецкой впадины / С.В. Литвин, М.Е. Долуда, Е.И. Уманова // Происхождение нефти и газа и закономерности образования и размещения их залежей. Тезисы докладов Республиканского совещания. – Львов, 1977. – С. 143–144.

10. *Гавриш В.К.* Влияние глубинных разломов на закономерности размещения нефтяных и газовых месторождений // Происхождение нефти и газа и закономерности образования и размещения их залежей. Тезисы докладов Республиканского совещания. – Львов, 1977. – С. 72–73.

11. *Терещенко В.А.* Некоторые закономерности размещения залежей нефти и газа в связи со стадиями преобразования пород и геотемпературными условиями // Происхождение нефти и газа и закономерности образования и размещения их залежей. Тезисы докладов Республиканского совещания. – Львов, 1977. – С. 140–141.

УДК 553.04

МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННА БАЗА ЯДЕРНОГО ПАЛИВА УКРАЇНИ

***Ловинюков В.І.*[1], *Бакаржієв А.Х.*[2],**
1 – Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), office@dkz.gov.ua;
2 – КП "Кіровгеологія" (м. Київ)

Розглянуто відомі геолого-промислові типи уранових руд, виділені відповідно до типізації уранових родовищ МАГАТЕ, і їхню проявленість в Україні. Стан ресурсної бази урану у світі та в Україні. Способи видобутку і переробки уранових руд. Стан розробки родовищ урану в Україні та охорони навколишнього природного середовища. Результати геологорозвідувальних робіт на уран та перспективи подальшого розвитку мінерально-сировинної бази ядерного палива в Україні.

MINERAL RAW MATERIAL BASE OF NUCLEAR FUEL IN UKRAINE

***Lovyniukov V.I.*[1], *Bakarzhiiev A.Kh.*[2],**
1 – State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), office@dkz.gov.ua; 2 – CE "Kirovheolohiia" (Kyiv)

The article presents known geological-industrial types of uranium ore deposits that are allocated according to the typification of IAEA uranium deposits, as well as their manifestation in Ukraine. The state of uranium resource base in the world and in Ukraine. Extraction and processing methods of uranium ores. State of uranium deposits development and environmental protection in Ukraine. Results of geological exploration for uranium and prospects for further development of the mineral raw material base of nuclear fuel in Ukraine.

Початок XXI ст. ознаменувався відновленням інтересу суспільства до ядерної енергетики в таких розмірах, що в засобах масової інформації його було названо "ядерним ренесансом". Поступово стає дедалі зрозуміліше, що відомі на сьогодні відновлювані джерела енергії (сонце, вітер, гідроенергетика) нездатні відігравати роль основних джерел енергії в базових режимах, тобто в режимах постійного сталого навантаження в умовах безперервного зростання потреб людства в енергії. Дедалі чіткіше усвідомлюється, що ресурси органічного палива, насамперед нафти і газу, ще великі, але вичерпуються, а також те, що найбільшої шкоди довкіллю завдають технології отримання енергії шляхом спалювання органічного палива.

Науково-технічний прогрес в атомних технологіях, розробка нових систем безпеки і більш ніж 25-річний період стабільної роботи світової ядерної енергетики обумовили поступове подолання "чорнобильського синдрому", що був головною причиною її стагнації. Проте навіть сучасні ядерні технології залишаються дуже небезпечними. Так, катастрофічний землетрус в Японії призвів до тяжкої аварії на одній з найбільших у світі атомній електростанції "Фукусіма". Ця катастрофа викликала нову протиядерну хвилю, але "чорнобильський синдром" не відновився.

Реальна ситуація в енергетиці більшості країн, що використовують ядерну енергію, унеможливлює відмову від неї, оскільки призводить до істотного спаду економіки, посилює залежність від країн-експортерів енергетичних ресурсів та зниження рівня життя населення. Країни з найбільш масштабними планами розвитку атомної енергетики (Китай, Індія) заявили, що свої плани вони не переглядатимуть. США, Франція, Росія також передбачають подальший розвиток атомної енергетики. Тому її обсяги зростатимуть у багатьох країнах. Згідно з останніми публікаціями до 2030 року число ядерних енергоблоків у світі зросте щонайменше до 600 проти 436, які діяли на початку поточного десятиліття.

Подальший розвиток атомної енергетики переводить питання в площину забезпеченості її реальними ресурсами уранової сировини в надрах Землі. Згідно з даними Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ), атомна енергетика забезпечена тільки розвіданими

запасами урану більш як на століття. До розвіданих запасів слід додати таку ж кількість перспективних і прогнозних ресурсів урану. Крім того, ядерним енергоносієм є також торій, кількість якого в надрах Землі більша за кількість урану майже втричі.

Сумарні запаси урану у надрах Землі разом з ресурсами оцінюються за даними МАГАТЕ у 17,5 млн т, що є достатніми для забезпечення світової атомної енергетики протягом поточного та наступного віків.

Обсяги попередньо й детально розвіданих запасів урану в надрах Землі забезпечують оптимістичний варіант розвитку атомної енергетики на майбутній 20-річний період більш як на 300 %.

Сучасна геологічна наука наблизилась до розуміння складної історії формування покладів уранових руд у надрах планети навіть більшою мірою, ніж стосовно деяких інших корисних копалин. Висновки таких наукових досліджень зводяться до того, що основні ділянки (пояси, зони) розвитку уранових родовищ на планеті можна вважати такими, що вже визначилися й Україна посіла своє місце в них.

Класифікацією запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр України, затвердженою постановою Кабінету Міністрів України від 05.05.1997 р. № 432, надано визначення **геолого-промислового типу родовищ корисних копалин (ГПТ)**, як сукупності родовищ корисних копалин, об’єднаних схожістю речовинного складу корисних копалин та спільністю геологічних умов їхнього утворення, яка визначилась як реальне джерело постачання даного виду мінеральної сировини на світовий ринок.

Інструкцією із застосування Класифікації до родовищ уранових руд виділено чотирнадцять геолого-промислових типів уранових родовищ, які зарекомендували себе як сталі постачальники уранової мінеральної сировини на світовий ринок.

Геолого-промислові типи уранових родовищ (ГПТ), виділені з врахуванням типізації уранових родовищ, прийнятої Міжнародним Агентством з Атомної Енергії (МАГАТЕ), у тім числі: 1. ГПТ зон неузгодження або незгоди, 2. ГПТ древніх конгломератів, 3. ГПТ пісковиковий, 4. ГПТ жильний, 5. ГПТ інтрузивний, 6. ГПТ вулканогенний, 8. ГПТ брекчієвий, 9. ГПТ фосфоритовий, 10. ГПТ-метасоматичний та інші.

Промислові запаси урану в Україні представлені родовищами двох геолого-промислових типів: метасоматичного типу натрій-уранової формації в породах фундаменту кристалічного щита та пісковикового в базальних горизонтах платформного чохла.

Родовища метасоматичного типу натрій-уранової формації знаходяться переважно в Кіровоградському геотектонічному блоці Українського щита. Руди – монометальні, вміст урану – 0,1–0,2 %. Родовища розробляються гірничим підземним способом.

Родовища пісковикового типу в базальних горизонтах платформного чохла приурочені до Дніпровсько-Бузької металогенічної області. Крім урану в рудах є молібден та рідкісноземельні елементи. Руди придатні для розробки методом свердловинного підземного вилуговування.

Промислові родовища метасоматичного геолого-промислового типу натрій-уранової формації відкриті в межах Північнокриворізької, Кіровоградської, Новокостянтинівської та Звенигородсько-Аннівської субмеридіональних урановорудних зон, які в сукупності утворюють Центральноукраїнську уранову металогенічну область, що простягається більш як на 200 км у субширотному напрямку й приурочена до апікальної осьової частини Українського щита в межах Кіровоградського та частково Середньопридніпровського геотектонічних блоків.

Станом на 01.01.2013 р. розвідані й попередньо розвідані запаси урану в надрах України за категоріями RAR+IR класифікації МАГАТЕ із собівартістю виробництва урану меншою 260 дол. США/кг становили 251334 т, у тому числі: видобувні – 222711 т (з коефіцієн-

том вилучення 0,884), у їх числі – запаси урану, що вилучаються, із собівартістю меншою за 80 дол. США/кг – 59610 т.

Перспективні ресурси, що за класифікацією МАГАТЕ належать до категорії PR, залягають, в основному, на флангах родовищ метасоматичного й пісковикового геолого-промислових типів і становлять 22540 т урану.

Прогнозні ресурси урану категорії *SR*, за класифікацією МАГАТЕ, оцінено в 255 тис. т, за такими геолого-промисловими типами родовищ урану: метасоматичний тип у фундаменті кристалічного щита; пісковиковий тип у платформному чохлі кристалічного щита; пісковиковий тип (у бітумах) поза межами кристалічного щита; у зонах незгоди; жильний тип.

За кількістю запасів і ресурсів урану Україна входить до першого десятка країн світу, які видобувають уран. За якістю сировинна база уранової промисловості України поступається країнам – провідним виробникам природного урану. Підвищення якості мінерально-сировинної бази урану є першочерговим завданням геологів України.

Річні потреби України в урані до 2035 р. для виробництва ядерного палива, за прогнозом МАГАТЕ, по роках у песимістичному (1) та оптимістичному (2) варіантах наведено в таблиці:

Рік прогнозу									
2015		2020		2025		2030		2035	
Варіант (т)									
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
2840	3230	3020	3600	3020	3600	3600	4800	4800	5300

З наведених даних можна бачити, що атомна енергетика України забезпечена запасами і ресурсами природного урану в надрах для виробництва ядерного палива на тривалий термін сталого розвитку.

Настав час обережного, але спокійного і стабільного розвитку атомної енергетики, який, як і раніше, характеризується дефіцитом видобутого природного урану (перевищення попиту над виробництвом), поступовим вичерпуванням вторинних ресурсів (складських запасів природного і збагаченого урану) та стабілізацією ринкових цін. Атомна енергетика як і раніше виробляє конкурентноспроможну електроенергію для забезпечення базисного навантаження, яка практично не супроводжується емісією парникових газів. Використання атомної енергії посилює надійність енергопостачання. Особливістю урану є його фактична відносно мала витрата. Більша частина видобутого урану осідає на складах у вигляді відвального урану, відпрацьованого палива та ін. Ці вторинні ресурси свого часу будуть затребувані й використані.

Незалежно від ролі, яку атомна енергетика покликана відіграти у задоволенні майбутніх потреб в електроенергії, ресурсно-сировинна база урану, що висвітлена у цій праці, більш ніж достатня щоб задовольнити майбутні потреби, прогнозовані на доступний для огляду період. Сьогодні потрібно продовжувати розвиток екологічно стабільного видобутку уранових руд, щоб своєчасно постачати на ринок зростаючі обсяги природного урану. Необхідні сприятливіші ринкові умови для розробки запасів і задоволення попиту на уран, що прогнозується в межах конкретного періоду часу у зв’язку з поступовим зниженням якості залишкових уранових руд у розроблюваних родовищах.

УДК 553.9

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ УКРАЇНИ

***Бала В.В.*, *Ловинюков В.І.*,**
Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), bala@dkz.gov.ua

Коротко охарактеризовано значення вугілля у енергетичному балансі світу та України. Розглянуто основні проблеми вугільної галузі України, описано потенціал сировинної бази вугільних родовищ України та перспективи подальшого їх розвитку.

ENERGY POTENTIAL OF COAL DEPOSITS IN UKRAINE

Bala V.V.*, *Lovyniukov V.I.*, *State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), bala@dkz.gov.ua

The present article briefly characterizes significance of coal for an energy balance of the world and Ukraine. The principal problems of Ukraine's coal industry were examined, the potential of coal raw material base of Ukraine and prospects of its further development were described.

Вступ. Вугілля вважають першим видом викопного енергетичного ресурсу, який почало використовувати людство [1]. Свого часу застосування вугілля стимулювало здійснення промислової революції, яка забезпечила удосконалення процесу видобутку цього виду органічного палива й переведення його на промислові технології. [2]

За останні 20 років минулого століття світове споживання енергії збільшилось на 38 %, природного газу – на 65 %, нафти – на 12 %, а вугілля – на 28 %. В абсолютних показниках виробництво вугілля, яке у 1980 р. становило близько 2,8 млрд т, у 2001 р. зросло до майже 5 млрд т.

Ситуація стосовно перспектив розвитку видобування вугілля в різних країнах є різною і неоднозначною у вугільній промисловості – кожна країна виробляє власну "вугільну політику" в залежності від багатьох чинників: геологічної будови, геологічних запасів, рівня рентабельності розробки вугільних родовищ, місця та ролі вугілля у паливно-енергетичному балансі країни, екологічних обмежень в законодавстві, ступеня інтеграції економіки країни в регіональні та світові структури та інші.

Світовим лідером у споживанні вугілля сьогодні є Китай, частка якого становить майже третину загального світового обсягу, на другому місці США – понад п’ята частина загального споживання у світі. 44 % від всього обсягу видобутого вугілля використовується переважно в електроенергетиці. У таких країнах як США та Німеччині – цей показник перевищує половину, у Китаї, Індії, Австралії, Польщі – від 70 до 98 %. [2]

Стану вугільної галузі Україні і світу. Промисловий видобуток вугілля здійснюють понад 50 країн світу, а споживають його – понад 70 країн (родовища вугілля виявлено більш як у 90 країнах світу). Серед найбільших виробників цієї продукції є Китай – 2325 млн т, США – 990, Індія – 427, Австралія – 309, Російська Федерація – 233, Казахстан – 92, Польща – 85, Україна – 80,3 млн т. Із загального споживання вугілля (понад 7 млрд т) близько 5 млрд т становить кам’яне енергетичне вугілля, понад 600 млн т – коксівне та 1,2 млрд т – лігніти.

У ряді країн завдяки сприятливим геологічним умовам експлуатації родовищ вугільна промисловість є високорентабельною галуззю і служить важливим джерелом доходів державних бюджетів (Австралія, США, Канада, ПАР, Індонезія, Колумбія). Водночас є чимало країн, де розвинуте в минулому вуглевидобування під тиском різних обставин (в основному конкуренція з іншими видами палива) визнано економічно недоцільним і припинено (Бель-

гія, Голландія, Ірландія, Португалія, Франція, Японія), незважаючи на значну залежності більшості із цих країн від зовнішнього постачання енергоресурсів.

В Україні державний сектор вугільної промисловості є збитковим. Стрімке зменшення кількості діючих шахт (з 276 в 1991 році до 160, з яких 140 державні, в 2008 році), виробничих потужностей (із 193 у 1991 році до 95 млн т вугілля у 2007 році) та обсягів поставки вугілля державними вугільними підприємствами свідчить про посилення кризи в галузі.

Згідно з "Концепцією реформування вугільної галузі" 2008 р. основним чинником, що заважає розвиткові галузі, є недостатній обсяг інвестицій, який на сьогодні не дає можливості забезпечити випереджаюче введення в експлуатацію виробничих потужностей. Розвиткові галузі перешкоджає, зокрема, відсутність ефективного власника, розбалансування цін на товарну вугільну продукцію та продукцію, що використовується у її виробництві, недостатній обсяг інвестицій.

Однак для України вугілля є годним із енергоносіїв, використання якого може забезпечити енергетичну незалежність та національну безпеку держави. Альтернативи розвиткові власної вугільної промисловості сьогодні немає.

Вугільна промисловість є однією з базових галузей економіки України, що забезпечує видобуток і первинну переробку кам'яного та бурого вугілля.

Вугільна промисловість України постачає свою продукцію для електроенергетики (майже 30 % від загального обсягу поставок, для коксохімії – 22 %, для населення – 11 %, комунально-побутових – 3 % та інших потреб 26 %. У складі вугільної промисловості України на сучасному етапі діють 332 шахти, 6 розрізів приблизно 50 збагачувальних фабрик, 3 шахтобудівні компанії 17 заводів вугільного машинобудування, 20 галузевих інститутів гірничорятувальна служба, спеціалізовані об'єднання і виробництва з ремонту, налагодження і обслуговування гірничошахтного устаткування розв'язання екологічних проблем, геологічної розвідки, залізничного та автомобільного транспорту, торгівлі, об'єкти соціальної сфери, тощо [3].

Потенціал сировинної бази вугільних родовищ України. Україна володіє значними запасами вугілля всіх генетичних стадій вуглефікації – від бурих до антрацитів (рис 1).

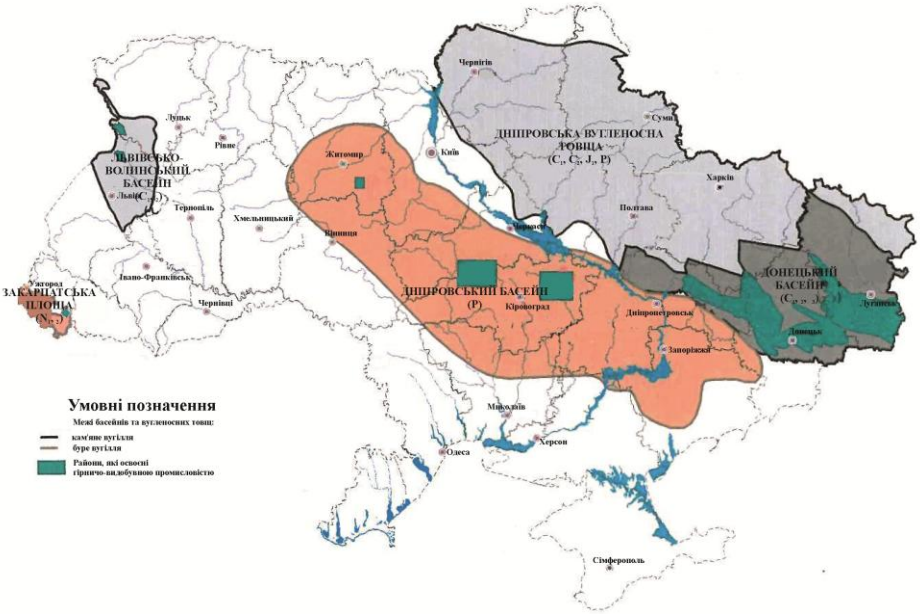


Рис. 1. Вугільні басейни України [7]

Частка вугілля в загальному обсязі органічного палива в надрах України становить 95 %. Зараз і в перспективі вугілля буде займати провідне місце у виробництві енергоресурсів нашої держави.

За окремими оцінками, прогнозні запаси вугілля в Україні становлять 117,5 млрд т (з них 70 млрд т – високоякісне енергетичне), у тому числі 56,7 млрд т – розвідані запаси, з них вугілля енергетичних марок – 39,3 млрд т [4].

Запаси вугілля України зосереджені в Донецькому, Львівсько-Волинському, Дніпровському басейнах, Новодмитрівському родовищі Дніпровсько-Донецької западини, Ільницькому, Рокосівському родовищах Закарпатської вугленосної площі. Кам'яне вугілля поширене в Донецькому та Львівсько-Волинському басейнах, буре – в Дніпровському, Донецькому басейнах, Дніпровсько-Донецькій та інших вугленосних площах.

Донецький кам'яновугільний басейн. Донецький басейн є основною сировинною базою постачання енергетичного і технологічного палива в Україну. Басейн займає центральну частину Великого Донбасу та охоплює площу поширення кам'яновугільних відкладів у межах великого Доно-Дніпровського прогину від р. Прип'ять на північному заході до м. Сальськ на південному сході. Площа сучасного Донбасу близько 60 тис. км^2. Розташований басейн у межах Луганської, Дніпропетровської, Донецької, Харківської областей України.

Басейн уже понад 200 років посідає чільне місце у вугільній промисловості.

Запаси кам'яного вугілля Донбасу становлять 92,4 % загальних запасів вугілля України. До Донецького басейну приурочене майже все коксівне вугілля (94,5 %) України та всі запаси антрациту. Основними споживачами донецького вугілля є коксохімічні заводи та електростанції.

Донецький басейн належить до автохтонного осодонакопичення, максимум якого припадає на серпуховський ярус нижнього карбону (світа C_1^3) і середній карбон (світи C_2^3, C_2^7) У цих світах зосереджена переважна більшість вугільних пластів промислового значення.

Загальна кількість вугільних пластів збільшується із заходу на схід, від периферії до центру басейну, що особливо чітко спостерігається для середнього карбону. У цьому ж напрямку зростає й кількість робочих вугільних пластів, що досягає свого максимуму в Центральному гірничопромисловому районі. В цілому по басейну налічується близько 330 вугільних пластів і прошарків, з яких близько 130 потужністю понад 0,45 м. Вугільні пласти робочої потужності приурочені головним чином до світ C_2^3–C_2^7 середнього карбону та C_1^3 нижнього.

Всього в середньому карбоні налічується 90 пластів, які досягають потужності 0,45 м, з них у 30 пластах сконцентровано понад 75 % усіх запасів вугілля середнього карбону. До найстійкіших пластів, які мають промислове значення, належать пласти h_7, h_8, k_5, k_5^1, k_8, l_3, l_6. Вони зберігають робочу потужність на 60–80 % площі свого поширення.

На сьогодні рентабельними для розробки є пласти потужністю понад 0,60–0,70 м за пологого залягання і понад 0,50–0,60 м крутого. Ці потужності вважаються технологічно кондиційними при обліку балансових запасів і прогнозних ресурсів у надрах. Запаси у пластах потужністю меншою від кондиційних меж, але більшою за 0,45 м враховують як активні некондиційні.

Балансові запаси кам'яного вугілля підраховані в основному до глибини 1200–1400 м. У Центральному геолого-промисловому районі по багатьох ділянках запаси підраховано до глибини 1700 м, у Донецько-Макіївському – до 1600 м.

Перспективні ресурси кам'яного вугілля у басейні оцінено до глибини 1800 м (Донецька область) та 2000 м (Луганська область).

Балансові запаси вугілля (категорій $A+B+C_1+C_2$) української частини басейну становлять 51,8 млрд т (91,1 % таких запасів України), з яких коксівного вугілля 16,2 млрд т (31,3 %), антрацитів – 7,6 млрд т (14,7 %).

У басейні (станом на 01.01.2012) видобували кам'яне вугілля 130 великих шахт, із них 59 шахт – коксівне вугілля і 43 – антрацити. Ще 9 шахт у 2011 р. вугілля не видобували. Загальна кількість діючих (великих) шахт – 139.

Розробка вугілля в Донбасі здійснюється в широкому діапазоні глибин: від поверхні до понад 1200 м. Найінтенсивніше експлуатуються горизонти в інтервалі глибин 300–900 м, де видобуток вугілля становить 56,3 % загальнобасейнового, а кількість задіяних шахт – 79 (зі 139), тобто 56,8 % кількості діючих шахт басейну.

Видобуток вугілля в Донбасі у 2012 році до глибини 300 м здійснювали 11 шахт (8,5 % кількості діючих шахт басейну), він становить 6,3 % загальнобасейнового видобутку. Запаси діючих шахт до глибини 300 м обмежені, бо верхні горизонти значною мірою вже погашені.

Інтенсивно розвивається фронт гірничих робіт на глибині 900–1200 м, де працює 30 шахт (23,3 % кількості діючих шахт басейну), видобуток їх становив 25,2 % загальнобасейнового.

Глибини понад 1200 м досягли 9 шахт: ім. О.Ф. Засядька (1420 м), ім. В.М. Бажанова (1395 м), ім. О.О. Скочинського (1338 м), "Шахтарська-Глибока" (1386 м), "Прогрес" (1300 м), ім. Я.М. Свердлова (1300 м), "Путилівська" (1240 м), "Щегловська Глибока" (1238 м), ім. М.І. Калініна (1322 м), "Прогрес" (1237 м).

Розробка вугілля на глибині ускладнена температурним режимом у гірничих виробках. Температурні умови розробки вугілля на глибині понад 500 м (на 60 % шахт) перевищують санітарні норми (+25…+26 °С). На шахті ім. О.О. Скочинського температура порід на глибині 1200 м досягає +48 °С, а повітря у вибоях +34 °С.

У басейні створено 249 гірничих підприємств приватної форми власності, з них у 2011 р. вугілля видобували лише 102 підприємства (41,0 % загальної їх кількості – 3,518 млн т, або 5,9 % загальнобасейнового). Виробнича потужність приватних підприємств вкрай мала (кілька тисяч тонн вугілля за рік), дуже рідко – 50–100 тис. т/рік. Малі гірничі підприємств, що мають спеціальні дозволи на експлуатацію вугілля здійснюють видобування із загальною виробничою потужністю 11,4 млн т вугілля за рік, з них з коксівним вугіллям 29 шахт, загальною виробничою потужністю 3,5 млн т вугілля за рік та 186 шахт з антрацитами, загальною потужністю 6,2 млн т вугілля за рік.

Львівсько-Волинський басейн. Львівсько-Волинський басейн відкритий і розвіданий у 1948–1954 рр., є основною паливно-енергетичною базою західних областей України. Розміщений біля західного кордону України, на межі Волинської та Львівської областей цей басейн є південно-східним закінченням великої вугленосної провінції, яку на території Польщі називають Люблінським басейном. Промислова площа басейну близько 2500 км^2.

Особливе географічне й економічне розташування Львівсько-Волинського басейну зумовило його інтенсивне промислове освоєння. Однак балансові запаси його обмежені і становлять усього 2,5 % балансових запасів України. Основними споживачами вугілля є підприємства Міністерства енергетики та вугільної промисловості. Незначну кількість видобутого вугілля використовують коксохімічні заводи. Значну частину вугілля споживає населення.

Вугільні шари і прошарки простежуються по всьому розрізу кам'яновугільних відкладів басейну за винятком найнижчої його частини, що належить до турнейського ярусу. Зниженою вугленосністю характеризується розріз візейського ярусу. В його відкладах залягають до 14 вугільних пластів і прошарків, дуже нестійких за площею і потужністю.

Найбільшу промислову вугленосність мають відклади серпуховського ярусу, що включають до 50 вугільних шарів і прошарків. Характерною ознакою геологічного розрізу цього ярусу є приуроченість до нижньої його частини численних, переважно тонких і мінливих вугільних прошарків. Верхня його частина вирізняється значною вугленасиченістю і порів-

няно високою промисловою вугленосністю. Саме в цій частині ярусу залягають основні промислові шари вугілля, що широко розробляються в басейні. Робочої потужності на досить великих площах досягають від 3 (на сході) до 9 (на заході) вугільних пластів, частина з яких є основними промисловими пластами у басейні.

Усі вугільні пласти басейну належать до категорії тонких і дуже тонких. Вугільні пласти мають просту однопачкову і складну 2–3-пачкову будову з переважанням останньої.

З 96 вугільних пластів і прошарків, виявлених у басейні, робочої потужності досягають 23 пласти, з яких 17 приурочені до серпуховського ярусу. Вугільні пласти промислового значення встановлені у верхній частині серпуховського ярусу, за винятком пласта v_6.

Робочу потужність мають від трьох (на сході) до дев'яти (на заході) вугільних пластів. Пласти характеризуються як тонкі, потужністю 0,7–1,2 м, дуже рідко досягають середньої потужності 1,2–1,5 м. У відкладах башкирського ярусу виявлено понад десять вугільних пластів, з них чотири мають промислове значення. За марочним складом вугілля довгополум'яне газове, газове, жирне, коксівне (ДСТУ 3472–96). Переважає середньозольне, середньосірчисте вугілля, яке використовують в енергетиці.

Ресурси кам'яного вугілля басейну становлять 2,944 млрд т (2,7 % ресурсів в Україні), балансові запаси А + В + C_1 – 1,840 млрд т (2,6 % балансових запасів в Україні) Запаси вугілля марки Ж – 258,5 млн т (23,2 %), ДГ – 251,0 млн т (22,6 %), К – 156,2 млн т (14,0 %) балансових запасів басейну.

Коксівне вугілля в басейні представлене марками ДГ, Г, Ж і К. Балансові запаси категорій А + В + C_1 – 702,2 млн т, що становить 63,2 % загальної кількості запасів цих категорій.

Балансом запасів вугілля Львівсько-Волинського басейну взято на облік 37 об'єктів, із них 30 об'єктів – Державного фонду і 7 об'єктів – резерв Державного фонду.

Запаси вугілля резерву Державного фонду становлять: балансові категорій А + В + C_1 – 282,3 млн т (25,4 % запасів басейну); категорії C_2 – 153,9 млн т (65,4 %).

Використання коксівного вугілля Львівсько-Волинського басейну за призначенням надзвичайно обмежене через високий вміст золи.

У районі діють дев'ять вугільних шахт: "Великомостівська", "Межирічанська", "Відродження", "Лісова", "Зарічна", "Візейська", "Степова", "Надія", "Червоноградська". Вугленосна товща містить шість вугільних пластів: n_7 ($n_7^н$), $n_7^в$, n_7^1, n_8, $n_8^в$, n_9, які мають промислове значення. Для району характерне вугілля марок Г і Ж.

Дніпровський буровугільний басейн розташований у центральній частині України в межах Житомирської, Вінницької, Київської, Черкаської, Кіровоградської, Дніпропетровської, Запорізької і частково Миколаївської та Одеської областей. Він простягається з північного заходу на південний схід приблизно на 650 км смугою завширшки 70–175 км. Загальна його площа близько 150 км^2. Основна частина басейну знаходиться на правому березі р. Дніпро.

У Дніпровському басейні вугленосними є палеогенові і неогенові відклади, поширені в основному у знижених ділянках Українського щита. У їхній товщі виділяють чотири вугленосні горизонти: бучацький, харківський, полтавський і сарматський. До першого горизонту приурочена основна промислова вугленосність басейну, решта горизонтів представлені малопотужними прошарками вугілля, які лише в окремих випадках досягають робочої потужності.

Потужність відкладів бучацького ярусу не перевищує 40–45 м (часто 10–15 м), потужність буровугільних покладів у середньому становить 2,1–4,8 м).

Вугільна товща бучацького ярусу – це пластоподібні поклади бурого вугілля, складної будови і конфігурації. Вугільні пласти розщеплюються прошарками пісків або глин, часто вуглистими. Потужність розділяючого прошарку переважно 3–5 м. Максимальна потужність

горизонту досягає 25 м, переважно – 3–6 м. Підошва пласта має хвилястий характер і зазвичай залежить від рельєфу поверхні кристалічної основи.

Потужність і будова вугільної зони та пластів, що її утворюють, не є витриманою. Характерні: різка зміна потужності пласта на малих відстанях, а також фаціальні переходи вугілля у високозольне або у вуглисті породи.

Основною пачкою вугілля є нижня, що має найбільшу площу поширення, вугілля якої на всіх родовищах району характеризується зниженим вмістом золи. Потужність пачки змінюється від кількох сантиметрів до 25 м, середня потужність 4–6 м; на Семенівсько-Головківській ділянці Олександрійського родовища середня потужність нижньої пачки становить 8–10 м. Робочу потужність нижня пачка має на Коростишівському, Козацькому, Златопільському, Юрківському, Фастівському, Олександрівському, Ганнівському, Миронівському, Бандурівському, Семенівсько-Олександрійському, Новоолександрівському, Соколовському, Верхньодніпровському та інших родовищах.

Дніпровський басейн включає 71 об'єкт із запасами бурого вугілля, з них: 48 об'єктів становлять Державний фонд родовищ з балансовими запасами категорій $A + B + C_1$ – 1 млрд 354,6 млн т (72,2 % загальнобасейнових); 23 об'єкти є резервом Державного фонду з балансовими запасами категорій $A + B + C_1$ – 522,9 млн т (27,8 % загальнобасейнових).

У Дніпровському басейні гірничо-експлуатаційні роботи проводяться на чотирьох буровугільних родовищах Кіровоградської області (Олександрійський геолого-промисловий район): Миронівському, Морозівському, Бандурівському та Семенівсько-Олександрійському. Вуглевидобуток здійснюється виключно відкритим способом.

Дніпровсько-Донецька вугленосна площа в межах Дніпровського грабену, що приурочений до центральної, найбільш зануреної частини ДДЗ, була встановлена як новий тип промислової вугленосності, пов'язаної з відкладами палеоген–неогенового віку. Характерними структурами, до яких приурочені ці відклади, є невеликі за площею, але глибокі воронки, які виникли над склепінням соляних штоків, і неглибокі, але значні за площею, міжсклепінні компенсаційні прогини. Вугленосні відклади цих структур мають локальний характер і утворюють ізольовані одне від одного буровугільні родовища або вуглепрояви. У межах Дніпровсько-Донецької западини відомо близько 40 таких структур, які об'єднали у Дніпровсько-Донецьку вугленосну площу.

Вугленосні відклади палеоген–неогену відрізняються різкою мінливістю і змінною кількістю вугільних пластів, несталістю їх потужностей, площ поширення, а також глибин залягання. Із численних структур, у межах яких встановлена наявність вугільних пластів. Найбільш вивченими є Новодмитрівське і Сула-Удайське родовища.

Загальні запаси бурого вугілля палеоген–неогенового віку в межах Дніпровсько-Донецької вугленосної площі становлять 2 млрд 88,4 млн т.

Придністровська вугленосна площа знаходиться в основному на територіях Львівської і частково Рівненської та Тернопільської областей. Має вигляд вузької смуги завширшки 7–10 км і протяжністю 180 км.

Вугленосними на Придністровській площі є нижньотортонські і нижньосарматські відклади міоцену. Потужність вугленосної товщі змінюється від 1,5 до 30 м, рідше – до 50 м. Вугільні родовища та вуглепрояви пов'язані переважно з підвищеними вододільними частинами рельєфу. Найкрупнішими родовищами були Золочівське, Ясенівське, Кременецьке, Бриківське.

У вуглевміщуючій товщі залягають 2–3 пласти і прошарки бурого вугілля з горизонтальним заляганням. Потужність пластів від 0,5 до 0,9 м, рідше – до 1,5–3,0 м. Вугільні пласти

залягають на глибині від 5 до 60 м у вигляді невеликих лінз, невитриманих за потужністю, площею та якістю.

У період 1959–1961 рр. розробка цих родовищ була припинена в зв'язку з нерентабельністю відпрацювання тонких пластів.

Закарпатська вугленосна площа розташована в південній і південно-західній частинах Закарпатської області, в межах Закарпатського прогину.

Вугленосні відклади приурочені до Чоп-Мукачівської і Солотвинської геоструктурних западин. Вугленосними є відклади середнього сармату, панону і левантинського ярусу неогену. Переважна більшість родовищ і вуглепроявів приурочена до відкладів ільницької світи верхнього пліоцену. Кількість робочих пластів на родовищах від 2 до 7. Будова пластів часто складна, двох-п'ятипачкова. Вугілля низькометаморфізоване. Держбалансом запасів вугілля обліковані тільки 2 родовища із загальними балансовими запасами 39,2 млн т.

Нижньодністровська вугленосна площа розташована в південно-західній частині Одеської області. Вуглепрояви середньо- і нижньосарматського, а також понтичного віку, розвинені в межах усього півдня Дністровсько-Прутського межиріччя. У продуктивній товщі зустрічаються до 20–25 вугільних прошарків потужністю від кількох до десятків сантиметрів, які розділені прошарками глин аналогічної потужності. У 1985–1989 рр. геологічною зйомкою масштабу 1 : 50 000 виділено Лиманську буровугільну площу Ренійського родовища, оцінені прогнозні ресурси P_2 у кількості 15,59 млн т за середньої потужності пласта 1,35 м. Найкрупніші родовища і прояви бурого вугілля: Василівське, Белградське, Криничанське, Ренійське, Каракуртське.

В Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ) ресурси кам'яного вугілля оцінені кількістю 6,4 млрд т.

На території Переддобрудзького прогину виявлена, переважно, нижньокарбонова вугленосність. Ресурси кам'яного вугілля через значну глибину залягання вугільних пластів і недостатню вивченість площі їх поширення не враховуються в загальному балансі вугілля по Україні.

Висновки. Україна володіє значним потенціалом запасів вугілля, що дає можливість повністю задовольнити потреби держави в цій сировині. Разом з тим вугільні родовища України характеризуються дуже складними природними умовами їх розробки, а наявний шахтний фонд – високою зношеністю і низьким технічним рівнем, унаслідок чого вітчизняна вугільна промисловість є збитковою і потребує державної підтримки.

На сьогодні в Україні у значних обсягах ведеться видобування кам'яного вугілля, інтенсивно експлуатуються запаси кам'яного вугілля Донецького та Львівсько-Волинського басейнів. В Україні у 2013 році було видобуто 76,5 млн т кам'яного вугілля (за даними Держкомстату України).

Необхідність залучення зовнішніх джерел для забезпечення потреб економіки у вугіллі зумовлена недостатніми обсягами власного видобутку коксівного вугілля та високим вмістом сірки в ньому, а також дефіцитом вугілля газової групи для потреб українських теплоелектростанцій. Основними імпортерами є Росія (майже 97 %) та Казахстан. Споживачами імпортованого коксівного вугілля є підприємства металургійного комплексу України, енергетичного – теплоелектростанції та підприємства інших галузей промисловості.

Тенденції розвитку металургії, електроенергетики, інших галузей матеріального виробництва та соціальної сфери зумовлюють достатньо постійний попит на коксівне і зростаючий високими темпами попит на енергетичне вугілля.

Енергетична безпека України значною мірою залежить від раціонального використання та ефективного керування паливно-енергетичним комплексом. Питання відродження й модер-

нізації вугільної галузі України з урахуванням загальносвітових тенденцій розвитку і створення нової системи ресурсного забезпечення енергетики країни з мінімізацією й диверсифікацією закордонних поставок енергоносіїв є важливим питанням подальшого економічного та політичного розвитку нашої держави. Активний пошук вирішення питань енергетичної безпеки, енергоефективності, енергозбереження та вдосконалення виробництва з екологічного погляду дедалі частіше обумовлюють актуальність досліджень процесів забезпечення країни власними енергоресурсами. Слід підкреслити перевагу вугілля серед викопних енергоносіїв, яка полягає в тому, що його розвідані запаси істотно перевищують запаси нафти і газу в Україні.

Література

1. *Геология* месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 1. – М.: Недра, 1962. –587 с.

2. *Власюк О.С., Прейгер Д.К.* Вугілля як стратегічна енергетична перспектива України // Стратегічні пріоритети. – 2008. – № 4 (9). – С. 85–95.

3. *Довгий С.О., Євдощук М.І., Коржнев М.М. та ін.* Енергетично-ресурсна складова України. – К.: Ніка-Центр, – 2010. – 264 с.

4. *Державний* баланс запасів корисних копалин України на 01.01.2012 р. Вугілля. – Київ: ДНВП "Геоінформ України", 2012.

5. *Рудько Г.І., Бондар В.І., Ловинюков В.І. та ін.* Енергетичні ресурси геологічного середовища України (стан та перспективи). Т. 2. – Київ-Чернівці: "Букрек" – 2014. – 520 с.

6. *Закон* України "Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року".

7. *Звіт* по темі: "Складання карти сировинних ресурсів твердих паливних копалин України масштабу 1:1 000 000". Книга 1, – К., 2001.

УДК 553.411

ОСНОВНІ КРИТЕРІЇ ТА ПОКАЗНИКИ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ УКРАЇНИ

***Литвинюк С.Ф.**, к. геол. н., **Ловинюков В.І.**,*
Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), office@dkz.gov.ua

За результатами комплексного аналізу даних формування вугільної мінерально-сировинної бази, нормативно-правових основ проведення державної експертизи та оцінки запасів вугільних родовищ, виділені основні критерії та показники геолого-економічної оцінки родовищ вугілля, які визначають промислове значення та рівень інвестиційної привабливості вугільних об’єктів.

MAIN CRITERIA AND INDEXES OF ECONOMIC-GEOLOGICAL EVALUATION OF COAL DEPOSITS IN UKRAINE

***Lytvyniuk S.F.**, Cand. Sci. (Geol.), **Lovyniukov V.I.**,*
State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), office@dkz.gov.ua

The main criteria and indexes of economic-geological evaluation of coal deposits were determined according to the the results of complex coal mineral raw material base analysis. These define industrial and commercial value of investment attractiveness of coal objects.

Вступ. Вугілля є одним з основних первинних енергоносіїв, посідаючи в їх загальному світовому балансі другу позицію (29 %), після нафти (35 %) і поперед газу (24 %), домінуючи в електроенергетиці (40 %).

В Україні вугілля видобувається вже майже триста років, як самостійна вугільна галузь існує з 1795 року. За цей час видобуто близько 10 млрд т сировини. Вугілля – єдиний енергоносій в Україні, обсяги якого є потенційно достатніми для практично повного забезпечення потреб національної економіки.

В надрах України зосереджені запаси кам’яного та бурого вугілля, горючих і менілітових сланців, торфу. Здійснюється розробка кам’яного, бурого вугілля, торфу.

Основні запаси кам’яного вугілля зосереджені в Донецькому та Львівсько-Волинському басейнах, бурого – у Дніпровському басейні. Загальні ресурси вугілля України (станом на 01.01.2014 р.) становлять: 116,4 млрд т, розвідані запаси ($A + B + C_1 + C_2$) – 56,0 млрд т, з них: коксівного вугілля – 17,1 млрд т (30,5 %), антрацитів – 7,6 млрд т (13,6 %) [9]. У Донбасі балансові запаси становлять: всього – 51,8 млрд т; у тім числі, коксівного – 16,2 млрд т, антрацитів – 7,6 млрд т. Запаси та прогнозні ресурси кам’яного вугілля Львівсько-Волинського басейну складають 2,9 млрд т, з них: коксівного вугілля – 1,8 млрд т. Балансові запаси басейну складають 1,3 млрд т, у тім числі, коксівного – 0,9 млрд т. У Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ) ресурси кам’яного вугілля оцінені кількістю 6,4 млрд т.

Геолого-економічна оцінка родовищ (ділянок надр) вугілля. Для державного фонду надр України єдині принципи підрахунку, геолого-економічної оцінки і державного обліку запасів корисних копалин згідно з рівнем їх промислового значення та ступенем геологічного і техніко-економічного вивчення, умови, що визначають підготовленість розвіданих родовищ корисних копалин до промислового освоєння, а також основні принципи кількісної оцінки ресурсів корисних копалин встановлює Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр (затверджена постановою КМУ від 05.05.1997 № 432) [5].

Відповідно до п. 4 "Положенням про порядок проведення державної експертизи та оцінки запасів корисних копалин", затвердженого постановою КМУ від 22.12.1994 № 865 [8],

державна експертиза та оцінка запасів корисних копалин проводиться Державною комісією України по запасах корисних копалин.

Геолого-економічна оцінка запасів корисних копалин проводиться на підставі звітів, які містять в собі матеріали з геологічного вивчення родовищ корисних копалин, підрахунок їх запасів та техніко-економічне обґрунтування промислового значення.

Геолого-економічна оцінка родовища (ділянки) вугілля включає комплексний аналіз результатів геологічного та техніко-економічного вивчення запасів вугілля з метою оцінки їхнього промислового значення шляхом визначення із зростаючою детальністю техніко-економічних показників виробничого процесу та фінансових результатів реалізації товарної продукції [3].

Відповідно до прийнятої стадійності геологорозвідувальних робіт виділяються початкова (ГЕО-3), попередня (ГЕО-2) і детальна (ГЕО-1) геолого-економічні оцінки об'єктів геолого-розвідувальних робіт на вугілля з відповідним рівнем техніко-економічної вивченості (ТЕМ, ТЕД, ТЕО), що приблизно відповідає міжнародній стадійності техніко-економічної вивченості об'єктів – Scoping Study, Pre-feasibility Study та Feasibility Study [10].

Відповідно до ступеня геологічного вивчення об'єктів геологорозвідувальних робіт установлюються попередні, тимчасові, постійні та оперативні кондиції. Кондицію на мінеральну сировину є основним інструментом проведення геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин.

Розвідка й освоєння вугленосних басейнів і родовищ здійснюються послідовно окремими частинами (ділянками) із запасами вугілля, що забезпечують роботу гірничодобувного підприємства в обґрунтованих геологічними особливостями і техніко-економічними розрахунками межах.

За ступенем геологічної вивченості запаси поділяються на дві групи – розвідані та попередньо розвідані.

Запаси і ресурси вугілля, що характеризуються певними рівнями промислового значення, ступенями техніко-економічного та геологічного вивчення, розподіляються на класи, які ідентифікуються за допомогою міжнародного трипорядкового цифрового коду. У цьому коді розряду одиниць відповідають групи запасів (ресурсів) за ступенем геологічного вивчення, десяткам – за ступенем техніко-економічного вивчення і сотням – за промисловим значенням.

Основні критерії та показники геолого-економічної оцінки родовищ вугілля. Результатом геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин є визначення якісних і кількісних характеристик запасів, крім того визначаються вартісні показники ділянок надр. Вартісна оцінка родовищ відображає вартість їх запасів у грошовому обчисленні, що є важливим під час планування інвестиційного проекту розробки родовища.

Цінність родовищ корисних копалин, визначають чинники, які об'єднуються у три групи і всебічно характеризують переваги та недоліки родовищ [4].

До першої групи відносять гірничо-геологічні чинники, що об'єднують якісні та кількісні показники геологічних і промислових запасів. Друга група об'єднує соціально-економічні чинники, що характеризують значення корисної копалини і продуктів її переробки для економіки, потреби і ступінь забезпеченості запасами. Третя група – економіко-географічні, характеризує інфраструктурні особливості району для гірничо-видобувних підприємств.

У даній роботі детально розглянуті чинники, які відносяться до першої групи. Чинники другої та третьої групи обумовлені довготривалим видобутком вугілля в регіонах, розвинутою інфраструктурою гірничовидобувної галузі. Слід відмітити, що оцінка мінеральних ресурсів на будь-якій стадії освоєння надр передбачає комплексне врахування екологічних показників і

ризиків, максимальне прогнозування наслідків розробки родовищ корисних копалин. Особливо це актуально для вугледобувних регіонів з критичним та погіршеним станом довкілля.

Гірничо-геологічні (природні) чинники розробки вугільних родовищ. Чинники цієї групи об'єднують дані, які визначають якість та кількість корисного, компонента масштаби гірничодобувних підприємств, умови розробки, технологічні схеми і т. д. [1, 2, 6].

Для вугільних родовищ виділяють такі гірничо-геологічні чинники:

1. Запаси. За кількістю запасів родовища вугілля поділяються на надвеликі з запасами вугілля більше 100 млн т, великі – від 50 до 100 млн т, середні – від 20 до 50 млн т та малі – менше 20 млн т.

Сумарна кількість балансових запасів визначає терміни освоєння родовища, річну продуктивність гірничодобувного підприємства та об'єм капітальних вкладень у розробку родовища.

2. Потужність вугільного пласта, кут падіння, будова і форма залягання вугільних пластів – одні з найбільш значущих гірничо-геологічних чинників, що роблять різнобічний вплив на витрати з видобутку та переробки мінеральної сировини. На вугільних родовищах, що розробляються підземним способом, потужність пласта та її мінливість в значній мірі визначає систему розробки і, що важливо, межі робочої потужності.

У практиці розвідки і розробки пласти кам'яного вугілля і антрацитів підрозділяються за потужністю на тонкі (менше 0,7 м), середньої потужності (0,71–1,2 м), потужні – більше 1,2 м. Для бурого вугілля, відповідно, – менше 2 м, середньої потужності – 2,1–4,0 м і потужні – більше 4 м.

За особливостями геологічної будови – витриманістю потужності, будовою вугільних пластів, складністю умов їхнього залягання і гірничо-геологічними умовами розробки – вугільні родовища (ділянки) відповідають 1, 2, 3 та 4 групам Класифікації запасів.

3. Температура гірських порід, гірничий тиск, глибина розробки, газоносність. Проблема регулювання теплового режиму гірських виробок виникає при збільшенні глибини розробки. Зона підвищених температур починає проявлятися на глибинах в інтервалі 650–750 м (у середньому з 700 м), де морфологічні особливості земної поверхні і гідрогеологічні умови вже не роблять помітного впливу на глибинний тепловий потік.

Зростання глибини розробки на вугільних шахтах ускладнює ведення гірничих робіт. Зростає напружений стан пластів і вміщуючих порід, що збільшує віджимання (розчавлювання) вугілля в очисних вибоях, особливо при розробці крутих пластів. На крутих пластах більш інтенсивно відбуваються явища сповзання ґрунту пластів у виробленому просторі. Велика глибина розробки підвищує ймовірність проявів гірських ударів і раптових викидів вугілля і газу.

Явища раптових викидів вугілля і газу пояснюються не тільки наявністю викидонебезпечних газоносних пластів, але і їх напруженим станом у міру інтенсифікації гірничих робіт.

Газ метан є основною складовою частиною природних газів вугільних родовищ. Найбільшу кількість вільного метану (до 20 %) містить малометаморфізоване вугілля, що збагачене ікро компонентами групи фюзиніту. За наявності джерела, кисню, а також температури, метан утворює вибухові суміші.

Дегазація вугільних товщ застосовується, якщо промислове використання каптованого метану є технологічно можливим і економічно доцільним, а також у випадках, коли засобами вентиляції неможливо домогтися безпечного вмісту метану у вихідних вентиляційних струменях.

4. Гідрогеологічні умови. Як при відкритому, так і при підземному способах розробки родовищ великий вплив на техніко-економічні показники відпрацювання надають гідрогеологічні умови.

5. Речовинний склад та якість вугілля. Розрізняють три основні природні різновиди вико-

пного вугілля: буре, кам'яне й антрацит, що утворюють безперервний генетичний ряд за ступенем вуглефікації органічної речовини. Викопне вугілля згідно із ДСТУ 3472-96 за значеннями R_o, V^{daf} поділяється на дев'ять марок: буре (Б), довгополум'яне (Д), двополум'яне газове (ДГ), газове (Г), жирне (Ж), коксівне (К), піснувате спікливе (ПС), пісне (П) та антрацит (А).

Основні техніко-економічні показники оцінки вугільних родовищ. Економічне оцінювання родовищ корисних копалин, як і весь процес вивчення надр проводиться стадійно.

Відповідно до "Положення про порядок розробки та обґрунтування кондицій на мінеральну сировину для підрахунку запасів твердих корисних копалин у надрах", затвердженим наказом ДКЗ України № 300 від 07.12.2005 р. [7], розробку економічного обґрунтування кондицій належить проводити відповідно до загальноприйнятих у світовій практиці принципів опрацювання інвестиційних проектів. У тім числі:

– ефективність промислової розробки родовища визначається для всього циклу виробничої діяльності гірничодобувного підприємства – від моменту оцінки до ліквідації;

– моделювання грошових потоків здійснюється з урахуванням усіх пов'язаних з промисловою розробкою грошових надходжень, уключаючи інвестиції і всі витрати за роками виконання передбачених робіт з геологічного вивчення надр, розробки родовища та рекультивації навколишнього природного середовища;

– проведення розрахунків здійснюється на дату оцінки запасів корисних копалин із застосуванням процедури дисконтування майбутніх грошових потоків для приведення їх до умов сумірності в початковому періоді;

– для розрахунків показників ефективності виробничої діяльності гірничодобувного підприємства враховуються тільки майбутні (відносно дати оцінки) витрати і надходження.

Висновки. Геолого-економічна оцінка вітчизняних родовищ носить комплексний характер і обумовлена рядом чинників, які визначають сучасний стан вугільної промисловості.

З одного боку, економіка України потребує власних енергетичних ресурсів для забезпечення діяльності енергогенеруючих та енергоємних підприємств, що виводить вугільну галузь на провідне місце у вирішенні цих питань. З іншого, за весь період експлуатації вітчизняних родовищ були видобуті запаси вугілля з високою рентабельністю (великі потужності пласта, малі глибини розробки). Сучасна розробка вугільних родовищ ведеться у складних гірничо-геологічних умовах, що знижує рентабельність і підвищує смертність на шахтах.

Протягом 1992–2014 рр. ДКЗ розглянуто матеріали геолого-економічної оцінки 415 родовищ вугілля всіх марок.

У табл. 1 наведено інформацію про динаміку кількості матеріалів геолого-економічної оцінки, що розглядались ДКЗ протягом 1992–2014 рр.

Таблиця 1

Динаміка кількості матеріалів ГЕО, що розглядались ДКЗ протягом 1992–2014 рр.

Період	Кількість матеріалів ГЕО вугільних родовищ, розглянутих ДКЗ за період
1992–2003	32
2004	13
2005	11
2006	16
2007	42
2008	65
2009	39

Закінчення табл. 1

2010	71
2011	126
2012	101
2013	52
2014 (станом на 01.07)	26

Геолого-економічна оцінка вугільних родовищ України в сучасних ринкових відносин обґрунтовує необхідність:

– проведення глибокої економічної переоцінки та технологічної реструктуризації збиткових (дотаційних) вугледобувних підприємств;

– сприяння розвитку "малих" підприємств, що мають спеціальні дозволи на експлуатацію вугілля нетиповими шахтами;

– перегляд підрахункових та експлуатаційних кондицій балансових запасів вугілля;

– розвиток комплексних підприємств з видобутку, збагачення та власного виробництва електроенергії, або де вугілля є складовою виробництва;

– інвестування у розвідку та розробку нових родовищ вугілля та газу метану вугільних родовищ;

– вдосконалення методичної складової геолого-економічної оцінки вугільних родовищ у сфері міжнародної системи класифікацій та стандартів.

Література

1. *Амоша А.И., Ященко Ю.П., Чиликин А.И.* Развитие угольной промышленности в контексте энергетической стратегии Украины. – Донецк, 2002. – 237 с.

2. *Блакберн А.Ю., Мезников В.И. и др.* Группирование шахт Донбасса по однородности производственных русловий // Уголь Украины, 1992. – № 2. – С. 3–7.

3. *Інструкція* із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр для родовищ вугілля, затверджена наказом ДКЗ України від 25.10 2004 за № 225, зареєстрована Мінюстом України 08.11.2004 за № 449/2303.

4. *Каждан А.Б., Кобахидзе Л.П.* Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1985. – 205 с.

5. *Класифікація* запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 05.05.1997 р. № 432.

6. *Переверзев М.П.* Научно-технический прогресс в угольной промышленности. – В сб.: "Технология добычи угля подземным способом". – М.: Изд. ЦНИЭИугля, 1974.

7. *Положення* про порядок розробки та обґрунтування кондицій на мінеральну сировину для підрахунку запасів твердих корисних копалин у надрах, затверджене наказом ДКЗ України № 300 від 07.12.2005 р.

8. *Положення* про порядок проведення державної експертизи та оцінки запасів корисних копалин, затверджене постановою Кабінету Міністрів України від 22.12.1994 р. № 865.

9. *Ресурси* твердих горючих копалин України станом на 01.01.2014 р. – К.: Державне науково-виробниче підприємство "Державний інформаційний геологічний фонд України", 2014 – 17 с.

10. *The* Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves / The JORC Code. 2012 Edition.

УДК 502.62(292.45/454)

ГІДРОЕНЕРГЕТИКА ЗАКАРПАТТЯ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Поп С.С., *д. фіз.-мат. н., проф.,*
Ужгородський національний університет (м. Ужгород), f-depgeo@univ.uzhgorod.ua

Охарактеризовано наявний гідроенергетичний потенціал Закарпатської області, стан його використання та перспективи розвитку малої гідроенергетики на гірських річках. Розглянуто також питання екологічної безпеки малих гідроелектростанцій різних типів за конструктивними рішеннями.

HYDROPOWER OF THE TRANSCARPATHIA: CURRENT STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT

Pop S.S., *Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof.,*
Uzhhorod National University (Uzhhorod), f-depgeo@univ.uzhgorod.ua

The article characterizes available hydropower potential of the Transcarpathian region, state of its usage and development prospects of small hydropower of mountain rivers. Environmental safety issues of various small hydropower plants were considered.

Вступ. Закарпатська область не має самодостатнього енергозабезпечення за рахунок власних генеруючих джерел. Понад 90 % потреб в електроенергії господарства області забезпечує Бурштинська ТЕС, що розташована у Івано-Франківській області. Її віддаленість від споживачів, значні технологічні втрати енергії у мережах, використання вичерпного палива, суттєве забруднення станцією атмосферного повітря Буковини аж ніяк не відповідають довгостроковому стійкому розвитку регіону Карпат та й стратегії національної безпеки країни загалом. Водночас Закарпаття має найкращий серед областей України потенціал відновних енергетичних ресурсів, освоєння якого здійснюється дуже повільно. Зокрема, на його території зосереджено найбільший гідроенергетичний потенціал малих річок в Україні, освоєння тільки економічно доцільної частини якого в кілька разів перевищує загальні енергетичні потреби області. Тому питання підвищення рівня енергозабезпечення Закарпаття за рахунок власних джерел продовжує залишатися надзвичайно актуальною задачею загальнодержавного рівня.

Метою даного дослідження було розглянути:

– історію розвитку гідроенергетики, природно-географічні особливості та потенціал річок Закарпаття;

– сучасний стан та проблеми освоєння енергетичного потенціалу малих річок;

– перспективи розвитку гідроенергетики Закарпаття та екологічні ризики, що пов’язані із спорудженням та експлуатацією гідроелектростанцій.

Історія розвитку гідроенергетики Закарпаття. На Закарпатті перша мала ГЕС потужністю 200 кВт була побудована на р. Латориця ще в 1890 р. поблизу с. Фрідішево (тепер с. Кольчино), яка працювала до 1961 року [1]. Вперше Схему гідроенергетичного використання річок Закарпаття (Тересва, Теребля, Ріка, Уж, Люта) розроблено чеськими фахівцями у 20–30-х роках минулого століття. Вони пропонували спорудження 14 малих ГЕС загальною потужністю до 62 МВт з виробництвом електроенергії до 340 млн кВт-год на рік. За цією Схемою в 1937 р. розпочато будівництво, а в 1940 році введено в експлуатацію Оноківську (потужністю 2,6 МВт) та Ужгородську (1,9 МВт) малі ГЕС, які працюють до теперішнього часу. Ідея реалізувати проект з використанням води двох річок – Тереблі і Ріки, які розділені Бовцарським

хребтом і протікають одна від одної на відстані 4 км з перепадом висот 210 м, також належить чеському інженеру п. Кріжка Я. Уже за радянського періоду (1946–1948 рр.) була складена Схема електрифікації сільського господарства Закарпатської області, складовою якої було і завдання реалізувати цю ідею. Будівництво трубопроводу і греблі розпочали в 1949 році, а в 1956 р. Теребле-Ріцьку ГЕС було успішно здано в експлуатацію. Її загальна встановлена потужність турбін – 27 МВт. В 50–60 роках в Закарпатті було споруджено ще понад 30 ліспромгоспних, колгоспних та міжколгоспних міні-ГЕС. Найбільшими з них були: Усть-Чорнянська (400 кВт), Тур'є-Реметська (360 кВт), Углянська (250 кВт), Діловецька, Кирицьківська та Ставнянська. В основному це були дериваційні ГЕС, які згодом були демонтовані через недалекоглядну політику розвитку централізованої енергетики в Радянському Союзі.

Робота щодо освоєння наявних гідроенергетичних та інших відновних ресурсів Закарпаття активізувалась уже за часів незалежності України. В 1993 році, за завданням Міненерго України, Інститут "Укргідропроект" (м. Харків) розробив "Схему раціонального використання водних ресурсів басейну р. Тиса", якою передбачалося будівництво 33-х руслових низьконапірних ГЕС (висотою греблі до 10 м), потужністю від 2-х до 28-ми МВт, розташованих в нижніх та середніх ділянках русел річок Тиса, Тересва та Ріка. Загальна потужність планувалась близько 400 МВт, з річним обсягом виробництва електроенергії – 1653 млн кВт-год [4, 5]. Цим же Інститутом у 1995–1998 рр. виконувались передпроектні роботи щодо спорудження каскаду із шести ГЕС загальною потужністю 100 МВт на ділянці р. Тиси поблизу державного кордону з Румунією, а також каскаду з п'яти ГЕС потужністю кожної по 40 МВт на ділянці Тиси від с. Буштино до с. Вилок. Жодна із названих станцій не була до кінця спроектована, а чималі кошти на вище згадані розробки Схем витрачені не раціонально.

У 1998 році прийнята "Програма енергозбереження Закарпатської області на період до 2015 року", якою передбачено поступовий перехід регіону на повне енергетичне самозабезпечення за рахунок використання природних відновних джерел енергії. Особлива роль в даній програмі відводиться розвитку малої гідроенергетики, зокрема передбачається будівництво значної кількості малих ГЕС потужністю від 1 кВт до 8 МВт, сумарною потужністю понад 600 МВт. З різних економічних, фінансових, політичних і організаційних причин завдання даної Програми також не виконуються. У 2000 році рішенням сесії облради було передбачено за рахунок бюджету виготовити проектну документацію на спорудження мікро-ГЕС (замовник санаторій "Човен", с. Керецьки потужністю 50 кВт) та двох міні-ГЕС (Психоневрологічний інтернат, с. Тур'я Ремета, 300 кВт і Ужгородська швейна фабрика в с. Люта, 200 кВт). Замовники зобов'язувались побудувати ГЕС своїм коштом. Однак через нестачу бюджетних коштів на проектні роботи ці наміри також не були реалізовані.

На виконання енергетичної стратегії України з 2007 року виконується Програма охорони та комплексного використання водних ресурсів річок Закарпатської області, однією із важливих задач якої є практичне використання гідроенергетичного потенціалу річок області в поєднанні із вирішенням задач протипаводкового захисту [1–3]. З нижченаведеного випливає, що зроблено небагато.

Річкова мережа та потенціал гідроенергетики Закарпаття. Загальні гідроенергетичні ресурси (теоретичний валовий гідроенергетичний потенціал) становлять приблизно 60 % всієї енергії поверхневого стоку, який для Закарпаття становить майже 8 км^3 на рік. Це близько 6 % поверхневого стоку України, тоді як питома площа водозбору області становить всього 2,1 %. Із 42 млрд кВт/год потенційної гідроенергії річкового стоку України на область припадає 10,2 млрд кВт-год на рік, тобто четверта частина. Оцінено, що із них 4,5 млрд кВт-год на рік – економічно доцільний гідроенергетичний потенціал, який може бути використа-

ний для виробництва електроенергії [3]. Питомі запаси гідроенергії на одну особу на рік у Закарпатській області становлять 8250 кВт-год, тоді як у середньому по Україні вони є меншими в десять разів (820 кВт-год).

Закарпатська область має найщільнішу в Україні річкову мережу – 1,7 км/км^2. Переважають гірські річки, площа їх водозбору становить 75 % території області, решта припадає на передгірно-рівнинні річки, що є сприятливим чинником для розвитку гідроенергетики.

На території області формується 9429 водотоків загальною довжиною 19866 км, із них 9277 – малі річки довжиною до 10 км, 152 річки довжиною більше 10 км. Довжину понад 100 км мають 4 річки: Тиса, Латориця, Уж, Боржава. Гірськими вважаються верхні та середні ділянки таких річок області: Чорна та Біла Тиси, Тиса (до смт. Великий Бичків), Косівська, Шопурка, Тересва (до с. Дубове), Теребля (до с. Драгове), Ріка (до с. Березове), Боржава (до с. Довге), Латориця (до м. Свалява), Уж (до м. Ужгород). Основними водотоками Закарпаття є: Тиса, Латориця, Уж, Боржава, Теребля, Тересва, Ріка з їхніми притоками. Найбільша частка в живленні припадає на дощові води (40 % річного стоку), на снігове та підземне живлення припадає, відповідно, по 30 %. Основною гідрологічною характеристикою річок є середній багаторічний поверхневий стік, який становить у середньому по області 576 000 м^3 з 1 км^2 на рік (по Україні – 88 500 м^3 з 1 км^2 на рік).

Річковий стік протягом року дуже нерівномірний. Майже 75 % стоку припадає на весняні і осінні паводки і тільки 25 % – на інші пори року. Інтенсивна водовіддача водозборів при випаданні зливових опадів, а також значна пересіченість місцевості з великими похилами сприяють формуванню паводків з різкими підйомами та спадами рівнів води. Тривалість стояння високих рівнів становить тільки 4…8 діб. Осіння і зимова межені нетривалі та нестійкі внаслідок випадання дощів у осінній сезон і відлиги зимою. Зимова межень найбільш чітко проявляється в період зі стійкою від'ємною температурою повітря. Вона рідко триває два місяці. У цей час витрати води найменші, вони формуються за рахунок підземних вод.

З фізико-географічних чинників на річковий стік впливає рельєф, стан ландшафту території водозбору, ґрунтовий покрив тощо. Для водозбірної території верхів'я басейну річки Тиса характерний гірський ландшафт і значна залісненість водозбірних площ. Гірський ландшафт впливає як на перебіг атмосферних процесів (інтенсивність дощів, снігопадів тощо), так і на темпи стоку, розподіл водних ресурсів по території, зокрема через мережу гірських долин. У гірській частині Закарпаття в середньому за рік випадає 900–1400 мм опадів, тоді як у низинній частині області – 600–700 мм. В окремі роки, зокрема роки високої водності, опади в горах досягають 2400 мм, тобто дві середньорічні норми. В окремі місяці може випасти 250–400 мм опадів при нормі 70–120 мм, а в окрему добу зливові дощі можуть перевищувати місячну норму опадів [4].

Найбільші модулі стоку q характерні для гірських річок. Наприклад, у верхів'ях річок Тересва, Шопурка, Мокрянка середньорічний поверхневий стік з 1 км^2 площі становить понад 1 млн м^3 води (q близько 40 л/с), а в середньогір'ї цей показник в два рази нижчий.

Сучасний стан гідроенергетики Закарпаття. Протягом останніх років, особливо після прийняття законодавчих норм щодо розвитку "зеленої енергетики" гідроенергетика в Закарпатті почала розвиватися [4–8, 12–14]. Однак, якщо раніше не було інвесторів для освоєння гідроресурсного потенціалу області, то зараз з'явились заангажовані "активісти", що гальмують його освоєння шляхом поширення недостовірної інформації про вплив малих ГЕС на довкілля, налаштовують місцеві громади та органи місцевого самоврядування на прийняття негативних рішень щодо погодження спорудження ГЕС. Тому на обласному і районному рівнях необхідно проводити круглі столи за участі компетентних фахівців та представ-

ників органів місцевої влади, місцевого самоврядування та населення для об'єктивного інформування з питань розвитку малої гідроенергетики як найперспективнішого, самодостатнього і надійного джерела відновлюваної енергії в Закарпатті. Цей дар Природи закарпатці приречені раціонально використати для забезпечення себе енергією на тривалу перспективу. Без енергії життя не можливе, так само як і без води. Зрозуміло, що використання любого відновлюваного ресурсу маємо здійснювати зважаючи на можливість природних екосистем до самовідновлення. Стан водного середовища в геопросторі, подібно стану кровоносної системи в людському організмі, визначає "здоров'я" ландшафтів, у яких ґрунти, води, атмосфера та біота тісно взаємопов'язані. Наша задача скористатися накопиченими фаховими знаннями про процеси і явища в природі і за прикладом предків, що мудро використовували енергію водотоків на водяних колесах з мінімальним порушенням природних комплексів, ефективніше використати енергію гірських річок із застосуванням досконаліших сучасних технологій та технічних пристроїв.

У теперішній час виробництво електроенергії в Закарпатті здійснюється на шістьох гідроелектростанціях, у т. ч. на п'ятьох малих, а саме:

– Теребле-Ріцькій ГЕС – встановлена потужність 27 МВт (діє з 1956 р.);
– Оноківській МГЕС – 2,65 МВт (1940 р.);
– Ужгородській МГЕС – 1,9 МВт (1940 р.);
– Білинській мініГЕС – 0,63 МВт (2010 р.);
– Красній мініГЕС – 0,8 МВт (2011 р.);
– Тур'я-Полянській МГЕС – 1,1 МВт (2011 р.).

Разом за рік вони виробляють 120–160 млн кВт-год електроенергії, що становить 6–8 % загального обсягу спожитої електроенергії в області. Отже, Закарпатська область, будучи найбагатшою в Україні на гідроенергоресурси є енергетично залежною. В останні роки область в середньому використовує 2,6 млрд кВт-год на рік, хоча реальне споживання становить тільки 2,1 млрд кВт-год. Тобто технологічні втрати (у т. ч. за рахунок віддаленості споживачів від генеруючої ТЕС) становлять близько 20 %, що є марнотратством. Найпотужнішою в області є Теребле-Ріцька ГЕС, яка є складовою енергетичного комплексу, так званого "Бурштинського острова", що діє на території Закарпатської, Львівської та Івано-Франківської областей. Тереблянське водосховище ГЕС, глибиною 8 м і дзеркалом води 72–90 га, вміщує до 24 млн м^3 води. За час експлуатації Теребле-Ріцькою ГЕС було вироблено понад 7 млрд кВт-год електроенергії. У даний час на станції працюють три турбіни, виготовлені фінською фірмою "Френсіс" і генератори заводу "Уралелектроапарат", які датуються 1948 р. Гідросилове обладнання ГЕС хоча і знаходиться у робочому стані, але є зношеним і застарілим, тому потребує заміни і модернізації. Проблемою подальшої раціональної експлуатації Теребле-Ріцької ГЕС є замулення водосховища. На даний час близько 30 % об'єму водосховища замулено, що зменшує його водоємність. Очищення даного водосховища потребує значних коштів, землевідведення під складування наносів.

Оноківська та Ужгородська малі-ГЕС розташовані послідовно на дериваційному каналі, яким здійснюється відведення води з річки Уж для господарсько-питного водозабезпечення м. Ужгород. Ці ГЕС працюють з початку 40-х років XX ст., їх обладнання є зношеним і застарілим. Його заміна сучасним може суттєво збільшити кількість виробленої енергії.

З травня 2006 року у селі Білин Рахівського району введено в експлуатацію першу приватну міні-ГЕС у Закарпатській області, яку споруджено ТОВ "Енергія Карпат". Собівартість об'єкту становить 3,5 млн грн. Вона відноситься до класу високонапірних дериваційних гід-

роелектростанцій. Її встановлена потужність – 630 кВт, а середньорічне виробництво електроенергії – 2,5 млн кВт-год.

В 2010 р. приватне підприємство "Укрелектробуд" збудувало мініГЕС потужністю 0,8 МВт на р. Красношурка у с. Красна, що на Тячівщині. Розрахунковий річний виробіток електроенергії дорівнює 4,5 млн кВт-год, проектне виробництво до 6 млн кВт/год у багатоводний період. В цьому ж році приватне підприємство "Комерцконсалт" спорудило найбільш вдало спроектовану дериваційну малу ГЕС потужністю 1,1 МВт на р. Шипот поблизу с. Тур'я Поляна на Перечинщині. Вона облаштована рибоходом та має сучасне устаткування. Це підприємство планує будівництво МГЕС на гірських річках Тячівщини із залученням італійського проектно-виробничого об'єднання "Wild Metal", що має величезний досвід спорудження сучасних МГЕС у Альпах.

Потенційні інвестори, які виявляють інтерес до освоєння гідро-ресурсного потенціалу Закарпаття:

– італійські компанія "Italbrevetty" та ПВО "Wild Metal" і його український партнер ПП "Комерцконсалт";

– швейцарська компанія "Ukrenergy Holding AG" і її український партнер ТОВ "Корлеа Укргідропавер";

– керуюча компанія спільного холдингу держпідприємства "Укрінтеренерго" і "Korlea Invest Holding AG" (Швейцарія) [10].

З метою раціонального використання водних ресурсів річок Закарпаття 25 лютого 2011 р. Закарпатська обласна рада затвердила Програму комплексного використання водних ресурсів Закарпатської області. Метою Програми є практичне використання гідроенергетичного потенціалу річок області, що дозволить збільшити власне виробництво електроенергії шляхом будівництва на території області об'єктів гідроенергетики та забезпечення комплексного використання водних ресурсів шляхом розміщення інших об'єктів водокористування. Час покаже чи перейшли ми від слів до конкретики.

Проблеми освоєння гідроенергетичного потенціалу Закарпаття. За останні десятиріччя проблеми малої гідроенергетики досліджувалися науковцями [6–8, 12–15]. Зокрема, вчені досліджували розвиток малої гідроенергетики як один із чинників вирівнювання господарського розвитку гірських і передгірних територій Закарпаття, розробляли методику оцінки гідроенергетичних ресурсів малих річок на прикладі Закарпаття, розглядали використання малих гірських річок в сучасних умовах як перспективний напрямок енергозабезпечення регіонів.

При будівництві об'єктів гідроенергетики необхідно враховувати екологічні обмеження, тобто не порушити рівновагу у природних системах. Зокрема, для дериваційних ГЕС обов'язковим є забезпечення санітарного стоку, тобто мінімальної кількості води, яку заборонено забирати з джерела для запобігання його вичерпання. Ця величина дорівнює мінімальному стоку повторюваністю один раз в 20 років (95 % забезпеченість). Він дозволяє зберігати у водному джерелі флору і фауну, здійснювати самоочищення води, підтримувати естетичний вигляд водотоку.

Певно, що до будівництва малих ГЕС висуваються жорсткі геологічні вимоги, насамперед, в гірських районах. Слід зазначити, що геоморфологія Карпат обумовлена геологічним розвитком гірської системи та передгірних ділянок. Тут зафіксована значна кількість давніх зсувів, які знаходяться в стадії стабілізації. Техногенні дії пов'язані з ризиком можливої активізації геологічних процесів, серед яких переважають зсуви, обвали, селі, ерозія.

Закарпаття є сейсмічно активним регіоном. Епіцентри місцевих землетрусів максимальною силою в 7 балів за шкалою Ріхтера розташовані в південній частині області (Анталов-

ці, Драгово, Солотвино). Крім того, на території області відчутні землетруси, епіцентри яких знаходяться на території Румунії (гора Вранча). Згідно будівельних норм і правил зона з сейсмічністю 6 балів знаходиться північніше лінії Волосянка–Міжгір'я–Усть-Чорна–Кваси. Решта території області, південніше цієї лінії є зоною з сейсмічністю 7 балів. При будівництві гідротехнічних споруд це треба враховувати.

При проектуванні малих гідроелектростанцій необхідно враховувати і їхні суттєві особливості. Насамперед, ГЕС на гірських річках принципово відрізняються від ГЕС на рівнинних річках за режимом використання водних потоків. Так, для водного режиму річок Закарпаття характерною особливістю є наявність паводків на річках протягом більшої частини року, нестійкої літньо-осінньої та зимової межені та нечітко вираженої весняної повені, сформованої талими і дощовими водами. Відповідно річковий стік Закарпаття протягом року дуже нерівномірний і в перспективі потребує продуманої системи часткового регулювання, особливо в період рясних дощів. Це сприяло б раціональнішому використанню гідроенергетичного потенціалу регіону. В Програмі охорони та комплексного використання водних ресурсів річок Закарпатської області з цього приводу об'єктивно наголошено, що без першочергового будівництва акумулюючих водосховищ в верхів'ях річок, досягнути значних результатів в сфері водокористування, у тім числі для малої гідроенергетики, на території Закарпаття буде неможливо [3]. Гідроенергетичні об'єкти мають стати важливим засобом зниження збитків Закарпаття від паводків.

Світовий досвід показує, що при експлуатації сучасних дериваційних МГЕС застійні процеси у водотоках не спостерігаються, а отже, для них не характерні проблеми гідробіологічного забруднення і зниження спроможності водотоку до самоочищення. Для ГЕС гребельного типу з плином часу у водоймах відбувається деяке збіднення видового складу живих організмів і зменшення кількості біомаси. Це пов'язано зі збільшенням мулових відкладень на стадії замулення ложа водосховища. Через збільшення дзеркала водної поверхні зростають втрати води на випаровування, що тягне за собою помітне збільшення безповоротних витрат води з річки. Зміни термічного режиму в нижньому б'єфі залежать від глибини й об'єму водосховища, району його розміщення. Однак для малих водосховищ зміни термічного режиму в нижньому б'єфі несуттєві.

Водосховище гребельних ГЕС впливає на мікроклімат довколишніх ландшафтів. У прибережній зоні відбувається зміна радіаційного балансу, температури й вологості повітря, вітрового режиму й опадів. Ці зміни залежать від розмірів (площі, протяжності, об'єму) водосховища, особливостей навколишньої природи. Результати досліджень показують, що зона прямого впливу малих ГЕС на мікроклімат їхньої прибережної території в холодний період займає 250–300 м, у період потепління 25–50 м.

Певні труднощі при гідротехнічному будівництві викликають питання збереження іхтіофауни річки. Так, греблі перекривають міграційні шляхи риби, водосховища затоплюють нерестилища, риба гине при потраплянні у турбіни ГЕС тощо. Для запобігання негативного впливу на іхтіофауну, при будівництві дериваційної МГЕС, необхідно використовувати вище згадані спеціальні захисні решітки на водозаборі з метою уникнення потрапляння риби та ікринок у дериваційний канал (трубопровід). Для МГЕС гребельного тип необхідно будувати обвідні канали для міграції риби.

На даний час монопольним покупцем електроенергії, виробленої з відновлюваних джерел є державне підприємство "Енергоринок", яке зобов'язане купувати за "зеленим" тарифом електроенергію, вироблену на об'єктах електроенергетики, що використовують альтернативні джерела енергії у відповідності до прийнятого Закону України "Про внесення змін до де-

яких законів України щодо встановлення "зеленого тарифу" (2008 р.). Впровадження "зеленого" тарифу мало б стимулювати розвиток малої гідроенергетики. Однак, водночас з впровадженням "зеленого" тарифу, держава суттєво підвищила ціну за використання води для енергетики. Не приваблює інвесторів і те, що підприємство, яке має каскад ГЕС на одній річці, платить за одну й ту саму воду на кожній ГЕС.

Проблеми малої гідроенергетики, що потребують вирішення на державному рівні:

– введення і гарантування права власності на об'єкт гідроенергетики і землю під ним;

– оптимізація державної тарифної політики на ринку електроенергії;

– спрощення механізму виділення земель під будівництво та реконструкцію малих ГЕС і погодження відповідних документів;

– напрацювання прийнятних для інвесторів процедур приєднання МГЕС до діючих електричних мереж;

– введення пільгового оподаткування для суб'єктів підприємницької діяльності, що інвестують грошові кошти в малу гідроенергетику, на період окупності інвестицій;

– надання права безмитного ввезення імпортного обладнання для малих ГЕС, яке не виготовляється в Україні;

– надання пільгових кредитів для потреб проектування, виготовлення обладнання, будівництва і реконструкції малих ГЕС.

Висновки. Розвиток малої гідроенергетики Закарпаття є доцільним і гармонійно поєднується із прийнятими пріоритетними напрямками його розвитку. Прискорення його освоєння сприятиме залученню в економіку краю значні інвестиції і створить умови підвищення рентабельності інших галузей, стимулюватиме розвиток підприємств з виробництва електротехніки, гідромеханіки, будівництва, зможе повністю забезпечити енергією усі потреби господарства області. До того ж з розвитком гідроенергетики попри появу нових робочих місць, зросте рекреаційна привабливість, поліпшиться екологічна ситуація і протипаводковий захист, зокрема через берегоукріплення, впорядкування русел водотоків, будівництво та реконструкцію мостів тощо.

Література

1. *Енергетична* стратегія України на період до 2030 року. – К.: Мінпаливенерго України, 2006. – 132 с.

2. *Атлас* економічно доцільного та технічно обґрунтованого гідроенергетичного потенціалу річок Карпатського регіону / О.В. Кириленко, С.П. Денисюк, С.М. Єрлінєков та ін. – К.: НАН України, 2006. – 132 с.

3. *Програма* охорони та комплексного використання водних ресурсів річок Закарпатської області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.vsapravdainfo/publikacii/5965-programa-kopleksnogo-vikorist annja-vodnih-resursiv-richok zakarpatskoi-oblasti.

4. *Поп С.С.* Природні ресурси Закарпаття. – 3-є вид., допов. / С.С. Поп. – Ужгород: "Карпати", 2009. – 340 с.

5. http://www.uhp.kharkov.ua/projects/.

6. *Васько П.Ф.* Мала гідроенергетика: світові тенденції розвитку та українські перспективи / П.Ф. Васько // Електропанорама. – 2010. – № 3.

7. *Петровський А.* Енергетичне самозабезпечення регіону на прикладі Закарпатської області / А. Петровський // Зелені Карпати. – 2003. – № 1–2. – С. 60–67.

8. *Малош Б.В.* Мала гідроенергетика як перспективний напрямок розвитку альтернативної енергетики на регіональному рівні / Б.В. Малош // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Економіка. – Вип. 30. – Ужгород. – 2010. – С. 123−130.

9. *Закон* України "Про альтернативні джерела енергії" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua

10. *Інтернет-видання* UA-Reporter. Інвестори проявляють інтерес до Закарпаття [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ua-reporter.com/novosti/39527.

11. *GRIZZLE* pover. Water intake rake PROTEC [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.wild-metal.com.

12. *Особливості* використання потенціалу гідроенергетики у Закарпатському регіоні [Електронний ресурс]. –Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/Nvuu/Ekon/2010_30/statti/2_9.htm.

13. *Малі* ГЕС – великі надії. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.tyzh.ua/portal/natural.

14. *Сайт* Закарпаттяобленерго. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.energo.uz.ua/.

15. *Архипова* Л.М. Науково-методологічні основи природно-техногенної безпеки поверхневих гідроекосистем Карпатського регіону: Автореф. дис. … д. техн. н. // Івано-Франківськ, 2012. – 39 с.

УДК 550.8.053+553.982.2

ПОСТІЙНО ДІЮЧІ РІЗНОМАСШТАБНІ ЕКОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНІ МОДЕЛІ НАФТОГАЗОНОСНИХ НАДР

***Рудько Г.І.**, д. геол.-мін. н, д. геогр. н., д. т. н., проф., **Нецький О.В.**,*
Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), rudko@dkz.gov.ua

Висвітлено концептуальні основи створення різномасштабних постійно діючих еколого-технологічних моделей вуглеводневої сировини. Розкрито методологію створення моделей і завдання, які належить вирішити за їх допомогою. Обґрунтовано ієрархічну структуру еколого-технологічних постійно діючих моделей, розроблено структуру інформаційно-аналітичної системи еколого-технологічних постійно діючих моделей вуглеводневої сировини.

PERMANENT MULTISCALE ECOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL MODELS OF OIL-AND-GAS SUBSOIL

***Rudko G.I.**, Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Dr. Sci. (Geogr.), Dr. Sci. (Eng.), Prof., **Netskyi O.V.**,*
State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), rudko@dkz.gov.ua

The present article is concerned with conceptual basis for creation of multiscale permanent ecological and technological models of hydrocarbons. The purpose of models creation and the issues to be solved by them were outlined. Hierarchical structure of permanent ecological and technological models was substantiated as well as the structure of information analysis system concerning permanent ecological and technological models of hydrocarbons was developed.

Вступ. При розробці родовищ вуглеводнів технологічна складова є визначальною для екологічного стану системи геологічне середовище–об'єкт експлуатації–стан довкілля. З одного боку, технології – ключовий чинник видобутку вуглеводневої сировини, оптимізації цього процесу і досягнення необхідної рентабельності виробництва, з іншого – вони обумовлюють виникнення додаткових екологічних ризиків стану геологічного середовища (ГС).

Актуальність досліджень. Технологічні процеси видобутку вуглеводневої сировини є потенційними чинниками забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, підземних і поверхневих вод тощо. У результаті сумарного накладання впливів різного походження на ділянках надр і в районах розробки родовищ вуглеводневої сировини формується унікальний тип еколого-геологічної системи, в якій ГС зазнає значної техногенної трансформації, а його стан оцінюється специфікою проявів ресурсної, геофізичної, геохімічної, геодинамічної, екологічної функцій літосфери. Постає необхідність формування такої стратегії керування природно-техногенними взаємовідносинами, яка б охоплювала різні аспекти природокористування в межах нафтогазоносних територій, окремих ділянок надр з погляду можливості застосування або вибору способів чи технологічних прийомів видобутку, їх прогнозного впливу на навколишнє природне середовище (НПС), його компоненти. Актуальність досліджень обґрунтовується наступними аспектами.

1. В нафтогазодобувних регіонах України (Західному, Східному, Південному), районах концентрування нафтогазодобувної промисловості відбувається істотна трансформація нафтогазоносних надр, а окремі родовища вуглеводневої сировини є значними джерелами забруднення НПС, у тім числі ГС. Питання ж припустимої трансформації ГС на різних стадіях використання нафтогазоносних надр залишаються відкритими.

2. Необхідність дослідження і використання нетрадиційних джерел вуглеводневої сировини (газ сланцевих товщ, газ центрально-басейнового типу, газ (метан) вугільних родовищ), задекларована як альтернатива традиційним видам вуглеводневої сировини є додатковим чинником, що сприятиме посиленню техногенного навантаження в регіонах, перспекти-

вних на ці види сировини. Актуальність досліджень нетрадиційних видів вуглеводневої сировини, посилена необхідністю застосування нових технологічних рішень (горизонтальне буріння, гідророзрив пластів), бореться за право на існування із задекларованими як критичні й неприпустимі екологічними ризиками їх розробки.

3. Вуглеводневу сировину необхідно видобувати з дотриманням технологічних процесів, урахуванням відповідних природоохоронних заходів, спрямованих на запобігання або мінімізацію процесів деградації НПС, у тім числі ГС, окремих його компонентів; державна експертиза матеріалів ГЕО та підрахунку запасів родовищ вуглеводневої сировини виконується з урахуванням найповнішого, економічно раціонального, комплексного використання запасів родовищ з дотриманням вимог щодо охорони надр і НПС. Водночас для різних еколого-геологічних умов розміщення об'єктів видобутку вуглеводневої сировини, способів і технологічних прийомів видобутку, стадій функціонування природно-технічних систем ці впливи виявляються з різною інтенсивністю.

Результати досліджень. У якості базової складової реалізації стратегії управління природно-техногенними відносинами нафтогазоносних ділянок надр запропоновано створення і використання постійно діючих різномасштабних еколого-технологічних моделей, спрямованих на оптимізацію еколого-технологічних складових на всіх стадіях реалізації проектів розвідки і розробки родовищ вуглеводневої сировини.

Еколого-технологічна ПДМ – це система впорядковано-взаємозв'язаних екологічних і технологічних умов і чинників, що постійно уточнюються й характеризують стан нафтогазоносної ділянки надр, яка зазнає впливу нафтогазодобувної діяльності і реалізується шляхом трансформації вхідної еколого-технологічної інформації в логічне, картографічне або математичне відображення з метою подальшого використання для прогнозування та керування.

Метою створення еколого-технологічних ПДМ є оцінювання стану, тенденцій змін ГС у межах як окремих ділянок надр, так і нафтогазодобувних регіонів (районів) з метою визначення пріоритетних напрямів природоохоронної діяльності, оптимізації технологічних рішень, схем розміщення нових виробництв та інфраструктури, що їм відповідає. Методику дослідження планується вибирати на основі даних досліджуваних територій і нафтогазодобувної діяльності в їх межах.

Функціонування системи еколого-технологічних ПДМ родовищ вуглеводневої сировини передбачається на таких рівнях: національному (регіональному), субрегіональному (спеціальному), локальному (об'єктовому).

Створення і впровадження еколого-технологічних ПДМ дасть змогу визначати характер, ступінь небезпеки наявних і можливих видів впливу запроектованих робіт із розробки родовищ на НПС, оцінювати екологічні та пов'язані з ними соціальні й економічні наслідки реалізації нафтогазодобувної діяльності у відповідних масштабах досліджень.

Інформаційно-аналітичне забезпечення еколого-технологічних ПДМ має здійснюватись шляхом створення автоматизованого банку даних, пов'язаного з ПДМ. У подальшому автоматизована інформаційно-аналітична система дасть змогу оперативно відстежувати зміни стану компонентів НПС залежно від технологічних особливостей розробки родовищ вуглеводневої сировини; вносити необхідні коригування у виконувані прогнози в рамках системи моніторингу довкілля й надрокористування; ураховувати запобіжні заходи в проектах розробки родовищ вуглеводневої сировини. Складовими частинами інформаційно-аналітичної системи мають бути фактографічна та картографічна бази даних, що становлять єдиний банк даних еколого-технологічної інформації, а також система різно-масштабних еколого-технологічних ПДМ (рис. 1).

Рис. 1. Структура інформаційно-аналітичної системи еколого-технологічних постійно діючих моделей вуглеводневої сировини

Висновок. Еколого-технологічні постійно діючі моделі – універсальний засіб контролю за розробкою родовищ вуглеводневої сировини, один із методів керування станом підземної гідросфери техногенно напружених і маловодних регіонів, екологічним станом компонентів НПС.

УДК 504.055

УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ В ТЕХНОГЕННО НАГРУЖЕННОМ РЕГИОНЕ

***Шмандий В.М.**, д. т. н., проф., **Харламова Е.В.**, к. т. н., доц., **Ригас Т.Е.**, **Знайко Н.С.**,*
Кременчугский национальный университет им. М. Остроградского (г. Кременчуг), ecsafety@mail.ru

Статья посвящена решению актуальной научно-практической задачи разработки и внедрения комплекса технических решений по реализации социогенных и техногенных факторов управления экологической безопасностью. Разработаны информационные технологии, реализация которых привела к повышению уровня экологического сознания, в результате чего снизилась антропогенная нагрузка на окружающую среду. Созданы технические решения по управлению экологической безопасностью – обеспечение затухания сейсмоволн в среде при техногенных землетрясениях. С применением метода механоактивации усовершенствован способ производства сорбентов на основе отходов агропромышленного комплекса.

ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE TECHNOGEN LOADED REGION

***Shmandiy V.M.**, Doctor of Technical Sciences, Professor,*
***Kharlamova E.V.**, Ph.D., Associate Professor, **Rigas T.E.**, **Znayko N.S.**,*
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National Universit, Kremenchuk, Ukraine, ecsafety@mail.ru.

Article is devoted to actual scientific and practical task of designing and implementing complex technical solutions for implementation sociogen and anthropogen factors of ecological safety. Information technologies, the implementation of which has led to an increase in ecological awareness, resulting in reduced human pressure on the environment. Established technical solutions for the management of ecological safety – providing attenuation of seismic waves in medium technogen earthquakes. With the application of the method of mechanical activation improved method of manufacturing waste sorbents based agribusiness.

Введение. В определенных регионах наблюдается избыточная концентрация техногенной нагрузки, что, в свою очередь, приводит к осложнению взаимосвязей между социально-экономической сферой и окружающей средой, обусловливает наличие характерных классов, видов и подвидов опасности [14]. Все это определяет целесообразность регионального подхода к анализу экологической опасности.

Анализируя современное состояние изученности проблем экологической безопасности следует отметить, что фундаментальные принципы указанного научного направления заложены такими известными учеными как Реймерс М.Ф [8], Боголюбов С.А. [17], Боков И.О. [3], Биченок М.М. [5] и др. Научные основы управления экологической безопасностью изложены в трудах Шмандия В.М. [15], Масленникова И.В. [7], Дорогунцова С.И. [6] и др. В частности, проф. Шмандий В.М. предложил иерархическую структуру экологической опасности, выделив ее типы, классы, виды и подвиды.

В большинстве регионов Украины существенным фактором формирования экологической опасности являются техногенные землетрясения. Системным исследованием последних посвящены работы Шмандия В.М. [15], Бабенко Е.В. [1], Бредуна В.И. [4] и других. Однако недостаточно изучены процессы формирования опасности под воздействием указанного техногенного фактора.

Для очистки жидкостных сред от загрязнителей широко применяются адсорбционные методы [13]. Большинство из используемых сорбентов для очистки сточных вод имеет высокую стоимость, сложные технологии получения и регенерации [12]. Создание и внедрение новых эффективных сорбентов является одним из приоритетных направлений науки. Заслуживает внимания рассматриваемый в [2] в рамках производственного и

экологического мониторинга комплексный подход к анализу состояний экологической опасности различных компонентов окружающей среды.

Таким образом, развитие научных принципов анализа формирования экологической опасности и создание комплекса технических решений по управления экологической безопасностью в регионе является актуальным направлением научных исследований.

Материалы исследования и их обсуждения. Мы придерживаемся утверждения – научной основой создания эффективной системы управления экологической безопасностью является выявление и исследование закономерностей формирования экологической опасности [10]. Выделяем следующие основные закономерности [16]: величина опасности существенно зависит от неблагоприятной позиционности ее источников относительно объектов, на которые они влияют; одновременное присутствие составляющих опасности разного генезиса способно усиливать негативное влияние на человека и окружающую среду; доминирующие по интенсивности возможного влияния виды экологической опасности определяют профилизацию опасности региона; динамика функционирования опасности предусматривает такие этапы: зарождение, развитие, ослабление, исчезновение.

С использованием иерархических структур экологической опасности нами разработана система технико-технологического управления экологической безопасностью, которая состоит из трех основных стратегий (рис. 1).

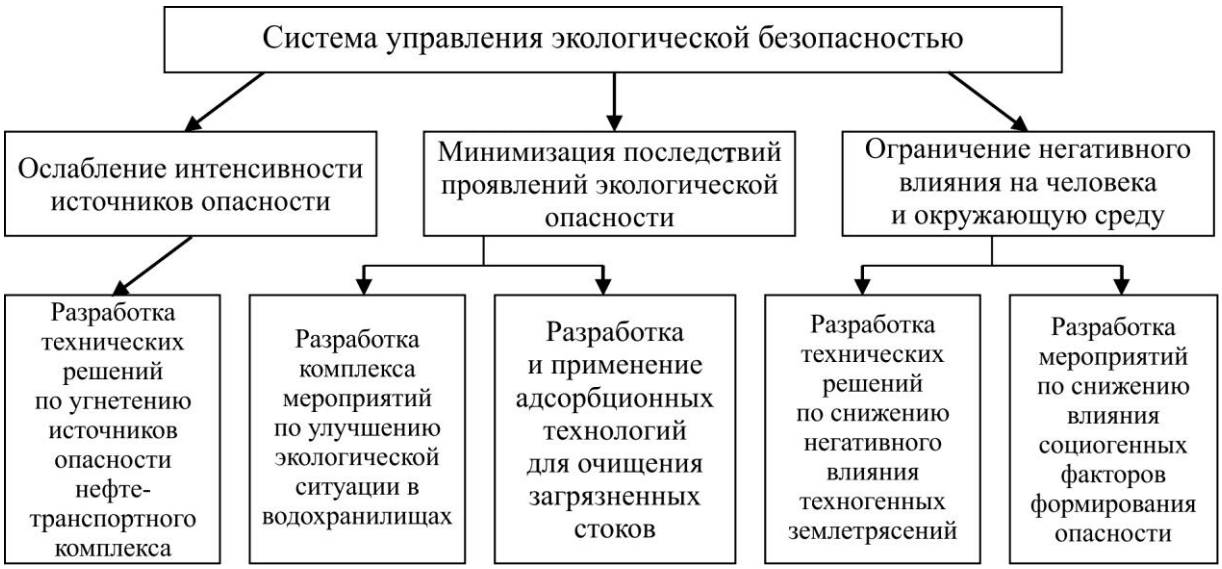


Рис. 1. Модель технико-технологического управления экологической безопасностью в регионе

В качестве полигона экспериментальных исследований для проверки на практике разработанных теоретических положений выбран Кременчугский промышленный регион (КПР) – регион с интенсивной техногенной нагрузкой, где имеет место соседство опасностей разного генезиса, неблагоприятное позиционирование их источников.

На примере системы сбора твердых бытовых отходов (ТБО) в КПР установлен низкий уровень экологического сознания – выразило желание сортировать отходы только 29 % опрашиваемого населения. В результате реализации разработанной информационной программой существенно повысился уровень экологического сознания – заинтересованными в раздельном сборе отходов были 87 % реципиентов. Третий тур опроса (после внедрения

системы обращения с отходами) показал, что 82 % жителей реально сортируют отходы и размещают их в соответствующие контейнеры. Результаты проведеного эксперимента подтвердили действенность конкретного подвида социогенных факторов в управлении экологической безопасностью.

В рамках мониторинга состояний экологической опасности, связанной с техногенными землетрясениями (ТЗ), зафиксированы жалобы жителей на нарушение состояния здоровья, обнаружены трещины на стенах сооружений, осуществлены инструментальные измерения параметров сейсмоколебаний в почве и конструктивных элементов зданий. Обобщенные результаты экспериментальных исследований приведены на рис. 2. Удалось установить размеры зон влияния (300; 25; 7; и 15 м) разных типов ТЗ.

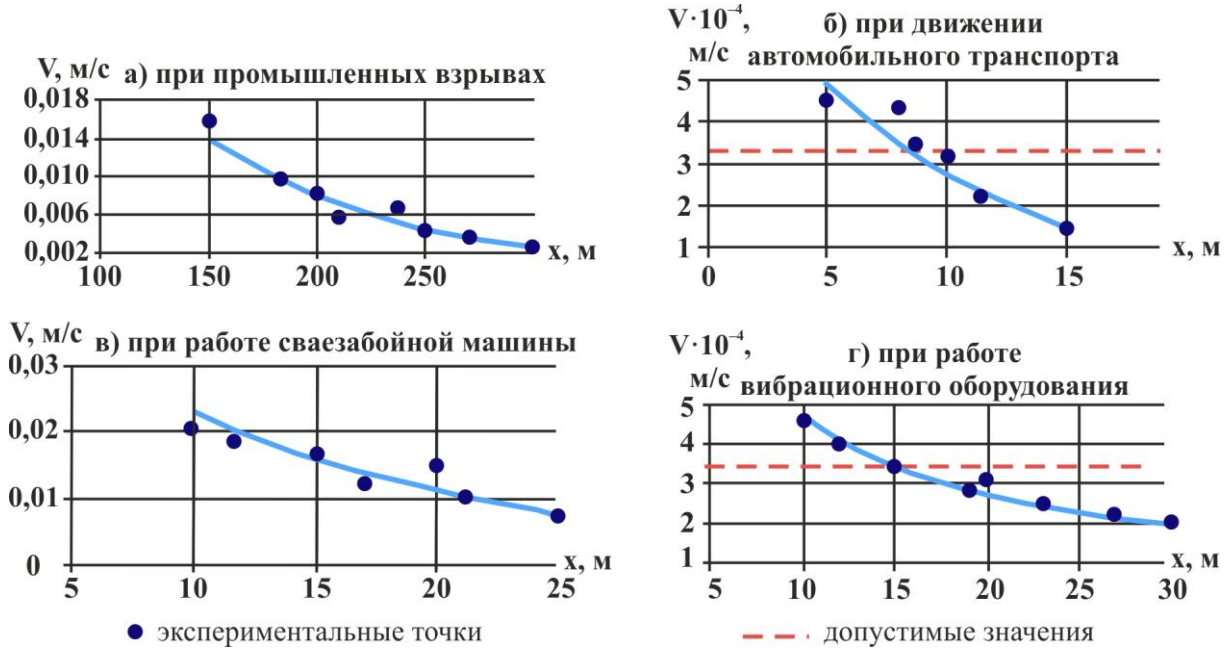


Рис. 2. Скорость смещения V на разных расстояниях X от источников ТЗ

Предложены следующие технические мероприятия по управлению экологической безопасностью при ТЗ: ограничение скорости движения и массы транспортных средств, повышение степени затухания сейсмоволн – обустройство сейсмозащитных траншей, высаживание деревьев с развитой мочковатой корневой системой. Установлено, что в результате реализации приведенных мероприятий интенсивность сейсмоколебаний снизилась в 1,3–1,7 раз.

Нами разработан способ получения сорбента с использованием шелухи гречихи, модифицированной в результате совместимого помола. Исследованиями процесса очистки жиросодержащих промывных вод полученным сорбентом установлено, что уже на 15 минуте наблюдалась адсорбция жира на уровне 91 %, эффективность очистки сточных вод от технологического масла составила 99,95 %. Исследовалось применение сорбента для адсорбции ионов железа и цинка. Установлено, что максимальное извлечение этих ионов достигается при pH = 9.

С целью анализа медико-экологических аспектов проявлений экологической опасности нами предложен интегральный показатель состояния здоровья населения [9], который фактически отражает степень "изнашивания" функциональных систем организма, учитывает

биологический возраст и темпы "старения" организма. Проведено обследование женщин (в возрасте 17–20 лет), проживающих в различных районах города Кременчуга (отличающихся по уровню экологической опасности), а также, сельских районах Полтавской области, удаленных от объектов техногенного влияния. Установлено, что среднее значение фактического биологического возраста женщин превышает должный биологический возраст на 9,48 года (в 1,35 раз). Разница для жителей сельской и городской местности составила 3,1 года. Резко ускоренный темп "постарения" наблюдается у 57 % городского населения (находящиеся в зоне интенсивной техногенно-экологической нагрузки), в то время как у сельских жителей (низкий уровень экологической опасности) этот показатель равен нулю.

Заключение. Научно-практическая новизна полученных результатов состоит в следующем: теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность изготовления сорбентов из зерновых агропромышленных отходов и применения их для улучшения состояния экологической безопасности в условиях загрязнения сточных вод; разработанная система конкретных технических решений по управлению экологической безопасностью (снижения степени негативного влияния проявлений техногенных землетрясений) реализована в КПР и может быть использована в тех регионах, где имеют место подобные условия формирования опасности; полученные путем механоактивации отходов агропромышленного комплекса сорбенты эффективно очищают загрязненные сточные воды от жиров, нефтепродуктов и тяжелых металлов. Способ приготовления сорбентов прошел опытно-промышленную апробацию и успешно внедрен.

Литература

1. *Бабенко Є.В.* Оценка параметров техногенной сейсмичности с помощью обратного анализа динамического проявления горного давления [Проблемы горного давления]. – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2008. – № 16. – С. 25–29.

2. *Белюченко И.С., Муравьев Е.И.* Экологические особенности развития ландшафтов // Эколог. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 1. – С. 4–32.

3. *Боков В.А., Лущик А.В.* Основы экологической безопасности. Учебное пособие. – Симферополь: СОНАТ, 1998. – 224 с.

4. *Бредун В.И.* Управления экологической безопасностью сейсмотехнонагруженного региона: Дис. … канд. техн. наук. – Кременчук, 2011. – 191 с.

5. *Быченок М.М., Трофимчук О.М.* Проблемы природно-техногенной безопасности в Украине. – К.: УИНСИР, 2002. – 179 с.

6. *Дорогунцов С.И., Ральчук А.Н.* Управление техногенно-экологической безопасностью в контексте парадигмы устойчивого развития: концепция системно-динамического решения. – К.: Наук. думка, 2002. – 200 с.

7. *Масленникова И.В.* Управление экологической безопасностью. – Санкт-Петербург: Из-во гос. университета, 2001. – 130 с.

8. *Реймерс Н.Ф.* Экология (теория, законы, правила, принципы, гипотезы). – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.

9. *Ригас Т.Е.* Интегральный показатель состояния здоровья населения в условиях проявления экологической опасности // Проблемы экологии. – Донецк, 2014. – № 1 (33). – С. 36–42.

10. *Сокур Н.И., Шмандий В.М, Гаврилов П.Е., Латишев К.О, Харламова Е.В.* Экономические аспекты экологической безопасности: монография. – Кременчуг: ПП Щербатых, 2011. – 200 с.

11. *Способ* получения сорбента: Патент [Мальований М.С., Безденежних Л.А., Харламова О.В.] Пат. 76625 Украина, МПК 51 B01J 20/22 (2006.01); владелец Львовская областная организация Всеукраинской экологической лиги. – № 2012 07756; заявка 25.06.12; публ. 10.03.2013, Бюл. № 1.

12. *Харламова Е.В., Шмандий В.М., Безденежных Л.А.* Использование адсорбентов, полученных из отходов, для улучшения состояния среды обитания человека. – Гигиена и санитария. – М.: НИИ ЭЧиГОС. – 2012. – № 6. – С. 44–45.

13. *Шагнева Е.Ю., Соловьева Л.В.* Способы очистки сточных вод от токикантов различных классов // Эколог. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 1. – С. 39–42.

14. *Шмандий В.М., Клименко Н.А., Голик Ю.С. и др.* Экологическая безопасность: Учебник с грифом МОН Украины. – Херсон: Олди-плюс, 2013. – 366 с.

15. *Шмандий В.М.* Управление экологической безопасностью на региональном уровне (теоретические и практические аспекты): Дис. … д-ра техн. наук. – Харьков, 2003. – 356 с.

16. *Шмандий Е.В., Шмандий В.М.* Экологическая безопасность техногенно нагруженного города – одно из определяющих условий устойчивого развития // Вестник Кременчугского государственного политехнического университета. – 2005. – Вып. 1 (30). – С. 106–108.

17. *Экология:* Учебное пособие / [Под общ. ред. С.А. Боголюбова]. – М.: Знание, 1997. – 288 с. / [Под ред. В.И. Данилова-Данильяна]. – М.: Изд. МНЭПУ, 1997. – 744 с.

УДК (504+502.7):55

ЕКОЛОГІЧНІ ВИМОГИ ТА ЇХ ДОТРИМАННЯ ПРИ РОЗВІДЦІ ТА ВИДОБУТКУ СЛАНЦЕВИХ ГАЗІВ НА ОЛЕСЬКІЙ ПЛОЩІ

***Адаменко О.М.**, д. геол.-мін. н., проф., **Міщенко Л.В.**, к. геогр. н., доц., **Зорін Д.О.**, к. геол. н., доц.*
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (м. Івано-Франківськ), larisa2@i.ua

Пропонується до початку геолого-пошукових та розвідувальних робіт для сланцевого газу на Олеській площі виконати екологічний аудит території, оцінку поверхневих водних ресурсів, організувати постійно діючий екологічний моніторинг та провести громадські слухання у кожному населеному пункті.

ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS AND ADHERENCE TO THEM DURING SHALE GAS EXPLORATION AND EXTRACTION WITHIN THE OLESKA FIELD

***Adamenko O.M.**, Dr. Sci. Geol.-Mineral., Prof., **Mishchenko L.V.**, Cand. Sci. Geogr., Assoc. Prof., **Zorin D.O.**, Cand. Sci. Geol., Assoc. Prof.,*
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Ivano-Frankivsk), larisa2@i.ua

Prior to carrying out geological and exploration works for shale gas within the Oleska field it is offered to perform environmental audit of the territory, to assess surface water resources, to organize a permanent environmental monitoring and to hold public hearings in each settlement.

Актуальність проблеми. Пошуки альтернативних джерел газопостачання України замість дорогого природного газу з Російської Федерації заставило уряд України звернутись до відомих фірм "Шелл" і "Шеврон" з пропозицією організувати пошуки, розвідку та розробку сланцевого газу на Сході (Юзівська площа) і на Заході (Олеська площа) нашої держави. Такий газ може бути знайдений у силурійських відкладах Олеської площі на глибинах до 3–6 км. Видобуток його можливий з використанням гідророзривів пластів.

Із історії проблеми. Відомо [6], що видобуток сланцевого газу викликає серйозні суперечки у Європі та США, зокрема щодо екологічних наслідків та прав місцевого населення. За висновками, підготовленими експертами для Європарламенту, "неминучий вплив видобутку сланцевого газу та нафти проявляється у використанні великих площ землі під бурильні майданчики, паркувальні і маневрувальні зони для вантажних автомобілів, обладнання, об’єкти переробки і транспортування газу, а також під’їздні колії. Основними можливими негативними впливами є викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, забруднення підземних вод неконтрольованими газовими та рідинними потоками, що спричинюються їх викидами чи розливами, витік бурильних рідин та неконтрольоване скидання відпрацьованої води. Видобувні рідини містять небезпечні речовини, а відпрацьовані води, на додаток, важкі метали та радіоактивні матеріали із родовищ. Досвід США показує, що стається багато аварій, які спричиняють шкоду навколишньому середовищу та здоров’ю людини. Задокументовані порушення правових вимог коливаються у межах 1–2 % від всіх об’єктів, які отримали дозволи на проведення бурильних робіт. Велика кількість таких аварій стається через неправильне поводження із обладнанням та протікаюче устаткування. Більше того, на околицях газових свердловин фіксується забруднення підземних вод метаном, яке в крайніх випадках призводить до вибухів житлових будівель, а також забруднення хлоридом калію та

засолення питної води. Ступінь впливу підвищується, оскільки поклади сланцевого газу розробляються із високою щільністю – аж до 6 свердловин на квадратний кілометр" [6].

Експерти також дійшли до висновків, що на законодавчому рівні Європа не готова видобувати у себе сланцевий газ, численність законодавчих прогалин підвищує ризики видобутку сланцевого газу. Експерти зазначають, що "в час, коли стабільність є ключем до майбутнього, постає питання чи введення хімічних токсичних речовин під землею повинно бути дозволено, чи навпаки, заборонено, оскільки така практика обмежить або виключить пізніше будь-яке використання забрудненого шару (наприклад, для геотермічних цілей), так як довготермінові ефекти впливу такої діяльності не досліджені. У діючих ділянках видобутку сланцевого газу на кожний квадратний метр породи закачується приблизно 0,1–0,5 л хімікатів. Сьогоднішні пріоритети розробки та видобутку нафти і газу повинні бути переоцінені з огляду на той факт, що ризики і тягар негативного впливу на навколишнє середовище не компенсуються відповідними потенційними перевагами, оскільки показники виробництва такого газу є дуже низькими" [6].

Виникає питання, кому в Україні потрібен такий поспіх і нехтування інтересами охорони довкілля та правами місцевих громад? Чи не станеться так, що хтось здалеку отримуватиме та розподілятиме прибутки, а прості люди залишаться без води на спустошених землях. У статті із Конституції України сказано: "Земля, її надра, атмосферне повітря, водні та інші природні ресурси, які знаходяться в межах території України, природні ресурси її континентального шельфу виключної (морської) економічної зони є об’єктами права власності Українського народу".

Аналіз та обговорення основних матеріалів. Олеська площа розташована в межах Львівської та Івано-Франківської областей. Загальна площа ділянки становить 6324 км^2. Мінімальний обсяг інвестицій, які повинні бути здійснені інвестором протягом періоду геологорозвідувальних робіт на Юзівській площі, повинен становити не менш як 1,6 млрд грн (на Олеській площі – 1,3 млрд грн). У разі прийняття інвестором рішення щодо переходу до етапу промислової розробки Юзівської площі, обсяг загальних інвестицій, у тім числі тих, що необхідні для забезпечення промислової розробки, визначається за результатами конкурсу, але повинні становити не менш як 30 млрд грн (на Олеській площі – 25 млрд грн) [6]. Площі включають всі осадові поклади, що залягають в межах її периметру та обмежені за глибиною користування надрами відміткою 10 тис. м від поверхні або геологічним фундаментом (залежно від того, що буде досягнуто раніше).

Перш ніж починати будь-яку господарську діяльність на Олеській площі необхідно визначитись з такими питаннями:

1. Чи є тут сланцевий газ у надрах і скільки його? Цю задачу вирішуватимуть геологорозвідники шляхом буріння вертикальних, а при досягненні газоносного пласта – горизонтальних свердловин. Ми можемо лише рекомендувати вивчити фізико-хімічні властивості газоносних сланців – бітумінозних чорних і темно-коричневих алевролітів, аргілітів та пісковиків силуру у природних відслоненнях Дністровського каньйону (сс. Трубчин, Дністровське, Окопи) та в долинах приток Дністра – річок Збруч, Серет (біля м. Чортків) та в інших місцях на півдні Тернопільської області [4]. Там не потрібно бурити дорогі свердловини, тому що необхідні нам породи виходять на денну поверхню.

2. Для видобутку сланцевих газів потрібна велика кількість води для гідророзривів пластів через перфоровані бурильні труби. Чи достатньо буде поверхневих вод на Олеській площі? Цю задачу може вирішувати кафедра екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ). Доцент Л.М. Архипова [3] розробила методику визначення гідроекологічного потенціалу, який дозволяє оцінити ресурси поверхневих вод, що можуть бути використані без збитку для гідроекосистем. Є відповідні патенти і

акти впровадження у Держводгоспі України та в Департаменті екології і природних ресурсів Івано-Франківської облдержадміністрації. Оцінку екологічно безпечного використання поверхневих водних ресурсів для видобутку сланцевих газів кафедра екології може представити, якщо отримає відповідне завдання.

3. Екологічну безпеку території та населених пунктів Олеської площі кафедра екології ІФНТУНГ може оцінити за існуючими в Україні державними нормативами. Такий досвід отриманий при вирішенні вказаної задачі в процесі виконання міжнародних проектів TACIS, FARE CREDO, Світового банку, ЮНЕСКО, Агенції охорони середовища США, Міністерства освіти, науки, досліджень і технологій ФРН та ін. Крім того, на кафедрі екології ІФНТУНГ доцент Л.В. Міщенко розробила геоекологічне районування Карпатського регіону і Західного Поділля [5], куди входить і Олеська площа. В результаті аналізу ландшафтно-геохімічного стану 1441 геоекологічного полігону виявлені геоекологічні структури – ландшафтно-геохімічні зони, підзони, смуги, ядра, овали та ін., в межах яких при взаємодії техногенного навантаження з природними ландшафтами склались різного ступеня екологічні стани – від нормального і задовільного до напруженого та складного. Таких станів, як незадовільний, передкризовий, критичний і катастрофічний, що характерно для Придніпров'я і Донбасу, на Олеській площі поки що немає [1, 5]. Отже цю задачу може вирішити кафедра екології ІФНТУНГ. Наші пропозиції сформульовані у табл. 1.

Таблиця 1

Науково-технічна розробка: наукова експертно-екологічна оцінка можливих змін у навколишньому середовищі при розвідці і розробці сланцевого газу на Олеській площі*

№ етапу	Найменування етапу	Очікуваний результат
1.	1.1. Геоекологічне районування території 1.2. Оцінка гідроекологічного потенціалу поверхневих вод на Олеській площі для буріння і гідророзривів пластів	Картографічна модель масштабу 1:200 000 в електронному вигляді та на паперових носіях геоекологічних структур (ландшафти + площі забруднення) з нормальним, задовільним, напруженим і складним екологічними станами. Розрахунки кількості поверхневих водних ресурсів для розвідки і видобутку сланцевих газів
2.	Визначення впливу нафтогазових родовищ Прикарпаття і Західного Поділля на геосистеми	Програмні продукти визначення залежності екологічного стану геосистем та безпеки життєдіяльності населення в зоні впливу 91 існуючого нафтогазового родовища
3.	Екологічний аудит території Олеської площі	Оцінка сучасної екологічної ситуації (картографічна електронна модель) території Олеської площі масштабу 1:200 000 з базами даних екологічної інформації та техногеохімічними картами забруднення нафтопродуктами та важкими металами на основі ландшафтно-геохімічної зйомки з відбором та аналізом проб ґрунтів і поверхневих вод відповідно до вимог масштабу 1:200 000
4.	Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС) розвідки та розробки покладів сланцевого газу на Олеській площі	ОВНС території і окремих свердловин з рекомендаціями мінімізації порушень ландшафтів та їх компонентів (геологічного середовища, ґрунтового та рослинного покривів, водних екосистем, атмосферного повітря та соціального середовища з заходами оптимізації взаємовідносин між місцевим населенням та геологорозвідниками та розробниками)

Примітка. Пропозиції кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

4. Взаємодія з громадськістю (Public relation – в кращому розумінні цього терміну) – це напевно одна із найважливіших проблем видобутку сланцевого газу. У 2011 р. на спільному засіданні Івано-Франківської, Львівської і Тернопільської обласних рад у Городенківському районі було прийняте одноголосне рішення не давати погодження на використання Олеської площі для видобутку сланцевого газу. Основний аргумент – протести місцевого населення. Спеціальних екологічних досліджень тут поки що не проводилось.

Кафедра екології має певний досвід у роботі з громадськістю при вирішенні екологічних проблем. Під керівництвом завідувача кафедри, доктора технічних наук, професора Я.О. Адаменка разом з Агенцією охорони середовища США за рахунок федерального бюджету США, в рамках програми Кучма–Гор, виконаний демонстраційний для України проект ОВНС (оцінки впливів на навколишнє середовище) розробки нафтогазових родовищ у Карпатах. Були проведені громадські слухання у багатьох населених пунктах на територіях нафтогазовидобування, як це передбачено у вимогах до ОВНС західних країн. Населення схвалило всі результати цього проекту [2].

Результати отримані при виконанні цього проекту були використані для нових Державних будівельних норм ДБН–А.2.2.–1.–2003, а також для доповнення і змін до 30 статей 5 Законів України ("Про інформацію", "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про екологічну експертизу", "Про інвестиційну діяльність", "Про місцеве самоврядування") і тексту Постанови Кабінету Міністрів України "Порядок проведення громадських слухань з питань об’єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку".

Крім цього Демонстраційного проекту, під керівництвом Я.О. Адаменка виконані ОВНС для проектів розробки 16 нафтогазових родовищ Бориславського і Надвірнянського нафтогазопромислових районів, гірськолижного туристично-курортного комплексу "Буковель", рекреаційно-туристичного використання гори Говерли, траси і трампліну для фрістайлу біля спортбази "Заросляк", малої ГЕС на р. Прут вище смт. Ворохти, повітряної лінії електропередач для електропостачання курорту "Буковель", нової автодороги Яблуниця–Буковель, нового золошлаковідвалу для Бурштинської ТЕС та ін. [2].

Висновки. Співставлення площі розповсюдження 91 нафтогазового родовища Карпатського регіону з геоекологічним районуванням показали відсутність істотного техногенного впливу нафтогазовидобування на природні геосистеми, що пояснюється обов’язковим виконанням ОВНС не тільки для родовища, а й для кожної розвідувальної чи видобувної свердловини.

Це дає можливість розвивати подальший екологічно безпечний нафтогазовий видобуток у Карпатському регіоні [1, 2, 5]. Спираючись на цей досвід, рекомендуємо при розвідці та видобутку сланцевих газів на Олеській площі дотримуватись аналогічних вимог: 1) виконання екологічного аудиту території; 2) ОВНС у проектах на кожну свердловину; 3) об’єктивних оцінок екологічно безпечного вилучення водних ресурсів з кожного джерела водокористування; 4) організація постійно діючого регіонального, локального та об’єктового екологічного моніторингу; 5) громадські слухання у кожному населеному пункті та постійна роз’яснювальна робота для місцевого населення. Тільки тоді буде забезпечений екологічно безпечний сталий розвиток території та безпека життєдіяльності населення.

Література

1. *Адаменко О.М.* Комп’ютерні програми оцінки екологічного стану екосистем та безпеки життєдіяльності населення у зоні впливу нафтогазових родовищ / О.М. Адаменко, Д.О. Зорін, Л.В. Міщенко, М.В. Крихівський // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2012. – № 2 (6). – С. 32–53.

2. *Адаменко Я.О.* Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація: Автореф. дис. … д-ра техн. наук. – Івано-Франківськ, 2006. – 39 с.

3. *Архипова Л.М.* Концепція екологічної безпеки басейнових систем районів нафтогазовидобування / Л.М. Архипова, Я.О. Адаменко, О.М. Мандрик // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2012. – № 2 (6). – С. 67–71.

4. *Зорін Д.О.* Еколого-геохімічна оцінка Дністровського каньйону як регіонального коридору національної мережі України: – Автореф. дис. … канд. геол. наук. – Івано-Франківськ, 2008. – 19 с.

5. *Міщенко Л.В.* Геоекологічне районування / Л.В. Міщенко. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. – 408 с.

6. http:dt.ua/ECONOMICS/nadra_kredit vid pravnukiv–94847.html.

УДК 504:631.459:622.3:553.541(477)

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПРИ РОЗРОБЦІ НЕТРАДИЦІЙНИХ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНЕВОЇ СИРОВИНИ

Рудько Г.І.[1], *д. геол.-мін. н., д. геог. н., д. т. н., проф.,*
Цибульська О.В.[1], *к. геол. н.,* ***Савлучинський О.М.***[2],
1 – Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), office@dkz.gov.ua;
2 – Міністерство екології та природних ресурсів України (м. Київ)

Схарактеризовано перспективні з точки зору видобування газу з нетрадиційних покладів регіони України та визначено чинники екологічної небезпеки в їх межах. Розглянуто особливості геологічної будови і розробки покладів сланцевого газу і газу щільних порід. Описано технологію гідравлічного розриву пласта з точки зору впливу на навколишнє середовище. Визначено та проаналізовано головні екологічні загрози та ризики, що виникають в процесі видобування нетрадиційного газу, а також запропоновано рекомендації, що дозволять запобігти останнім.

ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE PROCESS OF UNCONVENTIONAL HYDROCARBON DEPOSITS DEVELOPMENT

Rudko G.I.[1], *Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Dr. Sci. (Geogr.), Dr. Sci. (Eng.), Prof.,*
Tsybulska O.V.[1], *Cand. Sci. (Geol.),* ***Savluchynskyi O.M.***[2],
1 – State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), office@dkz.gov.ua*;*
2 – Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine (Kyiv)

Perspective regions of Ukraine in terms of unconventional gas production were characterized as well as factors of environmental hazards within these regions were determined. The features of geological structure and development of shale and tight gas deposits were reviewed. Hydraulic fracturing technology in terms of environmental impact was described. Major environmental hazards and risks that occur in the process of unconventional gas production were identified and analyzed, also recommendations that would prevent the latter were suggested.

Актуальність дослідження. Україна значною мірою залежить від імпорту енергоресурсів, насамперед, природного газу. Тому все більшої гостроти набувають питання пошуку нових джерел енергетичного забезпечення, зокрема видобування газу з нетрадиційних покладів. Проте, незважаючи на успішний досвід деяких країн (зокрема США) у розробці і видобутку "нетрадиційного" газу, екологічні аспекти застосування й адаптування новітніх технологій на території України залишаються недостатньо вивченими.

Аналіз досліджень та публікацій. Що стосується вивчення перспектив газоносності саме сланцюватих порід на території України, то їх наукове дослідження українські вчені проводять з кінця XX ст. Серед них потрібно назвати О.Ю. Лукіна, О.М. Адаменка, Я.Г. Лазарука, О.О. Орлова, Ю.З. Крупського, М.І. Павлюка, С.В. Гошовського, А.В. Локтєва, І.М. Куровця, В.А. Михайлова, Д.С. Гурського, П.С. Голуба, П.М. Чепіля, В.В. Гладуна, В.Н. Гулія, Ю.В. Мясоєдову, В.Р. Хомина, Б.Й. Маєвського, Є.О. Яковлєва та ін. [2–9].

Вивченням екологічних аспектів видобування сланцевого газу займаються провідні нафтогазові компанії (зокрема, ExxonMobil, Chevron, Shell), а також компетентні міжнародні організації [5, 11–16]. На сьогодні, практично в усіх країнах, де є потенціал для початку комерційного видобутку сланцевого газу (в тому числі і у США), створені екологічні комісії з розгляду можливих екологічних наслідків промислових розробок. Важливе значення для розвитку сланцевого газовидобутку мають висновки Environmental Protection Agency (EPA), яке займається вивченням впливу технології видобутку сланцевого газу на оточуюче природне середовище.

Метою дослідження є визначення екологічних ризиків та загроз при видобутку газу "нетрадиційного" типу в Україні, а саме газу в ущільнених породах та сланцевого газу.

Серед видів газу нетрадиційного типу в межах України поширені: газ в ущільнених породах, сланцевий газ та метан вугільних пластів.

Сланцевий газ – це газ, який міститься в дрібнозернистих осадових породах (як правило, термогенного походження), які характеризуються відносно високим вмістом органічної речовини, мають низьку пористість і дуже низьку проникність. Сланцеві породи характеризуються шаруватою будовою і пронизані сіткою вертикальних і похилих тріщин, які перетинають горизонтальне розміщення прошарків породи [4]. Як правило, природна проникність матриці сланцевої породи знаходиться у межах від $0{,}01\cdot10^{-6}$ до $0{,}01\cdot10^{-3}$ мкм^2. Для скупчення сланцевого газу характерні дуже великі геологічні запаси із низьким коефіцієнтом газовилучення. Сланцевий газ складається переважно з метану і його гомологів (етан, пропан, бутан) із домішками сірководню, діоксиду вуглецю, азоту, водню і гелію, іноді спостерігається підвищений вміст радону [3]. Як правило, це сухий газ.

Газ ущільнених пісковиків, який ще називають газом центральнобасейнового типу – скупчується в низькопористих і низькопроникних пісковиках в центральних занурених частинах нафтогазоносних басейнів. Проникність цих порід зазвичай не перевищує $0{,}1\cdot10^{-3}$ мкм^2. Пори в щільних пісковиках розподілені вкрай нерівномірно, не утворюють єдиного порового простору і з'єднуються лише вузькими капілярами, що і зумовлює дуже низьку проникність пісковика [4].

Щільні пісковики є породою-колектором, тоді як сланець є одночасно і породою-колектором, і материнською породою. Однак оскільки щільні газовмісні пісковики, як і сланці, потребують штучної стимуляції для видобування газу, вони належать до нетрадиційних джерел.

Найбільш перспективними регіонами для видобутку нетрадиційних вуглеводнів в Україні, а отже і зонами, що потребують посиленого екологічного контролю, є Західний і Східний нафтогазоносні регіони. Фахівці НАК "Нафтогаз України" та ІФНТУНГ С.В. Касянчук, Л.П. Мельник, О.Р. Кондрат [4] порівняли геологічні та фізичні характеристики вибіркових формацій сланцевого газу в Україні та світі. Перспективні басейни сланцевого газу, які знаходяться в Україні, мають досить високі геолого-фізичні характеристики. Глибини залягання сланців у Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ) становлять від 1500 до 4500 м, а в Люблінському басейні – від 1500 до 2800 м. За значеннями термічної зрілості R_o сланцеві породи Люблінського басейну та ДДЗ приблизно однакові з європейськими (0,8–1,5 %), проте все ж таки поступаються американським за значенням вмісту вуглецю ТОС (від 0,5 до 5,5 %). Проте ефективна товщина не відрізняється від світових показників і змінюється від 30 до 100 м. Зважаючи на те, що видобувні ресурси з урахуванням ризиків в цілому по Україні становлять близько 8,72 трлн м^3, наведені перспективні басейни являють собою величезний потенціал, завдяки якому обсяги видобутку власного газу можуть збільшитися за рахунок розробки покладів нетрадиційного газу.

Перші пошуково-розвідувальні проекти на нетрадиційний газ в межах Дніпровсько-Донецької западини вже розпочато компанією "Шелл". Розвідувальне буріння на свердловині Біляївська-400 (глибина 5250 м), розпочате у жовтні 2012 р., підтвердило наявність запасів нетрадиційного газу. Розвідувальне буріння також розпочато в Близнюківському районі Харківської області – свердловина Ново-Мечебилівська-100. Мета буріння свердловин Біляївська-400 та Ново-Мечебилівська-100 – пошук покладів природного газу в ущільнених пісковиках. Глибина буріння сягає 5000 м. Ще одною перспективною ділянкою на газ ущільнених порід в межах ДДЗ є Юзівська, площею 7886 км^2. Прогнозні ресурси на ділянці складають

2,98 трлн м^3. На початковому етапі розвідки на Юзівській ділянці заплановано будівництво 15 пошукових свердловин протягом 5 років [15].

Щодо перспектив Західного нафтогазоносного регіону на нетрадиційний газ, то вони пов'язані перш за все з нижньодевонськими та силурійськими товщами Волино-Подільської плити, зокрема Львівського палеозойського прогину, який є безпосереднім продовженням Люблінського басейну.

В Західному регіоні проведення геологорозвідувальних робіт на поклади газу сланцевих товщ намічено на Олеській перспективній ділянці, площею 6324 км^2. На умовах розподілу продукції геологічне вивчення Олеської площі буде проводити американська компанія Chevron Corporation [16]. Найперспективнішими тут є відклади силурійського віку, представлені нижнім і верхнім відділами. Максимальна потужність відкладів становить 640 м. Глибини залягання перспективних (продуктивних) горизонтів змінюються від 1500 до 3000 м. Потужність перспективних (продуктивних) горизонтів коливається від 25 до 100 м.

У Карпатському регіоні на невеликих глибинах виявлено газонасичені товщі спаської і шипотської світ нижньої крейди, з якими можна пов'язувати перспективи видобування вуглеводневого газу зі слабопроникних порід. Окремо слід наголосити на перспективах освоєння запасів газу слабопроникних шаруватих (сланцюватих) верхньокрейдяних (стрийських) відкладів Складчастих Карпат [9]. Однак при цьому також виникають екологічні ризики та постає необхідність ще у проведенні цілеспрямованих додаткових досліджень.

Екологічні та технологічні аспекти видобування "нетрадиційного" газу. Визначимо головні чинники існування екологічної небезпеки в межах перспективних на "нетрадиційний" газ регіонів України.

Відомо, що Західний регіон, зокрема Українські Карпати та прилеглі території – рекреаційний регіон, в якому зосереджено третину рекреаційного потенціалу країни; він має мінімальне техногенне навантаження і максимальне збереження природних якостей ландшафтної зони: фармакологічні активні цілющі води різного хімічного складу, родовища озокериту і лікувальних грязей, чисте гірське повітря, багата рослинність гірських ландшафтів Карпат і їх передгір'я. В межах Західного нафтогазоносного регіону поки що виділено тільки одну ліцензійну ділянку – Олеську площу, що розташована на густонаселених територіях Івано-Франківської та Львівської областей. Нагадаємо, що погодження обласними радами даних областей Угоди про розподіл вуглеводнів щодо даної ділянки супроводжувалось громадськими протестами. За попередніми оцінками, в разі промислового видобутку нетрадиційних вуглеводнів кількість свердловин на ділянці може сягнути тисячі і більше одиниць [16].

Основними чинниками екологічної небезпеки на шляху до видобування "нетрадиційного" газу у Західному регіоні України, зокрема в межах Олеської ліцензійної ділянки, є:

– існування природоохоронних, екологічно вразливих територій, родовищ питних і мінеральних підземних вод (у межах Олеської площі розміщені водозабори для господарсько-питного водопостачання міст північної частини Львівської обл., а також м. Львів; мінеральна вода "Олеська");

– складна тектоно-геодинамічна ситуація, структурно-тектонічна будова. Частина площі характеризується підвищеною сейсмічністю і тектонічною порушеністю – розломні зони можуть бути потенційними шляхами вертикальних перетікань забруднювальних речовин від зон гідророзривів до водоносних горизонтів;

– велика щільність населення та його рівномірний розподіл в межах території;

– невизначеність із джерелами води для проведення гідророзривів і природними шляхами утилізації технологічних рідин;

– розвинена інженерна інфраструктура.

Учасники угоди про розподіл вуглеводнів між державою Україна, компанією Шеврон Юкрейн та ТОВ "Надра Олеська" визнають важливість і актуальність питань охорони навколишнього природного середовища на Олеській ділянці. Зокрема, розділ 36 Угоди містить зобов'язання здійснювати початковий та періодичний аналіз впливу діяльності з видобутку сланцевого газу на поверхневі та підземні води, а також зобов'язання щодо оцінки та зменшення екологічних ризиків. Водночас, детальні методи та обсяги екологічного моніторингу в угоді не окреслені, і будуть визначатися в процесі її реалізації із врахуванням законодавчих вимог та внутрішніх стандартів і практик компанії Шеврон – оператора Угоди.

Вчені Інституту геологічних наук НАН України, серед яких І.Д. Багрій, виділили ділянки підвищеного взаємозв'язку підземних і поверхневих вод та закартували ділянки, де використання технології гідророзриву пласта при видобутку сланцевого газу становить підвищену екологічну небезпеку. Така небезпека пов'язана, перш за все, з ризиком потрапляння рідини для гідророзриву до природних проникних тектонічних зон і ділянок, що можуть стати провідниками технологічного розчину і газу у верхні водоносні горизонти і на поверхню [16]. Такі дослідження мають стати важливою складовою екологічного моніторингу територій видобування нетрадиційного газу.

Східний нафтогазоносний регіон, де розміщена Юзівська перспективна площа та де вже пробурено перші дослідні свердловини Біляївську-400 та Ново-Мечебилівську-100, характеризується особливими чинниками екологічної небезпеки на шляху до видобування "нетрадиційного" газу:

– ділянка розміщена в межах техногенно навантаженого регіону;

– розломні зони як потенційні шляхи вертикальних перетікань забруднювальних речовин від зон гідророзривів до питних водоносних горизонтів (сеноманського, юрського);

– складність геологічної будови – складчастість (Південнодонбаська складчасто-блокова моноклiналь);

– Східний регіон України є маловодним, водозабезпечення здійснюється переважно з поверхневих джерел (р. Сіверський Донець) та магістральними каналами;

– існування бальнеологічних курортів (Слов'янськ, Світлогорськ), спелеосанаторію "Соляна симфонія", родовища кам'яної солі в Соледарі.

Вірогідно визначити напрями техногенного впливу проведення розвідки і розробки вуглеводневої сировини на природне середовище та оцінити його наслідки можливо лише після тривалих моніторингових спостережень із початку розвідки і протягом його експлуатації. Проте з метою встановлення джерел ризиків для екологічної безпеки територій під час розвідки і розробки вуглеводнів у родовищах нетрадиційного типу розглянемо технологічні особливості буріння та експлуатації свердловин на нетрадиційні вуглеводні.

Слід зазначити, що при освоєнні родовищ нетрадиційних вуглеводнів, як і традиційних, існує певна стадійність: 1) підготовка та вивчення ділянки видобування; 2) проектування та спорудження свердловини, гідравлічний розрив, освоєння свердловини; 3) видобування (видобуток газу та повторне проведення гідророзривів); 4) завершення проекту та закриття свердловини; 5) пост-закриття проекту та ліквідація. Дослідження нетрадиційних покладів вуглеводнів необхідно розглядати через призму екологічної безпеки геологічного середовища за будь-якого виду робіт, що пов'язані з пошуком, розвідкою і розробкою родовищ вуглеводневих газів у сланцюватих товщах та подальшим освоєнням ресурсів вуглеводнів.

На різних стадіях освоєння родовищ вуглеводнів ступінь впливу на навколишнє середовище змінюється. Умовно можна виділити кілька стадій техногенного навантаження (техногенезу), поява яких зумовлена різним впливом джерел техногенного навантаження на довкілля [6].

Характеристиками джерел *первинного техногенезу* є те, що вони розосереджені на значних площах, не піддаються контролю й оцінюванню їх впливу на довкілля, зумовлюють тимчасове відчуження земель, а їх вплив проявляється фрагментарно. *Вторинний техногенез* активізується при будівництві довгострокових споруд (бурових майданчиків, кущів свердловин, інших промислових і господарських об'єктів), які різною мірою впливають на компоненти довкілля. На етапі вторинного техногенезу існує небезпека забруднення гідросфери і ґрунтів продуктами відходів буріння, порушення ґрунтового покриву, зведення лісів, прояв небезпечних геологічних процесів.

Третинний техногенез настає при експлуатації інфраструктури видобувного підприємства. Переважно для приповерхневої частини літосфери ця стадія виявляється розвитком небезпечних (екзогенних) геологічних процесів, пов'язаних з експлуатацією стаціонарних пристроїв (осідання поверхні, зсуви, інші процеси і явища під лінійними спорудами); забрудненням ґрунтового покриву, підземних і поверхневих вод флюїдами, що видобуваються, побутовими стоками, продуктами технології підготовки нафти і газу, паливно-мастильними матеріалами, іншими речовинами.

На відміну від впливу джерел первинного і вторинного техногенезу вплив джерел третинного техногенезу вкрай складно піддається вивченню і прогнозуванню, оскільки виявляється на пізніших стадіях освоєння родовищ. Їх прояв не виключений також і після ліквідації інфраструктури родовища (наприклад, засолення водоносних горизонтів із прісними підземними водами, внаслідок вертикальної міграції солоних вод уздовж позатрубного простору неякісно заглушених свердловин або через літологічні вікна в перекривних породах).

Найбільше ризиків та загроз впливу на довкілля виникає, як і у випадку традиційних родовищ, в процесі буріння та експлуатації свердловини, власне видобування газу. Проте особливості залягання нетрадиційного газу вимагають застосування спеціальних технологій для його вилучення. Адже сланцевий газ є самосформованим і не знаходиться в пастці, а розосереджений по пласту, формація якого є суцільною і безперервною. Для газу щільних порід і природного газу характерна стратиграфічна пастка та лінзоподібна/пошарова формація. Газ у сланцевих породах може знаходитися як у вільному стані, так і бути сорбованим у породі чи розчиненим у флюїді, причому фактичний коефіцієнт вилучення газу не перевищує 35 %, тоді як газ щільних порід та природний газ розміщуються у порах і коефіцієнт вилучення газу для яких становить відповідно від 45 і до 95 %. Потрібно зауважити, що поклади сланцевого газу та газу щільних порід характеризуються низькою проникністю. Тому для комерційного видобування з них газу потрібно застосовувати технологію гідравлічного розриву пласта (ГРП) [4].

Гідравлічний розрив пласта – метод інтенсифікації роботи нафтових і газових свердловин, який полягає у створенні тріщин у пласті для забезпечення припливу до вибою свердловини видобувного флюїду (газ, вода, конденсат, нафта або їх суміш). Технологія ГРП включає закачування у свердловину потужними насосними станціями рідини розриву – пропанту (суміш гелю, піску, води або кислоти, яка розчиняє стінки тріщин у пласті) за тиску, вищого від тиску розриву нафтогазоносного пласта внаслідок розкриття й розширення природних тріщин, об'єднаних у єдину гідравлічну систему, орієнтовану до свердловини, по якій після видалення рідкого компонента до свердловини транспортується газ із пласта. Робоча рідина, що закачується у свердловину, як правило, на 98 % складається з води й піску, на хімічні

реагенти припадає 2–3 % об'єму робочої рідини. Склад рідини дещо змінюється в різних родовищах залежно від геологічних особливостей конкретного пласта.

Окрім того для видобування газу з нетрадиційних покладів застосовується метод *горизонтального направленого буріння (ГНБ)* – керований безтраншейний метод прокладання підземних комунікацій, що базується на використанні спеціальних бурових комплексів (установок) [3]. Міжнародне позначення даного методу HDD, або Horizontal Directional Drilling. Використання горизонтальних та похило-спрямованих свердловин при видобуванні нетрадиційних вуглеводнів (зокрема сланцевого газу та газу ущільнених колекторів) обумовлено тим, що чимало природних тріщин у пластах нетрадиційного газу є вертикальними. Відтак, при бурінні вертикальних свердловин більша їх частина виявляється незадіяною. Проходження горизонтальної частини стовбура свердловини через весь пласт дозволяє перетнути більшість таких щілин [14].

Досвід розробки родовищ сланців в США показав наявність наступних негативних аспектів видобутку нетрадиційного газу [8]:

– технологічна проблема нестачі великих запасів води для проведення ГРП поєднується з проблемою утилізації відпрацьованої забрудненої води;

– особливість технології видобутку сланцевого газу полягає в безперервному бурінні великого числа свердловин і частому проведенні процесу ГРП;

– сланцеві свердловини мають набагато менший термін експлуатації, ніж свердловини родовищ звичайного природного газу – на традиційних родовищах термін експлуатації свердловини 30–40 років, досвід експлуатації сланцевих покладів родовища Barnett в США показав, що близько 15 % свердловин, пробурених в 2003 році, вже через п'ять років повністю перестали давати продукцію, при цьому вже через рік дебіт свердловин падає на 30 і навіть на 80 %.

Багато дискусій, а також різку критику з боку екологів викликало використання технології ГРП при видобуванні газу з нетрадиційних колекторів. У речовині для ГРП вміст хімічних сполук становить від 0,5 до 2 %, а води та пропанту (наприклад, піску) 98–99,5 %. Найнебезпечніші з цих хімічних сполук – 2ВЕ (поверхнево-активна речовина), нафталін, бензол, акриламід (поліакриламід) – широко використовують у промисловості: 2ВЕ входить до складу розчинників, фарб, поліролів, побутових мийних засобів, поліакриламід – компонент антипригарних спреїв або покриттів сковорідок [11].

Основним чинником, який гальмує глобальне поширення технології ГРП, є необхідність використання значних об'ємів води, змішаної з хімічними домішками, які являють небезпеку для навколишнього середовища і підземних вод. Проте, технологія ГРП застосовувалась і раніше як метод інтенсифікації видобутку вуглеводнів. Як зазначив Р.С. Яремійчук в останні 10 років в Україні виконано понад 400 гідророзривів на нафтових свердловинах, з них більше 300 – потужних. Ефективність перевищила 90 %. Дослідженнями встановлено, що тріщина гідророзриву не перевищує 300–400 метрів, гідророзрив не поширюється за цементований простір за обсадними колонами, гідророзрив не поширюється на природні геологічні розломи, які відбулися мільйони років тому. Проблема ризиків вирішується високоякісним проектуванням робіт та ефективним виробничим процесом з відповідним ризик-менеджментом.

На свердловині Біляївська-400 [15] проведено ГРП з метою отримання припливу газу центральнобасейнового типу з відкладів московського та верхньої частини башкирського ярусів середнього відділу кам'яновугільної системи. Передбачалося здійснити ГРП на 10 інтервалах на глибині 4080–5200 м. Термін проведення операції з гідророзриву – 20 діб. Відповідно до оцінки впливу на довкілля для проведення гідророзриву планувалося використати 5130 м^3 води. Вода видобувалася із двох свердловин, пробурених неподалік, і накопичу-

валася в амбарі об'ємом 4500 м^3. 630 м^3 планувалося видобути зі свердловин в процесі виконання гідророзриву без порушень нормативів щодо максимального добового відбору води відповідно до дозвільної документації.

В ОВНС стверджується, що негативний вплив на водоносні горизонти з підземними прісними водами відсутній, оскільки при проведенні гідророзриву пласта вказані горизонти будуть перекриті чотирма обсадними колонами, укомплектованими високогерметичними трубами, заколонні простори яких зацементовані високоміцними цементами класу А. В дослідженні не міститься інформації про існуючі природні розломи та тріщини в підземних породах в зонах проведення ГРП і можливі ризики поширення забруднення, пов'язані з такими розломами [16].

В цілому видобуток "нетрадиційного" газу може мати негативний вплив на різні компоненти навколишнього природного середовища (атмосферне повітря, водні об'єкти, ґрунти, рослинний і тваринний світ, мікроклімат, надра, ландшафти). Автори праці [1] виділили потенційні ризики та екологічні загрози, пов'язані з видобуванням газу на родовищах нетрадиційного типу. Зокрема, основними потенційними ризиками слід вважати: шумове забруднення; забруднення повітря; надмірне використання води; використання хімічних реагентів для ГРП; природну радіоактивність порід; проблеми переробки, поводження та утилізації використаної води; потенційне забруднення поверхневих вод і шарів питної води; техногенну сейсмічність. До екологічних загроз віднесено: наближеність до заповідних зон; вплив на локальне біорозмаїття; вплив на баланс парникових викидів.

На рис. 1 зображено свердловину для видобутку газу сланцевих товщ з багатоступеневим процесом ГРП. Подібні ризики характерні для свердловин традиційного природного газу, а також для технології видобутку газу з слабопроникних колекторів [7].

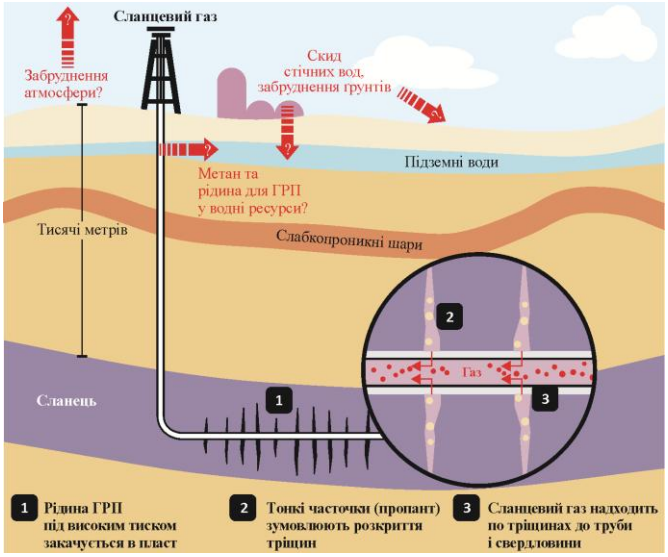


Рис. 1. Схема потенційних екологічних ризиків видобування сланцевого газу з використанням методів горизонтально направленого буріння та гідравлічного розриву пласта (із використанням матеріалів праці [10]) (червоними стрілками позначено потенційні екологічні ризики)

Заходи мінімізації ризиків. Для створення екологічної безпеки необхідно розробити комплекс природоохоронних заходів. Останні слід розділяти на: заходи з охорони атмосферного повітря; заходи з охорони та раціонального використання водних ресурсів; заходи щодо

покращення роботи з відходами виробництва, зниження їх утворення; заходи з охорони ґрунтів і земельних ресурсів.

На основі опрацьованих матеріалів створено такі рекомендації.

1. Для уникнення проникання технологічних розчинів та рідини для ГРП у водоносні горизонти під час будівництва свердловин слід зводити кілька шарів непроникних бар'єрів, які включають залізні обсадні колони та цементування. Тріщини від ГРП можуть мати довжину від кількох десятків до декількох сотень метрів залежно від щільності та однорідності пласта. Проте ці тріщини не можуть мати кілометрові довжини, що дозволило би хімічним реагентам проникнути до водоносного горизонту, розриваючи нашарування пластів у поперечному напрямку.

2. Дослідженнями [13] доведено, що ймовірність забруднення водних ресурсів під час ГРП пов'язана не з власне фактом його проведення, а з помилковим проектуванням, неналежним цементуванням, неправильним поводженням із хімічними речовинами. Саме тому важливими є якісне виконання робіт оператором, жорсткі стандарти й вимоги до процесу видобування, ретельні регулювання і нагляд.

3. Для контролю за утилізацією відходів необхідно мати відповідно оснащені лабораторії та розроблені методики визначення забруднюючих речовин, організувати державний екологічний моніторинг стану довкілля, включаючи радіаційний контроль. Тільки з урахуванням усіх ризиків можна проводити практичне освоєння родовищ нетрадиційного газу.

4. Збереження земельного фонду в межах ділянки надр, наданої у користування у світовій практиці досягається шляхом максимального обмеження земельних ділянок під розробку завдяки кущовому бурінню свердловин із однієї точки. Для мінімізації негативного впливу на довкілля має забезпечуватися технічна і біологічна рекультивація порушених земель.

5. Викиди метану є одним із головних побічних продуктів видобутку газу сланцевих товщ, тому оператори мають проводити постійний моніторинг і контроль на свердловині до, під час та після видобутку. Одним із варіантів є будівництво моніторингових станцій по периметру бурового майданчика або моніторинг викидів безпосередньо біля гирла свердловини. За даними моніторингу треба вивчати вплив видобування на місцеві природні популяції та рівень вуглецевих викидів. У США використовують так звані зелені технології, що дають змогу "збирати" метан зі зворотного припливу рідини для ГРП, відокремлювати його від води та піску і в подальшому реалізовувати. Ця процедура зменшує викиди парникових газів до рівня, зіставного з видобутком звичайного газу [12].

6. Найкращий міжнародний досвід та моніторинг забезпечення виконання законів треба впроваджувати на кожному етапі розробки сланцевого газу: дозвіл на свердловину, відбір зразків перед бурінням, стандарти будівництва свердловини, її завершення, видобуток, підключення, завершення її роботи.

Висновки. Як і будь-які технології, технології видобутку сланцевого газу несуть в собі певні екологічні ризики та загрози для навколишнього середовища, серед яких виділено: забруднення водних ресурсів (поверхневих вод та шарів питної води); забруднення атмосферного повітря (вплив на баланс парникових викидів); втрата родючого шару ґрунту, порушення ґрунтово-рослинного покриву та природних умов формування поверхневого і підземного стоків; вплив на локальне біорозмаїття; деформація земної поверхні, зростання техногенної сейсмічності.

Як свідчить світовий досвід видобування "нетрадиційного" газу із застосуванням технології ГРП, проблема ризиків вирішується високоякісним проектуванням робіт та ефективним виробничим процесом з відповідним ризик-менеджментом.

Враховуючи сучасний геополітичний стан України, енергетичну залежність від постачальників газу, а також успішний досвід сусідньої Польщі та інших країн, що нині видобувають газ із нетрадиційних покладів в промислових масштабах, нашій країні вкрай необхідно, використовуючи новітні технології та досвід іноземних компаній, розпочати власний видобуток сланцевого газу, але тільки після нормативно-правового врегулювання екологічних аспектів такої діяльності.

Література

1. *Видобуток* нетрадиційного газу: порівняльний аналіз ризиків, небезпек та загроз // Метаносфера (Е-Бюлетень); "НОМОС" та "Стратегія XXI". – 2013. – № 3 (6). – 39 с. – Режим доступу: http://geostrategy.org.ua/ua/methanesphere/item/194-vidobutok-netraditsiynogo-gazu.

2. *Гурский Д.С., Михайлов В.А., Чепиль П.М. и др.* Сланцевый газ и проблемы энергообеспечения Украины // Мін. ресурси України. – 2010. – № 3. – С. 3–8.

3. *Калінінченко А.В., Копішинська О. П., Копішинський А.В.* Екологічні ризики видобутку сланцевого газу на газоносних площах України / Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2013. – № 2. – С. 127–131.

4. *Касянчук С.В., Мельник Л.П., Кондрат О.Р.* Особливості розробки покладів нетрадиційного газу // Нафтогазова галузь України. – 2013. – № 2. – С. 38–44.

5. PH9. Екологічна і нормативно-правова оцінка розроблення сланцевого газу в Україні. Том 1. Агентство США з міжнародного розвитку, USAID / IEE. 2012.

6. *Рудько Г.І., Нецький О.В., Григіль В.Г.* Постійно діючі різномасштабні еколого-технологічні моделі нафтогазоносних надр // Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин України та проблеми надрокористування (20 років ДКЗ): Зб. наук. пр. – Київ, 2013. С. 58–78.

7. *Рудько Г.І., Бондар О.І., Ловинюков В.І. та ін.* Енергетичні ресурси геологічного середовища України (стан та перспективи). В 2 т. – Т. 2. – Київ–Чернівці: Букрек, 2014. – 520 с.

8. *Сланцевий* газ: аналіз розвитку галузі та перспективи видобутку (огляд статей та матеріалів інтернет-видань) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ngbi.com.ua/io/news_item.php?uid=1202

9. *Хомин В.Р., Клюка А.Р., Мончак Л.С.* Про перспективи відкриття покладів сланцевого газу на Прикарпатті // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2013. – № 1(46). – С. 13–21.

10. *Aldhous P.* Drilling into the unknown // New Sci. – 2012. – № 213(2849). – P. 8–10.

11. *Colorado* Oil and Gas Conservation Commission. Frequently Asked Questions about Hydraulic Fracturing. – http://cogcc.state.co.us.

12. *Shale* gas extraction in the UK: a review of hydraulic fracturing. – The Royal Society and The Royal Academy of Engineering. – June, 2012. – 76 p. – http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal_Society_Content/policy/projects/shale-gas/2012-06-28-Shale-gas.pdf.

13. *Terence H.* Thorn Environmental Issues Surrounding Shale Gas Production. The U.S. Experience. – International Gas Union. – April, 2012. – 68 p. – http://www.igu.org/gas-advocacy/2012-Apr_IGU%20Environmental%20Issues%20and%20Shale%20Gas.pdf/view.

14. http://www.newgas.org.ua.

15. http://www.shell.ua.

16. http://shalegas.in.ua.

УДК 553.981

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ГІРНИЧОДОБУВНИХ РАЙОНІВ ДОНБАСУ ТА КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ ЯК ЗАГРОЗА НАЦІОНАЛЬНІЙ БЕЗПЕЦІ УКРАЇНИ

***Трофимчук О.М.**, д. т. н., проф., чл.-кор. НАН України,*
***Радчук В.В.**, д. геол. н., **Яковлєв Є.О.**, д. т. н.,*
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України (Київ),
itelua@kv.ukrtel.net

Авторами піднімається питання критичного екологічного стану гірничодобувних районів Донбасу та Карпатського регіонів, як фактора загроз національній безпеці України. У статті розглядається сучасне надрокористування в Україні, на базі якого формується до 43–45 % ВВП, і яке здійснюється в складних техніко-економічних і соціально-економічних умовах. Виділяються головні чинники комплексної дії об’єктів надрокористування: суцільне старіння інженерно-технічного базису шахт та кар’єрів; критичні глибини розробок; ускладнення умов відливу, стійкості породного масиву та безпеки життєдіяльності на прилеглих територіях; погіршення техніко-економічних показників та зниження конкурентної спроможності. Звертається увага на загрози транскордонних надзвичайних ситуацій у Східному і Західному регіонах держави, спричинені сучасною схемою "мокрої консервації" шахт і кар’єрів (точніше їх автореабілітаційного затоплення). Акцентовано увагу на необхідності удосконалення геолого-економічних моделей оцінки родовищ мінеральної сировини та розробки державної програми реструктуризації розвинутих ("старих") гірничодобувних районів України (Донбас, Кривбас, Карпатський регіон).

ENVIRONMENTAL STATUS OF MINING AND EXTRACTIVE INDUSTRY FOR DONBASS REGION AND THE CARPATHIAN REGION AS A THREAT TO NATIONAL SECURITY OF UKRAINE

***Trofymchuk O.**, **Radchuk V.**, **Yakovlev Y.**,*
Institute of telecommunications and global information space of NASU (Kyiv), itelua@kv.ukrtel.net

The authors raised the question of critical ecological state of mining and extractive industry for Donbass region and the Carpathian regions as a factor of threats to national security of Ukraine. At the current state the article looks of the subsoil mineral resources in Ukraine on the basis of which is formed in 43–45 % of GDP, which is carried out in complex techno-economic and socio-economic conditions. There are major factors of complex objects in subsoil action: continuous aging of engineering basis for mines and quarries; critical depth development; complications conditions of reflux, stability of rock mass and secure life in the surrounding areas; deterioration of the technical and economic performance and reduce competitiveness. Attention is drawn to the threat of cross-border emergencies in the eastern and western regions of the state, caused by the scheme "wet preservation" of mines and quarries (or rather their auto rehabilitation flooding). Attention is focused on the need to improve geology-economic valuation of mineral deposits and development of state restructuring program for developed ("old") mining and extractive regions of Ukraine (Donbass, Krivbass, the Carpathian region).

Уперше системна оцінка критичного еколого-техногенного стану гірничодобувних районів (ГДР) України була надана у Постанові Кабінету Міністрів від 12.01.1999 р. "Про заходи щодо розв’язання еколого-гідрогеологічних проблем, які виникають унаслідок закриття гірничодобувних підприємств, шахт і кар’єрів", у якій відмічалися незворотні зміни геологічного середовища (ГС) та небезпеку порушення природних параметрів взаємодії підземних і поверхневих вод.

Загострення соціальних, економічних, еколого-ресурсних та еколого-техногенних проблем у більшості ГДР України пов’язане з сировинним характером економіки, який держава успадкувала з часів СРСР, коли на 3 % його території українська економіка формувала до 22–24 % загальносоюзного ВВП. За даними Держгеолслужби України в її надрах виявлено до 20 тис. родовищ і проявів корисних копалин за 98 видами мінеральної сировини, із них до 3500 родовищ

розробляється. Мінерально-сировинні ресурси (МСР) є базою формування до 43 % ВВП України, що визначає високу енерго-ресурсоємність економіки та великі території незворотного порушення екологічного стану надр (до 20 000 км^2 або більше 3 % загальної площі держави).

Враховуючи містоутворюючий характер більшості шахт та кар'єрів, з видобутком, переробкою та використанням МСР пов'язано до 48 % промислового потенціалу і до 20 % трудових ресурсів. Найбільш складні еколого-ресурсні та еколого-техногенні зміни стану надр мають ГДР Донбасу та Карпатського регіону, де вони набувають транскордонного впливу (басейни річок Сіверський Донець та Дністер, відповідно) та рівня загроз національній безпеці України (проф. Рудько Г.І., проф. Коржнев М.М., акад. Шестопалов В.М., чл.-кор. Трофимчук О.М., к. г.-м. н. Гайдін А.М., к. г.-м. н. Лютий Г.Г. та ін.).

Нижче нами розглянуті основні фактори розвитку складних природно-техногенних геосистем (ПТГС) "об'єкти ГДР–навколишнє середовище" на територіях ГДР Донбасу та Карпатського регіону, де відбувається масове закриття шахт та кар'єрів (низька рентабельність, недосконала система керування, порушення регламентної експлуатації в умовах АТО та ін.).

Разом з Західно-Донецьким кам'яновугільним районом Великий Донбас охоплює площу до 15 000 км^2 у межах трьох областей – Луганської, Донецької, Дніпропетровської – і формує одну із найбільших та небезпечних техногенно-геологічних систем (ТГС). Висока концентрація гірничих, переробних та ін. підприємств, у т. ч. до 4000 потенційно небезпечних об'єктів (ПНО), 1508 полігонів токсичних відходів, до 1200 териконів (25 % є горящими), шахти "Юнком" з каморою атомного вибуху, забрудненого токсичними сполуками гірничого простору шахт поблизу Горлівського хімзаводу обумовлює значні небезпечні порушення екологічних параметрів навколишнього природного, в першу чергу геологічного, середовища і їх визначальний вплив на погіршення безпеки життєдіяльності (БЖД) у регіоні. За час історичного розвитку Донбасу було збудовано біля 970 шахт, із яких зараз експлуатуються до 300, з максимальною глибиною до 1420 м, та від 2000 до 4000 самодіяльних неглибоких шахт та розрізів (так званих "копанок"), які внаслідок численних взаємопов'язаних виробок ("збоек") формують просторово розвинуту гідравлічну систему. У цих умовах некероване затоплення шахт призведе до формування нових шляхів міграції вибухонебезпечних і токсичних газів, забруднень та просідань, зрушень денної поверхні.

До основних факторів регіональних техногенних змін довкілля Донбасу, при яких практично усі складові навколишнього природного середовища (приземне повітря, поверхневі і підземні води, ґрунти і ін.) стають небезпечними для життєдіяльності, можна віднести:

– хімічне забруднення ландшафтів;

– значне пониження рівнів підземних вод, підробка поверхневих водоймищ;

– скидання у річкову систему високомінералізованих агресивних шахтних вод;

– активізація екзогенних геологічних процесів (зсуви, карст, підтоплення), розвиток просідань денної поверхні з ускладненням інженерно-геологічного стану житлових і промислових об'єктів;

– зниження інженерно-сейсмогеологічної стійкості породних масивів під впливом зростання рухомості порід в зонах їх підробки гірничими виробками, проявів гідромеханічних поштовхів (техногенні або "наведені" землетруси), та ін.;

– підтоплення великої кількості териконів, які є також джерелом забруднення водних ресурсів, ґрунтів та приземного повітря;

– вихід з ладу водозаборів підземних вод у зв'язку з погіршенням умов їх формування та якості.

Найбільш динамічні зміни геологічного середовища Донбасу пов'язані із значними притоками підземних вод в гірничі виробки, загальний обсяг яких дорівнює 25,0 м^3/сек при природних ресурсах підземного стоку близько 12,0 м^3/сек. Останнє свідчить про активне дренування поверхневих водних джерел і гідравлічний взаємозв'язок шахт між собою. При середній солоності вод до 3,6 г/дм^3 це обумовлює солевинос на рівні 2,7 млн т/рік, що суттєво забруднює поверхневі водні ресурси.

На активізацію техногенних змін довкілля Донбасу в умовах критичного затоплення шахт негативно вплинуть підробки гірничими виробками 129 річок і балок та 26 водосховищ (> 683 випадків), а також суцільні просідання денної поверхні на площі до 8000 км^2.

Суттєве ускладнення процесу закриття шахт спричиняє наявність за даними Держгеослужби 117 раніше затоплених і 130 напівзатоплених шахт, гідравлічно пов'язаних з діючими. За існуючою оцінкою, загальний обсяг гірничих виробок цих шахт сягає 1,3 км^3 і вміщує до 1,0 км^3 води.

Враховуючи ризик втрати керування шахтним водовідливом під час воєнних дій АТО виникає регіональна небезпека формування великих площ підтоплення і затоплення у містах і селищах Донбасу, так як більшість шахт є містоутворюючими. Крім того, підтоплення призведе до активізації просідань і зрушень поверхні з ризиком руйнівних деформацій житлових і промислових споруд, великомасштабної міграції забруднень з проммайданчиків ПНО, полігонів токсичних відходів, териконів. Наслідком може бути подальше зростання транскордонного забруднення стоку р. Сіверський Донець та розташованих у його басейні водозаборів.

Серед існуючих технологій розробки родовищ корисних копалин України найбільш руйнівно на природну рівновагу надр та екологічний стан геологічного середовища впливає розробка родовищ солей у Карпатському регіоні, які розташовані у зонах активного формування поверхневого і підземного стоку басейнів транскордонних річок Тиси та Дністра. Карпатський регіон є єдиним басейном України, в якому розвідані значні поклади кам'яних і калійних солей: Солотвинське (Закарпатська обл.) кам'яної, Калуське (Івано-Франківська обл.) та Стебницьке (Львівська обл.) калійних солей. За різноманітністю і співвідношенням присутніх тут соляних мінералів ці відклади є унікальними й не мають аналогів у світі. Переробка калійно-магнієвих руд дозволяла до 2000 р. одержувати дефіцитні комплексні сульфатні калійно-магнієві добрива.

Специфікою використання надр в межах Калуського та Стебницького родовищ калійних солей, які характеризуються високою розчинністю у воді (у десятки разів вище кам'яної солі) є розвиток карстових процесів внаслідок утворення значних обсягів порожнин у породному масиві та порушення рівноваги солевміщуючих порід, що призводить до руйнації міжкамерних ціликів, стелі камер і як наслідок до утворення зрушень земної поверхні, провальних і карстових воронок, забруднення поверхневих і підземних вод (рис. 1). На сьогодні надзвичайно велика кількість солоних вод і токсичних сполук накопичується у Домбровському кар'єрі, який є особливо небезпечним об'єктом щодо впливу на збільшення засолення підземних і поверхневих вод та ризику їх прискореної міграції у трансграничний стік р. Дністер.

Рис. 1. Ділянки з активним карстоутворенням у житловому масиві м. Калуш

На підставі розуміння механізмів геомеханічних деформацій порід і карстоутворення виділяються три основні групи причин розвитку екологічної катастрофи (проф. Лущик А.В., проф. Рудько Г.І., проф. Кузьменко Е.Д., к. г.-м. н. Гайдін А.М. та ін.): відсутність жодного працюючого засобу обмеження потоків підземних і атмосферних вод у контурах шахтних полів; техногенна порушеність природної захищеності соляного масиву (як зовнішньої – водотривкі зони і зони захисних розсолів, так і внутрішньої – експлуатаційні руйнування порід); наявність відкритого глибинного базису дренажу підземних вод (який і зараз діє у виробках до глибин 200–400 м).

Стебницьке ДГХП "Полімінерал" сформовано на базі однойменного калійного родовища у 1946 році. Родовище відроблялось двома підземними рудниками загальною потужністю 4 млн т в рік. Видобуток руди, згідно з початковими проектами, здійснювався без закладки відпрацьованих порожнин, внаслідок чого утворилося близько 33 млн м^3 пустот, що призвело до довгострокового небезпечного просідання земної поверхні і утворення провалів. Рішення про обов'язковість закладки було прийнято міжвідомчою комісією тільки в 1978 році. Збудований на підприємстві закладувальний комплекс загальною потужністю 300 тис. м^3 в рік дозволив провести закладку 1,8 млн м^3 шахтних пустот (5,5 % загального обсягу гірничих виробок). Закладка здійснювалася переважно породою від проходки і внаслідок її невисокої міцності не мала достатньої ефективності щодо стабілізації породного масиву. В останні роки за умов збільшення опадів, висоти та частоти повеней і паводків відбувається активізація поверхневого карсту, у тім числі в межах 3-го поясу зони сан охорони (ЗСО) курорту Трускавець.

У зоні впливу підроблених територій розташовані житлові будинки м. Стебник, с. Станиля, районний водогін, залізнична станція, шосейні магістралі, каналізаційний колектор, високовольтні лінії.

Карстоутворення, рідка та тверда фракція розсолів становить значну екологічну небезпеку для всього Дрогобицького регіону та транскордонного басейну р. Дністер. Додатковим фактором екологічної небезпеки СВР Карпатського регіону може бути підвищена сейсміч-

ність, наявність активних тектонічних порушень та здатних до розвитку техногенних землетрусів (проф. Рудько Г.І., проф. Лущик А.В.).

Слід зазначити, що ситуація на території впливу гірничих робіт ДП "Солотвинський солерудник" за останній період значно погіршилась. Невиконання технічних заходів, передбачених першою чергою проекту ліквідації призвело до суттєвого зростання площ та об'ємів карстових провалів і воронок на родовищі (рис. 2, 3).

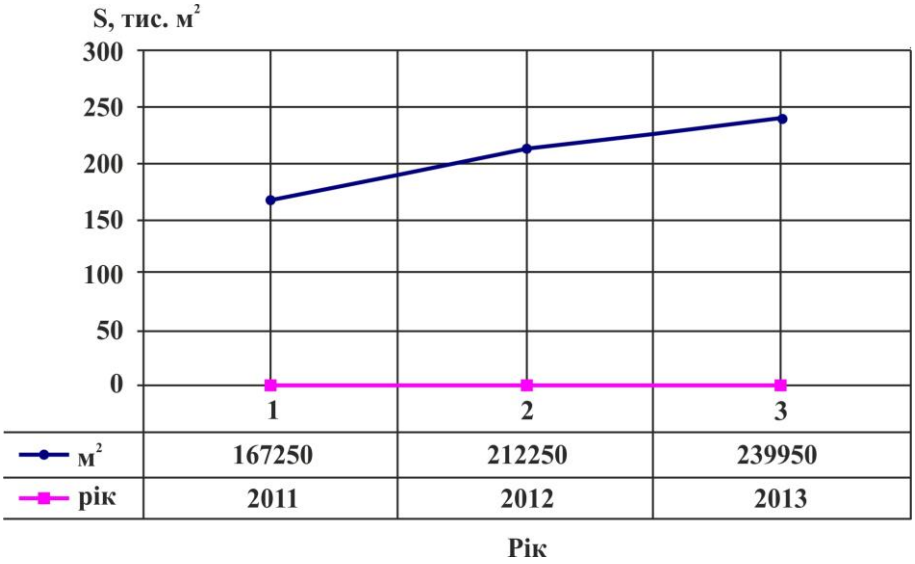


Рис. 2. Зростання площі карстових провалів на території Солотвинського солерудника протягом 2011–2013 рр.

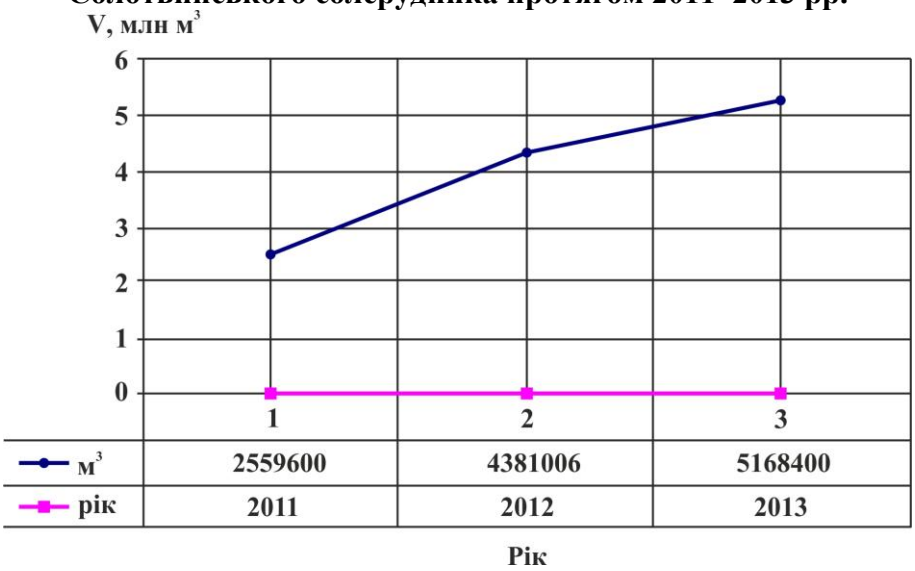


Рис. 3. Зростання об'єму карстових провалів на території Солотвинського солерудника протягом 2011–2013 рр.

Аналіз динаміки змін параметрів карстово-суфозійних провалів на шахтних полях Солотвинського солерудника дозволяє дійти висновку, що їх об'єми за період 2011–2013 рр. зросли у 2 рази, а площа – лише в 1,4 рази. Це може бути свідченням того, що зараз відбува-

ється карстове руйнування глибоких незатоплених горизонтів шахти № 8, куди надходять прісні води із перекриваючих шарів рихлих водонасичених порід.

На наш погляд, збільшення глибини карстоутворення та пластифікації солепородного масиву в контурі гірничих виробок наближеної до селища Солотвино шахти № 8 призведе до збільшення небезпечних деформацій денної поверхні, додаткового руйнування ряду житлових та промислових будівель, інженерних мереж та суттєво посилить загрозу безпеці життєдіяльності населення. Крім того, це практично унеможливить безпечне і своєчасне виконання ліквідаційних заходів на об'єктах ДП "Солотвинський солерудник" згідно з рішенням Кабінету Міністрів від 04.03.2013 р. Найбільш критичний екологічний вплив карстоутворення може бути пов'язаний з активізацією перетоку мінералізованих карстових вод у транскордонну р. Тису внаслідок наближення карстових каналів до її русла. Крім того, це обумовить небезпечну активізацію провальних процесів у місцевому лікувальному озері, що вимагає термінового виконання геофізичного зондування з метою оцінки стійкості прилеглого породного масиву.

На підставі розуміння механізмів геомеханічних деформацій порід і карстоутворення виділяються три основні групи причин розвитку екологічної катастрофи (проф. Лущик А.В., проф. Рудько Г.І., проф. Кузьменко Е.Д., к. г.-м. н. Гайдін А.М. та ін.): відсутність жодного працюючого засобу обмеження потоків підземних і атмосферних вод у контурах шахтних полів; техногенна порушеність природної захищеності соляного масиву (як зовнішньої – водотривкі зони і зони захисних розсолів, так і внутрішньої – експлуатаційні руйнування порід); наявність відкритого глибинного базису дренажу підземних вод (який і зараз діє у виробках до глибин 200–400 м).

Висновки і рекомендації

1. У цілому природно-техногенні геосистеми (ПТГС) гірничодобувних районів Донбасу і Карпатського регіону мають стійку тенденцію до перетворення у джерела техногенного забруднення транскордонного стоку річок Сіверський Донець, Тиса і Дністер та руйнівного впливу на житлові і промислові об'єкти прилеглих промислово-міських агломерацій (ПМА – Солотвино, Калуш, Стебник, Стаханов, Донецьк і ін.).

2. Активний розвиток просадкових і карстово-провальних процесів в зоні впливу гірничодобувних робіт та незворотні порушення рівноваги надр перетворюються у чинники руйнування функцій літосфери та неможливості безпечної життєдіяльності місцевого населення внаслідок втрати рівноваги надр, критичного забруднення поверхневих і підземних вод, приземної атмосфери та агроландшафтів.

З метою запобігання втрат великих територій та попередження надзвичайних ситуацій водо-екологічного походження у транскордонних басейнах річок Сіверський Донець, Тиса, Дністер уявляється необхідним виконання наступних заходів:

1. Геолого-геофізичне обстеження зон впливу карстоутворення на Солотвинському, Калуському, Стебницькому соледобувних рудниках з метою виявлення площ і напрямків розвитку небезпечних змін закарстованих породних масивів.

2. Розробка і створення системи утримання рівнів підземних вод на безпечних глибинах в межах гірничодобувних районів Донбасу з метою виключення їх негативного впливу на безпеку життєдіяльності місцевого населення.

3. Розвиток і реконструкція системи моніторингу навколишнього середовища у басейнах транскордонних річок Донбасу та Карпатського регіону з використанням технологій ГІС, ДЗЗ, математичного моделювання.

4. Розробка наукових критеріїв гранично припустимих змін геологічного середовища у процесі реструктуризації гірничодобувних районів Донбасу та Карпатського регіону.

УДК 553.982/981(477.8)

ЩОДО ОЦІНКИ ЗАПАСІВ НАФТИ У ПОРОВО-ТРІЩИННИХ ПОРОДАХ-КОЛЕКТОРАХ

Маєвський Б.Й., *д. геол.-мін. н., проф.*, ***Здерка Т.В.***, *к. геол. н.*,
Куровець С.С., *к. геол. н., доц.*, ***Пилипів Н.В.***, *студ.*,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (м. Івано-Франківськ),
grn@nung,edu.ua

У доповіді наводиться особливість підрахунку запасів нафти у породах колекторах порово-тріщинного типу. Розглядається питання визначення тріщинної пустотності порід-колекторів для підрахунку запасів нафти об'ємним методом. Запропоновано комплексування гідродинамічних та мікроскопічних методів для визначення коефіцієнту тріщинної пустотності.

ESTIMATION OF OIL RESERVES IN PORE-FRACTURED ROCK-COLLECTORS

Maievskyi B.Y., *Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Prof.*, ***Zderka T.V.***, *Cand. Sci. (Geol.),*
Kurovets S.S., *Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.*, ***Pylypiv N.V.***, *student,*
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Ivano-Frankivsk), grn@nung,edu.ua

In this paper we provide features of the estimation of oil reserves in fractured reservoirs rock. The problem of determining of capacity of fractures in reservoir rocks to estimate oil resources by the volume method is reviewed. We recommend using the integration of hydrodynamic and microscopic methods to determine the coefficient of fractured capacity.

Досить часто видобувні запаси вуглеводнів, особливо нафти, можуть міститися у вторинних пустотах – тріщинах. Прикладом можуть бути поклади у верхньокрейдових відкладах нафтових родовищ Передкавказької НГП [1], а також практично всі поклади у глинистих породах-колекторах Пермської НГП (світа клірк-форх серії леонард нижньої пермі), Каліфорнійської НГП (верхньоміоценові глинисті сланці) [2], баженівська світа Західного Сибіру [3] тощо.

Аналіз даних [4] дає нам підстави вважати, що значна частина видобувних запасів нафти в олігоценових породах-колекторах Передкарпатського прогину переважно пов'язана з літогенетичною тріщинуватістю. Досягнуті коефіцієнти нафтовилученя на родовищах Передкарпатського прогину, які перебувають на завершальній стадії розробки, складають 10–20 %. Це може бути зумовлено об'ємом літогенетичної тріщинуватості, яка за даними інших розрахунків [5] складає до 15 % від загального об'єму пустотного простору олігоценових порід-колекторів.

Запаси нафти, що містяться у тріщинах можуть бути визначені за формулою об'ємного методу підрахунку запасів:

$$Q_{вид} = F \cdot h \cdot K_п \cdot \beta_н \cdot \theta \cdot \rho_н \cdot \eta_н. \quad (1)$$

Оскільки підрахунок ведеться для тріщинної пустотності порово-тріщинного колектора то: $K_п \Rightarrow K_{тр}$; $\beta_н = 1$, оскільки у тріщинах не міститься зв'язана вода, тоді формула (1) матиме вигляд:

$$Q_{вид} = F \cdot h \cdot K_{тр} \cdot \theta \cdot \rho_н \cdot \eta_н. \quad (2)$$

Тріщинну пустотність можна визначити за результатами дослідження порід-колекторів у шліфах, згідно з загальноприйнятою формулою:

$$K_{тр} = \frac{b \cdot l}{S}, \quad (3)$$

де b – величина розкриття тріщини, см; l – довжина сліду тріщини у шліфі, см; S – площа шліфа, см^2.

Ф.І. Котяхов з співавторами [6] досліджували тріщинуватість колекторів гідродинамічними методами і запропонували наступну формулу для визначення коефіцієнта тріщинної пустотності $К_{тр}$:

$$K_{тр} = \sqrt[3]{\frac{6\eta\mu \ln R_K / R_C}{\pi h} P^2}\ , \qquad (4)$$

де P – об'ємна густота тріщин; η – коефіцієнт продуктивності свердловини.

Є.С. Ромм [7], аналізуючи справедливість застосування вказаної формули зазначив, що вона справедлива тільки в одному випадку, коли у пласті є тільки одна система горизонтальних тріщин.

При умові однієї системи тріщин з одинаковим розкриттям величина (P) є по суті співрозмірною з густотою тріщин ($Г$), що визначається у шліфах.

Розрахувавши тріщинну пустотність за формулою Ф.І. Котяхова для інтервалу верхньоменілітових відкладів у свердловині 6-Микуличин в інтервалі 2431–2434 м, ми отримали значення пустотності тріщинної системи 6,24 %.

Порівнюючи результати розрахунку пустотності у шліфах [5] з результатами отриманими за формулою (3) ми виявили незначну розбіжність між отриманими значеннями. Усереднене значення тріщинної пустотності розрахованої у шліфах, з цього інтервалу, становить 5,5 %, а в одному із зразків досягало 6,8 %. При розрахунку у шліфах враховувались розкриття тріщин у полі досліджуваного шліфа, а у формулі Ф.І. Котяхова прийнято усереднене значення для всього інтервалу.

За формулою Ф.І. Котяхова нами виконано розрахунки тріщинної пустотності для товщини продуктивного горизонту 1 м у залежності від різного значення об'ємної густоти тріщин та коефіцієнту продуктивності свердловин. З використанням математичного пакету "MathCad" створено номограми для визначення тріщинної пустотності порід-колекторів за результатами гідродинамічних досліджень у свердловинах та дослідження зразків керну (рис. 1). Шифр кривих об'ємна густота тріщин. Істинне значення тріщинної пустотності визначається за формулою:

$$K_{тр} = \frac{K_{тр}^{*}}{\sqrt[3]{h}}\ , \qquad (5)$$

де $K_{тр}$* – значення тріщинної пустотності визначене з номограм, h – товщина продуктивного горизонту.

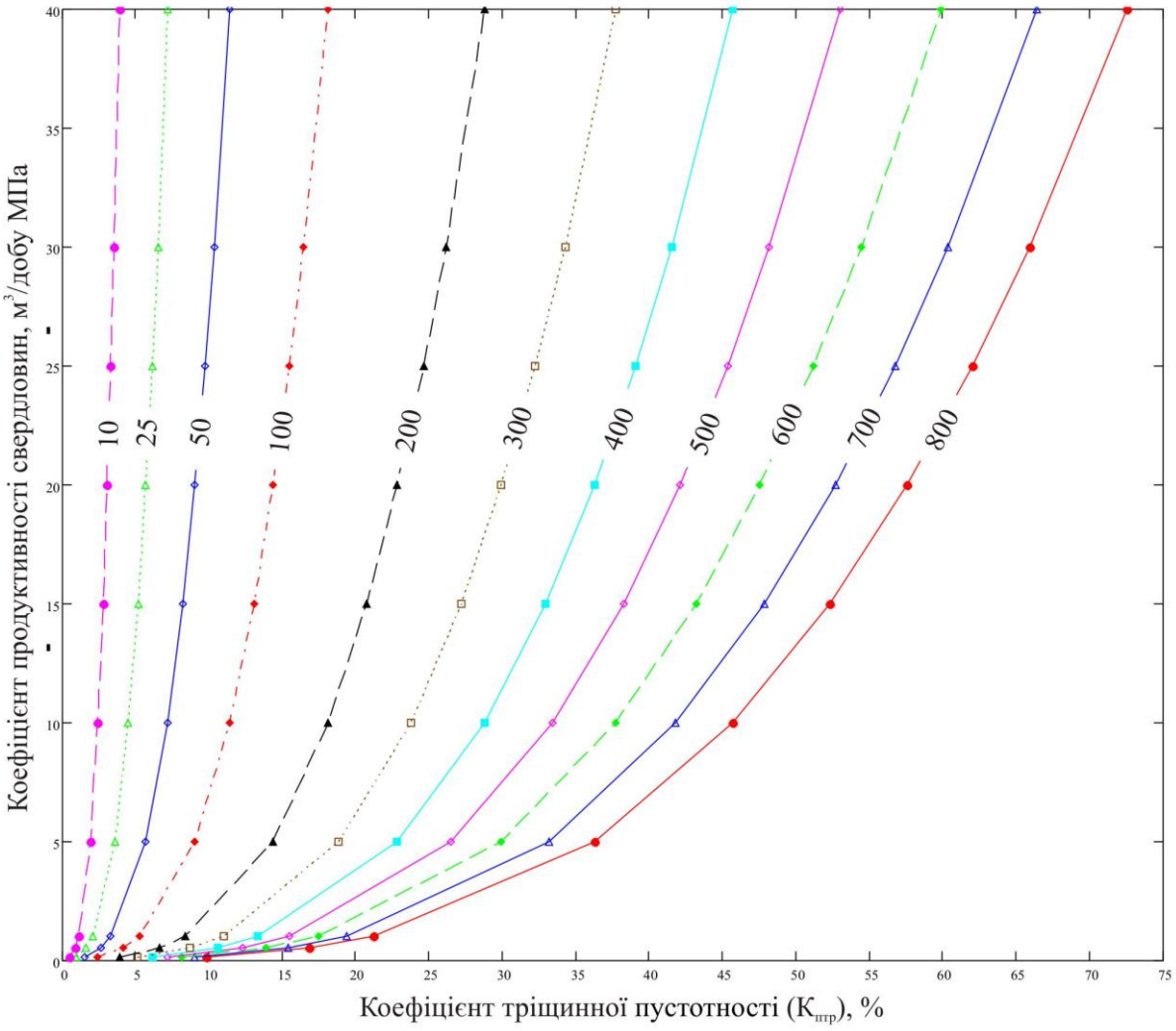


Рис. 1. Номограми визначення тріщинної пустотності (шиф кривих – об'ємна густота тріщин)

Коефіцієнт продуктивності свердловини 2-Микуличин при депресії 8,5 МПа складає 2,47 м^3/добу·МПа, ефективна товщина колектора 23,2 м, а середнє значення поверхневої густоти літогенетичних тріщин 59 м$^{-1}$. Визначивши коефіцієнт тріщинної пустотності за номограмами отримуємо $K_{тр} = \frac{3}{\sqrt[3]{23,2}} = 1,05\ \%$, що приблизно відповідає середньому значенню отриманим за розрахунками у шліфах (0,2–1,83 %).

Визначати розкриття тріщин у теригенних породах-колекторах набагато складніше ніж у карбонатних. У пісковиках із стінок тріщин на зрізі породи випадають зерна, що візуально створює більше розкриття тріщин, оскільки з площиною тріщини з'єднуються міжзернові пори.

Як показують узагальнення проведених досліджень [7] при розкритті тріщин 1–10 мкм візуально визначені розміри розкриття під мікроскопом є завищеними. При розкритті тріщин 10–15 мкм фактичні і візуально визначені значення практично співпадають. При розмірах 15 мкм і більше візуально визначені величини розкриття тріщин є заниженими.

Крім цього густота тріщин, що визначається в керні є систематично заниженою, оскільки найбільш тріщинуваті керни переважно розсипаються по тріщинах. Тому такі тріщини не враховуються при лабораторних дослідженнях.

Насправді середнє розкриття тріщин має бути вищим від розрахованого, оскільки при випробуванні свердловин проникність занижується через забруднення привибійної зони та недосконалість розкриття при випробувані. Проникність пласта, визначається не середнім значенням розкриття тріщин, а їх звуженням і характером взаємозв'язку між собою.

Отже, точність визначення тріщинної пустотності залежить від параметра тріщинуватості, тобто рокриття тріщин і точності їх визначення. Тому мікроскопічні дослідження є необхідними, оскільки дозволяють з меншою похибкою оцінити тріщинну пустотність і проникність.

Література

1. *Майдебор В.Н.* Методы оценки начальных запасов нефти и объемов залежей с трещинным типом коллектора // Тр. СевКавНИИ. – 1971. – Вип. Х. – С. 123–134.

2. *Голф-Рахт Т.Д.* Основы нефтепромысловой геологии и разработки трещиноватых коллекторов / пер. с англ. Н.А. Бардиной и др.; [под ред. А.Г. Ковалева]. – М.: Недра, 1986. – 608 с.

3. *Клубова Т.Т.* Глинистые коллекторы нефти и газа. – М.: Недра, 1988. – 157 с.

4. *Дослідження* особливостей нафтонасичення олігоценових порід-колекторів Микуличинського нафтового родовища Передкарпатського прогину / Б.Й. Маєвський, І.Т. Штурмак, Т.В. Здерка і ін. // Нафтова і газова промисловість. – 2008. – № 1. – С. 7–10.

5. *Особливості* ємнісно-фільтраційних властивостей олігоценових порід-колекторів Передкарпатського прогину та їх вплив на характер нафтонасиченості і розподіл запасів вуглеводнів / Б.Й. Маєвський, Т.В. Здерка, І.Т. Штурмак, М.В. Ляху // Нафтова і газова промисловість. – 2008. – № 2. – С. 11–13.

6. *Котяхов Ф.И. и др.* Определение физических параметров трещиноватых коллекторов с использованием глубинного фотографирования стенок скважин // Нефтяное хозяйство. – 1961. – № 5. – С. 40–45.

7. *Ромм Е.С.* Фильтрационные свойства трещиноватых горных пород. – М.: Недра, 1966. – 283 с.

8. *Говорова Г.Л.* Разработка нефтяных месторождений в США. – М.: Недра, 1970. – 369 с.

УДК 553.981, 502.171:502.52

ГЕОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ РЕСУРСІВ ГАЗУ В СЛАБОПРОНИКНИХ ПОРОДАХ-КОЛЕКТОРАХ І СЛАНЦЮВАТИХ ВІДКЛАДАХ УКРАЇНИ

Хомин В.Р.[1], *д. геол. н.,* ***Маєвський Б.Й.***[1], *д. геол.-мін. н., проф.,* ***Клюка А.Р.***[2], ***Пилипюк С.В.***[1]
1 – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (м. Івано-Франківськ), khomyn@ramler.ru;
2 – Науково-дослідний і проектний інститут ПАТ "Укрнафта" (м. Івано-Франківськ)

Проаналізовано природу та особливості знаходження вуглеводневих газів у сланцевих осадових породах. Обґрунтовано екологічно небезпечні процеси, які можуть відбуватися у геологічному середовищі при їх видобутку. При цьому необхідно максимально раціонально підходити до вибору методів і засобів розвідки та розробки родовищ газу сланцевих порід.

GEOLOGICAL FACTORS OF ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE COURSE OF GAS RESEARCH IN LOW PERMEABLE ROCK-COLLECTORS AND SHALE ROCKS OF UKRAINE

Khomyn V.R.[1], *Dr. Sci.(Geol.),* ***Maievskyi B.Y.***[1], *Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Prof.,* ***Kliuka A.R.***[2], ***Pylypiuk S.V.***[1]
1 – Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Ivano-Frankivsk), khomyn@ramler.ru;
2 – Research and Design Institute of PJSC "Ukrnafta" (Ivano-Frankivsk)

In article analyzed the nature and characteristics of the hydrocarbon gas in shale sedimentary rocks. It is proved ecologically dangerous processes that may occur in the geological environment during their production. It is necessary to use the most rational approach to the choice of methods and tools of exploration and development of gas shale rocks.

На сьогодні у світі значна увага приділяється проблемі видобутку вуглеводневого газу зі сланцевих товщ і ущільнених колекторів. За останні роки з’явились окремі публікації та численні повідомлення щодо ресурсів газу слабопроникних сланцевих товщ, що визначаються у трильйонах кубічних метрів на території США, Європи, у тім числі і на території України. Відповідно до опублікованих даних Європейського центру з питань безпеки енергетики і ресурсів ресурси такого газу у Європі становлять понад 17 трлн м^3.

Пошуки, розвідка та видобуток вуглеводневого газу зі слабопроникних відкладів в Україні, як і у Європі, ускладнюються багатьма чинниками, головними з яких є те, що поклади такого типу газу як на території України, так і Європи назагал, майже не досліджені та не вивчені. Крім того, враховуючи підвищену щільність населення Європи, порівняно з територією США, та складність структурно-тектонічної будови її території особливого значення набувають проблеми екологічної безпеки геологічного середовища, пов’язані, зокрема, з використанням технології багатоступінчатого гідророзриву пласта, що може призвести до порушення екологічної рівноваги геологічного середовища та забруднення підземних вод і джерел водопостачання. Необхідно зауважити також і звернути увагу на те, що території США, де інтенсивно видобувається вуглеводневий газ зі слабопроникних відкладів, до початку цього століття були майже не розбурені, а на території України, особливо Карпатського регіону та Передкарпаття зокрема, пробурено до п’яти тисяч свердловин різної глибини і з неоднаковим ступенем герметичності обсадних колон.

Необхідно зазначити, що численні публікації та дискусії щодо газу слабопроникних порід в Україні відрізняються значною розбіжністю в оцінках його ресурсів, що зумовлено відсутністю реального практичного сучасного досвіду пошуку, розвідки та видобутку вугле-

воднів зі слабопроникних товщ. Недостатня вивченість цієї проблеми актуалізує дослідження газоперспективних відкладів осадових басейнів України з метою встановлення їх поширення та оцінки вуглеводневого потенціалу, а також екологічних наслідків пошуку та видобування газу з такого типу порід-колекторів. Стрімкий розвиток сучасних технології щодо пошуку та видобування газу зі слабопроникних відкладів дозволяє по новому підійти до вивчення структурно-геологічної будови слабопроникних відкладів України.

З точки зору екологічної безпеки геологічного середовища одними з найнебезпечніших наслідків гідророзривів пластів (ГРП) є можливе забруднення водоносних горизонтів та підвищення сейсмічної активності району робіт разом з деформаціями масиву гірських порід і денної поверхні.

Щодо забруднення водоносних горизонтів, то важливими факторами, які попередять виникнення екологічно небезпечних ситуацій є дотримання усіх нормативних документів та розрахунків у процесі гідророзриву пласта, якісне цементування усіх колон свердловини та контрольованість самого процесу.

Успішність і ефективність процесу ГРП залежить від правильної інтерпретації його перебігу і швидкого прийняття рішень при зміні параметрів процесу. Найважливішим фактором успішності процедури ГРП є якість рідини розриву і пропанту, для закріплення тріщин у розкритому стані. Аналіз результатів застосування ГРП на різних родовищах світу показав, що кількість вдало проведених операцій гідравлічного розриву складає близько 80 %.

У сейсмоактивних нафтогазоносних областях із складною насувною будовою часто відбувається зім’яття (зрізання) колон на різних глибинах. Основними причинами виникнення пластичної деформації глинистих і соленосних порід і відповідно руйнування обсадних колон є прояви тектонічних рухів та зміни термогідродинамічних і петрофізичних параметрів вказаних товщ, також впливають і геодинамічні процеси при закачуванні у останні значної кількості води. Характерним у цьому відношенні є нафтогазові родовища Передкарпатського прогину, де на багатьох структурах ліквідована значна кількість свердловин. Тому необхідно максимально раціонально підходити до вибору методів і засобів розвідки та розробки родовищ і покладів газу у слабопроникних породах-колекторах і сланцевих товщах та забезпечувати попередження різного роду деформацій як масиву гірських порід, так і колон свердловин для максимального збереження екологічної рівноваги геологічного середовища.

Аналізуючи наведене вище, нами виділено такі основні геологічні чинники, які необхідно враховувати при проектуванні пошуково-розвідувальних робіт у Карпатському регіоні для зменшення негативного їх впливу на геодинамічний стан геологічного середовища у частині зниження або уникнення сейсмонебезпечності процесу гідророзриву пласта:

– трасування тектонічних порушень різної геометрії та генезису, що необхідно разом з іншими умовами враховувати при виборі точки закладання проектної свердловини. Якщо ж ГРП проектується в уже пробуреній свердловині, то розташування тектонічних порушень необхідно враховувати при моделюванні радіусу проникнення техногенних тріщин;

– всебічне та детальне дослідження фільтраційно-ємнісних та механічних властивостей верхньокрейдових порід та їх зміни за площею поширення, що зумовлюватиме параметри моделювання процесу гідророзриву пласта у частині горизонтального радіусу проникнення тріщин у пласті та проектного тиску гідравлічного розриву;

– вивчення особливостей просторового розподілу проникності та тріщинуватості продуктивних пластів, а також проникнення тріщин при проведенні моделювання гідророзриву пласта, що визначатиме об’єм закачуваної у пласт рідини для гідророзриву та необхідної кількості пропанту;

– проведення комплексних геолого-геофізичних досліджень у свердловинах з метою визначення якості обсадження та цементування всіх типів колон у них.

Необхідно також зауважити, що перед початком буріння свердловин з метою видобування газу зі сланцевих товщ необхідно проводити приповерхневі газогеохімічні роботи з метою дослідження можливого вмісту вуглеводневих газів у водах із криниць і у вільному газі з приповерхневих гірських порід на ділянках розбурювання для того, щоб мати фактичні фонові дані вмісту газу у поверхневих водах до початку проведення пошуково-розвідувальних робіт, а у майбутньому – порівнювати їх з поточними для контролю якості питних вод, якими користується населення регіону.

УДК 552.578.3

ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУТКУ ВУГЛЕВОДНІВ З ЧОРНОСЛАНЦЕВИХ УЩІЛЬНЕНИХ ПОРІД В ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

***Боднарчук В.С.**, асп.,*
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (м. Івано-Франківськ),
volodymyr_bodnarchuk@i.ua

У зв'язку з тим, що потреби людства у вуглеводневих енергоносіях ростуть, все частіше доводиться проводити пошуки і розвідку на нафту і газ не лише в традиційних колекторах, але також із сланцюватих аргіліту і алевроліту, які раніше розглядалися тільки як породи покришки. Вказане обумовило необхідність проведення науково-дослідних робіт, з метою уточнення перспективних на нафту і газ товщ. Це потрібно для забезпечення наступних цілеспрямованих пошуків нафтових і газових покладів, а також вуглеводнів з ущільнених сланцевих порід. Були проведені польові, а також геолого-математичні і геохімічні дослідження, які дали можливість виділяти конкретні площі для проведення в майбутньому промислових робіт. До них можна віднести площу Майдан, яка є перспективною в плані видобутку вуглеводнів.

PROSPECTS OF HYDROCARBON PRODUCTION FROM BLACKSHALE BLACK CONSOLIDATED ROCKS WITHIN THE WESTERN REGION OF UKRAINE

***Bodnarchuk V.S.**, Postgrad.,*
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Ivano-Frankivsk),
volodymyr_bodnarchuk@i.ua

In connection with the humanity requirements growth in hydrocarbon fuels sources there is a need of more frequent conducting the exploration and search for oil and gas, not only in traditional reservoirs but also in shales and shale argillites which were earlier considered only as the overlay rocks. The above-mentioned issue stipulated the necessity of carrying out researches with the purpose of clarification of perspective on oil and gas layers. It is necessary for providing the next purposeful searches for oil and gas deposits, and also hydrocarbons from close-settled shale thick layers. It has been done the field and geology-mathematical researches, which enabled to distinguish concrete areas for realization of subsequent production. The Maiydan area can be possibly attribute to them, because on our opinion it is perspective in the hydrocarbons production.

На даний час у світі постала проблема пошуків, розвідки та видобування вуглеводневих енергоносіїв з ущільнених сланцюватих порід. Саме тому, на нашу думку, виникає необхідність їх детального дослідження в межах України.

Раніше такі товщі вважались лише нафтогазоматеринськими або породами покришками. Проте, вже доведено, що сильно збагачені на органічну речовину (ОР) ущільнені сланцюваті відклади можуть бути одночасно і материнською породою, і породою колектором.

У Західному регіоні України найбільш збагачені на ОР є товщі чорносланцевих порід менілітової світи олігоцену та спаської світи нижньої крейди. У тектонічному плані вони найбільш поширені у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину, Скибовій зоні Карпат та Кросненській зоні. Існують думки, що в межах Західного регіону України значними перспективами володіють сланцюваті відклади силуру. Проте, ми вважаємо, що саме інтенсивно насичені ОР породи є кращим варіантом для проведення попередніх експериментальних дослідно-промислових досліджень, пов'язаних з перспективами видобутку вуглеводнів.

Нами були проведені польові геологічні дослідження поверхневих відслонень чорносланцевих порід як менілітової так і спаської світ у різних районах Західної України.

У деяких відслоненнях відклади менілітової світи олігоцену містять до 30 % ОР (у взірцях та шліфах чітко простежуються залишки стебел рослин, залишки риб: хвости, луска та ін.) [1]. Після відбору порід з відслонень були проведені палеонтологічні дослідження на підтвердження віку, люмінісцентно-бітумінологічний аналіз, дегазація порід, а також виготовлені шліфи по окремих взірцях.

Можна помітити, що у деяких шліфах, виготовлених з аргілітів та алевролітів темного кольору, вміст ОР за даними мікроскопічних досліджень сягає інколи навіть до 70 % [2]. Ця речовина має чітко виражену орієнтовану сланцювату будову, що очевидно пов'язано з процесами седиментації. ОР рівномірно розподілена по всій породі, має форму згустків та дрібних грудочок. Представлені породи, в основному – дуже щільні (рис. 1, 2).

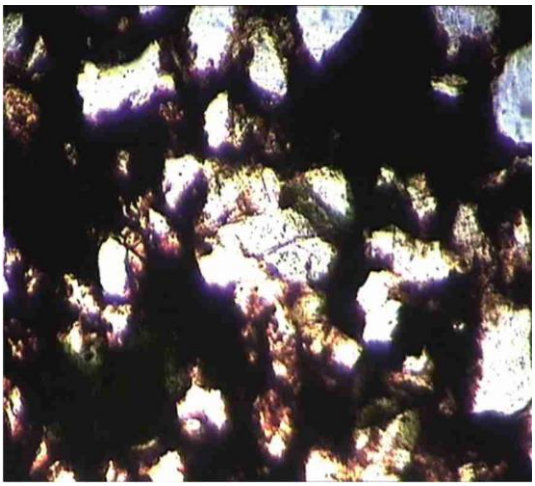


Рис. 1. Шліф чорносланцевої породи менілітової світи олігоцену (збільшено у 178 разів)
(район населеного пункту Раковець, Івано-Франківська область, Україна, фото В.С. Боднарчука)

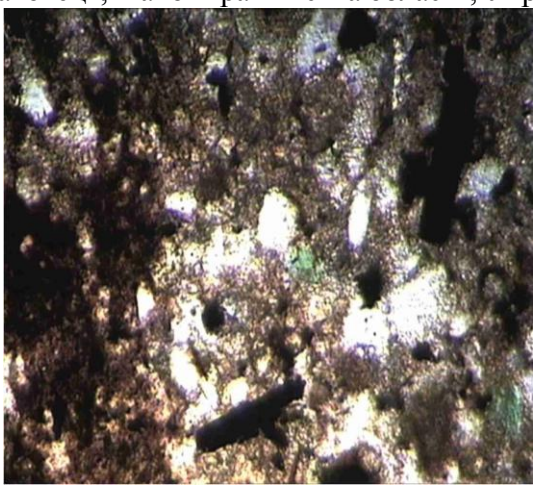


Рис. 2. Шліф чорносланцевої породи спаської світи нижньої крейди (збільшено у 178 разів)
(район населеного пункту Ясіня, Закарпатська область, Україна, фото В.С. Боднарчука)

Потрібно також зазначити, що на відміну від менілітових відкладів, чорносланцеві породи спаської світи досить пористі, близько 12 % від всього об'єму породи. Подекуди ОР в даному стратиграфічному підрозділі утворює згустки до 1 мм та більше і заповнює ними мікротріщини.

Якщо брати до уваги проведені нами лабораторні дослідження та матеріали з друкованих джерел, то потрібно помітити, що середні значення процентного вмісту ОР в породах менілітової світи сягають від 0,6 до 16 %, а спаської – відповідно від 2 до 8 % [3]. Проте, як бачимо, існують ділянки з досить високими показниками.

Як відомо, один із основних показників перспективності ущільнених сланцюватих товщ на вуглеводневу сировину є ступінь катагенетичного перетворення ОР у вуглеводні, яка може бути виражена через коефіцієнт відбивної здатності вітриніту.

Саме тому, для обгрунтування перспективності в плані генерації та вмісту вуглеводневої сировини були проведені геолого-математичні обрахунки із застосуванням даних про глибини залягання, початок осадконакопичення чорносланцевих порід та температурні режими, які впливали на них в процесі їх занурення на теперішню глибину.

Підрахунки по вказаних параметрах дозволили нам вирахувати такий зрілістний параметр як відбивна здатність вітриніту. Даний показник важливий для визначення перспективності материнських порід, а це, в свою чергу, дозволяє нам говорити про наявність генераційної здатності певного стратиграфічного комплексу на конкретній території.

Для обрахунків зрілістного параметру використовувався метод Н.В. Лопатіна, який дозволяє нам визначити, де і коли вуглеводні згенерувались та, на яких глибинах ОР перетворюється у нафту та газ.

Параметром, який дозволяє нам перейти до відбивної здатності вітриніту є температурно-часовий індекс, який можна чітко визначити та прослідкувати, побудувавши криві історичного занурення порід (приклад кривої історичного занурення наводиться нижче, рис. 3).

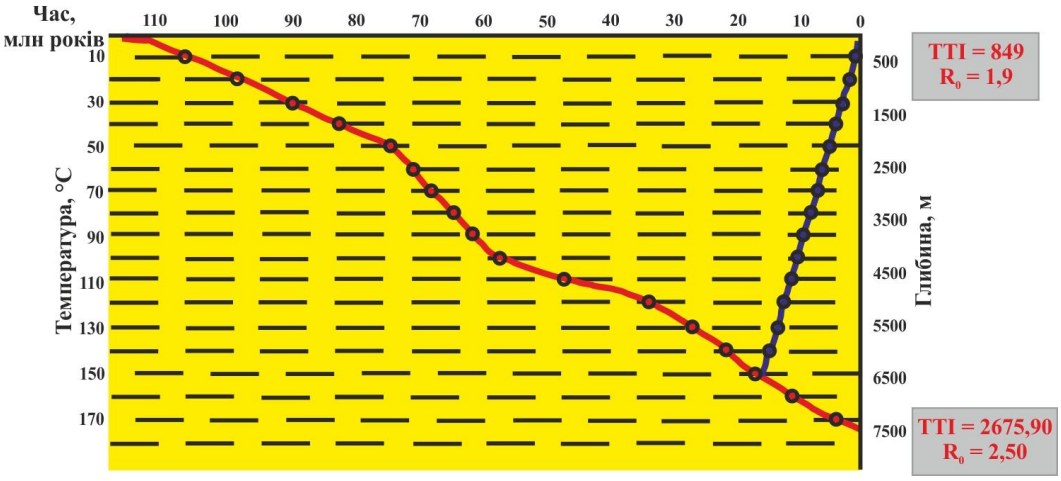


Рис. 3. Крива історичного занурення та підраховані по ній величини температурно-часового індексу (TTI) та коефіцієнту відбивної здатності вітриніту (R_0) для відкладів спаської світи нижньої крейди на перспективній площі Майдан (район населеного пункту Міжгір'я, Закарпатська область).

Поверхневе відслонення – крива синього кольору, свердловина Міжгір'я-1 – червоного кольору (виконав В.С. Боднарчук, 2014 р., за методом Н.В. Лопатіна)

Наступним кроком є переведення часово-температурного індексу у показник відбивної здатності вітриніту. Для цього існує вже опублікована у багатьох наукових виданнях таблиця переводу однієї величини в іншу [4].

Отримані результати наштовхнули нас на ідею побудови графіків залежності параметру відбивної здатності вітриніту від глибини залягання ущільнених чорносланцевих порід меніліто-

вої та спаської світ. На графіках різними кольорами виділені поля, які вказують на генераційну здатність сланцюватих порід на певних глибинах менілітової та спаської світ (рис. 4, 5) [5].

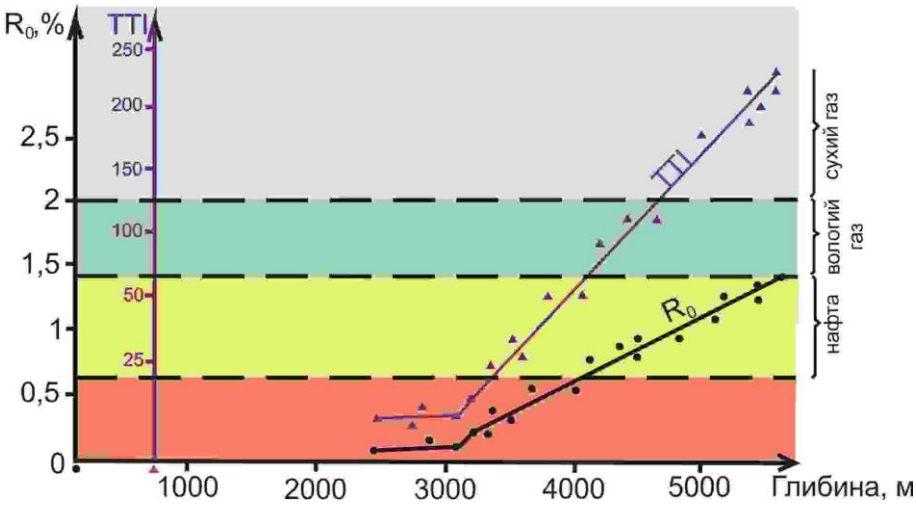


Рис. 4. Характеристика залежності параметрів температурно-часового індексу та відбивної здатності ОР від глибини залягання порід менілітової світи олігоцену за даними геолого-математичних досліджень.
Полями різного кольору відмічені ділянки генерації певного типу вуглеводнів (виконав В.С. Боднарчук, 2014 р.)

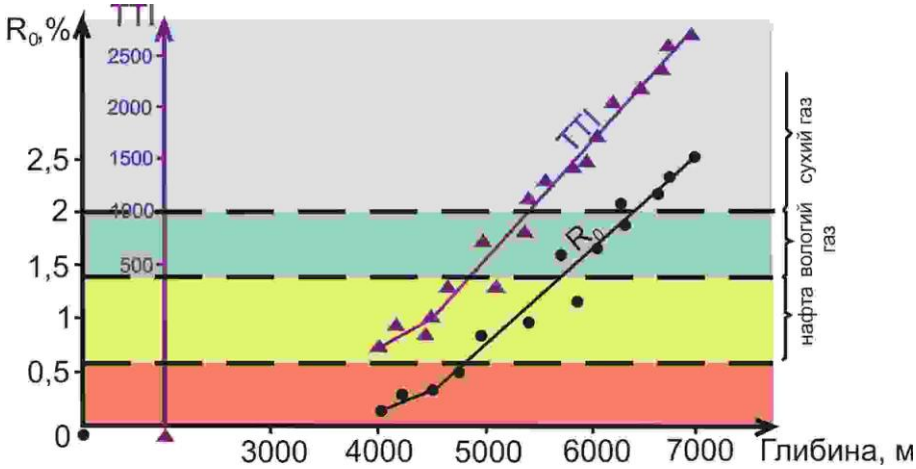


Рис. 5. Характеристика залежності параметрів температурно-часового індексу та відбивної здатності ОР від глибини залягання порід спаської світи нижньої крейди за даними геолого-математичних досліджень.
Полями різного кольору відмічені ділянки генерації певного типу вуглеводнів (виконав В.С. Боднарчук, 2014 р.)

Як бачимо, для менілітової світи генераційне нафтове вікно знаходиться в межах глибин від 4 до 5 км (підтвердженням цього є Соколовецьке родовище нафти [6] та ряд інших родовищ Внутрішньої зони Передкарпатського прогину). Потрібно також сказати, що за даними Ю.В. Колтуна, генераційне вікно менілітової світи знаходиться на глибинах 4–6 км. При чому описана математична модель була перевірена у 90-ті роки експериментально в ме-

жах Західного регіону та містить незначну похибку у результатах, якщо порівнювати фактичні та теоретичні дані [3, 7]. Що ж до чорносланцевих відкладів спаської світи, то існує можливість генерації газу в даний момент, що і частково підтверджується на виділеній нами Майданівській перспективній площі, де був виявлений природній вихід газу [8]. Вона знаходиться в районі населеного пункту Міжгір'я Закарпатської області в межах Західноукраїнського нафтогазоносного регіону. В тектонічному відношенні – приурочена до Кросненської зони. Після проведення детального гео-хімічного аналізу виявилось, що компонентний вміст метану складає близько 98 %, вміст важких вуглеводнів незначний, але його наявність може свідчити про глибинне походження вуглеводнів, а саме їх міграцію з глибини.

На виділеній нами площі були також приблизно оцінені ресурси газу. Мінімальна кількість ресурсів по категорії $Д_2$ у сланцюватих відкладах спаської світи складає 0,55 млрд $м^3$, максимальна ж кількість ресурсів, що може бути присутня в межах даної площі, – 80 млрд $м^3$ [9]. Таким чином, дана ділянка, на нашу думку, є досить перспективною. Саме тому планується продовжити її геолого-геофізичне вивчення.

Таким чином, отримані дані дозволяють зробити нам певні висновки про те, що на глибинах від 4 до 5 км в межах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину в чорносланцевих товщах, інтенсивно збагачених ОР, генеруються вуглеводні нафтового ряду. Це підтверджується на кількох старих, вже раніше відкритих родовищах нафти.

Що ж до спаської світи нижньої крейди, то генераційне вікно газового ряду знаходиться на глибинах від 6 км і нижче. Зважаючи на те, що отримані вуглеводні на перспективній площі Майдан виходять з антиклінальної складки, яка виповнена породами спаської світи, товщиною близько 8 км [6], а також враховуючи отримані дані по проведенню геолого-математичних досліджень, то можна висунути припущення, що відбувається вертикальна міграція газу з глибин. До того ж природні виділення газу спостерігаються та досліджуються тільки протягом останніх 2-х років. Саме тому, на нашу думку, як менілітова світа олігоцену так і спаська світа нижньої крейди є перспективними товщами порід як в плані генерації так і у вилученні з них вуглеводневої сировини.

Таким чином, після проведення викладених досліджень як польових геологічних так і геолого-математичних і геохімічних можна скласти карту перспективних площ, де на даний момент можливий видобуток вуглеводневих енергоносіїв з чорносланцевих аргілітів і алевролітів стратиграфічних підрозділів олігоцену і нижньої крейди в межах західної України (рис. 6).

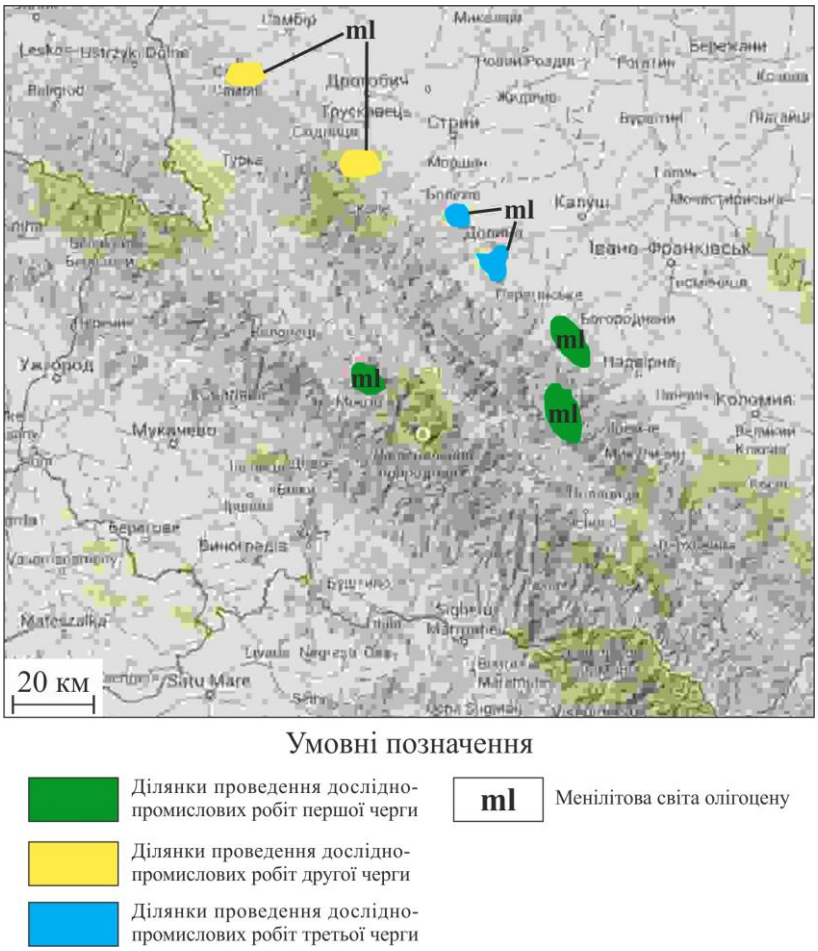


Рис. 6. Карта перспектив проведення дослідно-промислових робіт, пов'язаних з можливим отриманням вуглеводневих енергоносіїв з ущільнених сланцюватих товщ менілітової світи олігоцену і спаської світи нижньої крейди
(виконав В.С. Боднарчук, 2014 р.)

Література

1. *Орлов О.О.* Сланцевий і вугільний газ та інші джерела енергоносіїв майбутнього [Текст] / О.О. Орлов, В.Г. Омельченко, А.В. Локтєв. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2012. – 152 с.

2. *Боднарчук В.С.* Перспективи пошуків та розвідки газу з нетрадиційних колекторів у Західному бітумонафтогазоносному регіоні України [Текст] / В.С. Боднарчук // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ: наук.-техн. журнал ІФНТУНГ. – 2013. – № 1 (46). – С. 22–36.

3. *Колтун Ю.В.* Геохімічна еволюція чорносланцевих товщ та нафтогазові системи Українських Карпат і Передкарпатського прогину [Текст] / Ю.В. Колтун // Львів: автореферат, 2013. – 39 с.

4. *Duglas W.* Waples. Geochemistry in petroleum exploration [Text] / Duglas W. Waples // Boston: D. Reidel publishing company, 1985. – P. 120–154.

5. *Ларин В.И.* Количественная оценка процессов газонакопления [Текст] / Ларин В.И. – М.: Недра, 1982. – 160 с.

6. *Орлов О.О.* Основні об'єкти пошуків газу в бітумінозних відкладах в західних областях України [Текст] / О.О. Орлов, В.С. Боднарчук // "Вісник харківського національного університету імені В.Н. Каразіна". – 2012. – № 997. – С. 50–58.

7. *Koltun Y.* Petroleum generation in the Ukrainian External Carpathians and the adjacent foreland [Text] / Y. Koltun, J. Espitalie, M. Kotarba, F. Roure, N. Ellouz, P. Kosakovski // Journal of Petroleum Geology. – 1998. – V. 21 (3). – P. 265–288.

8. *Орлов О.О.* Знахідка раніше невідомого газопрояву з бітумінозних порід спаської світи Скибової зони Карпат [Текст] / О.О. Орлов, В.С. Боднарчук, Я.І. Лопушняк // Матеріали 4 всеукраїнської наукової конференції ["Актуальні питання геологічних досліджень в Україні"]. – Львів, 2013. – С. 41.

9. *Гутман И.С.* Методы подсчета запасов нефти и газа [Текст] / И.С. Гутман. – М.: Недра, 1985. – 224 с.

СЕКЦІЯ 5

МЕДИЧНА ГЕОЛОГІЯ ЯК НОВИЙ НАУКОВИЙ НАПРЯМ

УДК 61:55

НАУЧНЫЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕДИЦИНСКОЙ ГЕОЛОГИИ

Рудько Г.И., *д. геол.-мін. н., д. географ. н., д. т. н., проф.*, ***Нецкий А.В.***,
Государственная комиссия Украины по запасам полезных ископаемых (г. Киев), rudko@dkz.gov.ua

Рассмотрены научные и методологические основы медицинской геологии Сформулированы объект и предмет изучения, определены направления исследований медицинской геологии. Описанные положения являются основой дальнейшего развития медицинской геологии как науки, служат для обоснования практических решений проблем влияния геологической среды на здоровье человека.

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL GROUNDS OF MEDICAL GEOLOGY

Rudko G.I., *Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Dr. Sci. (Geogr.), Dr. Sci. (Eng.), Prof.*, ***Netskyi O.V.***,
State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), rudko@dkz.gov.ua

Scientific and methodological grounds of medical geology were reviewed. Object and subject of study were formulated, as well as the research trends of medical geology were defined. Described provisions are the basis for further development of medical geology as a science; they serve to substantiate practical solutions of issues that are connected with geological environment impact on human health.

Человек на протяжении всей жизни взаимодействует с геологической средой, формирование и развитие которой прямо или косвенно влияет на его здоровье.

Медицинская геология – наука, изучающая механизм и динамику взаимодействия геологической среды и организма человека, а также результат этого взаимодействия – преимущественно здоровье и жизнь человека с точки зрения влияния на нее геологических процессов.

Актуальность становления науки "медицинская геология" – постоянное ухудшение качества окружающей (в том числе геологической) среды. Знание человека о геологической среде, ее строении и геологических процессах, в пределах территории его обитания, позволит оптимизировать процедуры лечения и профилактики заболеваний, своевременно оказывать требуемую профилактическую и медицинскую помощь.

Объект изучения медицинской геологии – геологическая среда.

Геологическая среда – верхняя часть литосферы (в отдельных случаях – вся литосфера), которая находится под прямым или косвенным техногенным воздействием и динамика которой обусловлена геологическими процессами. Геологическая среда – минеральная основа биосферы, основной поставщик энергетических ресурсов и литосферное пространство для строительства зданий и сооружений.

Смежные среды, такие как атмосфера и поверхностные воды, также могут быть объектом изучения медицинской геологии, в том случае, если их качественные характеристики, которые оказывают влияние на организм, формируются под воздействием геологической среды.

Изучение обстоятельств и факторов влияния геологических объектов и процессов на здоровье людей позволяет разработать лечебно-профилактические меры, необходимые для успешного решения текущих и планирования перспективных задач экономики хозяйствования, воплощение в жизнь различных социальных проектов, основой которых являются интересы всех слоев населения. Вместе с тем развитие медицинской геологии возможно только при условии свободного доступа к медицинской и геологической информации любого уровня и общего обсуждения путей решения социальных, экологических и медицинских проблем.

Как правило, медико-геологические условия территории определяются организацией геологической среды [1], потому как различные типы геологической среды определяют условия строения геологической среды, протекания геологических процессов, условия накопления и

миграции химических элементов и т. п.

Примером организации геологической среды Карпатского региона Украины являются такие типы с характерными формационными комплексами: 1) Закарпатский прогиб (вулканогенная формация), 2) Горноскладчатый прогиб (флишевая формация), 3) Прикарпатский прогиб (глинистая, соляная молассовые формации); 4) Юго-Западная окраина Восточно-Европейской платформы (терригенно-карбонатная и углистая формации). Для каждого типа характерны свои особенности (факторы) влияния на здоровье человека.

При нахождении живого организма (живой организм, в частности тело человека состоит из определенного набора химических элементов, воды, белков, жиров и т. п.) в определенной геологической среде происходит обмен химическими элементами, который зависит от генетических особенностей организма, процессов и явлений, которые происходят в геологической среде, отдельных социальных аспектов жизнедеятельности человека, других факторов. С учетом этих факторов геологическая среда является источником минеральных веществ и воды в их природном, техноприродном и техногенном виде. При этом, геологическая среда как минеральная основа биосферы определяет характер, масштабы и специализацию влияния на здоровье человека и при этом выступает как природный фон или активный фактор влияния.

Следует отметить, что в процессе геологической эволюции, которая сопровождалась чередованием различных по интенсивности и скорости протекания, эндогенных и экзогенных геологических процессов, происходила также трансформация живого организма, представленного вначале простейшими (прокариоты, эукариоты) и развившегося до человека разумного. Это может дополнительно свидетельствовать про тесную взаимосвязь геологической среды и живого вещества.

Предмет изучения медицинской геологии – геологические процессы которые определяют условия жизнесуществования биоты и состояние живого организма, влияние геологической среды на здоровье человека.

Формализация влияния геологической среды на состояние здоровья населения определяется функциональной зависимостью здоровья человека от генетических особенностей и геолого-экологических факторов геологической среды [2].

Взаимодействие человека как биологической системы с геологической средой происходит и проявляется **по таким основным направлениям**:

1) геохимические процессы в ландшафтных комплексах геологической среды;
2) гидрогеохимические процессы в гидросфере;
3) геодинамические природные и техноприродные процессы;
4) геофизические процессы;
5) радиационные процессы в геологической среде, формирующие радиационную обстановку.

Эти факторы охарактеризованы ниже на примере Украины.

Геохимические процессы в ландшафтных комплексах геологической среды являются индикаторами влияния макро- и микроэлементов на состояние здоровья человека, в пределах функционирования систем "почва–растение–организм человека", "почва–растение–животное–организм человека" и т. п.

Микроэлементы – наиболее биоактивная и изменчивая часть рациона человека является определяющим фактором влияния при формировании структуры заболевания.

Риск возникновения болезней связан с недостатком, избытком или дисбалансом содержания микроэлементов в почве и грунтовых водах. Питьевая вода является главным источником поступления в организм человека таких элементов как F, Sr, Br, J. Другие эссенциальные микроэлементы (Co, Fe, Cu, Zn, Mn, V) поступают в организм человека только с продук-

тами питания.

Особенностью ландшафтных комплексов пород является их способность накапливать или выносить определенные химические элементы, что проявляется в появлении риска возникновения определенных заболеваний.

Ландшафтно-геохимические аспекты медицинской геологии преимущественно базируются на данных медицинской статистики и заключаются в анализе механизмов влияния химических элементов на здоровье человека.

Примеры заболеваний, связанные с химическим состоянием почв: 1) загрязнение пестицидами – нарушение деятельности центральной нервной, сердечно-сосудистой и других систем организма, аномалии новорожденных и снижение сопротивляемости иммунной системы; 2) острые и хронические отравления нитратами – клинические проявления со стороны пищеварительного тракта, сердечно-сосудистой системы, центральной нервной системы, дыхательной систем и ЦНС; 3) бактерицидное загрязнения почв – ботулизм, сибирская язва, газовая гангрена. Примером техногенного ландшафтно-геохимического фактора в региональном аспекте является загрязнение грунтов радиоактивными элементами в результате аварии на Чернобыльской АЭС, а примером ландшафтно-геохимического фактора природного генезиса, характерным для отдельных регионов Украины, может быть недостаток йода в окружающей среде, в т. ч. в грунтах, способствующий заболеванию эндемическим зобом.

Гидрогеохимические процессы в гидросфере являются индикатором воздействия на живой организм микроэлементов в питьевой воде. Организм взрослого человека ежедневно потребляет около 2 л воды, а общее состояние водных ресурсов как источника питьевой воды во многих регионах является крайне неудовлетворительным. Безопасное в экологическом плане использование водных ресурсов для питьевых нужд требует разработки стратегии их использования на региональном уровне.

Опасная экологическая ситуация в Украине, связанная с питьевым водоснабжением, объясняется тем, что питьевое водоснабжение многих регионов Украины ориентировано на использование поверхностных источников, экологическое состояние которых в последние годы существенно ухудшилось. Главный фактор ухудшение качества поверхностных вод – многолетняя несбалансированная хозяйственная деятельность.

Нарушение баланса между микроэлементами в питьевой воде (например, Ca, Sr, F) может вызвать поражение костной системы зубов. Например, из-за недостатка кальция в воде и при значительном превышение содержания в ней натрия – в организме человека (особенно детском) образуется специфическая щелочная фосфатаза, что является биохимическим маркером таких заболеваний как остеопороз, остеомаляция.

Геодинамические природные и техноприродные процессы определяют качество условий проживания, а катастрофические эндогенные и экзогенные опасные геологические природные и техноприродные процессы к тому же еще и риск жизни и здоровью человека.

Геофизические процессы являются результатом глобальных, региональных и локальных трансформаций, связанных с магнитосферой, тектоносферой, ионосферой, естественной радиоактивностью (определяет формирование электромагнитных полей, радиационной обстановки и др. под действием которых преимущественно находится человек). Геофизические (электромагнитные) поля, образующиеся в результате механико-тектонических воздействий на границах геоблоков Земли, обусловливают формирование и развитие геопатогенных зон – участков геологической среды, в которых геофизические поля отрицательно влияют на человека и другие биологические объекты.

Аномалии геофизических полей связаны с определенными элементами геологических структур, которые преимущественно находятся в геодинамически активном состоянии, а

также с современными геологическими процессами и явлениями. Медики, биологи, геологи связывают геопатогенных зоны с геологическими разломами, пересечениями подземных водных потоков и энергетическими сетками Земли: прямоугольными и диагональными. В городах и промышленно-городских агломерациях характерным является усиление влияния геопатогенных зон за счет наложения геофизических полей техногенной природы.

Радиационные процессы в геологической среде, формирующие радиационную обстановку. Проявляются в зонах развития залежей полезных ископаемых, в составе которых находятся минералы, которые содержат радиоактивные элементы. Геологическая среда подвержена накоплению радиоактивных элементов вследствие радиационных аварий и ядерных испытаний.

Результатом аварии на Чернобыльской АЭС является техногенное загрязнение почв радиоактивными элементами – изотопами цезия и стронция, которые могут быть элементами пищевых цепочек.

Выводы. Геологическая среда имеет соответствующую организацию (тип), которая контролируется изменчивостью геологических формаций и процессов, которые в них происходят, является определяющим фактором формирования геолого-медицинских условий территорий. Например, для Карпатского региона Украины характерны такие типы геологической среды: горноскладчатый – в пределах горноскладчатой зоны Карпат, платформенный – в пределах юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы, переходящий в пределах Предкарпатского и Закарпатского прогибов. В основу расчета рисков заболеваемости населения должна быть положена спецификация геологической среды.

Условия, которые формируются, и процессы (геодинамические, геохимические, гидрогеохимические, геофизические и др.), которые проходят в геологической среде, определяют ее состояние и взаимосвязи в системе *геологическая среда–человек*.

Оптимальным инструментом определения и минимизации рисков заболеваемости населения определенных территорий из обозначенных в статье проблем является геолого-медицинское картирование территорий на основании результатов медико-геологического мониторинга.

С целью ограничения влияния факторов геологической среды на здоровье населения отдельных регионов остаются нерешенными следующие проблемы:

– доведение информации до населения, которое живет в экологически сложных условиях через естественные или техногенно обусловленные геологические процессы и их последствия, о возможных опасностях и рисках существующих геологических условий и возможности развития неблагоприятных для здоровья и жизни геологических процессов;

– разработка стратегии оптимизации взаимодействия жизнедеятельности с геологическим средой для конкретных регионов, населенных пунктов.

Описанные положения, с нашей точки зрения, являются основой дальнейшего развития медицинской геологии как науки, служат для обоснования практических решений проблем влияния геологической среды на здоровье человека.

Литература

1. *Вступ* до медичної геології у 2 т. / За ред. Г.І. Рудька, О.М. Адаменка. – К.: "Академпрес", 2010. – Т. 1.– 735 с. – Т. 2 – 447 с.

2. *Нейко Є.М., Рудько Г.І., Смоляр Н.І.* Медико-геоекологічний аналіз стану довкілля як інструмент оцінки та контролю здоров'я населення. – Івано-Франківськ: Екор, 2001. – 350 с.

3. *Єгорова Т.М.* Еколого-геохімічна провінція України з дефіцитом кобальту: реакції живих організмів на її території // Доп. НАН України. – 2002. – № 11. – С. 110–114.

4. http://www.ecodesign.kiev.ua.

УДК 550.7

БІОГЕОЛОГІЯ. БІОСФЕРА ВІД АРХЕЮ ДО ТЕХНОГЕНУ

***Рудько Г.І.**, д. геол.-мін. н., д. геогр. н., д. т. н., проф.,*
Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), office@dkz.gov.ua

Розглянута біогеологічна історія Землі як процес безперервної трансформації і постійної адаптації від первинних форм життя до її сучасного стану.
Розвиток життя на Землі відбувався за умови змін геологічних процесів, хімічного складу атмосфери і водного середовища, в періоди між глобальними катастрофами. В результаті більш ніж за 3,8 млрд років сформувалася антропогенна система "людина – геологічне і суміжне середовище", яка трансформувала біосферу згідно потреб людини, створивши прецедент невідповідності потреб людства і ресурсів біосфери.
Визначено основні сценарії розвитку людини і біосфери внаслідок техногену. За результатами виконаних досліджень визначено біогеологічні умови розвитку життя на Землі. Досліджено сценарії ходу техногену і роль людини в умовах інтенсивної трансформації біосфери за рахунок техногенної діяльності.

BIOGEOLOGY. BIOSPHERE FROM THE ARCHAEAN TO THE TECHNOGENE

***Rudko G.I.**, Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Dr. Sci. (Geogr.), Dr. Sci. (Eng.), Prof.,*
State Commision of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), office@dkz.gov.ua

The biogeological history of the Earth as a process of continuous transformation and adaptation from the primary forms of life and till its current state have been considered in the present article.
The development of life on the Earth had started due to the changes of geological processes, changes of the chemical composition of the atmosphere and the aquatic environment within the period of global catastrophe. As a result of more than 3.8 billion years the anthropogenic system "human – geological and related environment" was formed; it transformed the biosphere in accordance with the needs of human, creating the precedent of inconsistency between human needs and biosphere resources.
The basic scenarios of human and biosphere development within the technogene were defined. The results of studies helped to identify the biogeological conditions of the Earth life. The article investigates scenarios of technogene development as well as the role of human under the conditions of intensive biosphere transformation due to the anthropogenic activities.

Одним із головних завдань сучасної теоретичної геології є створення глобальної геодинамічної моделі еволюції Землі та прогноз її подальшого розвитку.

Розвиток біосфери та геологічного середовища Землі тісно пов’язані між собою. Це зумовило виникнення у XXI ст. двох нових міждисциплінарних наук: геобіології та біогеології.

Геобіологія вивчає взаємодію живих істот з геологічними системами, тобто вчені намагаються дослідити і зрозуміти, як діяльність живих організмів змінює поверхню Землі, як геологічні процеси впливали на еволюцію організмів у минулому і як впливають сьогодні. Розглядається взаємодія Землі та її біосфери на всіх рівнях, до цих досліджень залучаються фахівці таких галузей, як геологія, біологія, хімія, біохімія, палеобіологія, а від недавна – молекулярна генетика та геноміка. Цю дисципліну активно розвивають у багатьох провідних університетах США, Європи, Австралії.

Біогеологія – це галузь науки, що розглядає глобальні, регіональні та локальні екосистеми в контексті еволюції геологічного середовища Землі. Зміни в просторових і часових масштабах, які вивчаються в рамках біогеології, роблять її ключовою дисципліною для з’ясування питань розвитку нашої планети в минулому, теперішньому і майбутньому. Розуміння еволюційних змін відіграє вирішальну роль у трактуванні соціально важливих питань

майбутнього. Дослідження були започатковані в Китаї. Основні завдання біогеології полягають у вивченні походження та еволюції життя, еволюції атмосфери, гідросфери та біосфери.

Нестача високоточних методів досліджень земних надр, гірських порід, палеонтологічних решток тощо у минулому зумовила панування уніформістських (сучасне – шлях до минулого) позицій у вивченні історії розвитку Землі геологами. Інтенсивний науково-технічний розвиток людства сприяв розробці нових підходів і технологій у різних сферах науки, в тім числі й геології, що, у свою чергу, зумовило зміну певних наукових поглядів і постулатів. Нині геологу зрозуміло, що минуле – це шлях до теперішнього. Так з'явилась можливість абсолютно по-новому проаналізувати причини "великих вимирань" організмів у минулому та умови виникнення нових форм життя.

Історична геологія нині перебуває у стані революційної перебудови своїх основ. На зміну принципу поступовості геологічних змін – градуалізму – прийшло уявлення про катастрофи-біфуркації як постійні чинники. В останні 20 років у геологічній науці відбувся значний інформаційний прорив щодо етапів формування та розвитку життя на Землі. Завданням цієї роботи є визначення основних напрямів і передумов майбутнього розвитку Землі шляхом аналізу подій та змін в її біогеологічній історії.

Метою дослідження є біогеологічна історія Землі як модель розвитку життя в Галактиці і на планетах Сонячної системи.

За останні 20 років в геологічній науці відбувся значний інформаційний прорив щодо етапів формування і розвитку життя на Землі. У цій статті автор наводить власну концепцію основних біогеологічних етапів на основі проаналізованої інформації.

Вік Землі як планетарного тіла становить близько 4,8 млрд років, стародавні породи, в яких знайдено вуглець органічного походження, мають вік приблизно 3,8 млрд років. Перші достовірні сліди життя ймовірно з'явилися на Землі одночасно з першими ймовірними слідами води [1].

На сьогодні однією з найбільш обговорюваних теорій походження життя на Землі є теорія панспермії, тобто космічного походження первинної живої матерії. Про це свідчить знаходження в метеоритах органічних сполук, фосилізованих примітивних організмів. Російські дослідники виявили в вуглистих хондритах (метеоритах) фосилізовані ціанобактерії і, можливо, недосконалі гриби, американські фахівці знайшли сліди бактерій в уламках порід з Марса, а група вчених з Університету Кардіффа недавно ідентифікувала в уламках метеорита, що впав в кінці 2012 року на територію Шрі-Ланки, фосилізовані залишки діатомових водоростей [2, 3].

Життя розвивалося синхронно з геологічним розвитком планети. За деякими припущеннями на початку протерозою існував єдиний континент Мегагея, який був оточений єдиним океаном.

Найдавніші одноклітинні організми (ціанобактерії) виявлені в стародавніх породах формації Варравуна (Австралія), що мають вік близько 3,5 млрд років, і відкладеннях Онфервахт (Південна Африка), вік яких приблизно 3,4 млрд років, що дає підставу розглядати ранній докембрій як час існування особливого світу, сформованого прокаріотними (без'ядерними) організмами-бактеріями і ціанобактеріями.

Пізніше (близько 2,9 млрд років тому) з'явилися ціанобактерії, які мають сучасний вигляд, що містять хлорофіл і були здатними до оксигенного фотосинтезу. Крім того, ціанобактерії (як і багато інших прокаріот) були здатні фіксувати атмосферний азот.

Таким чином, можна припустити, що вже в середині архею життя на Землі було представлене різноманітними типами прокаріот, які почали впливати на її геологічну історію.

Після появи ціанобактерій панування прокаріотів тривало 1,5–2 млрд років. Мікроорганізми ставали все більш численними і різноманітними. Чим більше накопичувалося кисню в атмосфері, тим більше створювалося передумов для відмирання прокаріотів.

Так, на початковому етапі кисень, який містився в атмосфері, під впливом діяльності прокаріот зв'язувався в океанах. Після того як ця реакція стала неможливою, почала утворюватися киснева атмосфера.

Перехід відновної атмосфери в окислювальну намітився на початку протерозою, про що свідчать зміни хімічного складу порід. Формування окисної атмосфери стало поштовхом бурхливого розвитку еукаріотних організмів, енергетика яких базується на процесі дихання. Очевидно, що еукаріотна форма життя тісно пов'язана з аеробним середовищем, підготовленим прокаріотами.

Виділений ранніми фотосинтезуючими організмами кисень був токсичним і смертельно небезпечним для анаеробних форм життя. Після його накопичення у воді і атмосфері анаеробні прокаріотні спільноти витіснилися глиб на дно водойм, тобто в локальні ніші з досить низьким вмістом O_2.

Останній етап протерозою, що тривав близько 100 млн років (венд), продемонстрував вибух різноманіття багатоклітинних.

Новий ступінь у розвитку органічного світу – масова поява у багатоклітинних різноманітних зовнішніх і внутрішніх скелетів. З цього часу датується фанерозой – "ера явного життя", оскільки збереження скелетних решток в земних шарах дозволяє докладніше відтворювати хід біологічної еволюції.

Формування свідомого існування живих організмів пов'язано з появою людини роду Homo і суспільства, що приблизно збігається з кордоном неогенової і четвертинної систем хроностратиграфічної шкали.

Техноген – сучасний етап геологічної історії, що характеризується інтенсивною діяльністю людини і посиленням її впливу на геологічне середовище, був запропонований в 1988 році професором Г.І. Тер-Степаняном. Цей етап розпочався в голоцені і триватиме, поки існує людство. Він характеризується стрімким посиленням техногенної трансформації геологічного середовища під впливом людини. В результаті погіршується екологічний стан біосфери, збільшується забруднення навколишнього середовища, змінюються умови існування людства, клімат, режим екзогенних геологічних процесів; тобто процеси, що відбуваються без глобальної тектонічної перебудови планети і внаслідок цих змін кліматичних поясів, за своїми темпами і масштабами не мають аналогів у минулому.

Останні 20 років перехідного періоду між тисячоліттями стали наріжним каменем сучасного стану та перспектив подальшого розвитку цивілізації Homo sapiens. За попередні 200 років ми непомітно й загадково перейшли із технічно-техногенної в технічно-техногенно-інформаційну людську спільноту. По суті, як з’ясувалось сьогодні, людство не готове до такої трансформації, а методологічний фундамент цих перетворень потребує доопрацювання або перегляду.

Людство є носієм технологій та інформації в рамках держав чи міждержавних транснаціональних утворень і виступає сьогодні як геологічна сила, яка за масштабами своєї діяльності досягає (у деяких випадках переважає) масштабів природних процесів. Для практичної мети людина може конвертувати геологічні процеси, впливати як на середовище, так і на техносферу.

На сьогодні існують такі сценарії розвитку людини і біосфери внаслідок техногену:

• шлях посилення техногену, перенаселення планети і жорстка боротьба за ресурси з усіма;

• шлях цивілізованої колонізації космосу і освоєння його ресурсів;

• спосіб регулювання населення Землі відповідно до ресурсів біосфери.

Отже, основний шлях біогеологічного розвитку Землі проходив за таким сценарієм: 4,6 млрд років тому планета Земля сформувалась із акреційного диска, який обертався навколо Сонця; 4,5–3,5 млрд років тому – зародилось життя, можливо, від молекул РНК, здатних самовідтворюватись (згідно з гіпотезою світу РНК, відтворювання цих організмів потребувало ресурсів: енергії, простору і крихітної кількості матерії, яких із часом почало не вистачати; це привело до суперництва і природного добору, обирались молекули, ефективніші у відтворенні; основною відтворюваною молекулою стала ДНК); архаїчний геном невдовзі розвинув внутрішні мембрани, які створили стабільні фізичне і хімічне середовища для сприятливішого розвитку надалі, сформувавши протоклітини; 3,8 млрд років тому виникли доядерні організми, або прокаріоти; 3,0–2,7 млрд років тому з'явилися фотосинтезуючі ціанобактерії, що використовували воду як відновник і в результаті виробляли кисень, який поступово знищував інших прокаріотів; 2,7–2,2 млрд років тому з'явилися перші еукаріоти, які на відміну від архейських прокаріотів мали ядро, характеризувались складною внутрішньою структурою, наявністю хромосом; 580–540 млн років тому зародилась едіакарська біота – перша стадія складного багатоклітинного життя, процеси фотосинтезу сприяли збільшенню вмісту кисню в атмосфері, синтезувався озон, потужний шар якого захистив Землю від згубного для всього живого ультрафіолетового випромінювання; живі організми змогли вийти з води, яка захищала їх від ультрафіолету, на суходіл; 540–500 млн років тому з'явились медузи, мушлі, ракоподібні, риби ("кембрійський вибух"); майже 500 млн років тому на Землі з'явилась перша наземна рослинність, 200 млн років тому – птахи і рептилії, ще через 50 млн років – динозаври, які вимерли через наступні 100 млн років, що сприяло розвитку ссавців. Близько 20 млн років тому з'явились мавпи, 2 млн років тому – первісні люди (Homo habilis). За період еволюції із порожнечі, наповненої енергією, Всесвіт із безлічі частинок створив людську істоту, мозок якої містить сотні мільярдів нейронів. Знадобилося 3 млрд років для появи багатоклітинних організмів, але всього 70–80 млн років для того, щоб швидкість еволюції зросла на порядок (за співвідношенням швидкості вимирання і виникнення нових видів) і зумовила виникнення більшої частини сьогоднішнього видового розмаїття. Постають запитання: "Чи можливе позаземне життя у Всесвіті? Чи може бути повторений шлях еволюції, який пройшла Земля, на інших планетах?" Криза біосфери піднімає питання необхідності використання науково-технічного потенціалу людства для пошуків виходу з цієї ситуації.

На основі знань, якими володіє людство на сьогодні, одним із варіантів вирішення цієї проблеми є пошук планет, придатних для освоєння людиною. В основу наших прогнозів покладена модель формування життя на Землі від прокаріотів до людини, тобто від простого до складного за період більше ніж 3,8 млрд років.

Література

1. *Еськов К.* История Земли и жизни на ней: От хаоса до человека // М.: НЦ ЭНАС. – 2004. – 312 с.

2. *Розанов А.Ю.* История становления скелетных фаун // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 12. – С. 62–68.

3. *Wickramasinghe N.C. et. al.* Fossil diatoms in a new carbonaceous meteorite // Journal of Cosmology. – 2013. – Vol. 21, No. 37. – P. 9560–9571.

УДК 504.4

ФІЗІОЛОГІЧНА ПОВНОЦІННІСТЬ МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ ПІДЗЕМНИХ ПИТНИХ ВОД ЯК ФАКТОР ФОРМУВАННЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ ОДЕСЬКОЇ АГЛОМЕРАЦІЇ)

***Сафранов Т.А.**, д. геол.-мін. н., проф.,*
Одеський державний екологічний університет (м. Одеса), safranov@ukr.net

Відхилення від нормативних значень характерні практично для всіх визначуваних показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод з підземних джерел водопостачання Одеської агломерації. Тривале споживання питних підземних вод, які характеризуються з дисбалансом їх мінерального складу, може бути одним із негативних чинників впливу на здоров'я населення Одеської агломерації.

PHYSIOLOGICAL USEFULNESS OF MINERAL COMPOSITION OF DRINKING GROUNDWATER AS A FACTOR OF POPULATION HEALTH (BY THE EXAMPLE OF ODESA AGGLOMERATION)

***Safranov T.A.**, Dr. Sci. (Geol.), Prof., Odesa State Environmental University (Odessa), safranov@ukr.net*

Almost all physiological usefulness indexes describing mineral composition of drinking water from underground sources are characterized with divergence from their standard values. Continuous consumption of potable underground water which has imbalanced mineral composition is one of the negative impacts on population health in Odessa agglomeration.

Вступ. Якість питних вод визначається епідеміологічними, санітарно-хімічними та радіаційними показниками, а також показниками фізіологічної повноцінності мінерального складу (ФПМС), які визначають адекватність мінерального складу води біологічним потребам організму людини. Вимоги до показників ФПМС питної води наведені у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1]: сухий залишок 200–500 мг/дм^3; загальна лужність – 0,5–6,5 ммоль/дм^3; кальцій – 25–75 мг/дм^3; магній – 10–50 мг/дм^3; загальна жорсткість 1,5–7,0 ммоль/дм^3; натрій – 2–20 мг/дм^3; калій – 2–20 мг/дм^3; йод – 20–30 мкг/дм^3; фториди – 0,7–1,2 мг/дм^3. До екологічної безпечності та якості питної води, призначеної для споживання людиною, пред'являються такі гігієнічні вимоги: питна вода повинна бути безпечною в епідеміологічному та радіаційному відношенні, мати сприятливі органолептичні властивості та нешкідливий хімічний склад; для виробництва питної води слід надавати перевагу підземним водам (ПВ), надійно захищеним від біологічного, хімічного та радіаційного забруднення [1].

Характеристика якості питних ПВ і їх вплив на здоров'я населення розглядаються в численних роботах. А.І. Іванов та ін. [2] на основі аналізу робіт, опублікованих у провідних наукових виданнях за останні 10 років, відмічають певні закономірності між якістю питних вод і захворюваністю населення. У цій оглядовій роботі відзначається, що найбільш залежні від гідрохімічного складу питних вод ендемічні хвороби, патологія серцево-судинної системи (ССС) та шлунково-кишкового тракту. Серед населення, що вживає високомінералізовану сульфатно-кальцієву воду, частіше зустрічаються захворювання органів травлення. Хімічний склад питних вод здатний впливати на мінеральний гомеостаз організму людини. Розрізнення вмісту Na^+, K^+, Ca^{2+} і Mg^{2+} можуть мати відношення до поширеності артеріальної гіпертензії. Дефіцит і дисбаланс Ca^{2+} і Mg^{2+} можна розглядати в якості потенційних факторів ризику виникнення у населення сечокам'яної хвороби, захворювань шкіри, ССС та органів травлення. Водночас, в останні роки з'явилася низка

робіт, в яких мова йде про те, що такі показники питних вод, як жорсткість, вміст Ca^{2+} і Mg^{2+} не спричиняють вплив на захворюваності ССС. У дослідженні нідерландських учених зв'язку між жорсткістю, вмістом Ca^{2+} і Mg^{2+} у питних водах і смертністю від ішемічної хвороби серця та інсульту, відзначено відсутність значимого зв'язку між цими показниками. В аналітичному огляді англійських учених також йдеться про результати досліджень, присвячених впливу жорсткості питних вод і вмісту Ca^{2+} на виникнення захворювань ССС. При цьому наголошується, що більшість авторів при виконанні подібних досліджень свідчать про наявність зворотного зв'язку між рівнем магнію у воді і хворобами ССС. Одним з найважливіших критеріїв оцінки якості питних вод, здатним впливати на стан і розвиток людського організму, як на клітинному, так і макрорівні, є її фізіологічна повноцінність, тобто те, якою мірою вода є джерелом необхідних для людини біогенних мікро- і макроелементів. З питних вод людина може отримати до 20 % добової дози кальцію, до 25 % магнію, до 50–80 % фтору, до 50 % йоду.

Дослідженнями Ю.М. Ворохти [3] встановлено, що особливостями у складі питних вод Одеської області є високе різноманіття комбінацій мінеральних компонентів та часте перевищення нормативного вмісту компонентів сухого залишку, у т.ч. Na^{+} у 1,4–2,2 рази, загальної жорсткості – у 1,3–2,0 разів, загальної мінералізації – у 1,1–1,6 разів при низькому вмісті мікроелементів (Cr, Ni, Co, Cu, Zn, Pb). Квоти водного фактора щодо постачання організму життєво важливих макро- і мікроелементів складають для населення Одеської області відповідно від 3,7 % до 26 % за Mg^{2+}, від 1,1 % до 21 % за Ca^{2+}, за Na^{+} – від 0,04 % до 10,0 %. Роль впливу окремих компонентів мінерального складу питних вод на здоров'я дитячого та дорослого населення є різною; зокрема, на здоров'я дітей більшою мірою сприяє вміст Ca^{2+} та Mg^{2+}, а також наявність NO_3^{-}, тоді як для дорослих більш важливим є вміст Na^{+}, значення жорсткості, які суттєво впливають на ризик виникнення кардіоваскулярної патології, збільшуючи її вдвічі. Встановлено, що споживання питної води фізіологічно неадекватного мінерального складу негативно впливає на здоров'я дитячого населення. Доросле ж населення, яке споживає питну воду з високим вмістом окремих нетоксичних мінеральних сполук, добре адаптується до складу питних вод із загальною мінералізацією – до 1500 мг/дм^3, загальною жорсткістю – до 6 ммоль/дм^3, Na^{+} – 250 мг/дм^3, Ca^{2+}/Mg^{2+} – до 1,0; Sr^{2+}/ Ca^{2+} – до 0,01. Тому, для районів із несприятливими за мінеральним складом питними водами є доцільною розробка регіональних стандартів якості питної води, які мають відповідати цим діапазонам адаптації.

Отже, огляд цих літературних даних підтверджує, що якість (у т. ч. мінеральний склад) питних вод є чинником, який істотно впливає на формування здоров'я населення.

Мета дослідження. Метою даної роботи є оцінка фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод із підземних джерел водопостачання, як можливого фактору формування здоров'я населення Одеської агломерації, що має важливе науково-методичне та практичне значення.

Матеріали і методи дослідження. Оцінка фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод із підземних джерел водопостачання Одеської агломерації наводиться за результатами досліджень хіміко-бактеріологічної лабораторії філії "Інфоксводоканал" за 2006–2007 рр. та 2010–2011 рр. Результати досліджень узагальнені у вигляді таблиць і графіків, які побудовані з використання програми Excel. Крім того, використовувалися методи статистичного, порівняльно-географічного та картографічного аналізу інформації.

Результати дослідження. Господарсько-питне водопостачання Одеської агломерації базується переважно на поверхневих водах (р. Дністер). Альтернативним джерелом водопо-

стачання є міжпластові підземні води верхнєсарматського водоносного горизонту (ВГ) міоцену, які експлуатуються артезіанськими свердловинами, що пробурені у різних частинах території Одеської ПГА.

В бюветних комплексах застосовується технологія підготовки ПВ, яка складається із таких стадій очищення:

1) механіко-каталітичне фільтрування (окислення Fe^{2+}, видалення дрібнодисперсних зважених часток);

2) очищення половини об'єму води методом зворотного осмосу (видалення Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, SO_4^{2-}, Cl^{-}, HCO_3^{-}, мікроорганізмів);

3) змішування води, що пройшла очищення методом зворотного осмосу, з водою, що пройшла механічне фільтрування, у співвідношенні 1 : 1 в результаті чого загальна жорсткість, мінералізація, Na^{+}, SO_4^{2-}, Cl^{-} значно зменшуються;

4) озонування відносно збалансованої за мінеральним складом води, що дозволяє забезпечити знезараження, дезодорацію, окислення органічних і неорганічних речовин, дегазацію води і насичення її киснем;

5) адсорбційна очистка озонованої води на фільтрах з активованим вугіллям (в процесі цього видаляються озон, окислені органічні і деякі речовини);

6) вторинне озонування води, що пройшла стадію адсорбційної очистки, перед подачею споживачам [4].

Якщо у поверхневих (річкових) водах відхилення від нормативних значень характерні лише для натрію і фторидів [5], то в ПВ верхньосарматського водоносного горизонту в діапазон нормативних значень не вписуються практично всі визначувані показники ФПМС (табл. 1).

Таблиця 1

Діапазон значень показників фізіологічної повноцінності мінерального складу підземних вод бюветних комплексів Одеської агломерації до (чисельник) і після (знаменник) очищення

№ з/п	Показники	Діапазон фактичних значень		Діапазон нормативних значень
		2006–2007 рр.	2010–2011 рр.	
1.	Загальна жорсткість, ммоль/дм^3	1,80 – 9,20↑ / 0,10↓ – 3,60	1,90 – 7,50↑ / 0,50↓ – 3,20	1,5–7,0
2.	Загальна лужність, ммоль/дм^3	3,20 – 8,50↑ / 0,10↓ – 4,00	3,00 – 5,00↑ / 0,80 – 4,50	0,5–6,5
3.	Калій, мг/дм^3	– / 0,30↓ – 42,23↑	4,60 – 10,00 / 1,00↓ – 7,10	2–20
4.	Кальцій, мг/дм^3	– / 1,00↓ – 24,04↑	13,0↓ – 48,0 / 3,00↓ – 30,00	25–75
5.	Магній, мг/дм^3	– / 0,61↓ – 29,19	13,4 – 69,0↑ / 4,30↓ – 26,10	10–50
6.	Натрій, мг/дм^3	– / 0,50↓ – 198,76↑	125,0↑ – 300,0↑ / 49,80↓ – 175,00↑	2–20
7.	Сухий залишок, мг/дм^3	363,60 – 4096,60↑ / 21,80↓ – 742,00↑	652,3↑ – 1203↑ / 141,0↓ – 858,0↑	200–500
8.	Фториди, мг/дм^3	– / 0,03↓ – 0,61↑	– / 0,05↓ – 0,64↓	0,7–1,2

Як бачимо із табл. 1, значення всіх показників ФПМС води верхньосарматського ВГ після очищення помітно знижуються. Шляхом додаткового очищення води з артезіанських свердловин у водоочисних комплексах проблема збалансованості фізіологічно важливих мінеральних компонентів ПВ вирішується лише частково, а в деяких випадках навіть посилюється.

Графіки середньомісячних значень показників ФПМС питних вод з бюветних комплексів Одеси, що побудовані за даними досліджень 2006–2007 рр., показують більш складний характер розподілу в порівнянні з аналогічними графіками для водопровідної води [5]. Можливо, що характер розподілу значень показників ФПМС питних ПВ багато в чому залежить від складових масиву інформації, тобто від даних по конкретному показнику з різних бюветних комплексів. При цьому необхідно враховувати природну гідродинамічну і гідрогеохімічну зональність ПВ, режимні умови та інші фактори.

У цьому зв'язку інтерес представляють дані про середні значення деяких показників ФПМС бюветних вод (усереднені дані за 2006–2007 рр.) до і після очищення в окремих бюветних комплексах – табл. 2 (у чисельнику дані по ПВ до очищення; в знаменнику – дані по ПВ, які додатково очищені в водоочисному комплексі; **напівжирним шрифтом** відзначені показники, значення яких вище (↑) або нижче (↓) за норматив [1]). На жаль, не за всіма показниками ФПМС питної ПВ є необхідна кількість даних для того, щоб судити про їх концентрації до і після очищення ПВ, тому наведені середні значення та його довірчий інтервал лише для загальної жорсткості, загальної лужності та сухого залишку.

Таблиця 2

Середні значення деяких показників фізіологічної повноцінності мінерального складу ПВ із окремих бюветних комплексів Одеської агломерації до (чисельник) і після (знаменник) очищення

№ бювета (кількість проб – *n*)	Загальна жорсткість, ммоль/дм^3	Загальна лужність, ммоль/дм^3	Сухий залишок, мг/дм^3
1 (*n* = 52)	4,37 ± 0,06 **0,84(↓) ± 0,22**	4,27 ± 0,06 1,40 ± 0,12	**961,49(↑) ± 8,10** 344,36 ± 8,60
2 (*n* = 52)	3,51 ± 0,04 **0,71(↓) ± 0,12**	5,34 ± 0,05 1,09 ± 0,10	**1115,76(↑) ± 7,44** 252,54 ± 9,60
3 (*n* = 52)	3,75 ± 0,02 **1,08(↓) ± 0,14**	4,68 ± 0,05 1,70 ± 0,18	**910,22(↑) ± 3,20** 386,85 ± 26,44
4 (*n* = 51)	2,01 ± 0,05 **1,01(↓) ± 0,10**	5,24 ± 0,05 3,29 ± 0,22	**811,26(↑) ± 7,89** **511,29 ± 28,83(↑)**
5 (*n* = 51)	3,81 ± 0,07 **0,98(↓) ± 0,18**	4,37 ± 0,04 1,20 ± 0,19	**825,30(↑) ± 8,95** 249,98 ± 37,12
6 (*n* = 44)	4,47 ± 0,09 **1,00(↓) ± 0,19**	4,33 ± 0,06 0,98 ± 0,18	**903,04(↑) ± 13,60** 237,87 ± 41,13
7 (*n* = 51)	3,18 ± 0,06 **0,77(↓) ± 0,12**	5,03 ± 0,06 1,29 ± 0,20	**957,90(↑) ± 5,02** 284,57 ± 22,33
8 (*n* = 49)	4,58 ± 0,04 **1,14(↓) ± 0,22**	4,42 ± 0,06 1,52 ± 0,19	**1071,49(↑) ± 9,64** 391,86 ± 27,33
9 (*n* = 52)	7,65 ± 0,05 1,80 ± 0,30	3,89 ± 0,05 1,42 ± 0,20	**1136,51(↑) ± 6,49** 417,28 ± 23,87

Закінчення табл. 2

10 (*n* = 52)	4,78 ± 0,04 **1,01(↓) ± 0,20**	4,28 ± 0,05 1,04 ± 0,17	**1118,50(↑) ± 6,14** 285,09 ± 19,28
11 (*n* = 51)	**8,88 ± 0,07(↑)** **0,37(↓) ± 0,11**	**8,08(↑) ± 0,08** 0,50 ± 0,09	**4069,92(↑) ± 6,35** 263,73 ± 48,37
12 (*n* = 51)	4,87 ± 0,03 **0,99(↓) ± 0,21**	4,26 ± 0,05 0,99 ± 0,19	**1094,05(↑) ± 7,60** 253,45 ± 29,04
13 (*n* = 51)	4,18 ± 0,05 **1,19(↓) ± 0,25**	4,65 ± 0,05 1,38 ± 0,26	**911,17(↑) ± 2,95** 299,88 ± 38,43
14 (*n* = 48)	2,88 ± 0,09 **0,66(↓) ± 0,14**	4,66 ± 0,05 1,08 ± 0,21	**909,32(↑) ± 5,29** 230,30 ± 23,78
15 (*n* = 26)	7,60 ± 0,02 **1,46(↓) ± 0,54**	3,80 ± 0,06 0,78 ± 0,24	**1208,29(↑) ± 4,95** 208,04 ± 28,90

Як бачимо з табл. 2, на усіх бюветах ПВ до очищення характеризувалися середніми значеннями *загальної жорсткості* в межах нормативного діапазону, за винятком бюветного комплексу № 11 (сквер Заболотного), де величина загальної жорсткості була дещо вища за нормативний максимум (*maxN*). Після очищення ПВ середнє значення жорсткості практично у всіх бюветах нижче мінімальної норми (*minN*), окрім бювету № 9 (сквер Старобазарний), де середнє значення дещо перевищувало мінімальну норму. Ці дані опосередковано вказують на дефіцит Ca^{2+} і Mg^{2+} (але не на їх співвідношення) в ПВ, що використовуються в питних цілях в більшості бюветних комплексах. При вживанні жорстких питних вод порушується процес всмоктування жирів у кишечнику, що обумовлено утворенням Ca–Mg нерозчинних мив при омиленні жирів. В районах з жарким кліматом перебіг сечокам'яної хвороби погіршується при жорсткості води понад 10 ммоль/дм^3. Жорсткі води сприяють появі дерматитів, тому що Ca–Mg мила мають дратівливу дію. Для пиття воліють мати воду середньої жорсткості з невисоким вмістом Mg^{2+}, оскільки його сульфати порушують процеси всмоктування і моторну діяльність кишечнику. Тому, якщо вміст SO_4^{2-} у воді до 250 мг/дм^3, то вміст Mg^{2+} не повинен перевищувати 30–50 мг/дм^3. Вміст Ca^{2+} бажано мати 75–100 мг/дм^3, максимум до 150 мг/дм^3. Для м'яких питних вод іноді характерний високий природний вміст Na^+, однак його надлишок служить додатковим чинником розвитку деяких форм гіпертонії. Підвищена жорсткість питних вод сприяє розвитку захворювань ССС [6]. За матеріалами Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) епідеміологічні дослідження, що проводилися в різних країнах протягом останніх 50 років, показали, що існує зв'язок між зростанням кількості захворювань ССС з наступним летальним результатом і споживанням м'якої ПВ [7], але, як зазначено вище, є низка робіт, в яких мова йде про те, що такі показники ПВ, як жорсткість, вміст Ca^{2+} і Mg^{2+} не впливають на захворюваність ССС [2].

Концентрація *кальцію* протягом 2006–2007 рр. знаходилася в межах діапазону його нормативних значень, тобто не досягала рівня мінімальної норми (*minN*). Широко поширена думка, що наявність Ca^{2+} у ПВ сприяє затвердінню артерій, утворенню каменів у нирках і захворюванню печінки, фактичними даними не підтверджується. Кальцій, що має високу фізіологічну активність, виконує в організмі різноманітні функції, такі як формування кісткової тканини, мінералізація зубів, регуляція внутрішньоклітинних процесів, регуляція процесів нервової провідності та м'язових скорочень, підтримання стабільної серцевої діяльності. Надлишок кальцію в організмі може бути причиною артриту, остеодистрофії, остеофібро-

зу, м'язової слабкості та ін. Дефіцит кальцію є причиною 147 захворювань (остеопороз, тахікардія, аритмія, побіління рук і ніг, ниркова та печінкова коліки, підвищена дратівливість тощо). Наприклад, остеопороз, – захворювання, що посідає 10 місце за смертністю серед дорослого населення, обумовлене нестачею кальцію в організмі [7].

Вміст *магнію* (аналогічно значенню загальної жорсткості) в листопаді-грудні 2006 р. і січні-березні 2007 р. досить незначно перевищував величину мінімальної норми (*minN*). Магній є найважливішим внутрішньоклітинним елементом. Нормальний рівень Mg в організмі необхідний для забезпечення багатьох життєво важливих процесів; Mg зміцнює імунну систему. Надмірна кількість Mg спричиняє послаблювальний ефект. Зі зниженням концентрації Mg в крові спостерігаються симптоми збудження нервової системи аж до судом. Зменшення вмісту Mg в організмі призводить до збільшення вмісту Ca, надмірна кількість Mg – до дефіциту Ca і P. Оскільки основна частина Mg потрапляє в організм людини з продуктами харчування, то питання щодо значення концентрації Mg^{2+} в ПВ є дискусійним. Припускають, що вміст Mg^{2+} в ПВ може бути вирішальним для тих людей, які споживають його в незначних кількостях з продуктами харчування, але п'ють воду з високим вмістом Mg^{2+} [7].

Середні значення *загальної лужності* в ПВ всіх бюветних комплексів як до, так і після очищення знаходяться в межах нормативного діапазону, що є позитивним фактором формування здоров'я населення. Незначне перевищення нормативного значення загальної лужності відмічено лише в ПВ бювету № 11 до очищення. Відомо, що використання лужних питних вод сприяє підвищенню показника тривалості життя населення на 20–30 %.

Судячи з табл. 2, на переважній частині Одеської агломерації води верхнєсарматського ВГ прісні і слабосолонуваті. Для прісних вод південної частини території характерне домінування сульфатно-гідрокарбонатного натрієвого типу, прісних і слабко солонуватих центральної частини – сульфатно-хлоридного натрієвого типу, солонуватих і солоних північної частин – хлоридного натрієвого типу. Найбільш мінералізовані води приурочені до ділянок, розташованим північніше району Пересипу, підтвердженням чого є найбільш високе значення *сухого залишку* (більше 4000 мг/дм^3) у воді з свердловини бюветного комплексу № 11 (сквер Заболотного), а також наявність Куяльницької мінеральної води (3400–4200 мг/дм^3) сульфатно-гідрокарбонатно-хлоридного магнієво-натрієвого складу без специфічних компонентів і властивостей. Крім підвищеної мінералізації, для такого типу ПВ характерні підвищені значення жорсткості, лужності, калію і натрію, тому їх використання в питних цілях можливо лише після додаткового очищення. Після очищення ПВ всіх досліджуваних бюветних комплексів характеризуються середніми значеннями сухого залишку в межах нормативного діапазону. Питна вода з підвищеною мінералізацією впливає на секреторну діяльність шлунка, порушує водно-сольовий баланс, що призводить до різних несприятливих фізіологічних відхилень в організмі (перегріву в спекотну погоду, порушення почуття втамування спраги, збільшенню гідрофільності тканин, зміні секреції шлунка, посиленню його моторної функції і перистальтики кишечнику і т.д.). З іншого боку, тривале вживання маломінералізованої води може призвести до деяких несприятливих фізіологічних порушень в організмі (зокрема, до зменшення вмісту хлоридів в тканинах і ін.) [6]. Споживання занадто маломінералізованої ПВ негативно впливає на механізми гомеостазу, обмін мінеральних речовин і води в організмі (посилюється виділення рідини – діурез). Це пов'язано з вимиванням внутрішньо- і позаклітинних іонів з біологічних рідин, їх негативним балансом. Демінералізована ПВ має не тільки незадовільні органолептичні показники, а й негативно впливає на організм людини. Можливі наслідки споживання ПВ, збідненої мінеральними речовинами, діляться на такі

категорії: прямий вплив на слизову оболонку шлунка, метаболізм і гомеостаз мінеральних речовин, та інші функції організму; незначне надходження Ca^{2+} і Mg^{2}; незначне надходження інших макро- і мікроелементів; втрати Ca^{2+}, Mg^{2} та інших макроелементів у процесі приготування їжі; можливе зростання надходження в організм токсичних металів.

Що стосується концентрації *натрію*, то простежується явне перевищення величини максимальної норми (*maxN*) протягом усього періоду спостережень. Відомо, що натрій – життєво важливий міжклітинний та внутрішньоклітинний елемент, який бере участь у створенні необхідної буферності крові, регуляції кров'яного тиску, водного обміну, активізації травних ферментів, регуляції нервової та м'язової тканин. Із вмістом Na пов'язують також спроможність тканин утримувати воду.

Концентрація *калію* протягом 2006–2007 рр. знаходилася в межах діапазону його нормативних значень. Калій регулює кислотно-лужну рівновагу крові. Він бере участь у передачі нервових імпульсів, активізує роботу ряду ферментів, активізує м'язову роботу серця, благотворно впливає на стан шкіри і функціонування нирок. Калій має захисну дію проти небажаного впливу надлишку натрію і нормалізує тиск крові.

На жаль, майже немає даних щодо вмісту *йоду* в ПВ, але слід нагадати, що практично все населення України відчуває дефіцит йоду [7]. Йод належить до мікроелементів, що мають життєво важливе значення. Основну кількість йоду людина одержує завдяки добовому харчовому раціону: з рослинною їжею приблизно 70 мкг, з їжею тваринного походження 40 мкг, з питною водою й атмосферним повітря 10 мкг [8]. Дефіцитною на йод місцевістю вважають таку, де у питній воді менше за 10 мкг/дм^3 і де зміна щитовидної залози спостерігається більш ніж у 10 % населення. Біологічне значення йоду пов'язано з розвитком ендемічного зобу, затримці у фізичному і розумовому розвитку у дітей.

Концентрація *фторидів* в бюветних водах, як і у водопровідній воді [5], не досягає рівня мінімальної норми (*minN*). У деяких роботах, присвячених якості питних вод для дітей першого року життя, наводяться такі дані: вміст фтору має бути не більш 0,3 мг/дм^3, щоб запобігти розвитку флюорозу. Питні води розглядаються як джерело кальцію (24–56 % добової потреби), вміст якого повинен становити від 50,0 до 100,0 мг/дм^3, а також основним джерелом надходження в організм фтору, з якої він засвоюється на 90–97 %. У доповіді ВООЗ "Фтор у питній воді", присвяченій цій проблемі, представлені останні наукові дані про поширеність фтору, наслідки його впливу на здоров'я. При недостатньому надходженні фтору в організм знижується стійкість емалі зубів до кислих харчових продуктах і продуктів бактерійного розкладання, що призводить до карієсу. Надмірне ж надходження фтору призводить до флюорозу. Для клінічного флюорозу зубів характерні зміна забарвлення і ерозія емалі зубів. У більш важких випадках може бути пошкоджена вся зубна емаль. При флюорозі скелету фтор протягом багатьох років поступово накопичується в кістках, що призводить до погіршення рухомості і болю в суглобах [2, 6]. Оскільки фтор є мікроелементом для якого характерний відносно різкий перехід від фізіологічно корисних концентрацій до концентрацій, що викликають токсикоз, то у вітчизняній і зарубіжній літературі наводяться переконливі аргументи, як прихильників, так і супротивників фторування питної води [7, 9]. У багатьох країнах світу прийнятий регіональний принцип нормування фтору в питній воді, коли його оптимальна концентрація визначається максимальною денною температурою повітря, через те що залежить кількість споживаної людиною води. Середньомісячні значення температури повітря (°С) в Одесі, наприклад, для 2008 р. (о 12 год.) складають: січень – 0,39; лютий – 3,4; березень – 7,89; квітень – 11,83; травень – 17,4; червень – 24,2; липень – 25,5; серпень – 27,69; вересень – 19,52; жовтень – 15,65;

листопад – 8,87; грудень – 3,45. З урахуванням цих даних, концентрація фтору в питних водах протягом січня–квітня, листопада–грудня може складати 1,2 мг/дм^3, у травні та вересні – 0,9 мг/дм^3, в червні–липні – 0,8 мг/дм^3 і в серпні – 0,7 мг/дм^3.

Наукова новизна дослідження полягає в оцінці фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод верхнєсарматского водоносного горизонту, як можливого фактору впливу на здоров'я населення (на прикладі Одеської агломерації).

На підставі проведених досліджень можна зробити такі **висновки**:

1) відхилення від нормативних значень характерні практично для всіх визначуваних показників ФПМС вод верхнесарматского водоносного горизонту;

2) після очищення у ПВ на 40–50 % знижуються концентрації Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, що ще більше провокує розвиток захворювань, зумовлених дефіцитом цих есенціальних елементів, тобто шляхом додаткового очищення води з артезіанських свердловин в водоочисних комплексах проблема збалансованості фізіологічно важливих мінеральних компонентів ПВ вирішується лише частково, а в деяких випадках навіть посилюється;

3) дефіцит фторидів в питних ПВ вимагає обґрунтування значущості їх фторування як засобу профілактики карієсу зубів серед широких верств населення;

4) тривале споживання питних ПВ, які характеризуються дисбалансом їх мінерального складу, може бути одним із негативних чинників впливу на здоров'я населення Одеської агломерації, а тому необхідно проведення подальших спеціальних досліджень.

Література

1. *Державні* санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10). – К., 2010.

2. *Иванов А.В., Тафеева Е.А., Давлетова Н.Х., Вавашкин К.В.* Современные представления о влиянии питьевой на состояние здоровья населения. // Вода: химия и экология.– 2012. – № 3. – С. 48–53.

3. *Ворохта Ю.М.* Гігієнічна оцінка впливу мінерального складу питних вод на здоров'я населення: Автореф. дис. … канд. мед. наук. – Одеса: Одеський держ. медичний ун-т, 2007. – 20 с.

4. *Войтенко А.М., Петренко Н.Ф.* Подземная вода как источник воды бюветных комплексов г. Одессы. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ecologylife.ru/odesski-region/podzemnaya.

5. *Сафранов Т.А., Поліщук А.А. Волков А.І. та ін.* Физиологическая полноценность минерального состава питьевых вод Одесской агломерации // Вісник ОДЕКУ. – 2013. – № 15. – С. 5–16.

6. *Коммунальная* гигиена / К.И. Акулов, К.А. Буштуева, Е.И. Гончарук и др. / Под ред. К.И. Акулова, К.А. Буштуевой. – М.: Медицина 1986. – 608 с.

7. *Вступ* до медичної геології. У двох томах / За ред. Г.І. Рудька, О.М. Адаменка. – К.: Академпрес, 2010.

8. *Розен Б.Я.* Геохимия брома и йода. – М.: Недра, 1970. – 142 с.

9. *Кузубова Л.И., Кобрина В.Н.* Химические методы подготовки воды (хлорирование, озонирование, фторирование): Аналит. обзор / СО РАН, ГННТБ, НИОХ. – Новосибирск, 1996. – 132 с.

УДК 616.311.2–002–053.2:612.014.4

СТАН ТКАНИН ПАРОДОНТА У ДІТЕЙ, ЯКІ ПРОЖИВАЮТЬ В УМОВАХ ВПЛИВУ ДІЇ НЕСПРИЯТЛИВИХ ЧИННИКІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

***Безвушко Е.В.**, д. мед. н., доц.,* ***Малко Н.В.**, асист.,*
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького (м. Львів)

Наведені дані про стан тканин пародонта у дітей, які проживають в умовах впливу дії несприятливих чинників навколишнього середовища. Встановлено, що поширеність катарального гінгівіту у дітей, у віці 7, 12, 15 років, що проживають на більш забруднених територіях значно вище, ніж у їх однолітків з екологічно чистого регіону.

STATE OF PARADONTIUM TISSUES AMONG CHILDREN THAT LIVE IN CONDITIONS OF ADVERSE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS

***Bezvushko E.V.**, Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof.,* ***Malko N.V.**, asst.,*
Danylo Galytskyi Lviv National Medical University (Lviv)

The information on the state of parodontium tissues among the children living in various environmental conditions was presented in the article. It has been shown that the prevalence of catarrhal gingivitis among children and at the age of 7, 12 and 15 living in more polluted areas is much higher than among their peers living in the so called "clean" area.

Епідеміологічні дослідження останніх років вказують на високу розповсюдженість основних стоматологічних захворювань у дітей в екологічно несприятливих регіонах. Захворювання пародонта посідають друге місце по частоті і поширеності після карієсу, тому є суттєвою проблемою дитячої стоматології [2, 3, 6, 7, 8].

Проблема патології пародонта в дітей обумовлена як широкою поширеністю захворювань, так і тим фактом, що несвоєчасне їх лікування в дитячому і юнацькому віці призводить згодом до важких незворотних уражень тканин пародонта у дорослому віці [3, 7].

Незважаючи на досягнуті успіхи, у дитячій пародонтології залишається проблемою своєчасна діагностика та лікування захворювань пародонта в дітей, що мешкають в екологічно несприятливих регіонах. Враховуючи профілактичний напрямок дитячої стоматологічної допомоги, актуальним є визначення факторів, які впливають на формування патології, встановлення клінічних особливостей захворювань та механізмів їх виникнення, розробка патогенетично спрямованих лікувально-профілактичних заходів, що дозволить попередити розвиток тяжких форм ураження тканин пародонта.

Мета дослідження. Оцінка стану тканин пародонта у дітей, які проживають в умовах комплексного впливу антропогенного навантаження та природних геохімічних умов.

Методи. З метою оцінки стану тканин пародонта проведено епідеміологічне обстеження 642 дітей, які проживають на території з високим рівнем забруднення та природним дефіцитом йоду та фтору (м. Яворів та м. Жидачів) [1]. Для контрольних даних обстежено 214 дітей, мешканців м. Львова, який характеризується як умовно "чистий регіон". Оглянуто дітей віком 7, 12 та 15 років згідно рекомендацій ВООЗ. Стан тканин пародонта оцінювали за результатами опитування, огляду порожнини рота і за допомогою пародонтальних індексів та проб (індекс РМА, проба Шіллера-Писарева). Статистичну обробку матеріалів здійснено на комп’ютері за програмою Excel.

Результати. Аналіз епідеміологічних даних показав, що розповсюдженість запальних захворювань тканин пародонта у обстежених дітей із регіону з підвищеним антропогенним навантаженням та зниженим вмістом йоду та фтору (ЕЗР) становить 66,98 ± 1,85 %, тоді як у дітей, які проживають в умовно "чистому регіоні" – 46,26 ± 3,40 %, $p < 0,01$. Відповідно, здоровий пародонт у оглянутих дітей з ЕЗР виявляли у 33,02 ± 1,86 % при 53,73 ± 3,41 % ($p < 0,01$), у осіб групи порівняння (рис. 1).

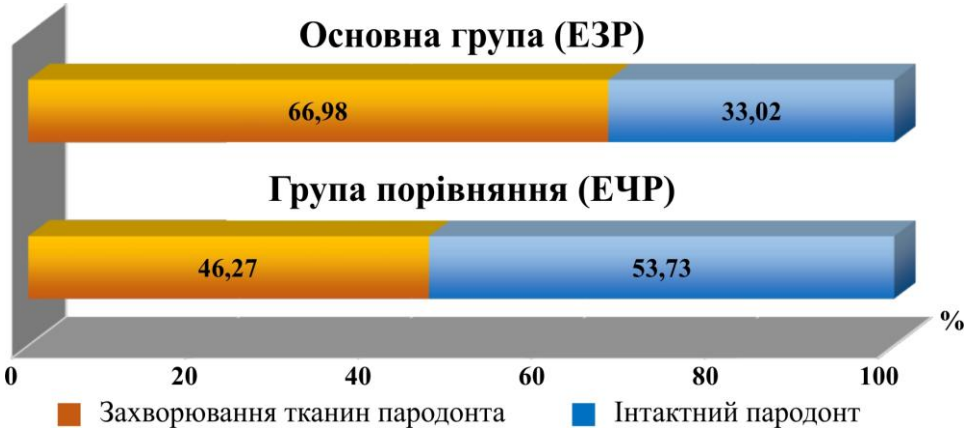


Рис. 1. Поширеність захворювань тканин пародонта у обстежених дітей

Поширеність запальних захворювань тканин пародонта з віком зростає в усіх групах дослідження (табл. 1). Так, у 7 річних дітей м. Яворів цей показник зростав від 64,0 ± 4,80 % до 79,09 ± 3,88 % у 15-ти річних осіб. У оглянутих м. Жидачів поширеність захворювань тканин пародонта у 7-ми річному віці склала 52,33 ± 4,83 % та збільшуючись з віком, у 15 років дорівнювала 69,49 ± 4,24 %. У дітей м. Львова, який характеризується як умовно "чистий регіон" у 7-ми річних дітей аналізуємий показник дорівнював 37,14 ± 5,78 % при 55,55 ± 5,86 % у віковій групі 15 років.

Таблиця 1

Поширеність захворювань тканин пародонта у дітей залежно від віку та місця проживання (у %)

Населені пункти	7 років		12 років		15 років	
	к-сть обстежених	абс (%)	к-сть обстежених	абс (%)	к-сть обстежених	%
Яворів	100	64 (64,0 ± 4,80) $p < 0,01$ $p_1 < 0,05$	101	75 (74,25 ± 4,35) $p < 0,01$ $p_1 > 0,05$	110	87 (79,09 ± 3,88) $p<0,01$ $p_1>0,05$
Жидачів	107	56 (52,33 ± 4,83) $p < 0,01$	106	66 (62,26 ± 4,71) $p < 0,05$	118	82 (69,49 ± 4,24) $p > 0,05$
Львів	70	26 (37,14 ± 5,78)	72	33 (45,83 ± 5,87)	72	40 (55,55 ± 5,86)

Примітка. p – ступінь достовірності по відношенню до дітей м. Львова; p_1 – ступінь достовірності між дітьми м. Яворова та м. Жидачів

Аналіз структури захворювань тканин пародонта показав, що у дітей з ЕЗР хронічний катаральний гінгівіт (ХКГ) діагностували у 64,48 ± 1,88 % випадків, проти 44,85 ± 3,39 % ($p < 0,01$), у групі порівняння. Гіпертрофічний гінгівіт визначали у 16 осіб (3,34 ± 0,59 %) з екологічно несприятливого регіону та 1,40 ± 0,64 % ($p > 0,05$), у осіб умовно "чистого регіону" (рис. 2).

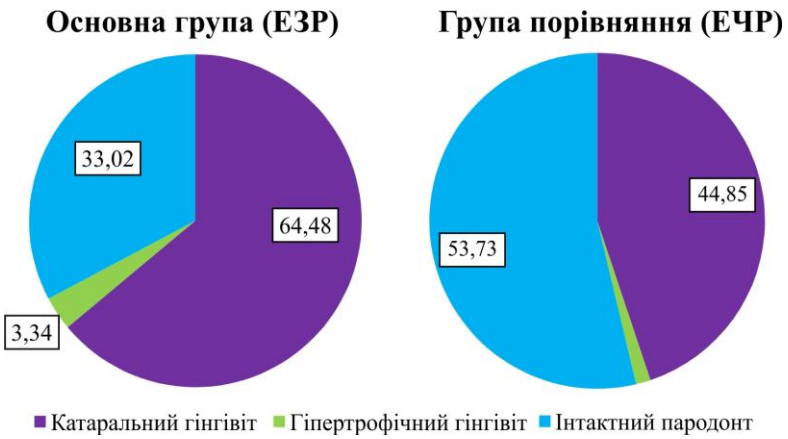


Рис. 2. Структура захворювань тканин пародонта у обстежених дітей

Висновки. У дітей, що проживають на екологічно забруднених територіях поширеність захворювань тканин пародонта була у 1,4 рази вище ніж у дітей з екологічно чистого регіону, що виражалось у збільшенні процентного відсотка дітей з хронічним та гіпертрофічним гінгівітом. З віком, поширеність захворювань тканин пародонта збільшувалась в обох групах дослідження, однак у дітей, що проживають у несприятливих умовах довкілля, відзначалась більш висока поширеність захворювань тканин пародонта.

Новизна дослідження. Вперше, був проведений аналіз поширеності захворювань тканин пародонта у дітей, які проживають в умовах антропогенного навантаження та природного йод-, фтор дефіциту.

Література

1. *Безвушко Е.В.* Вплив забруднення довкілля на стоматологічну захворюваність дітей / Е.В. Безвушко, М.А. Климчук // Довкілля та здоров'я. – 2006. – № 2. – С. 65–68.

2. *Безвушко Е.В.* Особливості формування патології тканин пародонта у дітей, що проживають у різних екологічних умовах // Вісник стоматології. – 2008. – № 2. – С. 97–101.

3. *Годованець О.І. та ін.* Особливості клінічного перебігу хронічного катарального гінгівіту в дітей, які проживають на території з підвищенням рівнем нітратів у питній воді / О.І. Годованець, М.М. Рожко, З.Б. Попович // Галицький лікарський вісник. – 2007. – № 3. – С. 15–17.

4. *Грузєва О.В.* Проблеми здоров'я населення, пов'язані з екологічними чинниками / О.В. Грузєва // Наук. вісн. НМУ ім. О.О. Богомольця. – 2007. – С. 67–68.

5. *Захворюваність* дитячого населення України та чинники, які впливають на здоров'я дітей / Н.Я. Панчишин, В.Л. Смірнова, О.Я. Галицька-Хархаліс // Актуальні питання педіатрії, акушерства та гінекології. – 2011. – № 2. – С. 131–132.

6. *Лучинський М.А.* Вплив негативних факторів довкілля на рівень стоматологічної захворюваності дитячого населення / М.А. Лучинський, Ю.І. Лучинська, О.І. Остапко, В.М. Лучинський // Вісник проблем біології і медицини. – 2014. – Вип. 2, Т. 1 (107).

7. *Модина Т.Н.* Патология тканей пародонта и функциональное состояние организма у подростков / Т.Н. Модина, Е.В. Мамаева, О.Н. Лопаткина // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2006. – № 1–2. – С. 78–84.

8. *Children's* health and the environmentagenda for prevention research / P.J Landrigan, J.E Carlson, C.F Bearer et all // Environment Health Perspectives. – 1998. – № 3. – P. 94–97.

УДК 549.892.1:(615:661.743.2)

РОЛЬ КАЛЬЦІЮ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

Малюк В.І.[1], *д. мед. н., проф.,* ***Репецька Г.Г.***[2], *к. мед. н., доц.,*
1 – Інститут генезису життя і всесвіту (м. Київ), 1936@i.ua;
2 – Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця (м. Київ), 1137@ukr.net

Кальцій – один з основних мінералоутворюючих елементів. Його сполуки мають велике промислове значення. Не менш важливу роль вони виконують в організмі людини. Солі кальцію забезпечують механічну опору кісток та зубів. Вміст кальцію в організмі дорослої людини становить 1,2–1,9 % від загальної маси тіла. Кальцій необхідний для нормального зростання і розвитку скелета людини, адже 99 % кальцію відкладається саме в кістковій тканині, роблячи її міцною і твердою. Для чоловіків і жінок в середньому потреба кальцію становить 450–800 мг на добу. Велику роль кальцій грає в роботі серця, забезпечуючи гальмування нервового імпульсу, завдяки чому серцевий м’яз розслабляється. Оскільки серце працює все життя без зупинок, фаза відпочинку є для нього дуже важливою. Кальцій також забезпечує розслаблення скелетних м’язів, блокуючи можливість надмірного збудження нервових закінчень. Однією з найважливіших функцій кальцію в організмі є згортання крові. Якщо кальцію в організмі мало, то згортання уповільнюється.

ROLE OF CALCIUM IN HUMAN BODY

Maliuk V.I.[1], *Dr. Sci. (Med.), Prof.,* ***Repetska G.G.***[2], *Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof.,*
1 – Institute of life and universe genesis (Kyiv), 1936@I.ua;
2 – Bogomolets O.O. National medical university (Kyiv), 1137@ukr.net

Calcium – one of important elements in minerals. Its compounds are of great industrial value. They play a no less important role in the organism of man. Salts of calcium create mechanical support of bones and teeth. The content of calcium in the organism of the grown man makes 1,2–1,9 % from its mass of body. A calcium is needed for normal development of skeleton of man, because a 99 % calcium is inserted in bone tissue, doing it strong and hard. For men and women the average demand of calcium is 450–800 mg per day. A calcium participates in work of heart, braking of nervous impulse, what creates a diastole (phase of rest). As a heart works without the stops through life, the phase of rest for it is very important. Calcium also relaxes skeletal muscles, preventing their exhaustion. One of the most important functions of calcium in an organism is blood coagulation. If calcium content is low in an organism – coagulation slows down.

Кальцій – один з основних мінералоутворюючих елементів. Кальцій становить 3,39 % маси земної кори [1]. Сполуки кальцію вапняки, доломіти, мармур, крейда, арагоніт, силікати широко розповсюджені в природі і мають велике промислове значення.

Не менш важливу роль кальцій і його сполуки виконують в організмі людини.

Це основний елемент, що забезпечує механічну опору кісток та зубів. Солі кальцію становлять 70 % ваги кісток і надають їм міцність і твердість. Біля 99 % кальцію перебуває в кістках і зубах, решта циркулює в крові, де він виконує різноманітні важливі функції [2].

Вміст кальцію в організмі дорослої людини коливається в межах 1,2–1,9 % від загальної маси тіла. Функції цього елемента неможливо переоцінити. Всім відомо, що кальцій необхідний для нормального зростання і розвитку скелета людини, адже 99 % кальцію відкладається саме в кістковій тканині, роблячи її міцною і твердою. Також кальцій регулює передачу нервових імпульсів, забезпечуючи тим самим нормальну роботу серця і скелетної мускулатури. Без присутності цього елемента порушується процес згортання крові, втрачається еластичність судин і підвищується їх проникність.

Окрім кісток, в нашому організмі кальцій використовується постійно для забезпечення нормального функціонування серця і м’язів. Саме тому він є тим елементом, який повинен надхо-

дити в організм постійно в оптимальній кількості. Чим вище рухова активність людини і чим швидше в його організмі йдуть біохімічні процеси, тим більше кальцію йому буде потрібно. Для чоловіків і жінок в середньому добова потреба становить від 450 до 800 мг цього елемента.

Під час фізичних вправ частішає серцебиття, біохімічні процеси в м'язах проходять значно швидше. Як наслідок, кальцію потрібно більше. Саме тому людям, що ведуть активний спосіб життя, зокрема спортсменам, рекомендується збільшення щоденного споживання цього елемента до 1000–1200 мг на добу.

Більше кальцію потрібно і дітям, через швидке зростання кісток. Крім того, більшість дітей постійно знаходиться в русі. Тому дитині потрібно не менше ніж спортсменам – 1000–1200 мг на добу. Підчас вагітності, особливо в другій її половині, організм жінки працює на межі своїх можливостей: частішає дихання і серцебиття, всі реакції в організмі проходять набагато швидше. Крім цього, в матці маленький плід швидко росте і міцніє, відбираючи у мами все, що йому необхідно. Тому добова доза для вагітних найвища – 1100–1400 мг щоденно в першій половині вагітності і 1500–1800 – в другій. Нерідко вагітні споживають крейду, як реакція на дефіцит кальцію. Не варто знижувати щоденне споживання кальцію і годуючим мамам, оскільки необхідно не тільки забезпечити ним малюка, що росте, але і відновити запаси кальцію у власній кістковій тканині [3].

Джерела кальцію в продуктах харчування. Традиційно вважається, що якнайкращим джерелом кальцію є сир. Проте, кальцію набагато більше міститься в низці продуктів, таких як мигдаль, шпинат, твердий сир, сметана, кунжут. Також кальцій в дещо менших кількостях є в оселедці, скумбрії, м'ясі, квасолі, хлібі, фініках і інших продуктах. Цікаво, що насіння кунжуту містить вдесятеро більше кальцію, ніж сир. Чому ж як джерело кальцію рекомендують не кунжут, а саме сир, твердий сир, оселедець і м'ясо? Відповідь на це питання криється в тому, що кальцій, як і інші активні речовини, рідко зустрічається в природі в чистому вигляді, а частіше всього у вигляді солей.

Відомо, що більшість солей кальцію нерозчинні, а це істотно утруднює їх всмоктування в травній системі. Тому обмін кальцію відбувається тільки у присутності вітаміну Д, легка для засвоєння форма якого міститься виключно в продуктах тваринного походження. Тому сир є більш цінним джерелом кальцію, ніж будь-який рослинний продукт. Більше, ніж в м'якому сирі, кальцій в легкій для засвоєння формі міститься тільки в твердих сортах сиру, з яких найціннішим вважають чеддер.

Функції кальцію в організмі. Кальцій постійно потрібен для формування структури кісткової тканини. Відомо, що щомить в організмі людини проходять тисячі біохімічних реакцій, старі клітини гинуть, нові утворюються. Кісткова тканина не є виключенням. Її клітини і відповідні структури постійно оновлюються і для цього потребують кальцію. У кістках кальцій знаходиться у формі сполуки гідроксилапатиту [$Ca_5(PO_4)_3OH$] [4].

Велику роль кальцій відіграє в роботі серця. Під його дією відбувається згасання нервового імпульсу, завдяки чому серцевий м'яз розслабляється в фазі діастоли. Оскільки серце працює все життя без зупинок, фаза відпочинку є для нього дуже важливою.

Кальцій також забезпечує розслаблення скелетних м'язів, блокуючи можливість надмірного збудження нервових закінчень. Саме тому солі кальцію застосовують для зняття судомних скорочень м'язів. Кальцій бере участь у стимуляції скорочень матки під час пологів, а також у продукції молока.

Однією з найважливіших функцій кальцію в організмі є згортання крові. Якщо кальцію в організмі мало, то потрібно більше часу для того, щоб ранка або подряпина закрилася тро-

мбом. За цей час можна не тільки втратити більше крові, але і інфікувати рану, що уповільнить її загоєння.

Регуляція обміну кальцію. Вміст кальцію в сироватці крові становить 9–12 мг в 100 мл. Половина цієї кількості – це зв'язаний з білками кальцій, а інша половина – це вільний, або йонізований кальцій. Фізіологічно активний лише йонізований елемент. Засвоєння і зміни концентрації кальцію в крові бувають в фізіологічних умовах, а також при захворюваннях.

Кальцій, що надходить з їжею, всмоктується в тонкій кишці і переходить звідти в кров, а далі більша частина його досягає кісток і зубів. Найбільш ефективна абсорбція кальцію залежить від присутності в організмі вітаміну Д, який є ключовим фактором серед різних гормонів, які надають кальцію можливість перейти з травної системи в кров, кістки, і зуби. Крім того, існує оптимальне співвідношення фосфору до кількості кальцію, що забезпечує повне використання останнього. Гормони паращитоподібної та щитоподібної залоз внутрішньої секреції (паратгормон і кальцитонін відповідно) також допомагають підтримувати рівновагу кальцію в крові. Ці регуляторні механізми допомагають запобігти розвитку дефіциту кальцію в крові. Коли такий дефіцит все ж розвивається, паратгормон і вітамін Д діють таким чином, щоб перемістити кальцій з кісток в кров для того, щоб підтримувати дуже важливий нормальний рівень цього мінералу в крові.

Результатом помірної недостатності кальцію протягом довгого часу може бути остеопороз, хвороба, що характеризується стоншенням і послабленням кісток. Порушення метаболізму кальцію в дитинстві може призвести до рахіту. Нещодавні дослідження вказують на дефіцит кальцію, як можливу причину гіпертонії (високого кров'яного тиску) і раку товстої кишки. Значний дефіцит кальцію, або гіпокальцемія, який означає зниження рівню кальцію в крові нижче нормального, має власні клінічні прояви. Головний синдром – це тетанія (або спазмофілія), яка проявляється болісними спазмами м'язів, онімінням і поколюванням навколо рота і кінчиків пальців. Ці прояви піддаються лікуванню кальцієм. Клінічно виявлений дефіцит кальцію є відносно нечастою знахідкою і майже завжди є проявом дефіциту або гормону паращитоподібної залози або вітаміну Д, тобто, двох головних регуляторів метаболізму кальцію. При своєчасному розпізнаванні і лікуванні тетанії та рахіту прогноз сприятливий. Кальцій виводиться з організму переважно з калом, а також (менша частина) з сечею.

Гіперкальцемія, тобто підвищення рівня кальцію в крові, буває у новонароджених дітей після 4 дня життя, у недоношених, а також у дорослих при передозуванні вітаміну Д. Ми спостерігали гіперкальцемію (25 мг %) під час операції на серці з апаратом штучного кровообігу без явних негативних наслідків [5].

Література

1. *Holtzclaw H.F., Jr. Robinson W.R. General chemistry, D.C.Heath.* – Toronto, 1988. – P. 363.

2. *"Calcium deficiency"*. Encyclopedia Britannica 2007 Ultimate Reference Suite. – Chicago: Encyclopædia Britannica, 2014.

3. http://fitfan.ru/nutrition/vitamins/3238-kalciy.html.

4. *"Hydroxylapatite"*. Encyclopædia Britannica from Encyclopædia Britannica 2007 Ultimate Reference Suite. (2014).

5. *Малюк В.И.* Энергетический обмен миокарда при пороках сердца и метаболическая коррекция его нарушений: Дис. … д-ра мед. наук. – Киев, 1977. – 366 с.

УДК 631.4:614.77

МІСЦЕ ҐРУНТОСФЕРИ В КОНТЕКСТІ ПРОБЛЕМ МЕДИЧНОЇ ГЕОЛОГІЇ

***Дмитрук Ю.М.**, д. біол. н., проф.,*
Чернівецький національний університет імені Ю. Федьковича (м. Чернівці)

Розглядаються можливості ґрунтознавства для вирішення проблем медичної геології. Висвітлюється особлива роль ґрунтового покриву як багатофазної системи, яка функціонує в режимі інтерфейсу між всіма поверхневими геосферами Землі. Унікальність ґрунтосфери полягає в концентрації на її поверхні та в ній самій живих організмів і продуктів їхньої життєдіяльності. Тому хімічні елементи представлені тут і в особливих життєвих формах.
Вплив ґрунту на здоров'я людини відбувається різними шляхами: при безпосередньому контакті з ним, при інгаляції, потраплянні частинок ґрунту у шлунковий тракт, дії ґрунтових мікроорганізмів і радону ґрунту, а також як наслідок певного вмісту хімічних елементів, бо ґрунт лежить в основі більшості ланцюгів живлення, останньою ланкою яких є людина. Кількість хімічних елементів у ґрунтах залежить від конкретних умов і показників, до яких першочергово відносяться кислотність, вміст органічної речовини, мінералогічний і гранулометричний склад та інші.

PEDOSPHERE IN THE CONTEXT OF MEDICAL GEOLOGY PROBLEMS

***Dmytruk Yu.M.**, Dr. Sci. (Biol.), Prof., Yurii Fedkovych National University of Chernivtsi (Chernivtsi)*

The possibilities of soil for solving the problems of medical geology were characterized. We have described the special role of surface soil as a multiphase system that operates as the interface for all the geosphere surfaces of the Earth. The uniqueness of pedosphere lies in concentration at the surface as well as living organisms and their metabolic products. Therefore, the chemical elements are presented here in particular life forms.
Soil influences human health in different ways by the following means: direct contact, inhalation, soil particles that get into gastric tract, action of soil microorganisms and soil radon, and as a consequence of the specific chemical elements content, because the soil is the basis of najor supply cycles, the last element of which is human. Quantity of chemical elements in the soil depends on the specific parameters conditions. Such parameters primarily include pH, organic matter content, mineralogical and grain size, etc.

Мета статті проаналізувати можливості ґрунтознавства як науки для вирішення нагальних проблем медичної геології, тому, що роль ґрунтознавства для виявлення зв'язків між якісним станом ґрунтового покриву і станом здоров'я людини на сьогодні істотно недооцінена, порівняно з геохімією, медициною, епідеміологією, екологією.

Покладені в основу сучасної медичної геології принципи зобов'язують враховувати багатопланові і багаторівневі взаємозв'язки між чинниками довкілля і здоров'ям людини. Оцінювання впливу має включати три основні підетапи: 1) характеристика довкілля, яка передбачає аналіз основних фізичних параметрів досліджуваної сфери (клімат, гідрогеологія, рослинність, тип ґрунту тощо) та показники популяцій, потенційно піддатливих цьому впливу; 2) ідентифікація маршрутів впливу і потенційних шляхів поширення від джерела до організму; 3) кількісна характеристика експозиції, яка передбачає встановлення й оцінювання параметрів впливів для кожного аналізованого шляху, ідентифікованого на попередньому підетапі [1].

Медична геологія або геомедицина розвивається тривалий час, розглядаючи вплив геологічних чинників на здоров'я людини. Вважають, що Марко Поло перший, хто оцінив дію геологічних чинників довкілля на здоров'я, описуючи симптоми захворювання та наступної загибелі коней, які були причинені особливостями геохімії ґрунтів Китаю. Варто звернути увагу на те, що як Марко Поло, так й інші дослідники, які зіткнулися з аналогічними проблемами, говорили про особливості хімії саме ґрунтів [6]. Проте на той час ґрунтознавство як наука не було доконаним фактом, а тому все "тверде" середовище відносили до літосфери.

Ґрунтовий покрив тривалий час називали верхньою оболонкою літосфери, не признаючи за нею права на окреме життя як об'єкта науки та досліджень. Навіть вже після прориву здійсненого В.В. Докучаєвим, який синтезував досягнення попередників в окрему науку – ґрунтознавство, ґрунти продовжували називати корою вивітрювання, верхньою оболонкою літосфери і таке інше. Тільки інтенсивний розвиток інструментальної бази дослідників та перманентні прикладні проблеми, які наростали в геометричній прогресії, насамперед забезпечення продовольством населення планети, призвели до колосального росту різнопланових досліджень ґрунтів і як доконаний факт – становлення ґрунтознавства на сьогодні вже як фундаментальної науки. Прикро, що Україна, ґрунтовий потенціал якої не тільки закономірно вважається одним із найбільших у світі, але й як територія, на якій ґрунтознавство виникало та організовувалося як наука, залишається в силу економічних причин поза визначальних тенденцій розвитку цієї науки.

Неможливо достовірно оцінити роль ґрунту у вирішенні проблем геомедицини, не визнаючи його іманентних особливостей. Як, наприклад, того, що літосфера – тверда оболонка Землі, тоді як ґрунтосфера – біобезживна (термін широко використаний В.І. Вернадським) оболонка. Життя проникає на певні глибини (до 4, 2 км) і функціонує в досить екстремальних умовах (при температурі +110 °С) [4]. Унікальність ґрунтового покриву як середовища проживання пояснюється і тим, що у ґрунті і на ньому проживає 92 % від кількості всіх відомих на Землі видів рослин і тварин [3]. Таке різноманіття форм життя у ґрунті зумовлене тим, що ґрунт є багатофазною (тверда, рідка, газова) природною системою, в якій містяться і мінеральні, і органічні речовини, придатні для живлення як автотрофних, так і гетеротрофних організмів. Отже, генезис ґрунтів став можливим тільки в умовах поверхні Землі, де протягом певного часу оптимальне поєднання чинників – атмосферних, літосферних, гідросфер них, біосферних – завершилося утворенням ґрунтосфери. Не менш важливим є і визнання факту існування хімічних елементів в особливих – життєвих формах, які відсутні за межами проникнення організмів, зокрема в товщі літосфери. Отже, поверхня літосфери стала ареною та інтерфейсом надзвичайно потужних взаємодій, взаємовпливів і взаємопроникнення живих організмів та результатів їх діяльності. В цьому одна із найважливіших глобальних функцій ґрунтосфери – поєднання великого геологічного та малого біологічного кругообігів. Саме у ґрунтах відбувається двосторонній процес деструкції органічних і мінеральних речовин (синтезованих живими організмами) і водночас повернення хімічних елементів, які вони містять, в нові цикли розвитку живої речовини. Ґрунтово-рослинний покрив планети утримує колосальну кількість речовини від виносу в океан. Як приклад диференційованого утримання біофільних елементів ґрунтом, можна навести калій та натрій, вміст яких в масивно-кристалічних породах близький (по 2,5 %), а вже в океанічних водах кількість калію у 25 разів менша, ніж натрію [3]. Головна причина цього – це утримання калію в малому біологічному кругообізі між ґрунтовим і рослинним покривами. Близькість біогеохімічних зв'язків ґрунтів і рослинності та біоти загалом виявляється в закономірностях і різноманітності типів біологічного кругообігу хімічних елементів (біогеохімічні провінції). Споживаючи продукти харчування як рослинні, так і тваринні, людина стає однією з ланок ланцюгів живлення, які пов'язують її з хімією ґрунтосфери. Саме тому вивчення останньої постає основою медичної геології.

Цікаво, що в англійській версії Вікіпедії [11] про ґрунти згадується як про інженерію ґрунтів, російське – "грунтоведение" (український переклад ґрунтознавство не відображає суті, поєднуючи в одній дефініції дві різні науки), яке вивчає ґрунти з точки зору варіантів різноманітного будівництва, а тому розглядаються їхні фізичні найперше властивості – вміст мінеральних частинок та їх розміри, води, повітря тощо; властивості ґрунтів оцінюються з точки зору механіки ґрунтів – кінетика, текучість, динаміка, механічні властивості як, напри-

клад, стійкість та здатність протистояти опору. Такий чисто інженерний підхід має місце, але не має нічого спільного з ґрунтами як об'єктами сучасного ґрунтознавства.

В українській ж версії Вікіпедії [10] невдалий переклад (?) призвів до наступного: до інженерної геології віднесено ґрунтознавство, інженерну геодинаміку та регіональну інженерну геологію. При цьому ґрунтознавство, виявляється вивчає склад, будову і властивості ґрунтів та закономірності їх формування і просторово-часові зміни в процесі інженерно-господарської (!) діяльності людини. Цікаві підходи до фундаментальних основ ґрунтознавства, яке власне досліджує глобальні проблеми, найперше ролі ґрунту на сучасному історичному етапі – антропоцені [5] в біосфері, біогеохімічних циклах, змінах клімату, забезпечення продовольством людності.

До наведеного варто добавити і визначення власне ґрунту, тому цитую дослівно – ґрунти (рос. – *грунты*) – будь-які гірські породи (!!!), ґрунти (?) і техногенні утворення, які мають певні генетичні ознаки і розглядаються як багатокомпонентні динамічні системи, на які впливає інженерно-господарська діяльність людини. Ґрунти (все-таки !) є об'єктом самостійного наукового напряму – ґрунтознавства, який сформувався в інженерній геології [9]. Точка зору, яка існувала в першій половині XX століття. Суттєва відмінність (!) підходу до вивчення гірських порід у ґрунтознавстві від інших геологічних дисциплін полягає в тому, що тут розглядається не тільки мінеральна частина (тверда компонента), але й вода, яка міститься в породі (рідка компонента), а також повітря (газоподібна компонента). А живі організми та продукти їхньої життєдіяльності, під впливом яких не тільки формувалась ґрунтосфера, але й ґрунти стали середовищем проживання для мільярдів організмів? Очевидні механістичні підходи могли б залишитися поза увагою нашого тлумачення, проте в деталях ховається "диявол". Ув'язуючи всі підходи з інженерною геологією, втрачається ціла наука. Проблема ще й в тому, що в російській мові крім "грунтоведения" є і "почвоведение", українська ж термінологія поєднала дві науки в одну, що часто супроводжується наведеними вище казусами. Такий ретельний розгляд сутності ґрунтів і ґрунтознавства необхідний для розуміння дійсної ролі як власне науки, так і об'єкту її вивчення для цілей геомедицини.

Чи достатньо для науки і медичної геології зокрема відносити до геологічного середовища ґрунтосферу, досліджуючи її традиційними для геології методами? Очевидно, ні і ось декілька причин для цього.

Ґрунт формується на гірській породі, яку називають в честь цього материнською, але яка вже достеменно змінена сукупністю процесів вивітрювання і на якій оселилися живі організми. Процеси, зв'язані з їхньою життєдіяльністю, докорінно перетворюють гірську породу, починаючи життя власне ґрунту. Він, володіючи унікальними властивостями, стає особливим природним тілом на межі живої і неживої природи.

Тому в ґрунті залежно від його генезису та розміщення можуть відбуватися в різних співвідношеннях процеси акумуляції, виносу і їхні складні поєднання. Отже, й хімічні елементи, які найчастіше розглядають як чинники дії на здоров'я людей будуть акумулюватися чи розсіюватися без впливу людини, формуючи певні біогеохімічні ландшафти, незамінним компонентом яких є ґрунт. Природна біота пристосовується до таких особливостей, а людина, заселяючи в процесі свого історичного буття ті чи інші території може отримувати конкретні проблеми зі здоров'ям при нестачі чи надлишку в першу чергу есенціальних елементів.

Відповідно, вплив на людину буде географічно детермінований. На сучасному етапі ця дія змінюється внаслідок антропогенних імпактів [5], які можуть докорінно змінювати геохімію ландшафту (впливи хімічного забруднення при роботі металургії, автотранспорту, агровиробництва та інше; радіаційне забруднення тощо).

Вплив ґрунту на здоров'я людини виявляється при його дії такими шляхами як безпосереднього контакту з ґрунтом (ручна праця, ходіння босоніж (особливо при наявності пошкоджень шкіри), потрапляння ґрунту в шлунковий тракт з їжею або навіть його пряме споживання (геофагія)); при диханні, особливо в аридних і субаридних регіонах та областях поширення вітрової ерозії; дія ґрунтового радону, який сам по собі є його джерелом та кількість якого в деяких ґрунтових ареалах може перевищувати його ж концентрацію, наприклад, в гранітах основного складу [7]; вплив вологості ґрунтового покриву через розвиток патогенних організмів (грибкових насамперед), спори яких потрапляють в організм людини, перш за все – дітей; елементний склад ґрунтів, особливо вміст в них есенціальних макро- та мікроелементів, дія яких на сьогодні досліджена максимально, порівняно з можливими впливами в системі ґрунт – організм. Проте сьогодні значно більше досліджень у світі присвячені проблемам забруднення ґрунтів хімічними елементами, серед яких і віднесені до есенціальних мікроелементів, в той час як запити на вивчення якісного стану ґрунтового покриву і впливу показників ґрунтів на кількість таких мікроелементів не реалізовані. Це, зазвичай, пояснюється великою складністю ґрунту як природної системи, особливо при його використанні людиною. Практично всі показники ґрунтів так або інакше впливатимуть на вміст і поведінку та доступність мікроелементів для живих організмів. Визначальними при цьому вважаються такі властивості: вміст і склад органічної речовини, кислотність ґрунтів, їхній гранулометричний склад, переважаючі в конкретному ґрунті конкретного ландшафту процеси (акумуляції, виносу, рівноваги), склад ґрунтового вбирного комплексу, карбонатність ґрунтів, вміст глинистих та інших первинних і вторинних мінералів [6]. Такі системні дослідження ґрунтів під силу тільки колективам ґрунтознавців, які спеціалізуються на хімії ґрунтів, біології ґрунтів, фізико-хімії ґрунтів, з широкими можливостями застосування всього спектру методів і інструментів аналітичних досліджень.

Зважаючи на відомі досліджені колообіги хімічних елементів в системах порода–ґрунт, ґрунт–вода, ґрунт–повітря, ґрунт–рослина, ґрунт–рослина–тварина, всі з яких можуть і впливають на людину, апріорі постає і роль ґрунту, який є інтерфейсом вказаних колообігів. Ґрунтосфера – диверсифікований, біологічно активний, ієрархічно структурований інтерфейс, який включає та забезпечує більшість з біогеофізичних і біогеохімічних взаємодій між ландшафтом, його поверхнею, ґрунтовими водами та атмосферою. Циклами нутрієнтів, як й інших хімічних елементів, у тім числі полютантів, а також біогеохімічними процесами у ґрунтах керують та забезпечують їхній перебіг мікроорганізми. Мікроорганізми не тільки заселяють ґрунти, але й формують своє середовище проживання, в тому числі його хімічний склад. Однією з глобальних проблем є побудова прогнозних моделей зв'язків між гетерогенною структурою інтерфейсів ґрунту з різноманітними угрупованнями мікроорганізмів – як основного шляху для розуміння функцій ґрунтового покриву і його ролі для екосистем [8].

На сьогодні існує велика проблема у виявленні кореляційних зв'язків між якісним станом ґрунтів (включно з вмістом хімічних елементів) і захворюваністю. Насамперед вона спричинена вельми недосконалою методикою проведення таких досліджень. По-перше, реально встановити вплив ґрунтового покриву на здоров'я людини можливо тільки для жителів сільських ареалів, у харчуванні яких превалюють продукти, вирощені на території поселення (для аборигенів), тоді як міські жителі мають істотно ширший раціон харчування, в якому зустрічаються продукти з різних регіонів у різноманітному поєднанні. Отже, в країнах, які розвиваються і де частка сільського населення більша перспективи геомедицини апріорі істотніші, ніж для розвинутих країнах з переважанням урбопоселень та більшими можливостями у виборі продуктів харчування. По-друге, існують певні проблеми використання статистичних даних щодо захво-

рювань і трактування їх зв'язків з якісним станом ґрунтів, що, очевидно, пояснюється практично відсутністю співпраці медиків і ґрунтознавців. По-третє, на сьогодні немає достовірних науково розроблених норм споживання конкретних мікроелементів з їжею (денна потреба, мінімальна та максимальна кількість, які не призведуть до захворювань тощо), як і їхнього вмісту в продуктах харчування та пов'язана з цим проблема визначення елементного складу різних видів продовольства. Це пояснюється великою складністю процесів транслокації мікроелементів з ґрунту в рослини і тварини, та не менше до організму людини. Також дискусійними залишаються питання синергічної – антагоністичної взаємодії між окремими хімічними елементами, особливо у відношенні конкретного організму як і мала кількість даних про перебіг метаболічних реакцій при різних дозах мікроелементів. На сьогодні, як не дивно, є більше інформації про вплив мікроелементів на організм тварин, ніж людей [6].

Найперше, що стосується саме ґрунтознавців – це дослідження та прогноз процесів вивільнення хімічних елементів, як і ґрунтових та ґрунтоутворюючих процесів загалом, що безумовно сприятиме виявленню та передбаченню захворювань, спричинених природою ґрунту. Тобто мова йде про управління ґрунтами, як це здійснюється при менеджменті земель. Окремі захворювання спричинені впливами власне ґрунтових мінералів. Також з'явилися дані про те, що колоїдні частинки ґрунту, володіючи надактивними поверхнями (reactive surfaces), безпосередньо впливають на тканини організму людини, що може призводити до ракових захворювань найперше системи травлення. Не меншої уваги потребують процеси вітрової ерозії в районах, де ґрунти збагачені азбестовмісними мінералами та патогенними організмами. Локальними впливами ґрунтів провокується виникнення таких захворювань як: 1) podoconiosis ("слоняча нога"), характерне для тропічних районів Африки, Азії та Південної Америки, де поширені червоноземи, генезис яких зв'язаний з вулканічними відкладами, переважно на висотах понад 1000 м над рівнем моря і 2) mesothelioma (форма раку, спричинена найперше впливом азбесту на виробництвах), яка може виникати і в результаті впливу природних азбестовмісних мінералів, якими збагачений ґрунт, при переносі таких частинок і з пилом, і при безпосередньому контакті (є відомості про такі випадки, наприклад, для Туреччини) [6].

Оцінка просторового розподілу захворювань оптимізується при картографічному моделюванні як вмісту окремих хімічних елементів у ґрунтах, так і поширення захворюваності, що можливо на комплексних картографічних моделях, найперше 3D. Саме в такому випадку виявляються кореляції між кількістю важких металів у ґрунтах і частотою захворювань. Очевидно, що такий підхід сприятиме запобіганню захворювань (що є визначальним в геомедицині), а не їх лікуванню, яке найчастіше передбачає споживання тих чи інших мікроелементів людиною.

Важливим залишається вибір методики підготовки зразків ґрунтів до аналітичних визначень вмісту хімічних елементів. Реально доступними для вбирання рослинами формами мікроелементів є ті, які "витягуються" ацетатно-амонійним буферним розчином з pH = 4,8 та водорозчинні форми. Всі інші (зв'язані з органічною речовиною, з оксидами заліза та алюмінію, з карбонатами, у складі кристалічних решіток мінералів, кислоторозчинні тощо) очевидно не вбираються рослинами безпосередньо або потребують конкретно-локальних досліджень з експериментальним вивченням. У зв'язку з цим і постає проблема використання пропонованих сьогодні ГДК (ОДК). Ці величини вмісту хімічних елементів є здебільшого відірваними від реальних біогеохімічних показників конкретних територій, а тому безпідставно оцінювати на їхній основі ризики для здоров'я населення. Зважаючи на різноманіття ґрунтів України доцільним може вважатися застосування тільки фонового вмісту хімічних елементів, розраховано-

го для ґрунтів певних ареалів, які відповідають району чи найбільше області у контексті природного (наприклад, фізико-географічного) районування [2].

На загал, найбільшими особливостями ґрунтів, порівняно з іншими компонентами довкілля, є такі: вміст патогенних і паразитарних організмів, які можуть впливати на здоров'я людини при безпосередньому контакті з ґрунтом (правець, "слоняча нога", окремі форми раку); колоїдні частинки ґрунту, що легко переносяться і найчастіше потрапляють в організм людини (бо володіють низкою унікальних властивостей), провокуючи різні захворювання, в тому числі онкологічні; райони поширення вітрової ерозії, де ймовірність прямого потрапляння частинок ґрунтів в організм людини істотно більша, ніж в регіонах, в яких дефляція відсутня. Те ж стосується водної ерозії, при якій, по-перше, частинки ґрунтів розчиняються у поверхневих водах, що використовуються для водозабезпечення населення, та, по-друге, при трансформації властивостей еродованих ґрунтів (зменшення вмісту органічної речовини, змінах кислотності ґрунтового розчину, складу ґрунтового вбирного комплексу), внаслідок чого вміст мікроелементів у ґрунтах також змінюється.

Отже, хімічний склад та показники ґрунтів характеризується іманентними особливостями, що унеможливлює їхню оцінку по аналогії з гірськими породами. Ґрунти є початком ланцюгів живлення, остання ланка яких – людина, а тому її здоров'я безпосередньо залежить від якісного стану ґрунтового покриву. Важливо, що форми перебування хімічних елементів, їхня динаміка та вміст загалом тісно залежать від системи показників ґрунтів, найбільше – від їхньої кислотності, вмісту органічної речовини, складу ґрунтового вбирного комплексу, мінералогічного та гранулометричного складу, окисно-відновних умов. Нарешті процеси накопичення – розсіювання хімічних елементів у ґрунтах змінюються не тільки у просторі, але й у часі, що потребує комплексних досліджень при тісній взаємодії геологів, екологів, медиків, епідеміологів, геохіміків і, безсумнівно, ґрунтознавців.

Література

1. *Вступ* до медичної геології / За ред. Г.І. Рудька, О.М. Адаменка. – Т. 1. – К.: Академпрес, 2010. – С. 62–63.

2. *Дмитрук Ю.М.* Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2012. – 207 с.

3. *Добровольский Г.В., Карпачевский Л.О., Криксунов Е.А.* Геосферы и педосфера. – Москва: ГЕОС, 2010. – 190 с.

4. *Fyfe W.S.* The Biosphere is going deep // Science. – 1996. – Vol. 273. 26 July. – P. 448.

5. *Crutzen P.J.* Geology of mankind // Nature. – Vol. 415. – P. 23.

6. *Oliver M.A.* Soil and human health: a review…

7. *Oliver M.A., Badr I.* Determining the spatial scale of variation in soil radon concentration. Mathematical Geology. – 1995. – **27**. – P. 893–922.

8. *Totche K.U. et. al.* Biogeochemical interfaces in soil: The interdisciplinary challenge for soil science // Journal Plant Nutr. and Soil Science. – 2010. – 173/ – P. 88–99.

9. http://uk.wikipedia.org/wiki/Грунт_(як гірська порода)).

10. http://uk.wikipedia.org/wiki/інженерна_геологія.

11. http://en.wikipedia.org/wiki/Engineering_geology.

УДК 574.2:622.87, 553.632

ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ СПЕЛЕОТЕРАПЕВТИЧНОГО ПІДЗЕМНОГО ВІДДІЛЕННЯ НА БАЗІ РУДНИКА № 1 СТЕБНИЦЬКОГО ГХП "ПОЛІМІНЕРАЛ"

Дяків В.О.[1], *к. геол. н., доц., чл.-кор. Академії гірничих наук України,* ***Оринчак С.І.***[2], ***Пукало Р.М.***[3],
1 – Львівський національний університет ім. І. Франка (м. Львів), dyakivw@yahoo.com;
2 – ПАТ Стебницьке ГХП "Полімінерал" (м. Стебник), sdhp@mail.ru;
3 – Стебницька міська лікарня (м. Стебник), pukalor@mail.ru

Серед експлуатованих соляних родовищ заходу України відновити спелеотерапевтичне лікування з найменшими затратами можна на базі рудника № 1 Стебницького ГХП "Полімінерал", який розташований поруч з Трускавецьким курортом. Проведеними дослідженнями, встановлено, що найбільш перспективними першочерговими місцями для спелеолікування можуть бути чотири ділянки розташовані в гірничих виробках вздовж галітового пласта "Підлужний" на 1-му горизонті у 75, 200 та 350 м від стволу Кюбек з двома альтернативними під'їздами по квершлагах № 500 та "Північний" від ствола "Новий" (райони помпувальної станції, луговень 9-10). По аналогії із Солотвинськими копальнями тут перспективним є також попутнє використання у лікувальних цілях бальнеологічно-цінних висококонцентрованих калійно-магнієво-натрієво-сульфатно-хлоридних розсолів із підвищеним вмістом брому, яких у затоплених виробках накопичено понад 7 млн м^3.

FORMATION PRECONDITIONS OF SPELEOTERAPY UNDERGROUND DEPARTMENT ON THE MINE № 1 BASIS IN STEBNYK MCF "POLIMINERAL"

Diakiv V.O.[1], *Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof., member of the Academy of Mining Sciences of Ukraine,*
Orynchak S.I.[2], ***Pukalo R.M.***[3],
1 – Ivan Franko National University of Lviv (Lviv), dyakivw@yahoo.com;
2 – PJSC Stebnyk MCF "Polimineral" (Stebnyk), sdhp@mail.ru;
3 –Stebnyk city hospital (Stebnyk), pukalor@mail.ru

Among the exploited salt deposits west Ukraine speleoterapy treatment at the lowest cost possible on the basis of mine № 1 Stebnyk MCF "Polimineral", which is located next to Truskavets resort. Of the study, found that the most promising places for primary speleotreatment be four sites are located along the mine workings halited layer "Pidluzhnyi" on the 1st horizon at 75, 200 and 350 m from the trunk Kyubek of two alternative roads to crosscut № 500 and "North" from the mine "New" (areas pompuvalnoyi station luhoven 9-10). By analogy with Solotvyno mines are promising as incidental use for medicinal purposes balneological of highly-potassium-magnesium-sodium-sulfate-chloride brines with high content of bromine, which in flooded workings accumulated over 7 million m^3.

Мета. Дослідити сучасний стан і окреслити перспективи спелеотерапевтичного використання гірничих виробок рудника № 1 Стебницького ГХП "Полімінерал".

Методи. Аналіз використання підземного простору соляних копалень у спелеотерапевтичних цілях, сучасного стану спелеолікування та галотерапії в Україні. Польові обстеження гірничих виробок рудника № 1 Стебницького ГХП "Полімінерал" на предмет їх оцінки як бази спелеотерапевтичного лікування Трускавецького курортополісу.

Результати та їх обговорення. Спелеотерапевтичний метод лікування на основі довготривалого перебування в мікрокліматі соляних копалень відомий сотні років. Вперше науково обґрунтував цей метод в середині XIX століття відомий польський лікар-терапевт Ф. Бочковський, який помітив, що із шахтарів, які працюють в соляній шахті "Величка" біля Кракова зовсім немає хворих на астму. З цього часу підземні виробки та печери використовують як для оздоровчих цілей, так і для туристичного бізнесу. Особливий розвиток отримали

спелеотерапевтичні об'єкти в соляних копальнях Польщі – Величка і Бохня, Румунії "Turda", "Okna Dej", "Cacica", підземні спелеолікарні "Беларуськалію", (Білорусь, м. Солігорськ), "Уралкалію" (Росія, м. Березняки), "Соляна симфонія" в Соледарі (Донецька область). Починаючи з 1968 р. спелеотерапія успішно використовувалася до 2009 р. на базі Солотвинського солерудника, де щороку лікувалося до 6,5 тис. хворих на бронхіальну астму. Причому ефективність лікування у солотвинських шахтах була більш високою за рахунок сприятливого мікроклімату (сталої цілорічної температури 22–24°С) та високої чистоти солі. Бальнеологічний потенціал Солотвина доповнювався лікуванням у соляних озерах, які утворилися на місці стародавніх затоплених шахт і підживлялися розсолами з діючих копалень. Вода в озерах за своїм складом відноситься до бромистих, хлоридних, натрієвих, слабокислих, слаботермальних розсолів. Бальнеологічний ефект розсолу досягається тим, що його тепловіддача в 1,5 раз вище, ніж у прісної води. Тепло розширює поверхневі кровоносні судини. Підвищений осмотичний тиск викликає дегідратацію ендотелію капілярів і венул шкіри. Бальнеологічні властивості розсолів доповнюються дією унікальних галофільних бактерій. Нажаль в 2009 році Солотвинські шахти загинули внаслідок затоплення, і наразі Українська та обласна алергологічні лікарні у Солотвині успішно застосовують метод галотерапії на основі солотвинської кам'яної солі, використовуючи набутий досвід спелеотерапевтичного лікування. Всього, за статистичними даними, сьогодні в Україні такого лікування потребує близько 2 млн осіб.

Побудова нових копалень в межах Калуш-Голинського, Тереблянського та Солотвинського родовищ потребує значних затрат. В межах останнього розвиток галотерапії можна інтенсифікувати за умови видобутку солі відкритим способом. Проте усі ці способи потребують величезних капіталовкладень та тривалого часу на введення в експлуатацію. Натомість серед експлуатованих соляних родовищ заходу України з найменшими затратами можна відновити спелеотерапевтичне лікування на базі рудника № 1 Стебницького ГХП "Полімінерал", який розташований поруч з Трускавецьким курортом. По аналогії із Солотвинськими копальнями тут перспективним є також попутнє використання у лікувальних цілях бальнеологічно-цінних висококонцентрованих калійно-магнієво-натрієво-сульфатно-хлоридних розсолів із підвищеним вмістом брому, яких у затоплених виробках накопичено понад 7 млн м^3.

На балансі Стебницького гірничо-хімічного підприємства "Полімінерал" знаходиться дві соляні копальні – рудники № 1 та № 2. В останні роки головна увага була прикута до рудника № 2, з якого у 1978–2001 рр. постійно відкачували ропу, а з 2001 р. копальня затоплюється у відповідності до розробленого проекту та рішення Урядової комісії та перебуває у стані "мокрої консервації". Водопритік на рівні 1400 м^3/добу у рудник № 2 супроводжується низкою небезпечних екзогенних процесів, серед яких головним є розвиток соляного карсту, оскільки одна літра прісної води здатна розчинити 425 г калійних солей. Оскільки в межах гірничого відводу рудника № 2 немає жилових будівель, то наслідки невідворотніх карстопровальних явищ тут є мінімальні.

Натомість рудник № 1, в зоні гірничого відводу якого локалізовано 80 % житлової забудови м. Стебник, у тім числі і багатоповерхової на сьогоднішній день є практично сухим. Водопритоки у розвідувальні гірничі виробки рудника № 1 в останні п'ятдесят років вдалось локалізувати після зведення кількох потужних перемичок. На сьогодні він перебуває у стані "сухої консервації" і є єдиною на сьогоднішній день копальнею, з якої найближчим часом має бути відновленим видобуток калійних руд. Рудник № 1 належить до найстаріших у світі соляних копалень. В зв'язку з необхідністю збільшення випуску солі в Стебнику на протязі 1838–1843 рр. було зроблено кілька свердловин, в яких виявились соленосні породи. В

1848 році неподалік солеварні розпочалась прохідка двох шахтних стовбурів – "Кюбека" глибиною 221 м та "Ляриша" глибиною 151 м. Австрійські інженери сподівались, що на проектній глибині буде чиста кам'яна сіль. Натомість наштовхнулись на тверді соляно-глинисті породи – так званий "зубер", з якого вирішили отримувати соляну ропу. Для цього у підготовлені гірничі виробки заливали прісну воду з ріки Солониці, яка розчиняла соляний зубер і утворювала насичену ропу, а нерозчинний осад осідав на дно. Насичену ропу підіймали на денну поверхню, з якої на солеварні випарювали сіль. Така технологія дозволяла на початку XX століття видобувати до 50 тис. т солі на рік.

В межах шахтного поля вздовж лінії центрального штреку "Кюбек–Ляриш", у гірничому масиві складеному на 90–95 % галітом утворено 11 луговень – куполоподібних гірничих виробок з арковим склепінням, що сформувались внаслідок керованого розчинення хлориду натрію прісною водою та відпомповування ропи на поверхню для отримання кухонної солі. Найбільшою є луговня № 2 площею понад 2 га. У зв'язку з розкриттям на 3-му горизонті стовбуру Кюбек пласта "гірких" солей, у 1922 році розпочався видобуток калійних руд на мінеральні добрива. Саме з цієї причини вже у середині XX століття видобуток кухонної солі методом вилуговування на Стебницькому родовищі був повністю припинений, а самі луговні, вік яких перевищує 150 років, та гірничі виробки на першому горизонті, які забезпечують підходи до них збереглись до наших днів у майже непорушному та досить задовільному стані.

На наш погляд саме ці ділянки – гірничі виробки навколо луговень на першому горизонті як найкраще підходять для облаштування спелеолікування на руднику № 1. Питання можливості рекреаційного використання підземного простору рудника № 1 для організації спелеотерапії та профілакитики хворих на бронхіальну астму та алергію дискутується понад 15 років [1].

Аналіз раніше проведених досліджень, польові обстеження рудника № 1, досвід застосування спелеолікування на інших копальнях, дають нам підстави стверджувати, що для організації лікувального процесу у Стебницькій копальні є наступні необхідні передумови.

1. Наземний та підземний медичний супровід лікувального процесу. Здійснюється за методиками, які розроблені та успішно застосовуються на інших соляних шахтах. Це можуть здійснювати працівники Стебницької міської лікарні після перепідготовки та консультування з відомими фахівцями, такими як проф. І.С. Лемко (м. Ужгород). У їх функції повинно входити підбір хворих за медичними показниками до лікування, контроль об'єктивних показників стану здоров'я в процесі лікування, надання необхідної допомоги при спелеолікуванні, спостереження за станом здоров'я після проведення підземної спелеотерапії. У підземному відділенні хворих в обов'язковому порядку супроводжує медичний працівник – лікуючий лікар чи медсестра, що заступають на чергування.

2. Наземна інфраструктура. Включає в себе регулярний підвіз хворих з лікувальної установи – Стебницької міської лікарні чи курортополісу Трускавець до рудника і у зворотніх напрямках, кімнати для очікування, приміщення для проведення інструктажу з техніки безпеки, забезпечення необхідними засобами для перебування у копальні (каски, індивідуальне освітлювальне обладнання) та ін. Така інфраструктура наявна в межах адміністративно-побутового корпусу рудника № 1, однак потребує капітального ремонту з урахуванням перспектив спелеолікування та кількості місць у підземному відділенні. Альтернативою облаштування окремої наземної інфраструктури для потреб спелеолікування є будівля "Дзигар" біля ствола "Ляриш", за умови облаштування тут принципово нової підйомно-спускової інфраструктури – швидкісного ліфта (рис. 1).

Рис. 1. Сучасний стан будівлі "Дзигар" поблизу ствола "Ляриш" – перспективна для облаштування наземної інфраструктури спелеолікування

3. Підйомно-спускова інфраструктура. На сьогоднішній день у частково придатному для використання стані наявним є лише ствол "Новий", який потребує поточного ремонту та додаткових капіталовкладень для потреб спелеолікування. На першому етапі впровадження спелеотерапії саме ствол "Новий" мав би забезпечити спуск та підйом хворих. Перспективними для використання у спелеолікуванні – підйомно-спускових операціях є стволи "Кюбек" та особливо "Ляриш", за умови капітального ремонту у першому випадку та облаштування швидкісного ліфта спеціально для потреб підземного відділення у другому випадку.

4. Шахтна транспортна інфраструктура. Локомотивний рейковий транспорт у руднику № 1 на 1-му горизонті дозволяє у пасажирських вагонах за лічені хвилини безпечно доставити хворих та супроводжуючу особу від місця спуску у шахті (стволи "Новий", "Кюбек", "Ляриш") до місць спелеолікування і у зворотньому напрямку. Для потреб спелеотерапії з часом доцільно провести оновлення парку рухомого складу.

5. Стан гірничих виробок потенційно-придатних для облаштування спелеолікування. Основним лікувальним фактором є мікроклімат соляної шахти, основою якого є природний сухий аерозоль хлориду натрію, що утворюється в результаті дифузії зі стін гірничих виробок, а також при вентиляційному проходженні повітря [2, 3]. Високий відсоток дрібної фракції аерозолю (90–99 %) сприяє проникненню частинок у нижні відділи дихальної системи. Інші мікрокліматичні фактори – це комфортна температура та низька вологість, яку ефективно можуть забезпечити свіжі калійні мінерали при гідратації каїніту з утворенням шеніту. Таким чином у підземному просторі створюється асептичне, безалергенне середовище. Причиною цього є те, що соляні мінерали є природними антибіотиками і їхні аерозолі практично повністю знищуть усі патогенні мікроорганізми в атмосферному повітрі. Концентрація мікроорганізмів у повітряному середовищі соляної шахти у 50 разів менша, ніж у в хірургічній операційній палаті. Доповнюють оздоровчий комплекс відсутність токсичного пилу, шуму, постійна низька вологість і підвищений вміст вуглекислого газу, при якому відбувається прискорення метаболічних процесів. Збільшується споживання кисню тканинами і поліпшується кровообіг і зовнішнє дихання. Безумовний позитивний вплив на здоров’я

пацієнтів має сприятлива психологічна обстановка у підземному просторі – тривале перебування людини у новому для неї середовищі.

Проведеними дослідженнями, встановлено, що найбільш перспективними першочерговими місцями для спелеолікування можуть бути чотири ділянки розташовані гірничі виробки вздовж галітового пласта "Підлужний" на 1-му горизонті у 75, 200 та 350 м від стволу Кюбек з двома альтернативними під'їздами по квершлагах № 500 та "Північний" від ствола "Новий" (райони помпувальної станції, луговень 9–10) (рис. 2).

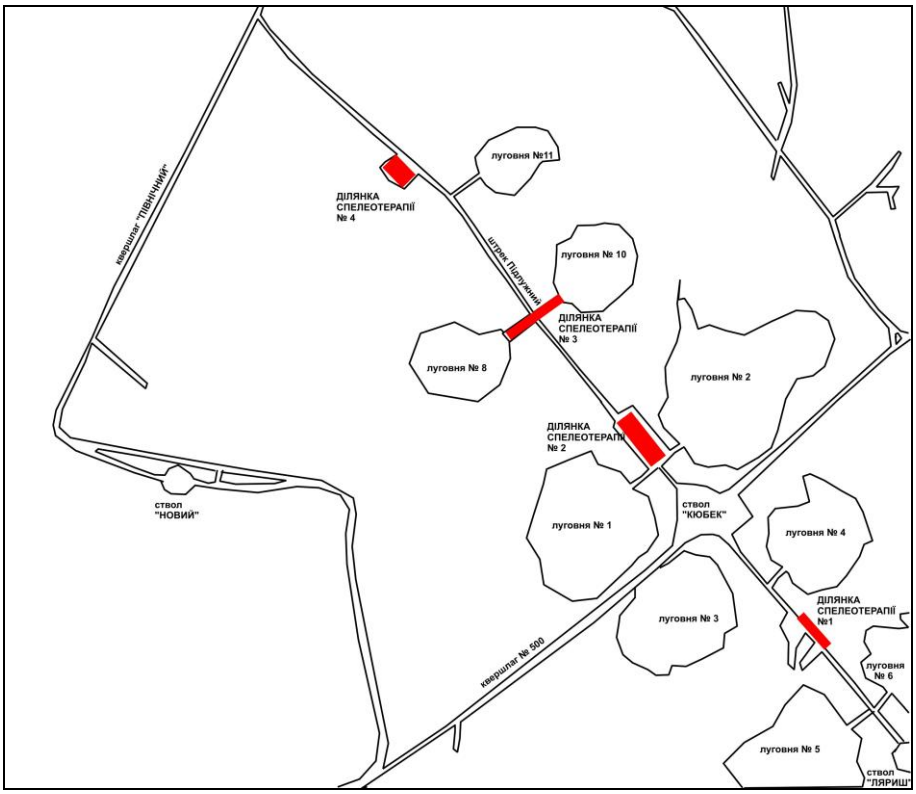


Рис. 2. Просторове розташування чотирьох найбільш перспективних першочергових ділянок для спелеолікування у руднику № 1

6. Вентиляція гірничих виробок та створення сприятливого лікувального мікроклімату. У спелеолікуванні надзвичайно важливим науково-обґрунтована вентиляція гірничих виробок, контроль вмісту аерозолів соляних мінералів та їх дисперсність. Це дозволяє контролювати процес лікування хворих в середовищі соляного аерозолю, змін його концентрації під час лікувального процесу. Для цього забезпечується подрібнення та розпилення вентиляційним потоком соляного аерозолю у гірничі виробки у яких перебуватимуть хворі. Особливо важливим є те, що пропоновані ділянки спелеолікування локалізовані між трьома пластами калійних солей: "Зігмунтом", № 2 та 7 (рис. 3). Тому потоки повітря, які будуть проходити через ці пласти будуть додатково насичуватись корисними соляними аерозолями.

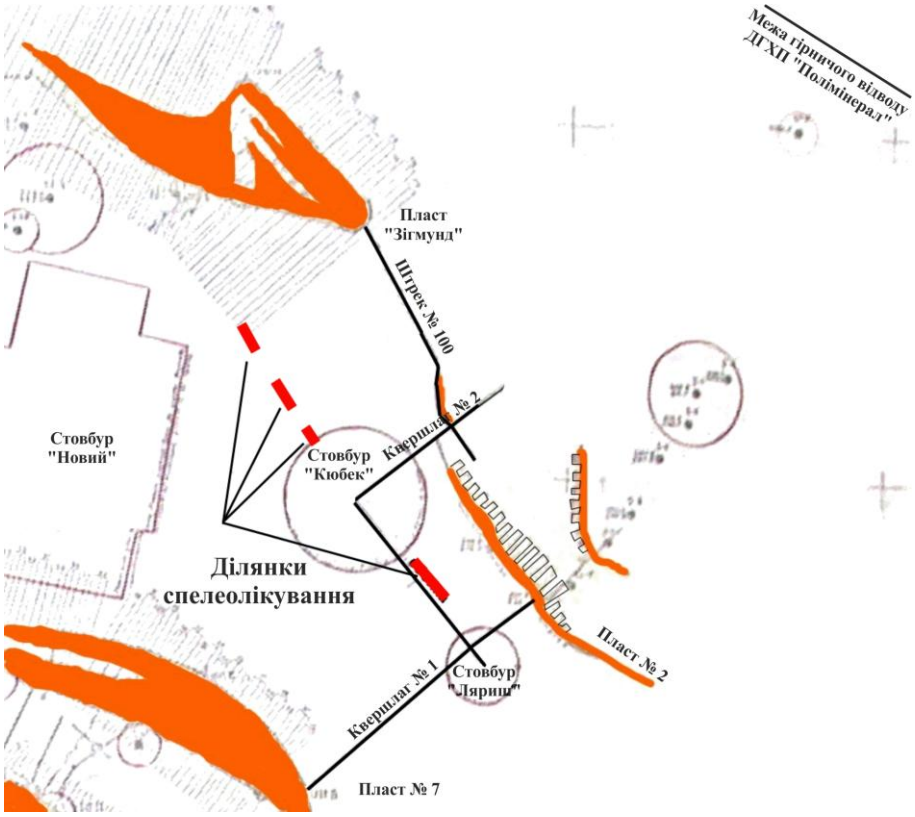


Рис. 3. Розташування пропонованих ділянок спелеолікування відносно відроблених калійних пластів "Зігмунд", № 2 та 7, яке треба враховувати при вентилюванні гірничих виробок для підвищення ефективності спелеопроцедур

7. Освітлення та електропостачання.

8. Облаштування санітарно-гігієнічних умов тимчасового перебування хворих.

9. Оформлення дозвільної документації.

Усі вищеназвані пункти 7-9 мають технічний характер та можуть бути швидко виконані.

Наукова новизна дослідження. Доведено, що рудник № 1 Стебницького ГХП "Полімінерал" характеризується високим потенціалом для використання у спелеотерапевтичних цілях.

Висновки. Проведеними дослідженнями встановлено, що рудник № 1 Стебницького ГХП "Полімінерал", має найбільші перспективи для відновлення спелеотерапевтичного лікування у Західній Україні.

Література

1. *Рудницька Н.Д., Варивода З.В., Каленюк Т.Г. та ін.* Перспективи розвитку спелеотерапії на курорті Трускавець // Матеріали Міжнародного конгресу "Проблеми інформатизації рекреаційної та туристичної діяльності в Україні: перспективи культурного та економічного розвитку". – Трускавець, 2000. – С. 255–257.

2. *Скепьян Н.А., Богданович А.С., Качур Т.З., Косяченко Г.Е.* Спелеотерапия как экосистема в реабилитации больных легочного профиля // Вопр. организации и информатизации здравоохранения: Анал.-информ. бюл. – 1998. – № 2. – С. 63.

3. *Торохтин М.Д., Ченка Я.В., Лемко И.С.* Спелеотерапия заболеваний органов дыхания в условиях микроклимата соляных шахт. – Ужгород: "Закарпатье", 1998. – 287 с.

УДК 613.32:616.36–002.1–036.22(477.74)

АНАЛІЗ РИЗИКІВ ВПЛИВУ ВОДИ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

Мокієнко А.В.[1], *д. мед. н.,* ***Ковальчук Л.Й.***[2], *доцент, к. мед. н.,*
1 – ДУ "Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології МОЗ України" (м. Одеса), gigienakurort@gmail.com;
2 – Одеський національний медичний університет (м. Одеса), linakovalchuk@i.ua

Представлено аналіз даних літератури щодо впливу води на здоров'я населення. Розглянуті інфекційна захворюваність, значимість побічних продуктів дезінфекції води, а також взаємозв'язок мінерального складу питної води із захворюваністю. Акцентовано увагу на обмеженості таких досліджень в Україні і гострій необхідності їх проведення.

THE ANALYSIS OF RISKS OF INFLUENCE OF WATER ON POPULATION HEALTH

Mokienko A.V.[1], *Doctor of Medical Sciences,* ***Kovalchuk L.J.***[2], *candidate of medical sciences,*
1 – Public institution "Ukrainian Scientific research Institute of Medical Rehabilitation and Resort Therapy Ministry of Health of Ukraine", (Odessa), gigienakurort@gmail.com;
2 – Odessa National Medical University, (Odessa), linakovalchuk@i.ua

The analysis of data of the literature about influences of water on population health is presented. Infectious disease, the importance of by-products of disinfection of water, and also interrelation of mineral structure of potable water with disease are in detail considered. The attention to limitations of such researches in Ukraine and sharp necessity of their carrying out is focused.

Вступ. За даними ВООЗ, 25 % населення у світі підпадає під ризик захворювань у результаті використання недоброякісної питної води, а кожна десята людина хворіє у зв'язку із цим. Близько 3 млн мешканців країн, що розвиваються, щорічно вмирають внаслідок вживання неякісної питної води. За цих же причин кожні 17 секунд у світі вмирає 1 дитина [1].

В Україні підземні джерела водопостачання за період їх експлуатації (35–40 років) суттєво погіршили своя якість і сьогодні тільки 57 % з них відповідають нормативним вимогам до джерел 1-го класу; 36 % – вимогам 2-го класу, а інші 7 % – 3-го класу.

За офіційними даними 80 % поверхневих водойм України вже непридатні для постачання питної води. Споживачі більше половини міст з населенням понад 100 тис. отримують воду за графіком, що приводить до порушення режимів роботи систем водопостачання і, як наслідок, до значного погіршення якості води [2].

Аналіз санітарно-епідемічної ситуації, яка склалася на території України, свідчить, що вживання питної води як централізованих, так і децентралізованих систем водопостачання стає додатковим фактором ризику для здоров'я населення. За п'ять років у країні внаслідок спалахів гострих кишкових інфекцій з водним шляхом передачі збудника постраждало понад 5000 людей, з яких 3000 дітей. За рівнем захворюваності вірусним гепатитом А, для якого водний фактор передачі є визначальним, Україна займає одне з перших місць у Європі [1].

Вищевикладене свідчить про очевидність зростаючого ризику води для здоров'я населення та невідкладну необхідність його вивчення.

Виклад основного матеріалу. Ризики для здоров'я від споживання води різного виду користування (питні, рекреаційні тощо) надзвичайно неоднозначні.

Як відомо, пріоритетом є епідемічна безпечність води. Тому, невипадково у відповідних Керівництвах ВООЗ щодо якості питної води констатовано: "Инфекционные болезни,

вызванные патогенными бактериями, вирусами, простейшими и гельминтами – самый общий и широко распространенный риск здоровью, связанный с питьевой водой. Ущерб здоровью определяется серьезностью болезней, обусловленных инфекционными агентами, их инфекционной способностью и воздействием на население" [3–5].

Значимість збудників інфекційних хвороб, які передаються водним шляхом, наглядно демонструється діаграмою M.H. Kramer та співавт. [6] (рис. 1), на яку посилається T.E. Ford в своєму огляді [7], присвяченому проблемі мікробіологічної безпеки питної води. Незважаючи на відносну давність представлених даних, їх актуальність для сьогодення не втрачена, що обґрунтовано Вступом.

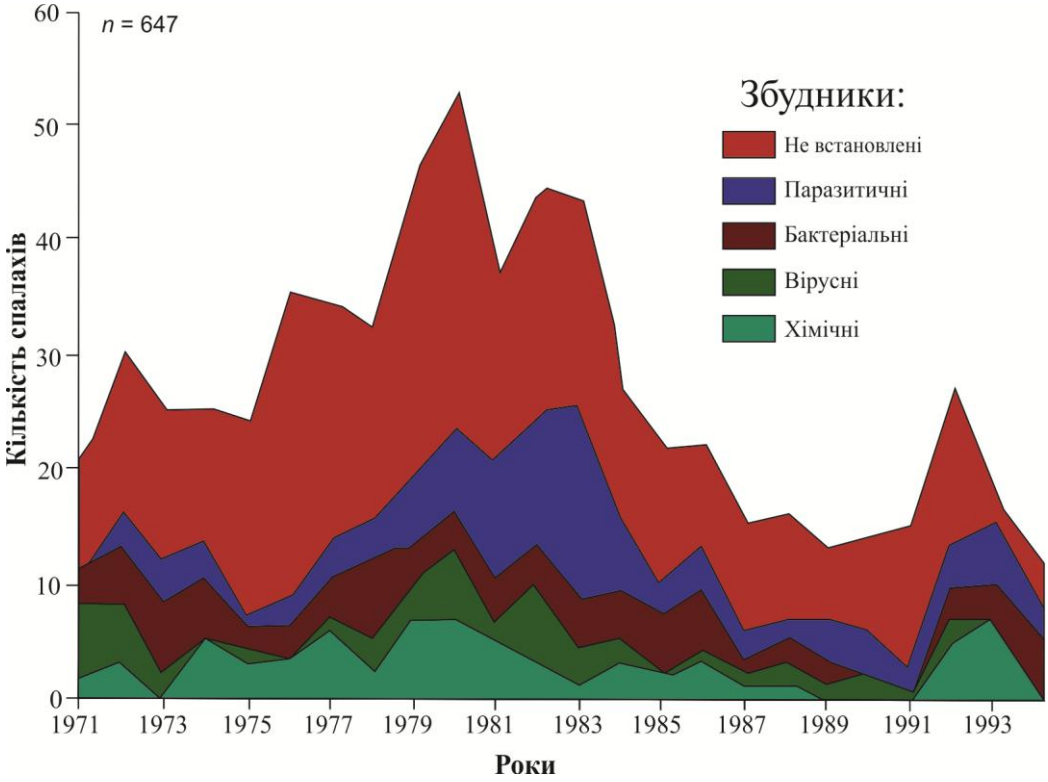


Рис. 1. Число спалахів захворювань, пов'язаних із питною водою, за роком та етіологічним агентом, США, 1971–1994 рр. [6, цит. за 7]

У монографії, присвяченій водно-обумовленим інфекціям [8, 9], надано докладну характеристику бактеріальних, вірусних та паразитарних збудників, основний ризик яких полягає у більш-менш (в залежності від вірулентності мікроорганізму та ступеню резистентності макроорганізму) негайній реакції на інфектагент. Поштовхом до цієї роботи була певна невизначенність щодо цієї проблеми в Україні, оскільки єдиною аналітичною роботою як на той час, так і сьогодні була стаття [10], присвячена воді як фактору передачі збудників інфекційних захворювань (2005 р.).

Останніми роками виконано декілька дисертаційних робіт щодо вивчення впливу води як фактору ризику на здоров'я населення.

Вивчення питомої ваги спалахової і групової захворюваності гепатитом А в Ростовській області за період з 1992 по 2003 рр. [11] показало їх стабільність – 2,5–5,0 % від загально-

го числа зареєстрованих випадків. При цьому провідна роль у погіршенні епідемічної ситуації і виникненні спалахів серед населення належала водному шляху передачі вірусу гепатиту А. Із загального числа офіційно зареєстрованих спалахів гепатиту А 61,4 % були водними.

За даними [12] в м. Одесі впродовж 1970–2004 рр. провідна роль в етіології вірусного гепатиту А (ВГА) належала водному фактору. Встановлено прямий кореляційний зв'язок між частотою виявлення антигену ВГА у водопровідній воді і зареєстрованою захворюваністю населення ВГА в м. Одесі. Значна контамінація питної води в 1994 р. співпадала з епідемічним підйомом захворюваності ВГА, а значне зниження виявлення антигену ВГА в пробах води супроводжувалося достовірним зниженням показників захворюваності ВГА.

Встановлено високу кореляційну залежність між динамікою виявлення ВГА в питній воді і захворюваністю населення ВГА ($r = 0,7502$) (з помилкою менш 1 %) як для Одеської області, так і для м. Одеси ($r = 0,877$, $p < 0,05$) [13]. При цьому, максимальна активізація епідемічного процесу супроводжувалась значним забрудненням ВГА води різного походження (морська, річкова, питна). Разом з тим, виявлено певну послідовність сезонності контамінації питної води і захворюваності населення. На думку автора, це свідчить про те, що сезонність і циклічність ВГА певною мірою нівелюються фактором спорадичності даної інфекції як результуючої значимого впливу "водного" фактору.

Підводячи підсумок аналізу ризику водно-обумовленої інфекційної захворюваності, автори роботи [14] акцентують увагу на його обумовленості сполученням низки факторів, а саме можливої оцінки шляхів зараження питної води, швидкості інактивації мікроорганізму у водному середовищі, його інфекційної дози і сприйнятливості населення. Результуючою такого сполучення є не тільки, а можливо і не стільки "спалахові", скільки спорадична захворюваність при відсутності відомостей про встановленого збудника.

Серйозну занепокоєнність повинні викликати ризики від користування забрудненими рекреаційними водами. У роботі [15] представлена перша спроба оцінки величини GBD (global burden of disease) інфекційних хвороб, пов'язаних із плаванням/купанням у прибережних водах, забруднених стічними водами, і харчовими продуктами з молюсків і інших гідробіонтів, зібраних у таких водах. Автор запропонував такі хвороби називати таласогенними, тобто викликаними морем. Безліч наукових досліджень показала істотний ризик для плавців і купальщиків забрудненої інфекційними агентами морської води, яка може служити фактором шлунково-кишкових і респіраторних захворювань при випадковому ковтанні морської води. Інтегральні дослідження ризику за даними ВООЗ і академічних джерел досліджень дозволили встановити глобальний щорічний рівень захворюваності в контексті вищевикладеного: понад 120 млн випадків шлунково-кишкових хвороб і понад 50 млн випадків більш важких респіраторних захворювань виникають при плаванні та купанні в забруднених стічною водою прибережних водах.

Однак, незважаючи на зростаючу актуальність водно-обумовлених інфекцій, не слід забувати про підводну частину цього "айсбергу", яка полягає в індукції мікроорганізмами неінфекційних хвороб.

Небезпека ротавірусу як водного патогену полягає, в тому числі, у здатності викликати геморагічний шок і енцефалопатію у дітей [16].

У спеціальному меморандумі ВООЗ [17] акцентовано увагу на здатності *Escherichia coli* (серотип 0157:Н7) продукувати сильні токсини і викликати особливо серйозну форму коліту – геморагічний коліт (ГК). Наслідком для 10 % пацієнтів із ГК є розвиток гемолітичного уремічного синдрому (ГУС), який характеризується гострою нирковою недостатністю, гемо-

літичною анемією і тромбоцитопенією. При деяких спалахах частка літніх пацієнтів, які захворіли ГУС, становить 50 %.

Встановлено, що гастроентерит, викликаний *Campylobacter jejuni*, може бути причиною сполученої м'язової і неврологічної патології [18] і досить рідкого захворювання – синдрому Guillain-Barré (GBS) (руйнування моторних нейронів): ризик розвитку GBS впродовж 2 місяців після симптоматичної *C. jejuni*–інфекції в 100 раз перевищує ризик для здорових осіб [19].

Як відзначає F.B. Taylor [20] (1973 р.), контамінація питної води вірусом Коксакі А може бути причиною виникнення наступних захворювань: гострий лімфатичний фарингіт, асептичний менінгіт, респіраторні захворювання, діарея немовлят, гепатит, перикардит, ендокардит, міокардит, плевродинія, м'язовий параліч, менінгоенцефаліт, спонтанний аборт, інсулінзалежний цукровий діабет; віруси ЕСНО можуть ініціювати розвиток асептичного менінгіту, м'язового паралічу, синдрому Guillain-Barre, екзантеми (розширення і розрив кровоносних посудин), респіраторних захворювань, епідемічної міалгії, перикардиту, міокардиту, гепатиту.

Окремого аналізу потребує вплив побічних продуктів дезінфекції води на стан здоров'я населення.

В процесі наукового обґрунтування та розробки шкали оцінки канцерогенного ризику для здоров'я людей від споживання питної води, що містить хлорорганічні сполуки, встановлено наступне [21]. При споживанні протягом життя питної води з вмістом хлороформу на рівні 0,06 мг/дм^3 (ГДК в Україні [22]), можна очікувати розвиток 0,8 випадків на 10 тис. людей, що відповідає "низькому" (прийнятному) канцерогенному ризику, з вмістом ХФ на рівні 0,2 мг/дм^3 (ГДК в Росії [23]) – "середньому" канцерогенному ризику. Норматив ХФ 0,006 мг/дм^3 відповідає "допустимому" ризику онкозахворюваності, його запропоновано для фасованої питної води України [22], яка повинна мати якість, ліпшу за якість водопровідної води централізованої системи господарсько-питного водопостачання згідно із Законом України "Про питну воду та питне водопостачання" [24].

Слід зазначити, що за нормативами ВООЗ вміст хлороформу зріс від 200 мкг/л у 2004 р. [4] до 300 мкг/л у 2011 р. [5].

Аналіз даних закордонних дослідників у вітчизняних роботах [25, 26] показує наступне. Споживання населенням питної води з підвищеним вмістом хлороформу слід вважати *одним з факторів* (виділено нами), здатних викликати у людей захворювання раком [25]. При аналізі онкологічної захворюваності населення необхідно враховувати методологічні похибки відносно:

а) варіабельності якості води, у тому числі, за сезонами року, за точками відбору в процесі досить тривалого (десятиліттями) споживання;

б) необхідності виділення канцерогенного ризику галогенвмісних сполук серед інших антропогенних забруднювачів;

в) відсутності точних кількісних характеристик якості питної води 15 або 20 років тому;

г) міграційних характеристик населення;

д) впливу питної води не з домашнього крану, а на роботі;

ж) професійних впливів токсикантів;

з) усього комплексу антропотехногенних впливів від радіаційних до стресорних.

Підводячи підсумок аналізу даних літератури щодо впливу галогенвмісних сполук на організм теплокровних і людини, автори роботи [27] зазначають, що галогенвмісні сполуки, як потенційні токсиканти і канцерогени, можуть викликати токсичний або віддалений ефект тільки в тому випадку, якщо: а) потраплять у питну воду в значимих концентраціях; б) попадуть в адекватно чутливий організм у результаті пиття або прийманні водних процедур (го-

ловним чином інгаляційно); в) досягнуть органа-мішені; г) будуть мати активні молекули або радикали; д) зможуть подолати системи антиоксидантного захисту організму; е) будуть здатні викликати ушкодження мембранних і цитоплазмових структур клітини; е) необоротність ушкодження запустить механізми токсичних ефектів і генетичних трансформацій.

Сьогодні в усьому світі збільшується інтерес до проблем нормування мінерального складу питних вод та прогнозування їх впливу на здоров'я населення. У цьому сенсі загальноприйнятною думкою щодо води є цілком обґрунтована оцінка її впливу на організм як фактору малої інтенсивності, яка, однак, не заперечує, а, навпаки, передбачає необхідність його вивчення без зайвої агравації.

В аналітичній роботі із цієї проблеми [28] приведена думка експертів ВООЗ [4, 5]: не всі мінеральні компоненти присутні у всіх водах або фактично у всіх країнах. Якщо навіть вони існують, то, як правило, не виявляються на рівнях, що викликають стурбованість. Навпаки, деякі хімічні речовини, для яких не встановлено ГДК, за певних обставин можуть викликати законну стурбованість на місцевому рівні.

У стратегіях з управління ризиками (відображених у національних стандартах та діяльності з моніторингу) і при виділенні ресурсів пріоритет слід встановлювати відносно тих хімічних речовин, які є загрозою здоров'ю людей або мають істотний вплив на прийнятність води.

Виявилося, що лише невелика кількість хімічних речовин, коли вони присутні в надмірній кількості, викликає серйозні наслідки для здоров'я людей у результаті їх впливу через питну воду. Це фтор, миш'як та нітрати. В деяких областях також було виявлено вплив на здоров'я людини свинцю (від домашньої водопровідної системи), і існує стурбованість щодо потенційних масштабів впливу селену і урану при їх присутності в воді у концентраціях, небезпечних для здоров'я людини. Залізо та марганець мають широко поширене значення через їх вплив на прийнятність. Ці елементи слід враховувати в якості частини будь-якого процесу щодо встановлення пріоритетів. У деяких випадках оцінка буде показувати відсутність ризику значного впливу на національному, регіональному або системному рівнях.

Прикладом оцінки впливу мінерального складу води на стан здоров'я населення може слугувати робота [29]. Встановлено, що мінеральні води в геохімічних провінціях Закарпатської області, в яких проводили спостереження, мають загальну мінералізацію від 1,5 до 5,0 мг/дм^3 і вище; характеризуються надлишком у декілька разів за гігієнічні нормативи ключових елементів – кремнію, бору, заліза, миш'яку в окремих джерелах, що зумовлюють тип МВ, а також інших мікроелементів у біологічно активних концентраціях, зокрема, заліза, літію, фтору, стронцію, марганцю. На основі епідеміологічних спостережень в ареалах найбільшого зосередження однотипних питних мінеральних вод (дослідні райони) у порівнянні з контрольним районом встановлено особливості захворюваності серед дорослого населення за класами хвороб. Виявлено більш високі рівні захворюваності у всіх дослідних районах на хвороби ендокринної системи, органів травлення, органів сечовиділення, кровообігу, кровотворення. Однак, на думку автора неоднозначна картина щодо показників захворюваності може свідчити, з одного боку, про адаптацію та пристосування місцевого населення до споживання мінеральних вод, що виключає або зменшує їх вплив на організм, а з другого – має стати науковою основою для впровадження постійної системи регіонального соціально-гігієнічного моніторингу для об'єктивної оцінки впливу мінеральних вод різних типів на показники популяційного здоров'я.

Таку ж думку висловлює автор роботи [30]: доросле населення, яке споживає питну воду з високим вмістом окремих нетоксичних мінеральних сполук, добре адаптується до со-

льового складу питних вод із загальною мінералізацією – до 1500 мг/дм^3, загальною жорсткістю – до 12 мг-екв/дм^3, вмістом натрію – 250 мг/дм^3, кальцій-магнієвим співвідношення – до 1,0; стронцій-кальцієвим співвідношенням – до 0,01. Для районів із несприятливими за сольовим складом питними водами є доцільною розробка регіональних стандартів якості питної води, які мають відповідати цим діапазонам адаптації.

В огляді літератури щодо впливу мінерального складу питної води на стан здоров'я населення [31] зазначено наступне.

1. Аналіз даних наукової літератури свідчить, що питна вода в разі невідповідності показників її мінерального складу гігієнічним нормативам при довготривалому споживанні може приводити до порушень функціонального стану організму та виникненню неінфекційних захворювань населення. Експериментальними дослідженнями на тваринах та епідеміологічними спостереженнями на людях показано, що ефект дії сольового складу питних вод на організм залежить від ступеню мінералізації, поєднання катіонів та аніонів, часу вживання, а також від стану організму в цілому.

2. Найбільша кількість публікацій присвячена з'ясуванню ролі питних вод різної загальної мінералізації та жорсткості у розвитку патології і значно менша – дії комбінацій макро- та мікроелементів на організм. Чисельність останніх робіт не відповідає величезному різноманіттю варіантів мінерального складу питної води, що зустрічаються в природних умовах і впливають на стан здоров'я населення.

3. В Україні дослідження впливу некондиційних за мінеральним складом питних вод на стан здоров'я населення різних вікових груп практично не проводились, незважаючи на актуальність цього питання, що пов'язано з використанням населенням в багатьох регіонах країни питної води з відхиленнями за окремими показниками від гігієнічних нормативів. Гігієнічні та медико-біологічні дослідження впливу мінерального складу питних вод, що формуються в конкретних регіонах і мають притаманні їм комбінації мінеральних речовин, дозволять обґрунтувати прогноз реальних наслідків некондиційної питної води на стан здоров'я населення.

Висновок. Надзвичайна обмеженість наукових даних щодо впливу води на здоров'я населення в Україні обумовлює термінову необхідність проведення таких досліджень як на регіональному рівні, так и в масштабах всієї держави. Це дозволить надати оцінку реального стану водопостачання та водовідведення та розробити заходи із мінімізації впливу водного фактору на здоров'я населення.

Література

1. *Прокопов В.О.* Гігієнічні проблеми водопостачання в Україні / Прокопов В.О. // Досвід та проблеми наукового супроводу проблем гігієнічної науки і практики. – Київ, 2011. – С. 106–132.

2. *Семчук Г.М.* Питне водопостачання – проблеми та шляхи вирішення / Г.М. Семчук // Матеріали наук.-практ. конф. Міжнар. водного форуму "AQUA UKRAINE–2009", 10–13 листопада 2009 р., Київ. – К., 2009. – С. 27–30.

3. *Руководство* по контролю качества питьевой воды // 2-е изд. – Том 1. Рекомендации. – Женева: Изд-во ВОЗ, 1994. – 258 с.

4. *Guidelines* for drinking water quality. – The 3nd ed. – Vol.1. Recommendations. – World Health Organisation. – Geneva. – 2004. – 501 p.

5. *Guidelines* for drinking water quality. – The 4nd ed. – Vol.1. Recommendations. – World Health Organisation. – Geneva. – 2011. – 541 p.

6. *Surveillance* for waterborne disease outbreaks – United States. 1993–1994 / M.H. Kramer, B.L. Herwaldt, G.F. Craun [et al.] // Morb. Mortal. Wkly. – 1995. – Rep. 45. P. 1–15.

7. *Ford T.E.* Microbiological Safety of Drinking Water: United States and Global Perspectives / T.E. Ford // Environ. Health Perspect. – 1999. – V. 107 (Suppl. 1). – P. 191–206.

8. *Мокиенко А.В.* Вода и водно-обусловленные инфекции /А.В. Мокиенко, А.И. Гоженко, Н.Ф. Петренко, А.Н. Пономаренко. – Одесса: "Лерадрук" – 2008. – Т. 1. – 412 с.9. *Мокиенко А.В.* Вода и водно-обусловленные инфекции /А.В. Мокиенко, А.И. Гоженко, Н.Ф. Петренко, А.Н. Пономаренко. – Одесса: ООО "РА "АРТ-В". – 2008. – Т. 2. – 288 с.

10. *Світа В.М.* Вода як фактор передачі збудників інфекційних захворювань / В.М. Світа // СЕС профілактична медицина. – 2005. – № 3. – С. 48–50.

11. *Зыкова Т.А.* Совершенствование вирусологических исследований водных объектов окружающей среды в системе санитарно-вирусологического надзора: автореф. дис. … канд. мед. наук: спец. 03.00.06 "Вирусология" / Т.А. Зыкова. – М., 2006. – 24 с.

12. *Козішкурт О.В.* Епідеміологічна характеристика та роль водного фактору в поширенні гепатиту А в м. Одесі: автореф. дис. … канд. мед. наук: спец. 14.02.02 "Епідеміологія" / О.В. Козішкурт. – К., 2006. – 21 с.

13. *Мокієнко А.В.* Еколого-гігієнічні основи безпечності води, що знезаражена діоксидом хлору: автореф. дис. … доктора мед. наук: спец. 14.02.01 "Гігієна та професійна патологія" / ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва" АМН України / А.В. Мокієнко. – К., 2009. – 36 с.

14. *Сердюк А.М.* Питна вода та інфекційні хвороби: аналітичне та концептуальне дослідження ризику для здоров'я (огляд літератури та власних досліджень) / А.М. Сердюк, А.І. Гоженко, А.В. Мокієнко, Н.Ф. Петренко // Журнал Академії медичних наук. – 2008. – Т. 14, № 4. – С. 705–718.

15. *Shuval H.* Estimating the global burden of thalassogenic diseases: human infectious diseases caused by wastewater pollution of the marine environment / H. Shuval // J. Water Health. – 2003. – Vol. 1. – P. 53–64.

16. *Haemorrhagic* shock and encephalopathy associated with rotavirus infection (case report) / M. Makino, Y. Tanabe, K. Shinozaki [et al.] // Acta Paediatr. – 1996. – V. 85, N. 5. – P. 632–634.

17. *Reilly A.* Prevention and control of enterohaemorrhagic *Escherichia coli (EHEC)* infections: memorandum from a WHO meeting // Bull WHO. – 1998. – V. 76, N 3. – P. 245–255.

18. *Health* problems following *Campylobacter jejuni* enteritis in a Lancashire population / S. Zia, D. Wareing, C. Sutton [et al.] // Rheumatology. – 2003. – № 42. – P. 1083–1088.

19. *McCarthy N.* Incidence of Guillain-Barré Syndrome following Infection with Campylobacter jejuni / N. McCarthy, J. Giesecke // American Journal of Epidemiology. – 1994. – V. 153, N 6. – P. 610–614.

20. *Taylor F.* Viruses…What is the Significance in water Supplies / F. Taylor // J. Maine Wtr. Utilities. – 1973. – V. 49, N 17. – P. 67–75.

21. *Прокопов В.О.* Хлороформ у хлорованій воді України та канцерогенний ризик для здоров'я населення від її споживання / В.О. Прокопов, Г.В. Чичковська // Мат-ли наук.-практ. конфер. IV Міжнарод. водного форуму "АКВА Україна–2006", Київ, – 2006. – С. 276–278.

22. *Про* затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" 2.2.4-171–10. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12 травня 2010 року № 400. – Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747.

23. *СанПиН* 2.1.4.1074–01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества" (с изменениями от 7 апреля 2009 г., 25 февраля, 28 июня 2010 г.), утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 26 сентября 2001 г., введены в действие с 1 января 2002 года. Минздрав России, Москва – 2002.

24. *Закон* України "Про питну воду та питне водопостачання" № 2918–III від 10.01.2002 / Із змінами, внесеними згідно із Законом № 2196–IV (2196–15) від 18.11.2004, ВВР, 2005, № 4, – С. 95 / Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2002. – № 16. – С. 112 // Урядовий кур'єр. – 22.05.2002. – № 91.

25. *Сергеев Е.П.* Гигиеническое значение трансформации химических веществ с образованием хлороформа в процессе обеззараживания питьевых вод / Е.П. Сергеев, Н.П. Елаховская, А.Ф. Скворцов // Гигиена и санитария. – 1981. – № 6. – С. 56–59.

26. *Новиков Ю.В.* О значении тригалометанов в питьевой воде / Ю.В. Новиков, Ю.А. Ноаров // Гигиена и санитария. – 1984. – № 4. – С. 51–55.

27. *Мокиенко А.В.* Обеззараживания воды. Гигиенические и медико-экологические аспекты. Т. 1. Хлор и его соединения / А.В. Мокиенко, Н.Ф. Петренко, А.И. Гоженко // Одесса: ТЭС, 2011. – 484 с.

28. Гігієнічна оцінка слабко- та маломінералізованих мінеральних вод Полтавської області / А.В. Мокієнко, О.М. Нікіпелова, Л.Б. Солодова [та ін.] // Гигиена населенных мест. – 2010. – Вып. 56. – С. 70–77.

29. *Дичка Л.В.* Вплив мінеральної води різних типів при використанні як питної на стан здоров'я населення: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.01 / Л.В. Дичка; ДУ "Ін-т гігієни та мед. екології ім. О.М. Марзєєва АМН України". – К., 2008. – 20 с.

30. *Ворохта Ю.М.* Гігієнічна оцінка впливу мінерального складу питних вод на здоров'я населення: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.01 / ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва" АМН України/ Ю.М. Ворохта. – К., 2007. – 22 с.

31. *Прокопов В.О.* Вплив мінерального складу питної води на стан здоров'я населення (огляд літератури) // В.О. Прокопов, О.Б. Липовецька // Гігієна населених місць. – 2012. – № 59. – С. 63–73.

УДК 615.327:613.3:504.064.3

ЩОДО НЕОБМЕЖЕНОСТІ ПИТНИХ РЕЖИМІВ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД

Мокієнко А.В., *д. мед. н.,* ***Нікіпелова О.М.***, *д. хім. н.,* ***Насібуллін Б.А.***, *д. мед. н.,*
ДУ "Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології МОЗ України" (м. Одеса), gigienakurort@gmail.com

У роботі проведено аналіз результатів власних досліджень (2004–2014 рр.) із гігієнічної оцінки мінеральних природних столових вод. Розглянуто проблему необмеженості питних режимів мінеральних вод. Обґрунтовано необхідність проведення в кожному конкретному випадку комплексних фізіолого-гігієнічних досліджень впливу води (з урахуванням коливань складу есенціальних елементів) на стан основних органів та систем організму.

CONCERNING LIMITLESSNESS OF DRINKING MODES OF MINERAL WATERS

Mokienko A.V., *Doctor of Medical Sciences,* ***Nikipelova O.M.***, *Doctor of Chemical Sciences,*
Nasibulin B.A., *Doctor of Medical Sciences, professor,*
Public institution "Ukrainian Scientific research Institute of Medical Rehabilitation and Resort Therapy Ministry of Health of Ukraine" (Odessa), gigienakurort@gmail.com

In work the analysis of results of own researches (2004–2014) by a hygienic estimation of mineral natural table waters is carried out. The problem of limitlessness of drinking modes of mineral waters is considered. Necessity of carrying out in each specific case complex fisiologic and hygienic researches of influence of water (taking into account structure fluctuations essenciale elements) on a condition of the basic bodies and organism systems is proved.

Вступ. Характерною ознакою сьогодення України є зростання кризових явищ в навколишньому середовищі. Зокрема це стосується погіршення стану водних ресурсів, якості питної води, невизначенністю впливу цих чинників на здоров'я населення. Тому слід вважати цілком природним пошук споживачем альтернативних джерел питної води, які можуть певною мірою гарантувати безпечність її споживання. Традиційно такими джерелами вважались и вважаються природні мінеральні води, які відносно захищені у підземних горизонтах від антропогенного впливу. Така захищеність стосується головним чином, але не повністю, мікробіологічних показників якості мінеральних вод. Однак, відносно хімічних параметрів слід зазначити деякі завади суто гігієнічного характеру, що обумовлено різними методичними підходами до нормування складу мінеральних та питних вод. Тому, мета даної роботи полягає у відповіді на запитання: чи можна рекомендувати необмеженність застосування мінеральних вод як питних.

Виклад основного матеріалу. За даними ВООЗ, лише невелика кількість хімічних речовин, коли вони присутні в надмірній кількості, викликає серйозні наслідки для здоров'я людей у результаті їх впливу через питну воду. Це фтор, миш'як та нітрати [1]. Однак, це не виключає актуальності досліджень ролі водного фактора у формуванні неінфекційної захворюваності населення, зокрема конкретизації квоти води у постачанні організму есенціальних мінеральних речовин [2].

Аналіз даних наукової літератури в огляді [3] свідчить, що питна вода в разі невідповідності показників її мінерального складу гігієнічним нормативам при довготривалому споживанні може приводити до порушень функціонального стану організму та виникненню неінфекційних захворювань населення. Експериментальними дослідженнями на тваринах та епідеміологічними спостереженнями на людях показано, що ефект дії сольового складу питних вод на організм залежить від ступеню мінералізації, поєднання солей, часу вживання, а

також від стану організму в цілому. Слід зазначити обмеженість даних щодо комбінованої дії макро- та мікроелементів на організм. Автори акцентують увагу на практичну відсутність в Україні досліджень впливу некондиційних за мінеральним складом питних вод на стан здоров'я населення різних вікових груп практично не проводились, незважаючи на актуальність цього питання, що пов'язано з використанням населенням в багатьох регіонах країни питної води з відхиленнями за окремими показниками від гігієнічних нормативів. Це потребує проведення відповідних гігієнічних та медико-біологічних досліджень.

Впродовж 2004–2014 рр. в Українському державному центрі стандартизації і контролю якості природних і преформованих засобів ДУ "Український НДІ медичної реабілітації та курортології МОЗ України" проведено гігієнічну оцінку мінеральних природних столових вод різних регіонів України. Це "Абсолют", "Регіна", "Барчанка" (Вінницька обл.); "Христинівська", "Тальнівська", "Гуляй поле", "Рейкарц" (Черкаська обл.); "Софія Київська", "Березанська", "Оболонська", "Біола" (Київська обл.); "Роксолана" (Івано-Франківська обл.); "Бакси" (АР Крим); "Романівська" (Донецька обл.); "Іволжанська" (Сумська обл.), "Трускавецька", "Підкамінська" (Львівська обл.), "Едель" (Закарпатська обл.), "Кривоозерська" (Миколаївська обл.), "Молочанська" (Запорізька обл.), "Іверська монастирська", "Балайчук", "Кардамичовська", "Іванівська джерельна", "Болеро" (Одеська обл.).

Узагальнюючий висновок в публікаціях [4–11], які аналізують проблему необмеженості питних режимів мінеральних вод з певними відхиленнями від нормативів вмісту фтору, кремнію, бору, миш'яку, полягає у неадекватності ототожнення гігієнічних вимог до вод питних фасованих та вод мінеральних природних столових, перш за все, внаслідок принципової різниці у нормуванні їх фізико-хімічного складу. Це пояснюється, на нашу думку, суттєвими відмінностями до трактовки питних режимів: якщо для води питної, зокрема фасованої мається на увазі певне тривале пиття такої води, то для води фасованої мінеральної природної столової це споживання спорадичне, час від часу і не обов'язково однієї і тієї ж води.

Прикладом може слугувати мінеральна природна лікувально-столова вода "Знаменівська", яка за всіма ознаками є питною за винятком вмісту кремнію. Відповідно до класифікації В.В. Іванова, Г.О. Невраєва та основних критеріїв оцінки хімічного складу мінеральних вод кремнієвими є мінеральні води із вмістом метакремнієвої кислоти не менше 50 мг/дм^3. За ДСТУ 878-93 "Води мінеральні фасовані. Технічні умови" [12] вміст метакремнієвої кислоти у мінеральній воді "Знаменівська" складає 45–65 мг/дм^3, що у перерахунку на кремній складає 16,15–23,3 мг/дм^3. Саме за цим показником ця вода віднесена до категорії лікувально-столових, що передбачає її вживання за призначенням лікаря, або як столового напою у разі несистематичного вживання протягом не більше ніж 30 днів з інтервалом 3–6 місяців.

Згідно Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10) [13] гранично допустима концентрація вмісту кремнію у питній воді (водопровідній та фасованій, з пунктів розливу та бюветів), вживання якої необмежене впродовж життя, становить 10 мг/дм^3. Тобто, вміст кремнію у мінеральній воді "Знаменівська" перевищує норматив у 1,6–2,3 рази.

Незважаючи на існуючі дані щодо біогенної ролі і токсикодинаміки кремнію, існуючі ризики накопичення розчинених у воді неорганічних сполук цього елемента в організмі людини не визначені, що свідчить про необхідність продовження досліджень специфіки їх біологічної дії в залежності від мінерального складу вод, з якими він надходить в організм. Це ж повною мірою стосується фтору, бору, миш'яку та інших макро- та мікроелементів.

Висновок. Необмеженність питних режимів мінеральних вод потребує наукового обґрунтування в кожному конкретному випадку шляхом проведення комплексних фізіолого-

гігієнічних досліджень впливу води (з урахуванням коливань складу ссенціальних елементів) на стан основних органів та систем організму.

Література

1. *Guidelines* for drinking water quality. – The 4nd ed. – Vol. 1. Recommendations. – World Health Organisation. – Geneva. – 2011. – 541 p.

2. *Ворохта Ю.М.* Гігієнічна оцінка впливу мінерального складу питних вод на здоров'я населення: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.01 / ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва" АМН України / Ю.М. Ворохта. – К., 2007. – 22 с.

3. *Прокопов В.О.* Вплив мінерального складу питної води на стан здоров'я населення (огляд літератури) // В.О. Прокопов, О.Б. Липовецька // Гігієна населених місць. – 2012. – № 59. – С. 63–73.

4. Мониторинг качества минеральных природных столовых вод как важная гигиеническая проблема / К.Д. Бабов, Е.М. Никипелова, А.В. Мокиенко [и др.] // Екологія довкілля та безпеки життєдіяльності. – 2005. – № 2. – С. 52–57.

5. *Мокиенко А.В.* Гигиенические аспекты мониторинга качества природных столовых вод. / А.В. Мокиенко, Е.М. Коева, Г.К. Бицилли // "Кліматолікування, лікувальна фізкультура, механотерапія, фітотерапія, бальнеотерапія в комплексному санаторно-курортному лікуванні". – Матеріали VI наук.-практ. конф. з міжн. участю. – м. Євпаторія, 27–29 вересня 2005 р. – С. 202–203.

6. *Гигиенические* аспекты мониторинга качества природных столовых вод Одесской области / А.В. Мокиенко, Л.Б. Солодова, Е.М. Коева [и др.] // Мед. реабилитация, курортология, физиотерапия. – 2006. – № 2(46). – С. 31–32.

7. *Минеральные* природные столовые воды: гигиенические проблемы мониторинга / Мокиенко А.В., Солодова Л.Б., Бицилли Г.К. [и др.] // Актуальні питання гігієни харчування та безпечності харчових продуктів. Круглий стіл "Питна вода – харчовий продукт № 1": Тези доп. IV Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 25–26 жовтня 2006 р. – С. 57–58.

8. *Мінеральні* води Полтавщини / За ред. К.Д. Бабова, О.М. Нікіпелової, О.Д. Гавловського. – К.: КІМ, 2010. – 220 с.

9. *Гігієнічна* оцінка мінеральних вод Полтавської області / А.В. Мокієнко, О.М. Нікіпелова, Ю.М. Ворохта [та ін.] // Стратегія та тактика санаторно-курортної реабілітації хворих після радикального лікування онкопатології. Роль природних лікувальних чинників у санаторно-курортній реабілітації: Матер. наук.-практ. конф., ЗАТ "Миргородкурорт", м. Миргород, 4–5 жовтня 2010 р. – Миргород, 2010. – С. 74–75.

10. *Гігієнічна* оцінка слабко- та маломінералізованих мінеральних вод Полтавської області / А.В. Мокієнко, О.М. Нікіпелова, Л.Б. Солодова [та ін.] // Гигиена населенных мест. – 2010. – Вып. 56. – С. 70–77.

11. *Гігієнічна* оцінка мінеральних природних столових вод / А.В. Мокієнко, О.М. Нікіпелова, Л.Б. Солодова [та ін.] // Медицинская реабилитация, курортология, физиотерапия. – 2014. – № 1. – С. 54–57.

12. *Води* мінеральні фасовані. Технічні умови: ДСТУ 878-93 [Чинний від 01.01.1995]. – К.: Держстандарт України, 1994. – 88 с.

13. *Наказ* МОЗ України від 12.05.2010 р. № 400 "Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною, 2.2.4-171-10" (зареєстровано в Міністерстві юстиції України 01 липня 2010 р. за № 452/17747).

УДК 615.327:613.3].076:579

АУТОХТОННА МІКРОФЛОРА МІНЕРАЛЬНИХ ВОД ЯК МОДУЛЯТОР БЕЗПЕЧНОСТІ ТА БАЛЬНЕОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ

Мокієнко А.В., *д. мед. н.,* ***Хмєлєвська О.М.***, *к. біол. н.,* ***Ніколенко С.І.***, *к. біол. н.,*
ДУ "Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології МОЗ України" (м. Одеса), gigienakurort@gmail.com

У роботі проведено аналіз результатів досліджень аутохтонної мікрофлори мінеральної лікувально-столової води. Встановлено, що 4 із 5 виділених штамів сапрофітних мікроорганізмів проявили здатність пригнічувати та затримувати розвиток умовно-патогенних бактерій. Це підтверджує важливість присутності та збереження аутохтонної мікробіоти в мінеральних водах та необхідність її визначення.

AUTOCHTHONOUS MICROFLORA OF MINERAL WATERS AS THE MODULATOR OF SAFETY AND BALNEAL ACTIVITY

Mokienko A.V., *Doctor of Medical Sciences,* ***Khmelevskaya O.N.***, *Candidat of Biological Sciences,*
Nikolenko S.I., *Candidat of Biological Sciences,*
Public institution "Ukrainian Scientific research Institute of Medical Rehabilitation and Resort Therapy Ministry of Health of Ukraine" (Odessa), gigienakurort@gmail.com

In work the analysis of results of researches autochthonous microflorae mineral medical-table water is carried out. It is established, that 4 from 5 allocated штаммов microorganisms have shown ability to suppress and detain development of is conditional-pathogenic bacteria. It confirms importance of presence and preservation autochthonous microflorae in mineral waters and necessity of its definition.

Вступ. Мікробний ценоз мінеральних вод (МВ) у своєму складі, окрім алохтонних мікроорганізмів – показників забруднення та санітарного стану природних МВ, які належать до епідеміологічних показників контролю, включає аутохтонні та непатогенні алохтонні мікроорганізми, які відрізняються як за походженням і впливом на якість МВ, так і за властивостями [1].

Аутохтонні бактерії постійно присутні у МВ і є природною бактеріальною мікробіотою на відміну від алохтонних мікроорганізмів, для яких МВ не є природним місцем існування. Разом з тим, при зростаючому антропогенному впливі на природні лікувальні ресурси частіше виявляються санітарно-показові, умовно-патогенні та патогенні мікроорганізми. Природна бактеріальна мікробіота значною мірою впливає на хімічний склад МВ та їх лікувальні властивості. У МВ може знаходитись багато різних груп аутохтонних мікроорганізмів, які в залежності від геологічних умов кожного родовища, мають вплив на формування хімічного складу води (наприклад, амоніфікувальні аероби продукують H_2S та NH_3) [1].

Аутохтонні мікроорганізми не патогенні для людини і є найбільш цінною складовою МВ. Це пов’язано із здатністю цих мікроорганізмів продукувати біологічно активні речовини (вітаміни, ферменти, різні гази, антибіотики тощо), які впливають на бальнеологічні властивості МВ. Біологічна дія МВ у значній мірі залежить від продуктів метаболізму їх мікробних ценозів (наприклад, амінокислот, вітамінів, ферментів тощо) [2].

Мета роботи полягала в обґрунтуванні визначення аутохтонних мікроорганізмів у мінеральних водах з точки зору модулювання їх безпечності та бальнеологічної активності.

Виклад основного матеріалу. Реалізація мети проведена в рамках наукового обґрунтування [3] включення до параметрів безпечності фасованих МВ загального мікробного числа при 20–22 °С, яке згідно вимог Директиви 2009/54/ЄС регламентуються як показник без-

печності. Серед загального числа сапрофітних мікроорганізмів із фасованої в PET-тару негазованої МВ "Куяльник" до і після фільтрації та сатурації виділено п'ять штамів, які досліджено на біологічні властивості та ідентифіковано в Інституті мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України.

Ізоляти № 1 та 2 виділено із негазованої МВ "Куяльник" після фільтрації; ізолят № 3 із негазованої МВ "Куяльник" до фільтрації; ізолят № 6 із МВ "Куяльник" після фільтрації та сатурації (сильногазована МВ).

Встановлено, що одержані штами є представниками 4 родів: *Pseudomonas, Vibrio, Kytococcus* та *Flavobacterium*. Ізолят 1 було класифіковано як *Pseudomonas libanensis*, ізолят 2 віднесено до виду *Vibrio metschnikovii*, ізолят 3 ідентифіковано як *Pseudomonas veronii*, ізолят 5 належав до *Kytococcus sedentarius*, ізолят 6 є представником *Flavobacterium saliperosum*.

Ідентифіковані мікроорганізми перевірено на здатність впливати на розвиток умовно-патогенних мікроорганізмів.

Встановлено, що штам *P. libanensis* антагоністично впливав на розвиток *E. faecalis* та *P. aeruginosa* – діаметр затримки росту 2 та 7 мм відповідно. Штам *V. metschnikovii* антагоністично впливав на *S. epidermidis, E. faecalis* та *E. coli* – діаметр затримки росту 3, 5 та 3 мм відповідно. Штам *K. sedentarius* антагоністично впливав на *S. epidermidis, S. aureus* та *E. faecalis* – діаметр затримки росту 1, 1 та 2 мм відповідно. Штам *F. saliperosum* антагоністично вплинув на *S. epidermidis, S. aureus, E. faecalis* та *E. coli* – діаметр затримки росту 2, 1, 3 та 3 мм відповідно.

Штам *P. veronii,* на відміну від інших видів бактерій, стимулював розвиток *E. coli,* що свідчить про необхідність введення показника ЗМЧ при 20–22 °С у параметри безпечності фасованих мінеральних вод. Межу ЗМЧ 100 КУО/см^3 слід вважати цілком адекватною, адже 4 виділених штами сапрофітних мікроорганізмів проявили здатність пригнічувати та затримувати розвиток умовно-патогенних бактерій, що підтверджує важливість присутності та збереження аутохтонної мікробіоти.

Слід зазначити, що проведення досліджень біологічної властивості та ідентифікації мікроорганізмів МВ є невід'ємною складовою процесів підтримання відповідного ступеню чистоти як промислової продукції, так і лабораторних і виробничих приміщень. Кваліфікована оцінка спектру виявлених мікроорганізмів дає можливість встановити джерело їх виділення, визначити напрямки та об'єм проведення необхідних заходів щодо усунення наслідків потрапляння сторонньої мікрофлори, а також запобігти подальшій контамінації даних об'єктів.

Таким чином, показана наявність у окремих виділених штамів сапрофітної мікрофлори, яка сьогодні розглядається як санітарно-показова та із цієї причини нормується, бактерицидної активності. Оскільки, дані мікроорганізми є суто специфічними та в певному співвідношенні ексклюзивними для конкретної мінеральної води, це є свідченням її нативності та додаткової гарантією відсутності фальсифікації. Слід зазначити, що у такому контексті це перше фундаментальне дослідження аутохтонних мікроорганізмів в Україні та за кордоном. Наявність таких результатів дає змогу виробникам включати додаткову інформацію на етикетку фасованої природної мінеральної лікувально-столової води, наприклад, наступного змісту: "Містить аутохтонні мікроорганізми, які обумовлюють антимікробну дію та оздоровчий ефект". Це означає додаткову та вельми суттєву промоцію продукції на ринку природних лікувально-столових вод, що обумовлено наступними складовими: по-перше, тенденцією до росту використання населенням природних факторів та чинників, які сприяють поліпшенню здоров'я, по-друге – розширенням діапазону споживання даної води додатково до показань,

по-третє, збільшенням числа випадків фальсифікації мінеральних вод доочищеними водопровідними, які, за визначенням, не можуть містити специфічну аутохтонну мікрофлору.

Висновок. Аутохтонна мікрофлора мінеральних лікувально-столових вод є важливим модулятором безпечності та бальнеологічної активності, що потребує її визначення у кожному конкретному випадку шляхом проведення комплексних мікробіологічних досліджень.

Література

1. *Бутилированная* вода: типы, состав, нормативы / под ред. Д. Сениор, Н. Деге; пер. с англ. Е. Бровниковой, Т. Зверевич. – СПб.: Профессия, 2006. – 424 с.

2. *Николенко С.И.* Микрофлора слабоминерализованных вод типа "Нафтуся" и её влияние на бальнеологические свойства: автореф. дис. к. биол. н.: 03.00.07, 14.00.34 / С.И. Николенко; Інститут микробиологии Академии наук Беларусской ССР. – Минск, 1988. – 22 с.

3. *Хмєлєвська О.М.* Гігієнічне обґрунтування покращення якості фасованої природної мінеральної лікувально-столової води: автореф. дис. к. біол. н.: 14.02.01 / О.М. Хмєлєвська; Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця. – Київ, 2013. – 24 с.

УДК 613.32:616.36–002.1–036.22(477.74)

ГІГІЄНІЧНЕ ТА МЕДИКО-ЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ ВОДИ, ЯК ФАКТОРА РИЗИКУ, НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ УКРАЇНСЬКОГО ПРИДУНАВ'Я)

Ковальчук Л.Й.[1], *к. мед. н., доц.*, ***Мокієнко А.В.***[2], *д. мед. н.*,
1 – Одеський національний медичний університет (м. Одеса), linakovalchuk@i.ua;
2 – ДУ "Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології МОЗ України" (м. Одеса), gigienakurort@gmail.com

Обґрунтовано необхідність гігієнічних та медико-екологічних досліджень впливу води, як фактору ризику, на здоров'я населення. Показано, що наочним прикладом регіону із загостренням екологічних та санітарно-епідеміологічних проблем водних ресурсів є Українського Придунав'я. Представлено комплексну систему оцінки стану водних об'єктів з урахуванням чинників ризику.

HYGIENIC, MEDICAL AND ECOLOGICAL SUBSTANTIATION OF WATER IMPACT, AS A RISK FACTOR, ON HUMAN HEALTH (BY THE EXAMPLE OF UKRAINIAN DANUBE REGION)

Kovalchuk L.Y.[1], *Assoc. Prof., Cand. Sci. (Med.)*, ***Mokiienko A.V.***[2], *Dr. Sci. (Med.)*,
1 – Odessa National Medical University (Odesa) Ukraine, linakovalchuk@i.ua;
2 – State Administration "Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Balneology of Ministry of Health of Ukraine" (Odesa), gigienakurort@gmail.com

The necessity of hygienic, medical and ecological researches of water impact, as a risk factor, on public health was substantiated. It was overviewed that Ukrainian Danube region is a clear example with deteriorating ecological and sanitary-epidemiological problems of water resources. A comprehensive system of water bodies assessment considering risk factors was presented.

Вступ. Загальновідомо, що з кожним роком світ все більше потерпає від нестачі чистої води. Глобальний характер водних проблем ілюструється наступними фактами. Понад 884 млн чоловік не мають доступу до безпечної питної води і понад 2,6 млрд (40 %) живуть в абсолютно антисанітарних умовах. Щорічно 1,5 млн дітей у віці до 5 років вмирають через хвороби, викликані відсутністю якісної води та нормальних санітарних умов життя. Через відсутність доступу до чистої води страждає в кілька раз більше дітей (у віці до 15 років), чим від гепатиту, СНІДу, малярії, туберкульозу разом узятих. Загальне число людей, що вмирають через неякісну і небезпечну питну воду, перевершує число жертв усіх форм насильства, включаючи війни та збройні конфлікти.

Виклад основного матеріалу. В Рішенні РНБО України від 27 лютого 2009 року "Про стан безпеки водних ресурсів держави та забезпечення населення якісною питною водою в населених пунктах України" зазначено: "В даний час проблема збереження вітчизняних водних ресурсів набула такого значення, що визнана як реальна загроза національній безпеці України. За умови, що питне водопостачання України майже на 80 % забезпечується із поверхневих джерел, цей же відсоток (80 %) включає поверхневі водойми країни, які вже непридатні для постачання питної води. Споживачі більше половини міст з населенням понад 100 тис. отримують воду за графіком, що приводить до порушення режимів роботи систем водопостачання і, як наслідок, до значного погіршення якості води.

В Рішенні РНБО України від 25.04.2013 р. констатується: ситуація із забезпеченням населення якісною питною водою позитивних змін не зазнала, а в деяких регіонах спостерігається

тенденція до її ускладнення. Це стосується, у тому числі регресу у забезпеченні централізованим водопостачанням уже й міського населення – в 2011 р. частка міського населення, що має доступ до централізованого водопостачання, склала 93,4 %, що менше на 1,6 %, ніж в 2005 р.

Найбільш забрудненими є відкриті водойми і підземні джерела у східних і південних областях, а також гирлові зони морського узбережжя. Однак, ці водні об'єкти є водночас найменш дослідженими з точки зору впливу на здоров'я людини.

На території України особливої уваги заслуговує гирлова зона ріки Дунай, яка утворює велику болотисту дельту загальною площею близько 5640 км^2, та регіон придунайських озер (Кагул, Катлабух, Кугурлуй, Ялпуг, Китай, Сасик), які останніми роками зазнають інтенсивного антропогенного забруднення.

Українське Придунав'я належить до найбільш депресивних регіонів країни з несприятливою економічною, демографічною і екологічною ситуацією. Загалом у Придунав'ї за останні двадцять років чисельність працездатного населення зменшилася на 25 %. Різко зросла захворюваність. Уже у 2002 р. смертність у два рази перевищила народжуваність. Особливо зросла смертність дітей до двох років – вона стала у три рази вище, ніж у цілому по Україні. У 2007 році ООН визначила, що українське Придунав'я перебуває на межі гуманітарної катастрофи [1, 2].

Незважаючи на це, як в Україні загалом, так і в цьому проблемному регіоні практично відсутні дослідження стану водних ресурсів, рівнів їх антропогенного мікробного та хімічного забруднення, впливу води різних видів користування на здоров'я населення, обґрунтування ризику водного фактору та його ролі в інфекційній та неінфекційній захворюваності. Слід зазначити окремі роботи стосовно зв'язку із водою водно-обумовлених інфекцій [3–7] та гігієнічної оцінки впливу мінерального складу різних за мінеральним складом вод на здоров'я населення [8–11].

Таким чином, дослідження гігієнічних та медико-екологічних проблем водних ресурсів Придунайського регіону та розробка заходів щодо попередження їх забруднення, повинні бути спрямовані на збереження здоров'я населення шляхом мінімізації негативного впливу водного фактору, що має велике науково-практичне значення. Це можливе лише за умови комплексного підходу до оцінки стану водних об'єктів з урахуванням чинників ризику та поліпшенню якості води різних видів користування [12, 13].

Таким чином, мета дослідження полягає у розробці гігієнічних та медико-екологічних основ впливу водного фактору на здоров'я людини.

Завдання дослідження передбачають наступне:

• вивчення соціально-демографічних, природно-кліматичних, еколого-географічних, санітарно-епідеміологічних особливостей території Українського Придунав'я;

• визначення фізико-хімічних, санітарно-хімічних та санітарно-епідеміологічних показників якості водних об'єктів та питної води у місцях водокористування населення;

• дослідження стану водопостачання та водовідведення населення регіону;

• ідентифікація ціанобактерій під час "цвітіння" водойм;

• проведення моніторингу рівнів забруднення водних об'єктів нафтопродуктами, фенолами, стійкими органічними забруднювачами (хлорорганічними пестицидами, поліхлорованими біфенілами, поліциклічними ароматичними вуглеводнями), умовно-патогенною та патогенною мікрофлорою;

• проведення епідеміологічного аналізу інфекційної та неінфекційної захворюваності населення регіону;

• вивчення впливу води водних об'єктів на стан теплокровних тварин (білі пацюки) у субхронічному токсикологічному експерименті;

• вивчення впливу води водних об'єктів на коротко-циклічні гідробіонти в екотоксикологічному експерименті;

• визначення пріоритетних факторів ризику впливу водного фактору на здоров'я населення, яке постійно проживає в регіоні;

• розробка математичної модель оцінки ризику водного фактору для здоров'я населення;

• розробка системи заходів щодо мінімізації впливу водного фактору на здоров'я населення.

Література

1. *Топчієв О.Г.* Планування територій у контексті сталого розвитку регіонів / Регіональні проблеми України: географічний аналіз та пошук шляхів вирішення / О.Г. Топчієв // Зб. наук. праць. – Херсон: ПП Вишемирський, 2005. – С. 118–123.

2. *Ковальчук Л.Й.* Сучасний еколого-гігієнічний стан водних об'єктів Українського Придунав'я / Л.Й. Ковальчук, А.В. Мокієнко // Актуальні проблеми транспортної медицини: навколишнє середовище; професійне здоров'я; патологія. – 2014. – № 3 (37). – С. 171–183.

3. *Світа В.М.* Вода як фактор передачі збудників інфекційних захворювань / В.М. Світа // СЕС профілактична медицина. – 2005. – № 3. – С. 48–50.

4. *Мокиенко А.В.* Вода и водно-обусловленные инфекции /А.В. Мокиенко, А.И. Гоженко, Н.Ф. Петренко, А.Н. Пономаренко. – Одесса: "Лерадрук", 2008. – Т. 1. – 412 с.5. *Мокиенко А.В.* Вода и водно-обусловленные инфекции / А.В. Мокиенко, А.И. Гоженко, Н.Ф. Петренко, А.Н. Пономаренко. – Одесса: ООО "РА "АРТ-В", 2008. – Т. 2. – 288 с.

6. *Козішкурт О.В.* Епідеміологічна характеристика та роль водного фактору в поширенні гепатиту А в м. Одесі: автореф. дис. … канд. мед. наук: спец. 14.02.02 "Епідеміологія" / О.В. Козішкурт. – К., 2006. – 21 с.

7. *Мокієнко А.В.* Еколого-гігієнічні основи безпечності води, що знезаражена діоксидом хлору: Автореф. дис. … доктора мед. наук : спец. 14.02.01 "Гігієна та професійна патологія" / ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва" АМН України / А.В. Мокієнко. – К., 2009. – 36 с.

8. *Гігієнічна* оцінка слабко- та маломінералізованих мінеральних вод Полтавської області / А.В. Мокієнко, О.М. Нікіпелова, Л.Б. Солодова та ін. // Гигиена населенных мест. – 2010. – Вып. 56. – С. 70–77.

9. *Дичка Л.В.* Вплив мінеральної води різних типів при використанні як питної на стан здоров'я населення: Автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.01 / Л.В. Дичка; ДУ "Ін-т гігієни та мед. екології ім. О.М. Марзєєва АМН України". – К., 2008. – 20 с.

10. *Ворохта Ю.М.* Гігієнічна оцінка впливу мінерального складу питних вод на здоров'я населення: Автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.01 / ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва" АМН України / Ю.М. Ворохта. – К., 2007. – 22 с.

11. *Прокопов В.О.* Вплив мінерального складу питної води на стан здоров'я населення (огляд літератури) // В.О. Прокопов, О.Б. Липовецька // Гігієна населених місць. – 2012. – № 59. – С. 63–73.

12. *Сердюк А.М.* Питна вода та інфекційні хвороби: аналітичне та концептуальне дослідження ризику для здоров'я (огляд літератури та власних досліджень) / А.М. Сердюк, А.І. Гоженко, А.В. Мокієнко, Н.Ф. Петренко // Журнал Академії медичних наук. – 2008. – Т. 14, № 4. – С. 705–718.

13. *Причерноморские* лиманы: гигиенические и медико-экологические аспекты сохранения природных лечебных ресурсов / Под ред. А.В. Мокиенко, Е.М. Никипеловой, К.Д. Бабова. – Одесса: ТЭС, 2012. – 274 с.

УДК 615.327.015.4:615.838(036)

МІНЕРАЛЬНІ ЙОДО-БРОМНІ ВОДИ – БІОЛОГІЧНА ДІЯ ТА ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ НА КУРОРТІ БЕРДЯНСЬК

Бабов К.Д., *д. мед. н., проф.*, ***Нікіпелова О.М.***, *д. хім. н.*, ***Погребний А.Л.***,
Насібуллін Б.А., *д. мед. н., проф.*, ***Гуща С.Г.***, *к. мед. н,*
ДУ "Український НДІ медичної реабілітації та курортології МОЗ України" (м. Одеса),
mrik@kurort.odessa.net

Представлено огляд формування мінеральних йодо-бромних вод на ділянці курорту Бердянськ Запорізької області, приуроченість їх до утворень різного геологічного віку, охарактеризовано фізико-хімічні властивості вод, біологічна дія, сучасне лікувальне використання.

MINERAL YODO-BROMNI WATER-BIOLOGICAL ACTION AND PRACTICAL USE ON RESORT BERDYANSK

Babov K.D., ***Nikipelova O.M.***, ***Pogrebny A.L.***, ***Nasibullin B.A.***, ***Hushcha S.G.***,
State Institution "Ukraine Research Institute of Medical Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of Ukraine" (Odesa), mrik@kurort.odessa.net

The review of forming of mineral yodo-bromnikh waters is presented on the area of resort Berdyansk of the Zaporozhia area, priurochenist' them to formations of different geological age, is described physical and chemical properties of waters, biological action, modern medical use.

Курорт Бердянськ розташований на узбережжі Азовського моря в межах Запорізької області, на прилеглій території Бердянської коси та її межах. На курорті функціонують ряд санаторно-курортних закладів ПрАТ "Укрпрофоздоровниця" – санаторії "Бердянськ", "Лазурний", "Азов-3", приватний курортно-рекреаційний комплекс "Морський курорт "Ореанда", санаторій "Нива" (рис. 1).

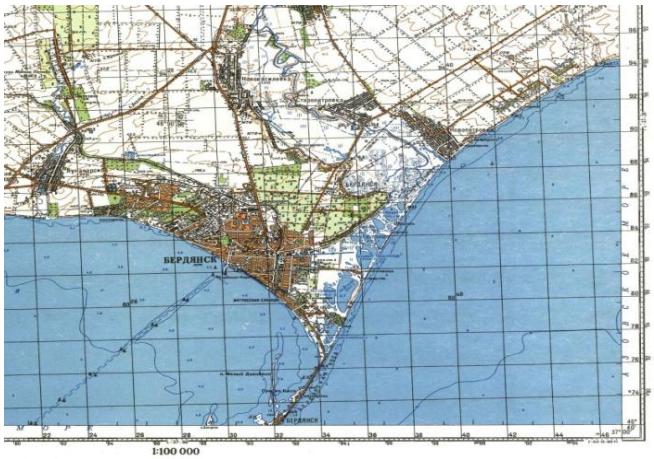


Рис. 1. Схема району курорту Бердянськ

В геоструктурному відношенні територія курорту розташована в зоні зчленування південно-східної частини Українського кристалічного щита (Приазовський кристалічний масив) і північного борту Причорноморської западини. Загальне падіння водовмісних порід відбувається в південному та південно-східному напрямку в сторону Чорного моря (рис. 2).

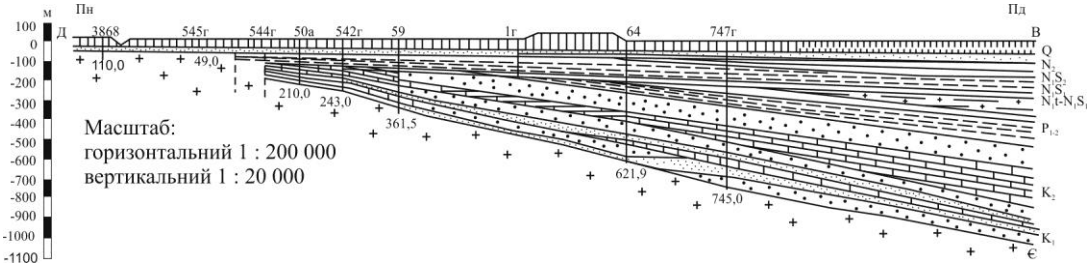


Рис. 2. Геологічний розріз по ділянці курорту Бердянськ

В межах даної території формуються мінеральні води різноманітного хімічного складу та мінералізації, пов'язані з різними стратиграфічними підрозділами та літологічними відмінностями порід неогенової, палеогенової та крейдяної систем та розкрито свердловинами в інтервалах глибин від 48 до 554 м. Характерною особливістю формування мінеральних вод є зростання загальної мінералізації вод з глибиною від 3–4 до 55–60 г/дм^3 (рис. 3). Також з глибиною залягання водоносних горизонтів у водах зростає і концентрація йоду та брому.

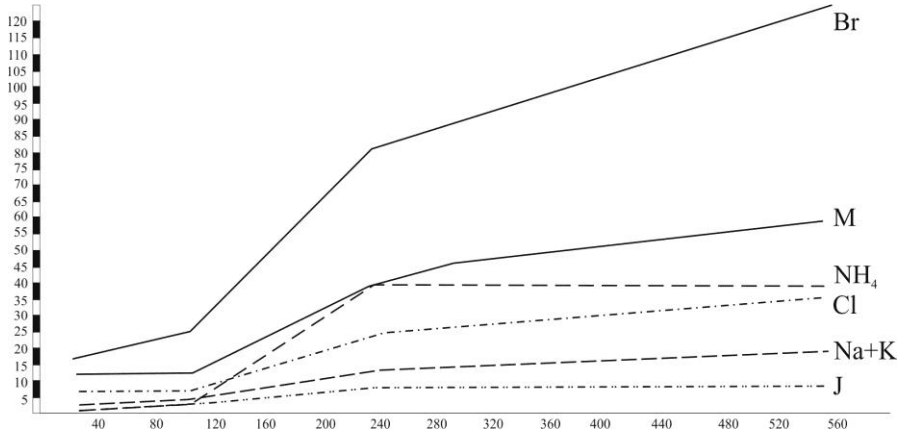


Рис. 3. Залежність загальної мінералізації мінеральних вод та вмісту біологічно активних компонентів та сполук від глибини залягання

Води, в яких концентрація йоду та брому досягає бальнеологічних норм, формуються у відкладах середнього сармату та пов'язані з водовмісними породами більш глибокого залягання у тортон-нижньосарматських утвореннях неогенової системи та крейди.

На території курорту Бердянськ мінеральні води середньосарматських відкладів розкрито свердловинами на глибині від 105,0 до 138,0 м. Водовмісні породи представлено дрібнозернистими пісками.

Формування мінеральних вод у відкладах середнього сармату відбувається у зоні ускладненого водообміну, що обумовлює специфіку їх хімічного складу – води високомінералізовані (12,2–14,1 г/дм^3) хлоридні натрієві з вмістом йоду до 7,0 мг/дм^3, брому – 14,0–40,0 мг/дм^3, ортоборної кислоти – 10,0–50,0 мг/дм^3.

Мінеральні води тортон-нижньорматських відкладів неогенової системи в межах курорту розкрито в інтервалі глибин 220,0–242,0 м. Водовмісні породи представлено дрібнозернистими пісками. За хімічним складом води йодо-бромні борні хлоридні натрієві, відносяться до розсолів (35,0–45,0 г/дм^3). Вміст йоду у водах складає 6,0–11,0 мг/дм^3, брому – 78,0–85,0 мг/дм^3, ортоборної кислоти 40,0–65,0 мг/дм^3.

Мінеральні йодо-бромні води у відкладах крейдяної системи (K_2) залягають в інтервалі глибин 554,0–582,0 м. Водовмісні породи представлено пісками. Води розсольні з мінералі-

зацією 57,0–60,0 г/дм^3 хлоридного натрієвого складу з вмістом йоду 5–9 мг/дм^3, брому – 51–88 мг/дм^3, ортоборної кислоти – 25–58 мг/дм^3, води слабкотермальні – 23 °С.

Проведені експериментальні дослідження на тваринах при зовнішньому застосуванні високомінералізованих вод верхньосарматських відкладів, що розкриті на території курорту свердловинами № 1602 г, № 4 санаторію Бердянськ та № 1 і № 2 санаторію "Лазурний", дозволили зробити наступні висновки:

– МВ при курсовому зовнішньому застосуванні є безпечними для організму та характеризуються односпрямованою біологічною активністю;

– при зовнішньому застосуванні МВ чинять виражений заспокійливий вплив на ЦНС та майже не впливають на емоційну сферу;

– МВ при курсовому зовнішньому застосуванні не впливають на сечоутворення, стимулюють іонорегулюючу функцію нирок;

– вплив курсової зовнішньої дії МВ викликає ознаки деякого підвищення функціональної активності печінки. Зрушень секреторної активності підшлункової залози не виявлено;

– курсове зовнішнє застосування МВ не чинить впливу на показники периферійної крові. Відмічено виникнення тенденції до стимуляції захисно-пристосувальних процесів;

– курсове зовнішнє застосування МВ не викликає змін в органах-цілях.

Отримані експериментальні дані дозволили рекомендувати МВ для проведення клінічних випробувань.

При проведенні клінічних випробувань було враховано заспокійливий вплив МВ на ЦНС, стимулювання іонорегулюючої функції нирок, підвищення функціональної активності печінки та тенденції до стимуляції захисно-пристосувальних процесів.

Експериментальні дослідження на тваринах при зовнішньому застосуванні розсольних йодо-бромних вод тортон-нижньосарматських відкладів, що розкриті на території курорту свердловинами № 1605 г, № 5 санаторію Бердянськ, № 1359 санаторію "Нива", дозволили встановити наступну їх біологічну дію:

– курсове застосування МВ знижує орієнтально-досліджувану поведінку щурів та спричиняє седативний вплив на ЦНС;

– під впливом шкіряно-резорбтивної дії МВ знижується сечоутворення та частково вивідна функція нирок. Зміни іонорегулюючої функції нирок проявляються у стимуляції добової екскреції іонів натрію та затримки в організмі калію без змін концентрації цих електролітів у крові. Реакція добової сечі зсувається у кислий бік;

– під впливом дії МВ відмічено стимулювання жовчоутворювальної функції печінки;

– МВ зменшує активність α-амілази, що свідчить про зниження функції підшлункової залози;

– курсове застосування МВ не впливає на імунологічний стан організму, показники периферичної крові та імунологічні показники практично залишаються у межах нормальних величин. З боку клітинної ланки спостерігається деяке пригнічення метаболічної функції фагоцитів.

Щодо розсолів крейдяних відкладів св. № 746-Г, 748-Г санаторію "Лазурний" експериментальними фізіологічними дослідженнями на тваринах зазначено, що розсольні води при зовнішньому застосуванні негативно впливають на метаболічні процеси у печінці, що обумовлює необхідність здійснення їх розведення.

За результатами сучасних медико-біологічних досліджень (доклінічних досліджень та клінічних випробувань) встановлено можливість використання йодо-бромних вод для зовнішнього застосування при захворюваннях серцево-судинної системи, опорно-рухового апарату, центральної нервової системи, периферичних судин, системи обміну речовин з врахуванням особливостей хімічного складу вод у кожному конкретному випадку.

УДК 615.327:546.27.07

ДЕЯКІ ГІДРОХІМІЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ БОРНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД УКРАЇНИ

Нікіпелова О.М., *д. хім. н.*, ***Насібуллін Б.А.***, *д. мед. н., проф.*, ***Гуща С.Г.***, *к. мед. н.*, ***Солодова Л.Б.***,
ДУ "Український НДІ медичної реабілітації та курортології МОЗ України" (м. Одеса)
Ol_Maz_rabota@mail.ru

Представлено характеристики борних мінеральних вод України, особливості їх формування. Наведено огляд експериментальних даних щодо біологічної дії бору у складі мінеральних вод та у модельних середовищах. Показано роль бору у якості регулятора багатьох сторін метаболізму. Обумовлено перспективність подальшого проведення експериментальних досліджень та клінічних випробувань борних мінеральних вод України.

SOME HYDROCHEMICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF BORIC MINERAL WATERS OF UKRAINE

Nikipelova O.M., ***Nasibullin B.A.***, ***Gushcha S.G.***, ***Solodova L.B.***,
State Institution "Ukraine Research Institute of Medical Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of Ukraine" (Odesa), Ol_Maz_rabota@mail.ru

Presents the characteristics of boric mineral waters Ukraine peculiarities of their formation. Provides an overview of the experimental data on the biological effect of boron in the composition of mineral waters and modeling environments. Reasonably role of boron as a regulator of many aspects of metabolism. Due to the prospects of further experimental studies and clinical trials of boric mineral waters of Ukraine.

Підвищений вміст бору визначається в багатьох гідрохімічних типах мінеральних вод (МВ), що застосовуються як для бальнеологічних цілей, так і для фасування. Бор – мікроелемент з яскраво вираженим біологічним, фармакологічним і токсичним спектром дії. Відсутність або надлишок його однаково негативно позначається як на рослинах, так і на живих організмах. Встановлено, що він має антимікробні властивості. В той же час, гіпербороз супроводжується обтяженням перебігу деяких інфекційних та неінфекційних захворювань. Бор відноситься до умовно есенційних елементів і знаходиться практично у всіх тканинах людини. Завдяки високій розчинності, сполуки бору, надходячи до організму у складі води всмоктуються у шлунково-кишковому тракті майже цілком і виводяться, головним чином, з сечею. У експериментах на ссавцях було визначено, що фізіологічна функція бору полягає у регулюючому впливі на обмін фосфору, магнію та холікальційферолу [1].

Думки різних дослідників про шляхи надходження бору в підземні води розходяться. Від провідної ролі процесів вилуговування з водовмісних порід, ендогенного походження до переваги метаморфічних процесів. Точка зору Крайнова С.Р. [2] вдало поєднує процеси вилуговування і метаморфічні процеси. Автори доходять висновку, що збагачення вуглекислих вод бором відбувається в результаті активізації гідрохімічних процесів вилуговування в умовах підвищених температур і тиску.

Таким чином, основним фактором накопичення високих концентрацій бору в підземних мінеральних водах є процеси взаємодії в системі вода-порода в сприятливих геолого-гідрогеологічних та геохімічних умовах.

На користь можливого накопичення бору за рахунок вилуговування порід свідчить не тільки приуроченість бору до певних типів порід, а й до певних типів вод.

Вміст бору в мінеральних водах визначається декількома основними факторами:

1. Мінералізація і іонний склад. З підвищенням мінералізації вод підвищується їх бороносність. Це особливо добре ув'язується із збільшенням вмісту іонів хлоридів, натрію та гідрокарбонат-іонів. Зростаючий порядок вмісту бору для окремих груп вод наступний:

– гідрокарбонатні кальцієві;
– гідрокарбонатні натрієві;
– гідрокарбонатно-хлоридні натрієві;
– хлоридно-гідрокарбонатні натрієві.

При цьому збільшення вмісту бору відстає від зростання мінералізації. Більш того, якщо збільшення вмісту бору в водах майже завжди супроводжується підвищенням мінералізації. то не всі розсоли характеризуються високим вмістом бору. Це, мабуть, пов'язано з великим вмістом в них кальцію, який є сильним осаджувачем бору. Вміст сульфат-іонів у всіх випадках знаходиться в обернено пропорційній залежності з вмістом бору.

В вуглекислих водах збільшення вмісту бору до 7–20 мг-екв супроводжується збільшенням вмісту кальцію і магнію, а подальше збільшення вмісту бору відбувається при зменшенні їх вмісту. В невуглекислих водах кальцій і магній знаходиться в обернено пропорційній залежності з бором. В вуглекислих водах збільшення вмісту бору добре корелює з підвищенням вмісту літію.

2. Газовий склад. За газовим складом мінеральні води, що містять підвищені концентрації бору, відносяться до наступних груп: вуглекислі; метанові і азотно-метанові; азотні та вуглекисло-азотні. Вуглекислі мінеральні води, що містять бор, пов'язані з молодими альпійськими складчастими областями. У формуванні бороносних вод Карпат чітко простежується загальна закономірність: область поширення борних вод майже повністю збігається з площею розповсюдження вуглекислих вод. Мабуть, вуглекислота підсилює рухливість бору та сприяє його накопиченню в водах, борна кислота має низьку константу дисоціації і легко витісняється вуглекислотою з борвмісних сполук. Як приклад можна привести реакцію вуглекислотного вивітрювання датоліту:

$$CaBSiO_4(OH) + 2H_2O + CO_2 = CaCO_3 + H_3BO_3 + H_2SiO_3$$

Метанові води, що містять бор, супроводжують нафтові і газові родовища. Мабуть, бор накопичується в них за рахунок вилуговування продуктів розкладання органічних речовин.

Вміст бору у воді знаходиться в тісному прямому кореляційному зв'язку з лужними елементами, фтором. Високобороносні води характеризуються також підвищеними концентраціями ряду мікроелементів (брому, йоду, кремнію, миш'яку, заліза, літію), невисоким вмістом кальцію, магнію і сульфат-іонів [3].

Карпатський та Кримський регіони України складають частину великого бороносного поясу, в межах якого широко поширені води з підвищеним вмістом бору.

Наведені закономірності добре простежуються на прикладі борвмісних мінеральних вод Карпатського регіону (табл. 1).

Вуглекислі води характеризуються більш різноманітним складом: від гідрокарбонатних кальцієво-натрієвих і натрієвих до хлоридних натрієвих. Вельми показні в зоні складчастих Карпат вуглекислі гідрокарбонатні натрієві води з широким діапазоном мінералізації (від 4 до 15 г/дм^3), такі як Поляна, Плоске, Свалява, Голубине. Концентрація H_3BO_3 в цьому типі вод становить 80–450 мг/дм^3.

Таблиця 1

Основні гідрохімічні типи борвмісних мінеральних вод Карпат

Газовий склад	Іонний склад	М, г/дм^3	Вміст H_3BO_3, мг/дм^3	t, °C	Супутні біологічно активні компоненти та сполуки	Характерні родовища
CO_2	HCO_3–Na	4–11	80–450	11–15	H_2SiO_3	Полянське, Плоське, Голубинське, Неліпино, Свалява
	Рідше Ca–Na	20–30	780–1250	12–28	I	Пасіка, Драчино
	HCO_3–Cl ($Cl–HCO_3$) Na	3–37	70–140	7–30	As, Br, I, Fe	Сойми, Соль, В. Бистрий, Кобелецька Поляна
			140–700	8–15	As	Дубриничі, Ужгород, Заричево, Рахов, Драгово
			700–1400	10–15	–	Дубровиці, Довге
			> 1000	12–15	As, Fe, Br, Li	Кваси Рахівські
	Cl–Na	5–142	до 140	–	–	Усть Чорна
			140–700	7–10	Br, I, Fe	Вишково, Вучково, Майдан, Соль
			700–1400	5–10	H_2SiO_3, Fe	Розовка
CH_4 і $N_2–CH_4$	Cl–Na	5–15	70–140	26–45	H_2SiO_3	Бегань, Іршава, М. Ростока
N_2 і $CO_2–N_2$	HCO_3–ClNa	5–15	140–700	8–10	–	Липча

В Карпатському регіоні найбільш високий вміст бору зустрічається в середньо- і високомінералізованих вуглекислих водах хлоридно-гідрокарбонатного і гідрокарбонатно-хлоридного натрієвого складів з мінералізацією 3–37 г/дм^3 і концентрацією H_3BO_3 до 1400 мг/дм^3 (Сойми, В. Бистрів, Кваси, Рахів, Кобилецька Поляна та ін.).

Глибокі горизонти окремих родовищ (Майдан, Чоп, Вишково) містять хлоридні натрієві вуглекислі води, іноді досягають розсільної мінералізації (140 г/дм^3 – Вишково) з вмістом H_3BO_3 140–700 мг/дм^3.

За основним іонним складом в групі метанових борвмісних вод переважають хлоридні і гідрокарбонатно-хлоридні натрієві з мінералізацією від 5 до 250 г/дм^3.

Отже, мінеральні води, що містять бор, відносяться до самих різних гідрохімічних типів. Перераховані закономірності: газовий склад, іонний склад, наявність біологічно активних компонентів та сполук, межі мінералізації можуть служити основою для розробки кондицій і порогових значень концентрацій бору при використанні борвмісних вод в лікувальних цілях.

Згідно даних літератури, зростання вмісту бору у харчових продуктах підвищувало пізнавальну та розумову діяльність добровольців та змінювало уміст естрадіолу та тестостерону (бор вочевидь впливає на гормональну регуляцію). Відмічено тісний зв'язок між кількістю надходження бору до організму та активністю антидіуретичого гормону та інсуліну (регулюючий вплив на водно-електролітний та вуглеводний обмін) [4]. Крім того, збільшення вмісту бору у крові сприяє зниженню вмісту кальцію, тобто бор впливає на збудження клітин і тканин, пов'язану з дією кальцію [5]. Вказано, що зміна вмісту бору в крові змінює проникність клітинних мембран та впливає на іонний транспорт. Встановлено функцію бору, як регулятора активності супероксиддісмутази [6].

Таким чином, не викликає сумніву ствердження, що бор є біологічно активним елементом, який чинить системний вплив на процеси регуляції в організмі. Однак участь бору у метаболічній активності організму набагато ширша, ніж доказано на сьогоднішній день.

Вплив бору на організм при застосуванні мінеральних вод досі у повній мірі не встановлено. Особливо це стосується взаємозв'язку основного макрос кладу МВ та кількості вмісту бору. На думку деяких авторів [7, 8], присутність цього мікроелементу не надає МВ будь-яких специфічних властивостей. Однак, інші автори вважають, що бор у вигляді органічних та неорганічних сполук у МВ визначає специфіку їх впливу на організм [9, 10].

У зв'язку з вищенаведеним, вченими ДУ "УкрНДІМРтаК МОЗ України" було проведено експериментальні дослідження щодо встановлення безпеки та біологічної активності модельних середовищ на дистильованій воді з умістом ортоборної кислоти (35,0; 100,0; 200,0 та 500,0 мг/дм^3) та модельного середовища, яке містить не тільки 200,0 мг/дм^3 ортоборної кислоти, але й макрокомпонентний склад мінеральної води "Поляна Купель". Крім того, порівняльний аналіз проводився також з газованою водою "Поляна Купель", яка містить, за даними хімічного аналізу — 180,0 мг/дм^3 та зі зразком цієї ж води з вмістом борної кислоти 265,0 мг/дм^3. Вивчали функціональний стан печінки (кількість жовчі, вміст сумарної кількості жовчних кислот, холатів та холестерину, розрахований індекс літогенності); функціональний стан нирок (кількість добової сечі, механізм сечоутворення за креатиніновим кліренсом, відділення шлаків по визначенню концентрації у сечі сечовини та хлоридів, pH сечі). Тестами нешкідливості дії модельних середовищ та досліджуваних мінеральних вод були: поведінкові показники; нервово-м'язова збудливість, рефлекси, вегетативні ефекти, нейрогенний та гепатотропний ефект за даними "наркотичної проби".

Проведений експеримент визначив декілька видів доза-ефектів ортоборної кислоти:

1. субпороговий (35 мг/дм^3) – не викликає фізіологічного ефекту за обраним параметром дослідження;
2. пороговий (100,0 мг/дм^3) – дає початкові прояви фізіологічної дії за показником, що реєструється;
3. оптимальний (200,0 мг/дм^3);
4. шкідливий (265,0 мг/дм^3) – викликає порушення будь-якої функції організму, а саме, знижує антитоксичну функцію печінки [11].

Використання борної середньомінералізованої гідрокарбонатно-хлоридні натрієвої води "Семигорская" з вмістом ортоборної кислоти 250 мг/дм^3 у щурів з екпериментальними виразками слизової шлунку не викликало помітного позитивного ефекту. На відміну від МВ, вплив 250 мг/дм^3 розчину тетраборату натрію на дистильованій воді чинив помітну репаративну дію. Автори припускають, що різниця у впливі на процеси регенерації обумовлена здатністю бору до комплексоутворення органічних та неорганічних сполук, тобто у цьому випадку фізіологічну роль бору було нівельовано сольовим компонентом МВ [12]. Експериментальними дослідженнями вчених ДУ "УкрНДІМРтаК МОЗ України" на щурах з моделлю алкогольного гепатозу було встановлено високі коригуючі здібності загальновідомих МВ "Лужанська" та "Поляна Купель", на підставі доклінічних досліджень було рекомендовано проведення клінічних випробувань [13]. Застосування борної маломінералізованої гідрокарбонатної натрієвої води з вмістом ортоборної кислоти 50 мг/дм^3 у щурів з експериментальним хронічним емоційно-імобілізаційним стресом запобігає розвитку патологічного стану [14].

Вищенаведені роботи вчених патогенетично обґрунтовують застосування цих МВ як фактору загального впливу на організм. Вони здатні підвищувати резерви функціонування гормональних систем організму з підвищенням органної резистентності до дії пошкоджуючих чинників різного характеру.

Таким чином, використання борних вод, згідно експериментальних досліджень, здійснює позитивний вплив на показники водно-електролітного обміну та вуглеводного обміну; гармонізує функціональну активність нирок; стимулює окисно-відновлюючі реакції енергетичного обміну; стимулює жовчоутворювальні та жовчовивідну функції печінки. Інтенсивність біологічної дії борвмісних МВ позитивно корелює з вмістом бору у використанні МВ.

Література

1. *Авцын А.П.* Микроэлементозы человека / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова // М.: "Медицина", 1991. – 496 с.

2. *Крайнов С.Р.* Геохимия редких эжлементов в подземных водах. – Москва.: Недра, 1973. – 295 с.

3. *Крайнов С.Р.* Зауташвили Б.З., Петрова Н.Г. и др. Условия и причина формирования углекислих бороносних вод (на примере Большого и Малого Кавказа). // Геохимия – 1978. – № 5. – С. 751–776.

4. *Penland J.G.* Influence of diet with the coniferous forest on the function of boron and cognitive work / J.G. Penland // Environ Health Perspect. – 1994. – Nov; 102. – Supp. 17. – p. 65–72.

5. *Naghii G.* Influence of the coniferous forest on cardiovasculare diseases and uropoiesis for volunteers in eksperimenteta / G. Naghii, S. Samman // Biol Trace Elem Res. – 1997. – Mar. № 56(3). – p. 273–286.

6. *Насибуллин Б.А.* Возможное участие иона бора в осуществлении регуляции функциональной активности почек / Б.А. Насибуллин, С.Г. Гуща // Вісник проблем біології та медицини. – 2005. – Вип. 3. – С. 5–9.

7. *Комплексное* лечение больных на курорте Уцера / М.С. Джугели, Л.Г. Бочоришвили, Л.Г. Бурчуладзе [и др.] // Изучение минеральных вод Грузии и изучение их лечебного действия: сб. науч. трудов. – Тбилиси, 1986. – С. 43–54.

8. *Фролков В.К.* Роль гомеостатической системы в реализации механизмов действия питьевых минеральных вод / В.К. Фролков, В.Ф. Репс, И.П. Бобровицкий // Биомедприбор. – М., 2002. – 302 с.

9. *Кнышова В.В.* Влияние борсодержащей минеральной воды на состояние процессов перекисного окисления липидов и факторов антиоксидантной защиты при экспериментальном гастродоудените / В.В. Кнышова // Вопросы курортол., физиотерап. и леч. физ. культуры. – 2002. – № 2. – С. 34–36.

10. *Зубкова С.М.* Механизмы иммуномодулирующей активности минеральных вод / С.М. Зубкова // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2005. – № 1. – С. 3–7.

11. *Алексєєнко Н.А.* Біологічний відгук організму тварин на дію різних концентрацій бору / Н.О. Алексєєнко, С.Г. Гуща // Медична реабілітація, курортологія, фізіотерапія – 2003. – № 2(34). – С. 47–48.

12. *Королев Ю.И.* Изменение процессов репаративной регенерации в желудке крыс при внутреннем применении борсодержащих вод / Ю.И. Королев, Л.Н. Панова, В.В. Солдатов // Вопросы курортол., физиотерап. и леч. физ. культуры. – 1986. – № 5. – С. 17–19.

13. *Влияние* борных минеральных лечебно-столовых вод на функциональное состояние печени экспериментальных животных с хронической алкоголизацией / Т.А. Золотарева, Б.А. Насибуллин, С.Г. Гуща [и др.] // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2014. – № 1. – С. 4–7.

14. *Обґрунтування* стрес-протекторного використання мінеральної води "Свалявська" у щурів з хронічним іммобілізаційно-емоційним стресом / С.Г. Гуща, Н.О. Ярошенко, А.В. Змієвський // Загальна патологія та патологічна фізіологія. – 2012. – Т. 7, – № 3. – С. 52–56.

УДК 615.327+615.838.97.03

КРЕМНІЙВМІСНІ МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ УКРАЇНИ ТА ЇХ СУЧАСНЕ ВИКОРИСТАННЯ У ЛІКУВАЛЬНІЙ ПРАКТИЦІ

***Бабов К.Д.**, д. мед. н., проф., **Нікіпелова О.М.**, д. хім. н., **Погребний А.Л.**,*
***Насібуллін Б.А.**, д. мед. н., проф., **Гуща С.Г.**, к. мед. н,*
ДУ "Український НДІ медичної реабілітації та курортології МОЗ України" (м. Одеса),
mrik@kurort.odessa.net

Представлено огляд розповсюдження мінеральних кремнійвмісних мінеральних вод України, особливості їх формування, приуроченість до різних геоструктурних зон та різновіковим геологічним утворенням, охарактеризовано фізико-хімічні властивості кремнійвмісних вод різних бальнеологічних груп, сучасне лікувальне використання.

SILICON-CONTAINING MINERAL WATERS OF UKRAINE AND THEIR MODERN USE IN MEDICAL PRACTICE

***Babov K.D.**, **Nikipelova O.M.**, **Pogrebny A.L.**, **Nasibullin B.A.**, **Hushcha S.G.**,*
State Institution "Ukraine Research Institute of Medical Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of Ukraine" (Odesa), mrik@kurort.odessa.net

The review of distribution of mineral waters with a high silicon of Ukraine, feature of their forming is presented in a lecture, presence to the different geostructural zones and anything on age geological formation, physical and chemical properties of mineral waters with a high silicon of different balneological groups, modern curative use, are described).

В останні десятиріччя науковими дослідженнями було виявлено наявність біологічної активності при внутрішньому застосуванні мінеральних кремнієвих вод слабкої мінералізації та притаманні їм широкі можливості лікувального застосування.

Раніше в класифікації мінеральних вод СРСР кремнієві води розглядалися в аспекті кремнистих терм та в основному були задіяні тільки для зовнішнього використання.

На території України кремнисті терми мають обмежене розповсюдження, пов’язані, в основному, з гірськими складчастими областями. Як бальнеологічна група, кремнієві води тривалий час практично випадали зі сфери курортологічного застосування.

У відповідності до сучасних критеріїв для віднесення мінеральних вод до категорії кремнієвих вміст метакремнієвої кислоти повинен бути не менш 50,0 мг/дм^3.

На території України кремнієві води зустрічаються в межах Закарпатської, Хмельницької, Чернівецької, Вінницької, Одеської, Дніпропетровської областей. У гідрогеологічному відношенні – це води Волино-Подільського артезіанського басейну, тріщинні води Українського кристалічного масиву, Причорноморського та Дніпрово-Донецького артезіанського басейнів. В межах західної та центральної частин України води пов’язані з утвореннями неогенового та крейдяного періодів, докембрію, в східних областях – найбільш розповсюджені у відкладах палеогену. Водовміщуючими є, в основному, кристалічні породи та пісковики.

Кремнійвмісні води мають широкий спектр мінералізації – від слабко- до високомінералізованих, різний хімічний склад, в ряді випадків у лікувальних концентраціях також містять різноманітні біологічні активні компоненти та сполуки – бор, залізо, діоксид вуглецю, органічні речовини.

За основним іонно-сольовим складом води переважно гідрокарбонатні складного катіонного складу з мінералізацією до 1,0 г/дм^3, при цьому вміст метакремнієвої кислоти коливається в межах 40–70 мг/ дм^3.

Прояви кремнієвих слабкомінералізованих вод визначено в Закарпатській (с. Нижнє Солотвино), Хмельницькій (вода "Олена"), Чернівецькій (вода "Фартінг"), Вінницькій (води "Ріна", "Караван", Дана"), Дніпропетровській (води "Знаменівська", "Козацкая сила", Ідеал") та Харківській ("Харьківська-1") областях.

Кремнієві води малої мінералізації (2–5 г/дм^3) зустріто в двох областях – Одеській та Харківській. Представниками їх є мінеральні води "Чорноморська", Клінічного санаторію ім. Горького м. Одеса та вода "Шебелинська" Харківської області.

Кремнієві маломінералізовані води Одеського регіону відносяться до Причорноморського артезіанського басейну, пов'язані з вапняками середнього сармату неогенової системи, залягають на глибині 150–200 м. За складом води хлоридні натрієві з мінералізацією 3–5 г/дм^3 та кремнієва вода "Шебелинська" Харківського регіону представляє води Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну, каптується джерелом з палеогенових відкладів. За складом – сульфатна складного катіонного складу з мінералізацією 1,7–2,0 г/дм^3, містить метакремнієву кислоту в межах 60–80 мг/дм^3.

Досить унікальну в бальнеологічному відношенні групу кремнійвмісніх мінеральних вод представляють води, які одночасно у лікувальних концентраціях містять залізо, бор, діоксид вуглецю, органічні речовини. Найбільш широке розповсюдження ці води мають в межах Карпатського регіону, частково східної України. В межах Закарпатської області води пов'язані з вулканогенними утвореннями неогенового періоду, зустрічаються на глибинах від 35 до 640 м. Загальна мінералізація вод знаходиться в широкому діапазоні – від от 0,2 до 12,0 г/дм^3. Як правило, води з мінералізацією до 5,0 г/дм^3 за хімічним складом гідрокарбонатні, хлоридно-гідрокарбонатні натрієві або складного катіонного складу, з більш високою мінералізацією – хлоридні натрієві. Представниками їх є кремнієві вуглекислі води ("Шаянська"), вуглекислі залізисті води ("Настуся"), вуглекислі борні ("Шаянська 2"), вуглекислі борні залізисті (вода пансіонату "Колос" Ужгородського району).

Єдиними представниками кремнієвих вод з підвищеним умістом органічних речовин є води Березівського та Рай-Оленівського родовищ Харківської області. За хімічним складом води слабкомінералізовані гідрокарбонатні складного катіонного складу, які містять метакремнієву кислоту в межах 40–60 мг/дм^3, органічні речовини – 6–14 мг/дм^3.

Безпосередньо щодо кремнієвих слабкомінералізованих вод ДУ "УкрНДІМРтаК МОЗ України" за результатами сучасних медико-біологічних досліджень визначено біологічну дію вод "Аквавіта плюс", "Караван", "Дана" Вінницької області, "Знаменівська", "Козацька сила" Дніпропетровської області.

Дія МВ на організм обумовлена не тільки її фізико-хімічними властивостями, але й особливостями функціонування, стану органів та систем організму на час її прийому. Оскільки МВ є регулятором фізіологічних та патологічних процесів у біологічній системі, вони впливають на системну спрямованість власних компенсаторних можливостей організму. Крім того, дія МВ має інтегративну спрямованість – на весь організм у цілому чи на кілька систем одночасно [1]. В епітеліальних тканинах кремній знаходиться у формі низькомолекулярних сполук клітинних мембран і його присутність обумовлює еластичність та непроникливість цих мембран, що є важливим для функції нирок. Збереження балансу кремнію запобігає пошкодженню епітелію канальців при виведенні токсичних метаболітів [2]. Біологічна дія кремнієвих слабкомінералізованих вод при питному використанні пов'язана з їх впливом на активність ферментів окиснювально-відновлювальних реакцій енергообміну в клітинах всього організму, а саме, в їх інактивуючому впливі на активність сукцінатдегідрогенази

(СДГ) – одного з провідних ферментів циклу Кребса [3]. Після експериментальних досліджень МВ "Дана" та "Аквавіта плюс" встановлено вірогідне та значне підвищення рівня глюкози на першу та другу годину досліду. Після третьої години у щурів, що вживали МВ "Дана", рівень глюкози не відрізнявся від даних контролю, а у тварин, що отримували МВ "Аквавіта плюс", рівень глюкози дещо перевищував контрольні показники. Вплив цих МВ на функцію нирок характеризувався значним діуретичний ефектом. У випадку з МВ "Дана" він був більшим, що обумовлено активацією процесів сечоутворення – підвищенням швидкості фільтрації первинної сечі та зниженням відсотку реабсорбції в ниркових канальцях. МВ "Аквавіта плюс" викликала підсилення добового діурезу за рахунок зниження процесу реабсорбції (який є енергозалежним процесом). Тобто, можно вважати, що сполуки кремнію впливають на процеси зворотнього всмоктування у збірних трубках нефронів шляхом зменшення перш за все, енергозбереження цих процесів. Слід підкреслити, що ці МВ майже однієї загальної мінералізації (0,5–0,7 мг/дм^3) відрізняються тільки умістом метакремнієвої кислоти (48–68 мг/дм^3). Співвідношення умісту метакремнієвої кислоти до загальної мінералізації складає 11,7 % для МВ "Аквавіта плюс" та 6 % для МВ "Дана". Особливість дії МВ "Дана" з меншою концентрацією метакремнієвої кислоти в тому, що вона викликала більш виражений вплив на функцію сечоутворення та менш різкий вплив на вуглеводний обмін.

Спираючись на дані ряду авторів [4, 5], які встановили, що в динаміці розвитку цукрового діабету знижується концентрації кремнію у крові та тканині підшлункової залози, вченими ДУ "УкрНДІМР та К МОЗ України" було проведено серію досліджень. Щури першої серії досліджень впродовж двох тижнів, до початку відтворення моделі порушення толерантності до глюкози (ПТГ), вживали вищезазначені МВ. Щури другої серії отримували двотижневе навантаження МВ внаслідок відтворення патологічного стану. Отримані дані показали, що застосування обох кремнієвих МВ до відтворення моделі ПТГ запобігало підвищенню рівня глюкози у крові, а при розвитку патологічного стану – застосування МВ "Дана" було більш ефективним [6].

Наведені результати дозволяють стверджувати, що взаємодія макро- та мікрокомпонентного складу і умісту біологічно активних речовин (метакремнієвої кислоти), особливо у МВ з загальною мінералізацією до 1 г/дм^3, обумовлює їх біологічну активність. Такий феномен також було відмічено і іншими вченими [7, 8]. Можна вважати, що при використанні кремнієвих слабкомаломінералізованих МВ має місце явище гормезісу (стимулююча дія малих доз стресорів).

Дослідженнями, проведеними на здорових тваринах, встановлено, що вживання щурами кремнієвих слабкомаломінералізованих МВ не викликає значних змін у структурі органів шлунково-кишкового тракту, відмічено затримку рідини у клітинах. Знижується активність СДГ в досліджуваних органах, що свідчить про інактивацію окиснювання субстратів, за рахунок чого зменшується утворення квантів енергії, необхідних для відтворювання аденозинтрифосфорної кислоти (АТФ). Іншими словами, знижується енергоємність потенціалу реакційної здібності систем організму. Водночас, має місце підвищення активності NOS-ферменту (утворюючого оксид азоту (NO)) – регуляторної молекули, яка в організмі викликає поширення судин, прискорення передачі сиаптичних імпульсів і регулює обмін аденозінмонофосфату (АМФ) та гуанінмонофосфату (ГМФ). АМФ та ГМФ, у свою чергу, регулюють різні функції клітин та відповідних органів [9].

Пусковим механізмом багатьох захворювань є наслідки стресу. Навіть невеликі стресорні впливи, які набувають хронічного характеру і переходять з розряду адаптивних реакцій у пошкоджуючий фактор, представляють загрозу для багатьох органів та систем. Аналіз літе-

ратури показав, що кремній входить до структури супероксиддісмутази, каталази, глютатіонпероксидази – головних ферментів антиоксидантної системи захисту організму; колоїдний двоокис кремнію має регулюючий вплив на активність ацетилхолінестерази, естераз А та В печінки (ферментів детоксикуючої функції печінки), тому його нестача може викликати порушення балансу між перекисним окисненням ліпідів та активністю антиоксидантної системи захисту організму, що може стати однією з початкових стадій розвитку стресіндукованої патології [2, 10]. Підтвердженням цієї думки є експериментальна робота, проведена Королевим Ю.Н. зі співавторами [11]. Було визначено, що профілактичне застосування питної сульфатної МВ, особливо в поєднанні з іншими адаптогенними засобами, зокрема з цинком та кремнієм, обмежує розвиток стресорних порушень репродуктивної функції.

Здатність кремнієвих слабкомаломінералізованих МВ впливати на інтенсивність процесів обміну та змінювати активність захисних реакцій організму відкриває великі перспективи використання цих МВ для профілактики та лікування різних захворювань.

За отриманими результатами розроблено медичні показання до лікування цими водами: захворювання шлунку та кишечнику, печінки, жовчних шляхів та підшлункової залози; сечостатевих органів та обміну речовин. За новими даними ці води при застосуванні в профілактичному режимі можуть перешкоджати розвитку цукрового діабету та гальмувати його розвиток на ранніх стадіях.

На сьогодні при можливості широкого спектру лікувального застосування кремнійвмісні мінеральні води мають дуже обмежене практичне використання – санаторій "Шаян" (Закарпатська область), Клінічний санаторій ім. Горького (м. Одеса), Клінічний санаторій "Бермінводи" (Харківська область).

Таким чином, сучасними медико-біологічними дослідженнями та клінічними випробуваннями підтверджено біологічну активність кремнієвих вод при внутрішньому застосуванні, яка залежить від геологічної будови територій.

Література

1. *Мінеральні* води України / За ред. Е.О. Колесника, К.Д. Бабова, – К.: Купріянова, 2005. – 576 с.

2. *Насибуллин Б.А.* Современные представления о биологической роли кремния в организме человека и животных / Б.А. Насибуллин, С.Г. Гуща // Мед. реабіл., курортол., фізіотер. – 2006. – № 1(45). – С. 29–32.

3. *Особенности* биологического действия минеральных вод разной минерализации / К.Д. Бабов, Т.А. Золотарева, Б.А. Насибуллин, Е.М. Никипелова [и др.]. – К.: КІМ, 2009. – 60 с.

4. *Беличенко Т.А.* О лечебном эффекте минеральних вод Украины различного состава в лечении больных с патологией печени и билиарной системы / Т.А. Беличенко, Е.М. Никипелова, А.В. Паненко // Проблемы минеральных вод: збірник наукових праць / під. ред. В.М. Шестопалова. – К.: Карбон Лтд, 2002. – С. 115–120.

5. *Фролков В.К.* Роль гомеостатической системы в реализации механизмов действия питьевых минеральных вод / В.К. Фролков, В.Ф. Репс, И.П. Бобровицкий // М.: Биомедприбор, 2002. – 302 с.

6. *Гуща С.Г.* Особенности использования МВ с повышенным содержанием кремния при скрытых нарушениях углеводного обмена в эксперименте / С.Г. Гуща // Бюлетень III читань В.В. Підвисоцького: тези доп. наук. конф. з міжнар. участю. – Одеса. – 2004. – С. 88–89.

7. *Лемко І.С.* Мікроелементний склад мінеральних вод та медико-географічне районування Закарпаття / І.С. Лемко, Б.М. Фекийшгазі, Л.П. Киртич [та ін.] // Мед. гідрологія та реабіл. – 2005. – Т. 3, № 2. – С. 4–13.

8. *Павлова Е.С.* Влияние минеральных вод различного макросостава и содержания биологически активных веществ на неспецифические механизмы формирования адаптационных процессов / Е.С. Павлова, Е.И. Бахолдина, Е.С. Бацко, Е.И. Пушкарь // Мед. реабил., курортол., физиотер. – 2008. – № 3. – С. 19–22.

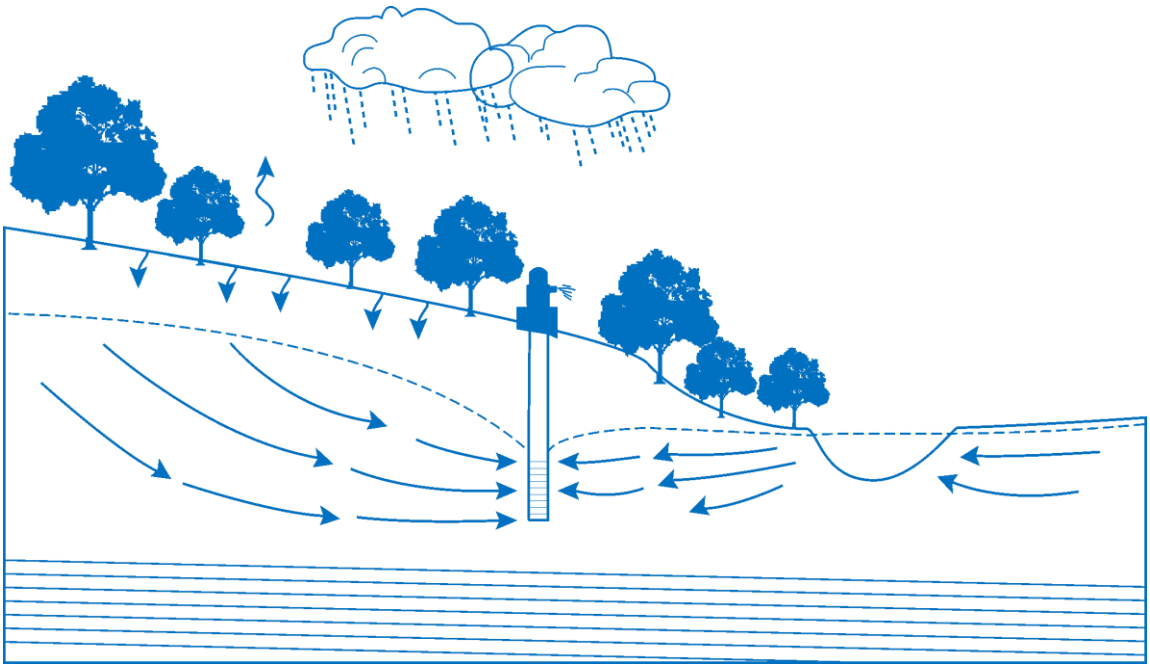
9. *Бабов К.Д.* Структурно-функциональные изменения органов желудочно-кишечного тракта под влиянием маломинерализованных вод в эксперименте / К.Д. Бабов, Т.А. Золотарева, Б.А. Насибуллин // Физиотер., бальнеол. и реабил. – 2007. – № 2. – С. 31–34.

10. *Репс В.Ф.* Метаболические механизмы лечебно-профилактического действия питьевых минеральных вод / В.Ф. Репс // Пятигорск, 2001. – 176 с.

11. *Королев Ю.Н.* Ультраструктурные изменения клеток Сертоли семенников крыс при применении питьевой минеральной воды в сочетании с микроэлементами цинком и кремнием в условиях стресса / Ю.Н. Королев, М.С. Гениатулина, Л.А. Никулина // Вопр. курортол., физиотер. и леч. физ. культуры. – 2012. – № 5. – С. 49–53.

СЕКЦІЯ 6

ПРОБЛЕМИ ГЕОЛОГІЧНОГО ВИВЧЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ ПИТНИХ І МІНЕРАЛЬНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД



УДК 556:628.1

СТРАТЕГІЯ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ

***Рудько Г.І.**, д. геол.-мін. н, д. геогр. н., д. т. н., проф., **Нецький О.В.**,*
Державна комісія України по запасах корисних копалин (м. Київ), office@dkz.gov.ua

Обґрунтовано необхідність розробки Стратегії геологічного вивчення та використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання населення України. Визначені мета та основні питання Стратегії, що потребують вирішення під час її реалізації за найбільш оптимальним варіантом. Зазначені особливості оцінки та використання експлуатаційних запасів підземних вод, призначених для водопостачання міст та промислово-міських агломерацій. Наголошено на необхідності переоцінки запасів підземних вод, строк затвердження яких минув, окреслено механізм переоцінки.

STRATEGY OF DRINKING GROUNDWATER RESOURCES USE FOR WATER SUPPLY OF UKRAINIAN POPULATION

***Rudko G.I.**, Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Dr. Sci. (Geogr.), Dr. Sci. (Eng.), Prof., **Netskyi O.V.**,*
State Commission of Ukraine on Mineral Resources (Kyiv), office@dkz.gov.ua

The necessity to develop a Strategy regarding geological study and use of drinking groundwater resources for water supply of Ukrainian population was grounded. Authors defined the objective and main Strategy issues, which need to be solved during its implementation according to the best option. These features of groundwater assessment and use for water supply of cities and urban-industrial agglomerations were pointed out. The necessity to revaluate groundwater reserves with expired approval period as also the revaluation mechanism were outlined.

Питна вода безпосередньо впливає на стан здоров'я громадян і є одним із визначальних чинників екологічної та епідеміологічної безпеки життєдіяльності людини, тому проблема забезпечення населення України якісною питною водою набуває неабиякого соціального значення [1].

В Україні екологічна ситуація в сфері господарсько-питного водопостачанням є вкрає небезпечною, що пояснюється значними недоліками господарського планування, екстенсивним веденням господарства, залишковим принципом виділення коштів на водозахисні (й загалом на природоохоронні) заходи, низьким рівнем використання у водогосподарській практиці товарно-грошових відносин, недостатнім рівнем наукових досліджень у галузі водокористування, безконтрольним і без урахування місцевих умов розвитком енергетики, хімічної та металургійної промисловості. Тривалий час панував відомчий підхід до розміщення підприємств, без належного екологічного обґрунтування.

Системи централізованого питного водопостачання багатьох регіонів України використовують переважно поверхневі джерела – води Дніпра, Дністра, Південного Бугу, Сіверського Дінця, Десни та багатьох інших великих і малих річок України. За даними Мінприроди України, Мінрегіон України та МОЗ України екологічний стан поверхневих вод останніми роками істотно погіршився.

Головним чинником погіршення якості поверхневих джерел водопостачання є багаторічна незбалансована господарська діяльність на їх водозбірних площах. Найнебезпечнішою є екологічна ситуація, що склалась у басейні Дніпра, де сконцентровані водоємні промислові й сільськогосподарські підприємства, великі міста, об'єкти теплової та атомної енергетики, спостерігаються аномальна розораність і геохімічне забруднення водозбірних ландшафтів. Аналогічним екологічним станом характеризується й багато інших річок України. Крім цього, більшість річок унаслідок суцільного зарегулювання має уповільнений водообмін (6 водосховищ на р. Дніпро, близько 28,5 тис. ставків, середніх і малих водосховищ). До них надходять значні об'єму забруднених стоків (25 – 30 % і більше від загального обсягу стоку).

Додатково якісний стан поверхневих вод України погіршується природними умовами формування підвищеної водності, спричиненими частими повенями, які привносять у поверхневі водотоки забруднювальні речовини різного походження із сільськогосподарських угідь, техногенних ландшафтів промислово-міських територій, зумовлюють нестабільність якісного складу поверхневих вод, ускладнює роботу систем підготовки питної води, що подається комунальними водопроводами населенню, до чинних гігієнічних нормативів.

Альтернативним джерелом питного водопостачання населення України є напірні, захищені від прямих надходжень забруднювальних речовин підземні води, які мають стабільний у часі хімічний склад, фізико-хімічні та мікробіологічні показники [2].

Сучасний стан недостатнього водопостачання населення з підземних джерел і дефіцит фінансових можливостей щодо розвитку водогосподарського комплексу України вимагають поступового, послідовного та системного впровадження основних положень Стратегії геологічного вивчення й використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання (далі – Стратегія).

В 2011 році, відповідно до геологічного завдання Державної геологічної служби України (Державної служби геології та надр України), Державною комісією України по запасах корисних копалин розроблено "Стратегію геологічного вивчення та використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання" (далі – Стратегія).

Необхідність створення Стратегії зумовлена:

– недостатнім використанням розвіданих запасів і прогнозних ресурсів підземних вод для питного водопостачання населення;

– потенційною загрозою ускладнення санітарно-епідемічної ситуації в окремих регіонах країни внаслідок низької якості питної води, в балансі якої переважають ресурси незахищених від техногенного забруднення поверхневих вод;

– вищою якістю захищених підземних вод;

– потребою економічної оптимізації систем видобування підземних вод на діючих водозабірних спорудах для скорочення експлуатаційних витрат;

– необхідністю перегляду і вдосконалення законодавчих, нормативно-правових, нормативних актів, які регламентують використання підземних вод для питного водопостачання населення;

– сталим розвитком великих територіально-виробничих комплексів із незворотними негативними змінами екологічного стану більшості поверхневих водних об'єктів (гірничодобувні регіони, зрошування, землеробство тощо).

– відсутністю систем централізованого питного водопостачання у багатьох, переважно сільських, населених пунктах через віддаленість їх від поверхневих джерел водопостачання й недостатню геологічну вивченість місцевих підземних джерел водопостачання;

– обмеженістю інвестицій та дефіцитом фінансових ресурсів, необхідних для геологічного вивчення і збільшення використання підземних вод питної якості.

Мета Стратегії – визначення й обґрунтування шляхів розширення використання підземних вод для забезпечення населення України якісною питною водою з метою повного або часткового переходу господарсько-питного водопостачання на надійно захищені від забруднення підземні водні джерела; створення системи спеціального водопостачання міст в умовах надзвичайних ситуацій; забезпечення охорони підземних вод від забруднення і виснаження; підвищення еколого-ресурсної безпеки систем питного водопостачання.

Комплексна проблема розширення використання підземних вод для питного водопостачання є пріоритетною для вирішення у Стратегії і потребує системних дій з вдосконалення нормативно-правового та наукового забезпечення, визначення потреби у воді в регіонах з урахуванням пріоритетних об'єктів водопостачання, довивчення сучасного екологічного стану підземних водних ресурсів, їх експлуатаційних можливостей, техніко-економічної оцінки варі-

антів питного водозабезпечення, врахування можливостей державного і місцевих бюджетів щодо фінансового забезпечення зазначених робіт тощо. Стратегією також передбачається подальший розвиток басейнових схем водокористування, обґрунтування гранично допустимих водно-екологічних навантажень та змін ресурсних параметрів басейнів підземних вод.

Стратегія має забезпечити вирішення завдань шляхом обґрунтованого вибору основних принципів і напрямів гідрогеологічних досліджень, планування їх проведення, визначення цілей, складу та змісту завдань, необхідних для досягнення в конкретних геолого-економічних умовах сформульованої кінцевої мети.

Положення Стратегії також розкриті в науковій монографії "Стратегія геологічного вивчення та використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання" за редакцією Е.А. Ставицького, Г.І. Рудька, Є.О. Яковлєва.

У монографії наголошується на необхідності вирішення надзвичайно актуальної проблеми з переоцінювання ресурсів і запасів питних підземних вод території України, в першу чергу міст та промислово-міських агломерацій.

Гідрогеологами України проводиться певна робота щодо нарощування та переоцінки експлуатаційних запасів питних підземних вод, однак через недостатню увагу до цього питання місцевих муніципальних органів і брак фінансування, вона не може бути визнана достатньою.

За роки незалежності України лише в поодиноких випадках для водопостачання крупних міст (для окремих частин Луганська, Маріуполя, Мелітополя) затверджено (переоцінено) запаси родовищ питних підземних вод. У решті міст (Київ, Харків, Донецьк, Полтава та ін.) водозабори підземних питних вод працюють на запасах родовищ, затверджених у 1950–1970 рр., строк затвердження яких (25 років) давно минув, а існуюча схема водокористування не відповідає тій, що встановлювалась під час затвердження запасів (табл. 1).

За роки, що минули, істотно змінилась гідрогеодинамічна, гідрогеохімічна, водогосподарська обстановка, значно зросло техногенне навантаження на поверхневі водні об'єкти, водозбірні ландшафти та геологічне середовище, що потребує розробки стратегічного підходу до проблеми переоцінювання запасів вод великих міст і визначення потенційних джерел водопостачання на випадок непередбачених ситуацій.

Загальними особливостями оцінки та використання експлуатаційних запасів підземних вод для водопостачання міст та промислово-міських агломерацій є:

1. Невідповідність сучасної потреби міст потребам, що прийняті при оцінці запасів родовищ підземних вод (останні, як правило, є суттєво завищені).

2. Невідповідність розрахункових схем експлуатації схемам, що реалізовані в межах міст: передбачалось, що одиночні водозабори будуть замінені централізованими водозаборами розташованими на екологічно чистих ділянках, що наразі фактично не виконано.

3. Відсутність стратегії водозабезпечення міст підземними (найбільш захищеними) водами на випадок непередбачуваних ситуацій.

4. Формування регіональних депресійних лійок, ускладнених локальними лійками та значне техногенне навантаження на підземну гідросферу в межах міст та промислово-міських агломерацій. Значне техногенне навантаження також зумовлює складність організації зон санітарної охорони та вимагає обмеження водовідбору.

5. Експлуатація підземних вод відбувається як на ділянках надр із затвердженими запасами, так і на ділянках, де запаси не пройшли державну експертизу. Зокрема відбувається несанкціоноване розбурювання глибоких водоносних горизонтів та використання підземних вод для потреб приватних господарств, що сприяє інтенсифікації процесів техногенного забруднення цільових водоносних горизонтів.

Таблиця 1

Дати затвердження, кількість, рівень використання та строки експлуатації розвіданих запасів підземних вод по основних містах України

Місто	Дати затвердження запасів	Кількість затверджених запасів, тис. м^3/доба	Видобуток із затверджених запасів, тис. м^3/доба	Строк експлуатації запасів, років
Вінниця	1992	13,900	0,000	2017
Дніпропетровськ	1964	31,000	0,000	закінчився в 1989
Донецьк	1968	н/д	н/д	закінчився в 1993
Житомир	запаси для водозабезпечення не затверджувались			
Запоріжжя	запаси для водозабезпечення не затверджувались			
Івано-Франківськ	1964	42,055	0,019	закінчився в 1989
Київ	1972, 1978, 1984	699,100	256,249	закінчився в 1997, 1998, 2009
Кіровоград	1962, 1969	67,230	12,411	закінчився в 1987, 1994
Луганськ	2004	598,900	199,239	2029
Луцьк	1986	180,600	56,360	закінчився в 2011
Львів	1960, 1965	69,600	27,652	закінчився в 1985, 1990
Миколаїв	запаси для водозабезпечення не затверджувались			
Одеса	1999 (резервне джерело)	63,800	0,000	2024
Полтава	1983	220,000	83,290	закінчився в 2008
Рівне	1969, 1978	91,900	35,314	закінчився в 1994, 2003
Севастополь	1966, 1974	77,686	26,143	закінчився в 1991
Суми	1968, 1977, 1985	222,910	67,426	закінчився в 1993, 2003, 2010
Тернопіль	1970	149,900	56,483	закінчився в 1995
Ужгород	1990	149,860	15,134	2015
Харків	1965	305,130	20,021	закінчився в 1990
Херсон	1970, 1978	198,700	96,312	закінчився в 1995, 2003
Хмельницький	1976	120,800	10,093	закінчився в 2001
Черкаси	1964	52,400	4,193	закінчився в 1989
Чернівці	1962, 1975	149,900	8,909	закінчився в 1987, 2000
Чернігів	1973	201,000	74,149	закінчився в 1998

6. Мінливість кількості і якості підземних вод на родовищах при їх водовідборі вимагає безперервності спостережень за їх режимом (моніторингу) для оцінки можливості збереження діючих водозаборів на необмежену перспективу Однак режимна мережа спостережних свердловин недостатньо розвинена навіть на великих міських водозаборах і щорічно скорочується, що може привести до ненадійних прогнозних розрахунків і виходу водозабірних споруд з ладу.

Для переоцінки запасів підземних вод, призначених для водопостачання міст та промислово-міських агломерацій необхідно вирішити такі завдання:

1. Аналіз (аудит) прогнозних ресурсів і розвіданих експлуатаційних запасів питних підземних вод, стану їх використання, визначення необхідних обсягів еколого-гідрогеологічного довивчення.

2. Збір, аналіз і систематизація матеріалів по виконаних геолого-зйомочних і розвідувальних роботах на підземні води в містах, насамперед для їх водозабезпечення.

3. Рекогносцирувальне обстеження територій розташування водозаборів та передпроектні прогнозні моделювання.

4. Аналіз даних режимних спостережень стану спостережної мережі свердловин, розташованих в межах територій міст та промислово-міських агломерацій.

5. Наукові дослідження щодо вдосконалення системи моніторингу підземних вод.

6. Оцінка стану якості питних підземних вод (з одночасною оцінкою технічного стану свердловин і поясів суворого режиму зон санітарної охорони водозаборів) на територіях міст та промислово-міських агломерацій з виділенням ділянок, несприятливих щодо якості підземних вод.

7. Оцінка техногенного впливу на підземні води та захищеності й уразливості підземних вод на територіях міст та промислово-міських агломерацій.

8. Обґрунтування й створення постійно-діючих геофільтраційних (геоміграційних) моделей крупних міст та промислово-міських агломерацій для оптимізації використання підземних вод.

9. Розробка науково-технічного обґрунтування та проектно-кошторисної документацію щодо введення в експлуатацію підземних джерел водозабезпечення і переоцінки експлуатаційних запасів підземних вод на діючих водозаборах міст і промислово-міських агломерацій.

10. Державна експертиза переоцінених запасів підземних вод у ДКЗ.

11. Наукові дослідження з оцінки перспектив використання підземних вод для промислового бутилювання.

Під час реалізації основних положень Стратегії необхідно забезпечити комплексне вирішення низки проблем, серед яких:

1) нераціональне використання водних ресурсів, у тім числі оцінених і розвіданих запасів питних підземних вод;

2) наявність дефіциту водних ресурсів в окремих областях України, необхідність збільшення запасів підземних вод у районах з недостатнім забезпеченням підземними водами, мало вивчених і повторно освоєних територій;

3) невідповідність якості питної води на багатьох територіях гігієнічним нормативам, недостатнє забезпечення населення централізованими системами водопостачання;

4) контроль за станом підземних вод, керування їх експлуатацією та охороною від забруднення і виснаження;

5) створення інвестиційної привабливості родовищ підземних вод для забезпечення їх своєчасного та ефективного освоєння;

6) відсутність економічних важелів, які б забезпечували пріоритетність освоєння питних захищених підземних вод належної якості.

Реалізація Стратегії сприятиме збалансованому соціально-економічному розвитку країни, підтриманню високого рівня продовольчої, промислової, енергетичної безпеки, реалізації конституційних прав громадян на безпечне довкілля.

Заходи щодо зниження антропогенної дії на підземні води забезпечать досягнення вищих екологічних стандартів життя населення, збереження здоров'я громадян.

Оптимальним варіантом реалізації Стратегії передбачено:

– визначення й обґрунтування шляхів підвищення обсягів, ефективності використання підземних вод для питного водопостачання населення України;

– зосередження зусиль усіх рівнів виконавчої влади на пріоритетності забезпечення населення України підземною водою питної нормативної якості на базі програмно-цільового методу планування, прогнозування й організації водогосподарської діяльності;

– переоцінка прогнозних ресурсів питних підземних вод з визначенням перспективних ресурсів, що можуть бути розвідані у короткі терміни для забезпечення перспективної потреби регіонів у якісній питній воді;

– екологічно обґрунтований за водним чинником розвиток потенціалу регіонів, оптимальне поєднання загальнодержавних і регіональних інтересів з урахуванням сучасного стану водних ресурсів, прогнозування їх змін у часі;

– еколого-економічна регламентація й управління водокористуванням із наданням безумовного пріоритету раціональному використанню ресурсів питних підземних вод, підтриманню високого рівня їх екологічного стану як провідного чинника безпеки питного водопостачання;

– пріоритетність економічних важелів, заохочення і регулювання використання й охорони захищених підземних вод, оптимальне поєднання їх з організаційними та правовими заходами;

– використання підземних вод питної якості для задоволення потреб насамперед питного і господарсько-побутового водопостачання населення, а також харчової промисловості;

– оптимізація фінансових інструментів геологічного вивчення і розширення використання підземних вод для питного водопостачання населення України з урахуванням реальних можливостей державного й місцевих бюджетів усіх рівнів та альтернативних (позабюджетних) фінансових ресурсів;

– забезпечення належного рівня гласності, зміцнення зв'язків з громадськістю та громадськими організаціями;

– розширення міжнародного співробітництва, використання світового досвіду щодо питного водопостачання з підземних джерел.

Виконання заходів Стратегії повинно забезпечити:

– створення систем централізованого питного водопостачання в багатьох, переважно сільських, населених пунктах, віддалених від поверхневих водних джерел із місцевих підземних водних ресурсів;

– підвищення якості питної води у системах питного водопостачання населення, поліпшення санітарно-епідемічної ситуації в регіонах;

– охорону та раціональне використання ресурсів і розвіданих родовищ питних підземних вод;

– підвищення економічної ефективності використання систем питного водопостачання, що базуються на підземних водах;

– геологічне довивчення ресурсів підземних вод з визначенням їх перспективної частини, придатної для розширення використання підземних вод у системах питного водопостачання населення;

– удосконалення систем моніторингу підземних вод на державному, регіональному, місцевому та об'єктовому рівнях;

– зміцнення міжнародного співробітництва, використання світового досвіду щодо геологічного вивчення й видобутку підземних вод;

– залучення громадськості, громадських організацій до вирішення проблем питного водопостачання населення.

Органам державної влади країни, на основі положень розробленої Стратегії, рекомендовано розробити або відкоригувати існуючі регіональні програми в частини використання й охорони водних об'єктів.

Література

1. *Закон* України "Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року". Відомості Верховної Ради України, 2011, № 26, ст. 218.

2. *Стратегія* використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання : у 2 т. / за ред. Е.А. Ставицького, Г.І. Рудька, Є.О. Яковлєва. – У 2 т. – Чернівці: Букрек, 2011.

УДК 615.327+553.7] (477.83)

ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ ДІЛЯНКИ ЛОТАТНИКИ 2 ТА СТАН РОДОВИЩ ПРИРОДНИХ ДЖЕРЕЛ № 11–18 МОРШИНСЬКОГО РОДОВИЩА

Нікіпелова О.М., *д. хім. н.*, ***Сторчак О.В.***, ***Мокієнко А.В.***, *д. мед. н.*,
ДУ "Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології МОЗ України" (м. Одеса), center@kurort.odessa.net

Сучасний стан ресурсів питних підземних вод по Україні характеризується змінами природного і техногенного характеру, що обумовлено інтенсивністю господарчої діяльності. Дослідження полягали в інженерно-геологічному обстеженні території природних джерел № 11–18 ділянки Лотатники 2 Моршинського родовища підземних мінеральних природних столових вод та ділянки можливого розвитку небезпечних екзогенних геологічних процесів (ЕГП), населених пунктів та господарських об’єктів. Обстежена територія відноситься до умовно сприятливих інженерно-геологічних умов; тут достатньо провести заходи з ліквідації потенційного підтоплення.

ENGINEERING-GEOLOGICAL SURVEY OF THE LOTATNYKY 2 PLOT AND STATE OF NATURAL DEPOSITS № 11-18 OF THE MORSHYNSKE DEPOSIT

Nikipelova O.M., *Dr. Sci. (Chem.)*, ***Storchak O.V.***, ***Mokiienko A.V.***, *Dr. Sci. (Med.)*,
State Institution "Ukrainian Scientific Research Institute of Medical Rehabilitation and Resort Therapy under Ministry of Health of Ukraine" (Odesa), center@kurort.odessa.net;

The current state of drinking groundwater resources in Ukraine is characterized by changes of natural and technogenic characterthat is caused the intensity of economic activity. The study consisted of engineering-geological territory survey natural sources №№ 11–18 Lotatnyky 2 Morshinskogo underground deposits of natural mineral table waters and possible dangerous exogenous geological processes (EGP), settlements and objects. Surveys of territory refers to the conditionally favorable engineering-geological conditions; there are sufficient measures to eliminate potential flooding.

Вступ. Сучасний стан ресурсів підземних вод по Україні характеризується змінами природного і техногенного характеру, що обумовлено інтенсивністю господарчої діяльності. Крім того, слід відзначити кількісну невідповідність між оціненими прогнозними ресурсами та фактичним водовідбором. У зв’язку з цим виникає необхідність проведення робіт з оцінки стану прогнозних ресурсів та експлуатаційних запасів питних підземних вод [3].

Дослідження полягали в інженерно-геологічному обстеженні території природних джерел № 11–18 ділянки Лотатники 2 Моршинського родовища підземних мінеральних природних столових вод та ділянки можливого розвитку небезпечних екзогенних геологічних процесів (ЕГП), населених пунктів та господарських об’єктів. Було використано матеріали досліджень минулих років, інформаційні, літературні та інші джерела всіх випадків прояву ЕГП в цьому районі, причин і наслідків їх активізації, факторів розвитку процесів [1, 2, 4, 5].

Особливу увагу було звернено на техногенний вплив (господарську діяльність людини), її вплив на розвиток ЕГП. В багатьох випадках господарча діяльність людини на геологічне середовище призводить до активізації процесів, до розвитку їх на нових ділянках, тому при оцінці народногосподарських об’єктів аналізувалися наявні результати й враховувалися можливі зміни впливу людини [1, 2, 5].

Виклад основного матеріалу. У геоморфологічному відношенні група природних джерел № 11–18 ділянки Лотатники 2 розташована в правому борті долини р. Бережниця, на схилі п’ятої древньої тераси р. Дністер, в лісовому масиві Стрийського району Львівської області. Поверхня хвиляста. Рельєф поверхні сильно порізаний густою сіткою балок і ярів, а також

струмків – притоків р. Бережниця. Схили повністю задерновано багаторічними травами, мохом. Тальвеги ярів і балок, звичайно, заболочені. Лісовий масив нерозчищений, що приводить до затримки стоку вод атмосферних опадів, перезволоження ґрунтів, а також погіршує в цілому санітарно-екологічне становище (рис. 1). Територія берегової смуги р. Бережниця заросла багатолітніми травами, чагарником та деревами; річка не розчищена (рис. 2). Береги річки засипані побутовим сміттям. Крім сміття, на берегах річки є промислові і сільськогосподарські об'єкти, які забруднюють і засмічують річку побутовими та іншими відходами.

На ділянці візуального спостереження залягають глинисті породи, гравійно-галечникові четвертинні алювіальні відклади (рис. 3). Територія характеризується відносно великими ухилами. Стік вод атмосферних опадів незарегульовано. Природна джерельна ділянка Лотатники 2 не має санітарних умов.

Рис. 1. Сучасний вид лісового масиву на ділянці Лотатники 2

Рис. 2. Сучасний вид р. Бережниця

Рис. 3. Природне джерело на ділянці Лотатники 2

Природне джерело № 13 розташоване біля берегової смуги р. Бережниця, і тут з візуального спостереження залягають тільки глини. На природному джерелі № 14 спостерігається незначний осип, біля якого знаходиться каптажна споруда. В сторону р. Бережниця з лівої сторони природного джерела № 15 проходить дорога в село Ярушиці. З лівої сторони природного джерела № 18 в сторону р. Бережниця вирито траншею для користування природною джерельною водою в селищі Ярушиці (рис. 4).

Рис. 4. В лісовому масиві вирито траншею в с. Ярушиці

Навпроти ділянки Лотатники 2, в лівому борті долини р. Бережниця розташовані села Ярушиці (природні джерела № 13–18) та Лотатники (природні джерела № 11 та № 12). В селах візуального спостереження на подвір'ях часткове зарегулювання стоку вод атмосферних опадів та поверхневих вод з облаштуванням відкритих водовідвідних траншей. В селах по

обидві сторони дороги в траншеях протікають струмки – притоки р. Бережниця. Село Лотатники облаштовано централізованим водовідведенням вздовж дороги, а село Ярушиці – ні. В селах Лотатники та Ярушиці на подвір'ях побудовані вигрібні ями, а в будинках септіки для скидання госппобутових вод з подальшим їх вивезенням на поля фільтрації. У морозні зими відбувається замерзання підземних вод, що призводить до випучування ґрунтів та деформації твердого покриття двору.

Геологічну будову території вивчено у обсязі, достатньому для утримання території та здійснення господарської діяльності. Підземні води залягають на глибині від 0,1–1,0 до 20 м, з виходами їх на поверхню землі.

Обстежена територія знаходиться в межах підтопленої території. З метою створення безпечних умов проживання і відпочинку населення, безаварійного функціонування об'єктів господарської діяльності та збереження довкілля, на обстеженій території необхідно передбачити та здійснити комплекс заходів з її інженерного захисту від проявів НЕГП, а саме:

– ліквідацію впливу поверхневих вод, вод атмосферних опадів та підземних;

– зарегулювання стоку вод атмосферних опадів з облаштуванням водовідвідних лотків, дренажної системи;

– надійну гідроізоляцію мереж водонесучих комунікацій;

– облаштування централізованого водовідведення;

– провести розчистку русла р. Бережниця із закріпленням її берегів та дотримання охоронної зони;

– провести розчистку лісового масиву;

– заходи з збереження довкілля.

Інші НЕГП на обстеженій території відсутні. При створенні певних інженерно-геологічних умов (підрізання схилу) тут можуть утворитися та активізуватися зсувні процеси.

Просторові закономірності розвитку ЕГП, їх розповсюдження та інтенсивність прояву залежать від геологічних, геоморфологічних, гідрогеологічних та інших природних умов та тісно пов'язані з режимом атмосферних опадів, температурними змінами у внутрішньорічному і багаторічному розрізі та режимом ґрунтових вод [1, 5].

Інтенсивна розробка корисних копалин має негативний вплив на навколишнє природне середовище, насамперед геологічне, викликає в минулі роки активізацію екзогенних процесів, зміну фізико-механічних властивостей і складу ґрунтів, погіршення якості підземних і поверхневих вод [4, 5].

Висновки. Серйозною проблемою є підтоплення територій, масштаби якого з часом постійно зростають. Підвищення рівня ґрунтових вод призводить до активізації багатьох ЕГП – зсувів, карсту, підвищує чутливість територій до сейсмічних струсів. Одна з головних причин цього небезпечного явища – порушення умов дренування поверхневого стоку, часто внаслідок необачної, недостатньо обґрунтованої або безгосподарської антропогенної діяльності.

Обстежена територія природних джерел № 11–18 ділянки Лотатники 2 Моршинського родовища підземних мінеральних природних столових вод відноситься до умовно сприятливих інженерно-геологічних умов; тут достатньо провести заходи з ліквідації потенційного підтоплення.

Література

1. *Інформаційний* щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу ЕГП. – К.: Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство "Державний інформаційний геологічний фонд України", 2011. – 88 с.

2. *Рудько Г.І.* Землелогія. Еколого-ресурсна безпека Землі / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – К.: "Академпрес", 2009. – 512 с.

3. *Тюреміна В.Г.* Звіт з оцінки стану прогнозних ресурсів та експлуатаційних запасів підземних вод в Одеській області / В.Г. Тюреміна, З.Є. Гузенко // Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. Державна геологічна служба України. Причорноморське державне регіональне геологічне підприємство (Причорномор ДРГП). – Одеса, 2005. – 168 с.

4. *Седенко М.В.* Основы гидрогеологии и инженерной геологии. – М.: Госгортехиздат, 1961. – 220 с.

5. *Нейко Є.М.* Медико-геоекологічний аналіз стану довкілля як інструмент оцінки та контролю здоров'я населення / Є.М. Нейко, Г.І. Рудько, Н.І. Смоляр. – Івано-Франківськ: Екор, 2001. – 350 с.

УДК 556.3:004.94

ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕНДЕНЦІЙ ТА ЧИННИКІВ ЗМІН ЯКОСТІ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ (НА ПРИКЛАДІ М. КИЄВА)

Кошляков О.Є., *д. геол. н.*, ***Диняк О.В.***, *к. геол. н.*, ***Кошлякова І.Є.***,
Київський національний університет ім. Т. Шевченка (м. Київ), kosh@univ.kiev.ua

У статті наведені результати дослідження змін хімічного складу і якості питних підземних вод м. Києва в процесі експлуатації. За допомогою геоінформаційного аналізу встановлено тенденції та чинники змін якості питних підземних вод.

TRENDS AND FACTORS OF CHANGES IN QUALITY OF DRINKING GROUNDWATER BY MEANS OF GIS ANALYSIS (BY THE EXAMPLE OF KYIV CITY)

Koshliakov O.Ye., *Dr. Sci. (Geol.)*, ***Dyniak O.V.***, *Cand. Sci. (Geol.)*, ***Koshliakova I.Ye.***,
National Taras Shevchenko University of Kyiv (Kyiv) kosh@univ.kiev.ua

The article presents the results of research the chemical composition and quality drinking groundwater during operation in Kyiv. By using GIS analysis established trends and factors changes of quality drinking groundwater.

Розвиток урбанізованих територій неминуче пов’язаний зі зростанням антропогенних навантажень на геологічне середовище, погіршенням еколого-геологічних умов та необхідністю забезпечення екологічної безпеки.

Підземні води є найбільш рухливим компонентом геологічного середовища. Саме тому вони відносно швидко реагують на зміну зовнішніх умов їх формування, отже й на дію антропогенних факторів. З цього випливає, що стан системи підземних вод (існуючий стан та його зміни протягом певного часу) може слугувати індикатором екологічного стану геологічного середовища в цілому. Принаймні, об’єктивно оцінити еколого-геологічні умови певної території без урахування стану підземних вод неможливо.

Одним з важливих джерел питного водопостачання м. Києва є питні підземні води. За час їх експлуатації (понад 100 років) на території міста зафіксовані значні антропогенні зміни умов (передусім гідродинамічних) зони активного водообміну, що вплинуло на формування хімічного складу підземних вод. Але існуюча система спостережень за якістю підземних не передбачає інтегральну оцінку екологічних наслідків техногенного втручання, зокрема просторово-часову оцінку та встановлення и прогнозування змін хімічного складу підземних вод. Тому, вкрай актуальними є дослідження, які спрямовані на вивчення існуючих та прогнозування можливих екологічних наслідків антропогенного втручання в підземну гідросферу, зокрема оцінка екологічного стану (екологічної безпеки) системи питних підземних вод у м. Києві з урахуванням сучасних вітчизняних та європейських вимог до їх якості (ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною"; ДСТУ 4808:2007 "Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання"; EU Water Framework Directive 2000/60/EC).

Методологічним підґрунтям такої оцінки має бути об’єктивне визначення її стану питних підземних вод з точки зору стійкості гідрогеологічної системи до антропогенних впливів. Найбільш продуктивними підходами до цього на сьогодні є розрахунок ступеня порушення стійкості (рівноваги) системи та оцінка ступеня екологічного ризику. За визначенням

Г.І. Рудька [1], екологічна безпека природної або природно-антропогенної системи – це такий її стан в межах розрахункового періоду, який забезпечує функціонування системи в режимі, що виключає порушення екологічної рівноваги (гомеостазису). В умовах екологічної рівноваги забезпечується збереження або підтримка системи в якісно визначеному стані протягом часу, характерного для цієї системи (еволюційний період, геологічний період тощо).

При розгляді систем підземних вод виділяють три основних взаємопов'язаних складових: гідрогеодинамічну, гідрогеохімічну та гідрогеотермічну. Проте визначальною є гідрогеодинамічна складова, яка формує гідрогеохімічний та гідрогеотермічний режими потоків підземних вод. Тому при моніторингових гідрогеологічних дослідженнях головна увага завжди приділялась й приділяється саме гідрогеодинамічній складовій.

Поряд з природними факторами, які обумовлюють формування підземних вод, великий вплив на них має техногенна діяльність. Зокрема, техногенні процеси призводять до забруднення підземних вод і виснаження водоносних горизонтів за рахунок їх інтенсивної експлуатації.

Отже, техногенний вплив на сучасному етапі є глобальним фактором, що змінює геологічне середовище у цілому і підземну гідросферу зокрема. Погіршення якості підземних вод внаслідок експлуатації їх родовищ є закономірним процесом для більшості крупних об'єктів, які забезпечують потреби міст і промислових районів [2].

Слід зазначити, що кінцевою метою вивчення системи підземних вод зазвичай є прогноз стану цієї системи в майбутньому за умов дії природних та антропогенних чинників, що її формують. Зокрема, на сьогодні для урбанізованих територій нагальною є задача вивчення, оцінки та прогнозування змін гідрогеологічних умов згаданих територій з метою їх подальшого господарського освоєння із дотриманням вимог екологічної безпеки. Методики такого вивчення, оцінки та прогнозування базуються на концепції створення системи моніторингу, яка передбачає використання математичних гідрогеологічних моделей як ядра системи.

На даний момент постачання населення м. Києва питною водою здійснюється як за рахунок поверхневих, так і підземних вод. Оскільки якість поверхневої води (рр. Десна, Дніпро) не відповідає нормативним вимогам до питної води, і поверхневі води вимагають відповідної водопідготовки, стратегічно важливим джерелом питної води є підземні води.

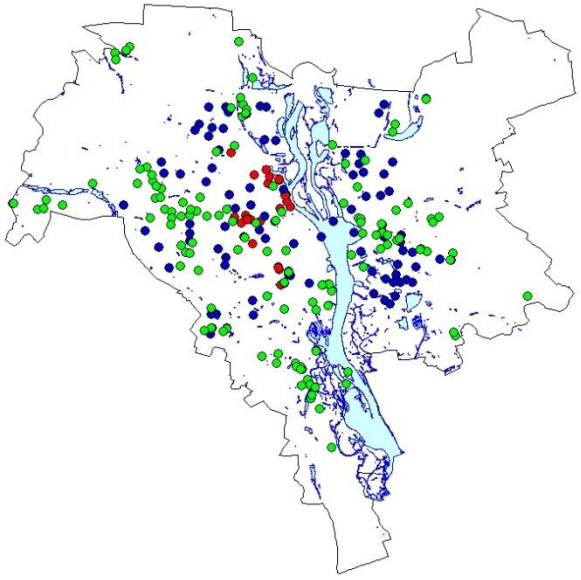
Водоносні горизонти у районі м. Києва утворюють єдину гідравлічно пов'язану водообмінну систему.

Для організації централізованого водопостачання м. Києва найбільше практичне значення мають водоносний комплекс (сеноман-келовейський) у відкладах іваницької світи середньої і верхньої юри та загорівської, журавинської, бурімської світ нижньої і верхньої крейди ($J_{2-3}iv$ + $K_{1-2}zg$–br) та водоносний горизонт (байоський) у відкладах орельської світи байоського ярусу середньої юри (J_2or)), які експлуатуються понад 100 років [3].

Водоносні горизонти алювіальних верхньочетвертинних і сучасних відкладень Дніпра; долин малих рік; водно-льодовикових і еолово-делювіальних відкладень середньочетвертинного віку практично не захищені і не придатні для організації централізованого водопостачання. Але, з точки зору формування якісного складу питних підземних вод вони відіграють велику роль, тому що виступають в ролі живлячих. Цей відомий факт до останнього часу не викликав особливої практичної уваги та занепокоєння, оскільки вважалося, що будова гідрогеологічного розрізу та інтенсивність природного вертикального водообміну забезпечує надійний захист питних підземних вод від забруднення з поверхні. Проте ще з другої половини минулого століття фіксується наявність зон знижених гідродинамічних напорів у водоносному горизонті у відкладах канівської і бучацької серій еоцену ($₽_2kn+bč$), який залягає вище горизонтів питних підземних вод, з яких здійснюється водовідбір. У 1980 р. виявлені локаль-

ні депресійні воронки в ґрунтових водах та території міста, причиною утворення яких вважається функціонування водозаборів питних підземних вод [4].

Зважаючи на тривалий термін експлуатації, не могли не відбутися зміни у зоні активного водообміну на території м. Києва. На теперішній час у місті функціонує близько 170 бюветних комплексів та 364 водозабірних свердловин "Київводоканалу", якість води в яких необхідно постійно контролювати – моніторити (рис. 1, 2).



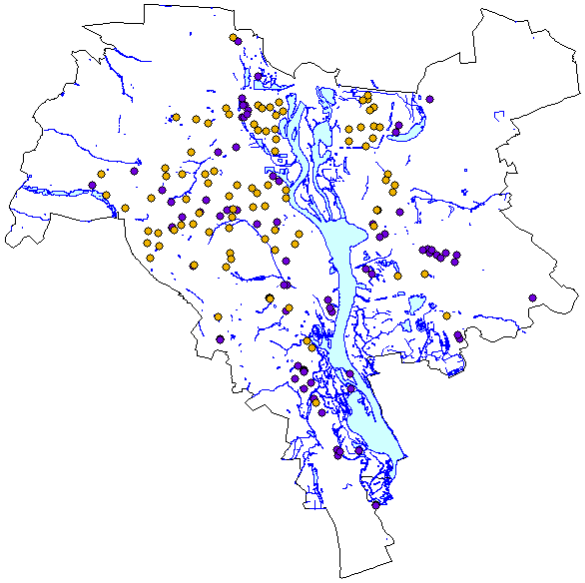
свердловини кінець XIX–початок XX століття
бюветні свердловини
експлуатаційні свердловини

Рис. 1. Карта-схема з позначенням свердловин, що експлуатують сеноман-келовейський водоносний комплекс

Однак існуюча система спостереження за якістю води є суто фактографічною, вона не передбачає здійснення просторово-часової оцінки змін хімічного складу підземних вод, так само як і прогнозування тенденцій таких змін. У зв'язку із цим виникла необхідність проведення досліджень, спрямованих на виявлення тенденцій змін хімічного складу та класу якості питних підземних вод в м. Києві виходячи з сучасних вітчизняних та європейських вимог до питних підземних вод.

Варто зазначити, що до теперішнього часу визначення змін хімічного складу підземних вод у водоносних комплексів та горизонтів проводилося на основі вивчення гідродинамічних процесів. Саме зміною гідродинамічних умов пояснювалося підвищення концентрації окремих компонентів у складі підземних вод.

Було виявлено, що внаслідок інтенсивного водовідбору з сеноман-келовейського водоносного комплексу, а також водоносного горизонту у відкладах орельської світи байоського ярусу середньої юри на сьогодні в Києві переважає процес низхідної фільтрації, що обумовило формування експлуатаційних запасів підземних вод вказаних горизонтів за рахунок вищезалягаючих горизонтів і поверхневих вод. При цьому долина р. Дніпро, яка у природних умовах була основним контуром розвантаження, на сьогоднішній день перетворилася на додаткову область інтенсивного живлення поверхової системи горизонтів [3].



бюветні свердловини
водозоборні експлуатаційні свердловини

Рис. 2. Карта-схема з позначенням свердловин, що експлуатують байоський водоносний горизонт

Також при утворенні воронок депресії на урбанізованих територіях відбувається розширення зони активного водообміну між питними та вищезалягаючими водоносними горизонтами,може відбуватися інверсія градієнтів тиску, в результаті якої висхідні потоки змінюються низхідними [5].

Перші визначення хімічного складу питних підземних воду м. Києві були здійснені ще наприкінці XIX–на початку XX ст. В той же час дослідження змін хімічного складу підземних вод сеноман-келовейського водоносного комплексу, які проводилися на локальних ділянках по окремим свердловинам, не були простежені системно за площею.

З метою дослідження стану питних водоносних горизонтів авторами був створений макет геоінформаційної бази даних у середовищі MapInfo Professional з метою узагальнення накопичених протягом десятиліть даних по хімічному складу підземних вод сеноман-келовейского водоносного комплексу та байського водоносного горизонту для просторово-часової оцінки зміни їх якості для території м. Києва. Також розроблена структура атрибутивної таблиці, що містить показники хімічного складу та бактеріологічної якості води по окремих свердловинах (не тільки по сучасним, але і по архівним даним).

Дані по бюветним свердловинам також занесені до геоіформаційної бази, тому що останнім часом, зважаючи на незадовільний стан поверхневих вод та застарілі водопровідні мережі (які самі по собі є джерелом забруднення) з метою забезпечення населення Києва якісною питною водою, актуальною стала ідея впровадження мережі бюветних комплексів.

Створена геоінформаційна база дозволяє оцінити якість води у відповідності з прийнятими в Україні та країнах ЄС гігієнічними та екологічними вимогами (ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною"; ДСТУ 4808:2007 "Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання"; EU Water Framework Directive 2000/60/EC). До атрибутивної таблиці занесені такі показники як мінералізація, NH_4, Cl, SiO_2, SO_4, NO_2, NO_3, pH, окислюваність та твер-

дість. Це обумовлено тим, що, згідно європейських норм (EU Water Framework Directive 2000/60/EC) при здійсненні моніторингу хімічного стану підземних вод повинні контролюватися такі ключові параметри: вміст кисню, величина pH, електрична провідність, нітрати, амоній (електрична провідність при цьому є вираженням такого показника, як загальна мінералізація).

Результати аналізу змін хімічного складу питних підземних вод сеноман-келовейського водоносного комплексу в межах м. Києва протягом всього періоду їх експлуатації дозволили зробити такі висновки. З кінця XIX–початку XX ст. хімічний склад водоносного комплексу зазнав помітних змін. Клас якості води згідно ДСТУ 4808:2007 у цілому змінився з першого (відмінна, бажана якість) до третього (задовільна, прийнятна якість). Зміни є неоднаковими за площею та відрізняються у різних геоморфологічних районах. За допомогою геоінформаційних систем виявлені ділянки, на яких відбувається порушення гідрогеологічних умов під впливом техногенних факторів. Фіксуються зміни впливу різних природних і антропогенних факторів на вразливість водоносного горизонту.

На думку авторів, встановлення тенденцій та чинників змін якості питних підземних вод може бути здійснена за допомогою геоінформаційного аналізу, який передбачає використання детермінованих і статистичних гідрогеологічних моделей та геоінформаційних систем. Саме геоінформаційна система забезпечує збір, зберігання, обробку, доступ, відображення і поширення просторово-координованих гідрохімічних даних та є основою для подальшого використання просторового (геоінформаційного) аналізу.

Література

1. *Рудько Г.І.* Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові та методичні основи): Автореф. дис. … д-ра. техн. наук. – Сімферополь, 2005. – 35 с.

2. *Лютий Г.Г.* Зміни якості питних підземних вод у процесі експлуатації водозаборів / Г.Г. Лютий, І.В. Саніна // Матеріали третьої науково-практичної конференції "Водні ресурси. Проблеми раціонально використання, охорони та відтворення". АР Крим. – 2010. – 56 с.

3. *Кошляков О.* Виснаження та забруднення питних водоносних горизонтів в умовах інтенсивної експлуатації на території м. Києва / О. Кошляков, О. Диняк, І. Кошлякова // Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Серія Геологія. – К., 2012. – № 56. – С. 38–42.

4. *Розробка* схеми розвитку системи водопостачання м. Києва за рахунок підземних вод на період до 2020 року. – Звіт від 01.12.2003 НАН України. – 153 с.

5. *Шестопалов В.М.* Оценка защищенности и уязвимости подземных вод с учетом зон быстрой миграции / В.М. Шестопалов, А.С. Богуславский, В.Н. Бублясь – К.: Научно-инженерный центр радиогидрогеоэкологических полигонных исследований. Институт геологических наук НАН Украины, 2007. – 120 с.

УДК 624.131

РОЛЬ ПОРОД ЗОНЫ АЭРАЦИИ В СНИЖЕНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНАХ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРУДОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ ШАХТНЫХ ВОД

Кроик А.А.[1], *д. геол. н., проф.,* ***Павличенко А.В.***[2], *к. биол. н., доц.,*
1 – Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара (г. Днепропетровск);
2 – ГВУЗ "Национальный горный университет" (г. Днепропетровск), kafedra_ecology@ukr.net

Установлено что породы зоны аэрации служат геохимическим барьером, задерживающим поступление тяжелых металлов из прудов-накопителей в подземные воды. Эффективность процессов поглощения металлов зависит от pH среды, химических свойств металла, его концентрации и минерального состава пород. Выявлена важная роль карбонатных минералов кальция в сорбции тяжелых металлов. Установленные закономерности сорбционных свойств пород зоны аэрации позволяют разрабатывать эффективные способы снижения загрязнения подземных вод тяжелыми металлами в зоне размещения прудов-накопителей. Породы зоны аэрации могут использоваться в качестве геохимического барьера, на котором могут концентрироваться компоненты-загрязнители, поступающие из прудов-накопителей, и тем самым способствовать снижению степени загрязнения подземных вод в горнодобывающих районах.

THE FUNCTION OF ROCKS IN AERATION ZONE TO REDUCE GROUNDWATER POLLUTION WITHIN THE CONTAINMENT PONDS FOR MINE WATERS

Kroik A.A.[1], *Dr. Sci. (Geol.), Prof.,* ***Pavlichenko A.V.***[2], *Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof.,*
1 – Oles Honchar National University of Dnepropetrovsk (Dnepropetrovsk);
2 – State Higher Educational Institution "National Mining University" (Dnepropetrovsk)

Found that the rocks are formed as geochemical barrier zone that delays a receipt of heavy metals from the ponds into the groundwater. The efficiency of metal absorptions depends on pH and chemical metal properties, also as concentration and mineral rock composition. The importance role of the calcium carbonate minerals in the sorption of heavy metals was determined. The regularities of the sorption properties of the aeration zone rocks allow developing the effective ways to reduce groundwater contamination by heavy metals in the zone of the ponds. Aeration zone rocks can be used as a geochemical barrier, which can be concentrated ingredients, contaminants coming from the ponds, and thereby contribute to reducing pollution of groundwater in the mining areas.

Горнопромышленные агломерации являются постоянными источниками поступления в окружающую среду значительного количества веществ техногенного происхождения. В настоящее время отсутствует классификация, которая отражает специфику влияния хозяйственной деятельности предприятий на рассеивание и концентрацию химических элементов, которые попадают в окружающую среду, в том числе тяжелых металлов – приоритетных загрязнителей на промышленных территориях [1, 2].

Проблема экологической безопасности может быть решена только при комплексном геоэкологическом подходе, научные основы которого состоят в исследованиях физико-химических процессов, которые участвуют в формирование ореолов загрязнения таких объектов геосистем, как почвы, поверхностные и подземные воды.

Необходима информация не только о классах опасности тяжелых металлов, количестве их поступления, а главным образом о способности экосистем, которые образовались на промышленных территориях, и перешли в техноэкосистемы к восстановлению геохимической среды за счет ее защитных свойств. Экологическая ситуация, которая сложилась в Украине, требует решения проблемы оценки грунтовой толщи как естественного геохимического барьера на пути миграции тяжелых металлов. Проблема изучения и оценки защитных

свойств геологической среды по отношению к загрязнению тяжелыми металлами на промышленных территориях решена недостаточно.

В решении этой проблемы значительное место отводится защите природных вод. Это связано с тем, что на территории Украины эксплуатируется 2735 фильтрующих накопителей сточных вод, размещено более 25 млрд т промышленных отходов угольных, горнодобывающих, металлургических, химических, энергетических предприятий, которые являются постоянными источниками загрязнения природных вод тяжелыми металлами [2–4].

Эффективное решение проблемы ухудшения качества природных вод можно получить на основе разработок, которые включают не только адекватную оценку трансформации поверхностных и подземных вод под влиянием горнодобывающей промышленности.

В настоящее время недостаточно изучены вопросы физико-химического взаимодействия в системе сточные воды – породы зоны аэрации. Поучение параметров такой системы в условиях техногенной нагрузки является сложной задачей. В тоже время, отсутствие геохимических параметров реальных систем испытывающих влияние техногенной нагрузки может привести либо к неоправданно высоким затратам на инженерные мероприятия, либо к тому что предпринятые меры по снижению загрязнения не дадут ожидаемых результатов вследствие того, что загрязнение произойдет не теми компонентами и не в те сроки, которые прогнозируются.

Исследованиями выполненными в работе [5] доказано, что в зоне расположения прудов-накопителей сточных вод происходит загрязнение как поверхностных, так и подземных вод тяжелыми металлами. Степень загрязнения природных вод определяется не только условиями поступления компонентов-загрязнителей, но и интенсивностью протекания целого ряда физико-химических процессов, таких как миграция, сорбция, аккумуляция. Эти процессы могут иметь разнонаправленный характер. Необходим учет масштабов и определение закономерностей этих процессов в условиях техногенеза, что позволит достоверно прогнозировать состояние экологической безопасности природных вод. Минимизировать и предупреждать загрязнения природных вод тяжелыми металлами при хранении жидких отходов в отстойниках или прудах-накопителях сточных вод можно за счет инженерных мероприятий, для разработки которых требуется установление закономерностей происходящих в системе "сточные воды–породы зоны аэрации–подземные воды".

Научной основой для разработки способов снижения и минимизации загрязнения подземных вод тяжелыми металлами является определение буферных свойств разных по литологическому составу пород по отношению к тяжелым металлам.

Поэтому целью работы является исследование процессов, протекающих в системе "породы зоны аэрации–подземные воды" в зоне расположения прудов накопителей шахтных вод.

Постановка данных исследований не позволяет полностью воспользоваться готовыми разработками, известными методиками и подходами. Это связано с разнообразием пород, которые слагают грунтовую толщу, широким спектром компонентов, входящих в химический состав стоков разных отраслей промышленности, а также условиями хранения отходов. Для создания общетеоретических основ и установления закономерностей физико-химических процессов, которые протекают в изучаемой системе необходима оценка буферных свойств пород.

В связи с тем, что непрерывное движение подземных вод делает невозможным достижение состояния химического равновесия в системе "порода–вода", но с учетом незначительной скорости движения подземных вод можно предположить, что состав поровых растворов приближается к состоянию равновесия. На состав фильтрующихся стоков оказывает влияние также неоднородность твердой фазы. Все эти факторы делают необходимым проведение специальных исследований в лабораторных условиях, что позволит достоверно оценить процессы поглощения породой тех или иных компонентов в точно контролируемых границах физико-химических параметров породы и воды и исключить влияние непредвиденных факторов.

Лабораторные исследования проводились для проб почвогрунтов зоны аэрации, отобранных из скважин, расположенных вблизи прудов накопителей шахтных вод Западного Донбасса. В качестве фоновых были взяты образцы, отобранные вне зоны влияния пруда-накопителя.

Для отобранных проб пород был выполнен гранулометрический анализ, анализ минерального состава, химический анализ, включающий изучение состава водорастворимого комплекса пород. Содержание в породах микроэлементов определяли по оценке водорастворимых и кислоторастворимых форм металлов.

Результаты гранулометрического анализа пород выявили, что распределение фракций по величине и по содержанию имеет следующие диапазоны, %: фракция 0,005–0,001 от 2,73 до 9,34; фракция 0,01–0,005 от 1,71 до 7,92; фракция 0,05–0,01 от 4,48 до 24,93 и фракция 0,25–0,05 от 32,49 до 61,16. Содержание глинистой фракции в изученных породах не превышает 30 %.

Солевой и микрокомпонентный состав шахтных вод в прудах-накопителях, получен по данным многолетних мониторинговых исследований, которые позволили оценить роль шахтного водоотлива в формировании химического состава подземных вод в зоне влияния прудов – накопителя шахтных вод [5]. Пруды-накопители шахтных вод в Западном Донбассе построены в глубоких эррозионных врезах на территории шахтных полей. При создании прудов-накопителей были использованы естественные овраги без строительства специальных экранов, при этом устья оврагов были перекрыты дамбами из отвальных шахтных пород. При этом происходит постоянная фильтрация шахтных вод из прудов-накопителей, что может вызывать изменение химического состава подземных вод. Качественный состав водной фракции из пород зоны аэрации представляет собой растворы, содержащие те же компоненты, которые присутствуют в воде пруда-накопителя.

Результаты анализа водных вытяжек их пород показали, что породы зоны аэрации различаются величиной солесодержания как по площади, так и по глубине. Наименее засоленными являются верхние горизонты, представленные черноземом. Содержание солей в породах в интервале глубин от 0 до 1 м изменяется в широком диапазоне от 0,055 до 0,134 %. Ниже по профилю по мере перехода к суглинистым породам, наблюдается рост солесодержания, которое в максимуме достигает 0,5 %. По мере того, как толща суглинков сменяется песком, содержание солей резко снижается до 0,15 %.

При оценке солевого состава пород было установлено, что пробы пород отличаются не только величиной солесодержания, но и типом засоления. Сравнение солесодержания и типа засоления пород зоны аэрации с содержанием солей на фоновых участках показало, что в зоне расположения прудов-отстойников сточных вод произошло изменение типа засоления четвертичных отложений таким образом, что в породах увеличилось содержание хлорида натрия и гипса. Механизм этих изменений может быть объяснен влиянием прудов-отстойников, в которых содержание хлор-иона и иона натрия достигает 50 %. Поэтому тип засоления песчано-глинистых отложений вблизи пруда-отстойника стал хлоридно-натриевым. Установлено, что наиболее интенсивное засоление четвертичных отложений наблюдается в непосредственной близости от пруда-отстойника и превышает фоновое в 3–5 раз. На участках контакта песчано-глинистых четвертичных отложений с известняками и доломитами произошло увеличение степени загипсованности пород.

Таким образом, можно предположить, что в процессе взаимодействия шахтных вод с водовмещающими породами сопровождаются трансформацией состава подземных вод в результате таких процессов как осаждение, сорбция и гетерогенный обмен катионов. За счет этих процессов будет происходить не только изменение солесодержания, но снижение концентрации микрокомпонентов. Выяснение вопроса о техногенном изменение пород за счет физико-химических процессов имеет существенное значение при объяснении особенностей

миграции микрокомпонентов и степени загрязнения ими подземных вод различных водоносных горизонтов.

Из перечисленных физико-химических процессов наиболее существенную роль в миграции микроэлементов составляют процессы сорбции. Это подтверждается тем, что в подземных водах содержание микроэлементов ниже равновесных [5]. Экспериментальное определение сорбционных свойств пород зоны аэрации проводилось статическим методом. Для изучения сорбции использовали однокомпонентные растворы содержащие свинец, медь, цинк, кадмий, кобальт, никель, марганец, хром и железо в концентрациях от 1 до 10 мг/дм^3, а также многокомпонентные растворы.

Исследования выполняли для наиболее отличающихся типов грунтов – это почвы и суглинки. Установлено, что образцы пород содержат карбонаты кальция и магния, но в почве содержание карбонатов магния превышает содержание карбоната кальция, а в породах его содержание в 1,5–2 раза выше содержания карбоната магния.

Результатами анализов солянокислых вытяжек установлено, что содержание микроэлементов в породах зоны аэрации в зоне пруда отстойника составляет, мг/кг: железо от 4074 до 13083; марганца от 43 до 507; цинка от 10 до 44; никеля от 6 до 26; хрома от 9 до 44; свинца от 5 до 19; кобальта от 4 до 15; меди от 6 до 15; кадмия от 0,5 до 1,2. Значительное концентрирование ионов железа в опробованной толще пород достигающее в среднем 7260 мг/кг связано с поступлением этого компонента из воды прудов-отстойников и соответствующим осаждением его на щелочном барьере. В значительных количествах концентрируется также марганец. Особый интерес представляет концентрирование в породах зоны аэрации таких токсичных элементов как свинец, цинк, медь, кобальт, хром и кадмий. Величина коэффициента концентрирования рассчитанная по отношения к содержанию элементов в аналогичных литологических разностях на фоновом участке находится в диапазоне от 2 до 6.

Результаты лабораторных исследований показали потенциальную возможность пород зоны аэрации выступать в качестве геохимического барьера, на котором могут концентрироваться компоненты-загрязнители, поступающие из отстойников, и тем самым способствовать снижению степени загрязнения подземных вод тяжелыми металлами в зоне пруда-отстойника.

Полученные результаты явились основанием для выполнения исследований по изучению сорбционных свойств пород слагающих зону аэрации по отношению к тяжелым металлам. Была установлена зависимость сорбционных свойств пород зоны аэрации от минерального состава пород, а также от физико-химических характеристик водной фазы, таких как pH раствора, концентрация металла в растворе и тип сорбируемого металла. Изучена также кинетика сорбции. Исследования состояли в том, что экспериментальным путем на двух образцах, отличающихся минералогическим составом изучили сорбцию следующих приоритетных для данных стоков компонентов-загрязнителей: свинца, меди, цинка, кадмия, марганца.

Установлено, что для однокомпонентных растворов, содержащих медь, свинец, цинк, кадмий зависимость величины сорбции ионов металлов от pH имеет следующий характер: в кислой области pH (до pH = 2) сорбционная емкость пород низкая, в диапазоне pH от 2 до 3,5 наблюдается резкий подъем сорбционной способности пород, и значения сорбционной емкости увеличиваются в 4–8 раз в зависимости от типа металла. Кривая зависимости сорбции от pH достигает максимума при pH = 5, дальнейшее увеличение pH не вызывает существенного изменения сорбционной емкости. Таким образом, на зависимость сорбции изученных металлов от pH основное влияние оказывают ионы водорода, которые вследствие своей подвижности конкурируют с ионами сорбируемых металлов, так что для цинка и кадмия в первые шесть часов с момента начала опыта происходит увеличение концентрации металлов в растворах.

Зависимость сорбции катионов из многокомпонентных растворов от pH отличается от процессов сорбции в однокомпонентных растворах. Особенностью сорбции из многокомпонен-

тных растворов, содержащих ионы свинца, меди, никеля, кобальта, цинка, хрома, кадмия, марганца и железа является то, что в области pH = 2–3 сорбируются только ионы свинца и меди. Одновременно в этом же диапазоне pH происходит вымывание из породы марганца, железа и хрома, при этом концентрация металла в растворе увеличивается в два-три раза. При этом в кислых средах снижается скорость сорбции и количество сорбируемого металла уменьшается для меди в 6 раз, а для свинца – в 10 раз. Ионы марганца из кислых растворов не сорбируются. С повышением pH раствора содержащего изучаемые металлы сорбция имеет тенденцию к увеличению. Установленные закономерности позволяют сделать вывод о том, что одним из параметров, контролирующим динамику и кинетику сорбции изученных металлов является кислотно-основной показатель раствора (pH). Основным же параметром, характеризующим величину сорбции является концентрация металла в растворе. Для изученных металлов она имеет вид кривой насыщения и описывается уравнением Ленгмюра: $N = n \cdot K_f \cdot C/l + K_f \cdot C$.

Выполненные расчеты параметров изотерм сорбции микроэлементов из нейтральных растворов, полученные в экспериментах для однокомпонентных и многокомпонентных систем представлены в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициенты изотерм адсорбции для однокомпонентных и многокомпонентных нейтральных растворов

Элемент	№ пробы	Параметры сорбции из растворов			
		Однокомпонентных		Многокомпонентных	
		Kf	*n*	Kf	*n*
Pb	1	2,44	0,43	5,55	0,79
	6	1,42	0,87	1,04	2,38
	12	2,55	0,63	1,06	2,78
Cu	1	4,77	1,04	8,65	2,65
	6	1,62	0,61	2,30	1,16
	12	2,77	1,98	1,03	2,78
Zn	1	1,44	1,44	5,86	2,67
	6	2,01	1,43	4,08	1,56
	12	1,16	1,78	4,76	3,55
Cd	1	2,08	1,05	5,35	2,37
	6	6,15	2,61	3,27	1,18
	12	1,92	0,50	3,51	2,52
Mn	1	4,85	1,51	3,19	2,28
	6	3,13	1,70	1,85	2,47
	12	4,98	1,85	3,16	2,50

Сравнение параметров изотерм сорбции металлов в кислых и нейтральных растворах показывает, что величина сорбции зависит от начального и равновесного значения pH. Это объясняется различными формами существования ионов металлов в зависимости от кислотно-основного показателя растворов, из которых металлы сорбируются. Так, при pH < 6 в растворе преобладают ионы $[Me]^{n+}$ и $[Me\,Cl]^{n+}$, а при pH > 6,5 преобладают гидратные комплексы типа $[MeOH]^{-}$. Значения коэффициентов (K_f), характеризующих адсорбцию изученных ионов металлов, для начального pH = 6,5 и конечного pH в диапазоне 7,5–8,2 уменьшаются в ряду: Pb > Cu > Zn > Cd > Mn. Эти величины для ионов металлов, сорбирующихся из однокомпонентных растворов в 2–5 раз, а иногда и на порядок выше значений для смеси металлов, имеющей в составе одновременно 5 компонентов. Коэффициент *n* для смеси компонентов имеет более высокие значения, что соответствует уменьшению величины сорбции породой ионов металла из многокомпонентного раствора.

Выводы, полученные по расчетам изотерм сорбции в координатах $lgN–lgC_p$ подтверждаются данными экспериментальных исследований по кинетике сорбции из однокомпонентных систем.

Характер процесса сорбции в различные периоды времени значительно изменяется. Так в начальный период (от 30 до 60 мин) величина поглощения металла резко возрастет, а в интервале от 2 до 24 часов плавно увеличивается. В интервале от 24 до 48 час сорбция изменяется лишь на 3–5 %, приближаясь к максимальному значению.

Скорость процесса сорбции ионов свинца, меди и цинка из растворов с нейтральным значением pH достаточно велика. Так за двое суток свинец, медь и цинк сорбировались из растворов практически полностью. Ионы марганца и кадмия при этом сорбируются медленнее и за двое суток не наблюдается полной сорбции.

Сопоставление результатов сорбции свинца, меди, цинка, кадмия и марганца из однокомпонентных растворов и из многокомпонентных, где присутствуют те же ионы в тех же концентрациях позволяет сделать вывод, что полностью и достаточно быстро из такой системы сорбируются ионы свинца и меди, а сорбция ионов цинка, кадмия и марганца замедляется.

Особенностью сорбции из многокомпонентных систем является то, что количество сорбированных металлов уменьшается в 1,2–1,5 раза по сравнению с величиной сорбции этих же ионов металлов из однокомпонентных растворов.

По степени сорбции из системы "порода–раствор" металлы в порядке убывания образуют следующий ряд: Pb > Cu > Cr > Zn > Fe > Ni > Cd > Co > Mn.

Таким образом, натурными наблюдениями и лабораторными исследованиями доказано, что породы зоны аэрации служат геохимическим барьером, задерживающим поступление тяжелых металлов в подземные воды. Тяжелые металлы закрепляются в породах практически необратимо. Эффективность этих процессов поглощения металлов зависит от pH среды, химических свойств металла, его концентрации и минерального состава пород. Среди минеральных составляющих пород повышающих сорбцию важную роль играют карбонатные минералы кальция. В системе "породы зоны аэрации–сточные воды" происходят процессы, которые в условиях антропогенной нагрузки приводят к изменению ионно-солевого и микрокомпонентного состава пород. Одновременно происходит значительная трансформация не только пород, но и химического состава инфильтрующихся сточных вод, что приводит к уменьшению концентрации тяжелых металлов, поступающих в подземные воды и повышению экологической безопасности подземных вод в зоне расположения прудов-накопителей.

Литература

1. *Яковлев Є.О.* Сучасні фактори національної безпеки України при формуванні мінерально-сировинної бази / Є.О. Яковлев // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – К., 2005. – № 5. – С. 84–91.

2. *Жовинський Е.Я.* Оцінка ступеню екологічного ризику територій промислово-гірських агломерацій забрудненням важкими металами / Е.Я. Жовинський, І.В. Кураєва, А.І. Радченко, В.Ж. Білик // Поисковая и экологическая геохимия. – К., 2003. – № 2/3. – С. 96–101.

3. *Воеводин Н.В.* Региональные проблемы экологической безопасности при горнопромышленном производстве в Украине / Н.В. Воеводин // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – К., 2006. – № 1. – С. 5–16.

4. *Воробьев А.Е.* Оценка воздействия горного производства на окружающую среду / А.Е. Воробьев, Е.В. Казакова // Безопасность жизнедеятельности. – М., 2002. – № 5. – С. 25–28.

5. *Кроик А.А.* Комплексное изучение шахтных вод Западного Донбасса и оценка возможности их использования / А.А. Кроик // Збагачення корисних копалин. – Дніпропетровськ, 2002. – Вип. 16 (57). – С. 100–107.

УДК 556:004.94

ТРИМІРНА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ РЕСУРСІВ ПІДЗЕМНИХ ВОД ЗАСОБАМИ ГІС GRASS

***Дмитрук Ю.М.**, д. біол. н., проф., **Черлінка В.Р.**, к. біол. н., доц.,*
Чернівецький національний університет (м. Чернівці), y.dmytruk@chnu.edu.ua

Для виявлення геолого-структурних особливостей потенційних ресурсів підземних вод у глобальному аспекті та окремих водоносних горизонтів у локальному, необхідно проводити геологічну зйомку з виконанням гірничо-бурових робіт. За результатами зйомки та попереднього моделювання рельєфу та процесів водної ерозії/фільтрації побудовано та візуалізовано тривимірну картину досліджуваного ресурсу. Отримані результати дозволяють чітко локалізувати межі водоносного горизонту та спрогнозувати ареали прояву можливих небезпечних гідрогеологічних процесів і, відповідно, прийняти ряд запобіжних заходів. Аналіз інструментальних засобів, імплементованих до ГІС GRASS, та апробація їх на модельному прикладі показала, що даний програмний пакет повністю відповідає вимогам щодо аналізу та 3d візуалізації геологічних даних.

A THREE DIMENSIONAL VISUALIZATION OF GROUNDWATER RESOURCES BY MEANS OF GRASS GIS

***Dmytruk Yu.M.**, Dr. Sci. (Biol.), Prof., **Cherlinka V.R.**, Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof.,*
Chernivtsi National University (Chernivtsi), y.dmytruk@chnu.edu.ua

In order to identify geological and structural features of potential groundwater resources in a global perspective and individual aquifers in the local one, it is necessary to conduct a geological survey of mining and drilling operations. According to the results of survey and previous modeling of terrain and water erosion/filtration, a three-dimensional picture of the investigated resource was constructed and visualized. The obtained results allow to locate clearly the boundaries of the aquifer and to predict areas of possible manifestations of hazardous hydrogeological processes and, therefore, to follow safety rules. Analysis of instruments, implemented in the GRASS GIS, and testing them according to the model example showed that this software package met the requirements for analysis and visualization of 3D geological data.

Вступ. Сучасний етап розвитку більшості наук про Землю характеризується широким використанням моделей, а їх створення пов’язане з використанням напрацювань різних наукових та технічних дисциплін. Одним з пріоритетних є геоморфологічне моделювання, оскільки коректність його проведення є запорукою якісних результатів заснованих на ньому всіх інших видів моделей. Використання сучасних ГІС-технологій з метою прогнозування розвитку різноманітних ситуацій, їх аналізу і запобігання ризикам повинне базуватися на даних із беззаперечною достовірністю. Основою такого підходу виступають цифрові моделі рельєфу (ЦМР). Переконані і результати проведених робіт підтверджують, що саме такі моделі можуть стати основою ефективних досліджень як в окремій галузі науки, так і на її стику з іншими. Моделювання є перспективним методом досліджень також в гідрогеології та розглядає як теоретичні питання (способи побудови моделі, вимоги до неї, набір величин, опрацювання та інтерпретація результатів, особливості переходу від об’єкту до його моделі і навпаки тощо) так і практичні аспекти використання здобутої в процесі досліджень інформації на практиці.

Особливо важливо враховувати цінність таких даних для прогнозу можливості розвитку небезпечних гідрогеологічних процесів, як наприклад, зсувів, ерозії, суфозії в природних та антропогенно змінених ландшафтах [1]. Важливість такого роду інформації для населених пунктів є винятково актуальною: ризики просідання поверхні внаслідок високої щільності забудови території інженерними об’єктами які, переважно, не гармонізовані з природними показниками рельєфу, дуже високі. Під впливом змін рельєфу, поганого регулювання поверхневого стоку, втрат з водоносних комунікацій спостерігається підвищення рівня ґрунтових вод, підто-

плення, суфозія. Це зумовлює зниження природної міцності ґрунтів і призводить до деформації та руйнування будівель. З метою захисту від зсувів, обвалів і інших гідрогеологічних процесів доцільно проводити попереднє їх моделювання, попередником якого є визначення та візуалізація гідрогеологічного об'єкту, що є, безумовно, актуальним та важливим завданням.

Виклад основного матеріалу. В контексті даної роботи, враховуючи крупний масштаб дослідження, під гідрогеологічним об'єктом ми будемо вважати водоносний горизонт, а також властиві для нього процеси та явища. Відповідно, **метою** є дослідження методології тримірної візуалізації ресурсів підземних вод (на прикладі конкретного водоносного горизонту).

Інформація про межі поширення водоносних горизонтів, як правило, встановлюється з достатньо обмеженої кількості точкових вимірювань, а просторова характеристика у вигляді карти створюється у двомірному просторі. Проте, водоносний горизонт насправді є тривимірним об'єктом з мінливими характеристиками по всіх координатних осях. Тому для створення, аналізу, маніпулювання та візуалізації повноцінної тримірної моделі горизонту були використані інструментальні засоби вільної геоінформаційної системи GRASS 6.4.4 [2] у середовищі Debian GNU Linux 7.5 [3] із дотриманням умов Загальної громадської ліцензії GNU [4] щодо застосування цих програмних продуктів. В якості основного **методу**, який використовувався для генерації рельєфу та тримірного водоносного горизонту, використали алгоритм регуляризованих напружених сплайнів (Regularized Spline with Tension – RST), який обчислює значення висот у вузлах сітки за допомогою функції, що моделює тонку гнучку пластину, яка проходить через/або близько до точок вихідних даних [5–7]. Даний алгоритм має можливості щодо інтерполяції та аналізу геометричних властивостей досліджуваних параметрів в тривимірному просторі. Інші інструментальні засоби GRASS ГІС при візуалізації використовують графічні можливості відкритої графічної бібліотеки OpenGL, та мають інструментарій для експорту даних у зовнішнє програмне забезпечення [8–10].

Результати. Для тестової ділянки була визначена роздільна здатність цифрової моделі рельєфу із застосуванням методики, описаної в [11] за допомогою модифікації скрипта [12], написаного на R [13] із використанням в якості топооснови карти горизонталей М 1 : 2000. Подальшими діями були оцифрування вихідного топографічного матеріалу векторизатором Easy Trace 7.99 [14], згладжування горизонталей модулем GRASS v.generalize із використанням алгоритму chaiken та власне генерація ЦМР із застосуванням регуляризованих напружених сплайнів [5] модулем v.surf.rst [15].

Для розрахунків поверхневої гідрологічної складової була використана реалізація ерозійної моделі SIMWE [16] у модулях GRASS ГІС r.sim.water і r.sim.sediment. В якості вхідних параметрів використані значення висот чарунок растру, вектори градієнтів потоку, обчислені як частинні похідні першого порядку від функції висоти (за координатами x та y), норма опадів, коефіцієнт шорсткості поверхні Манінга, критична напруга відриву часток та коефіцієнт транспортної потужності потоку. Растрові карти частинних похідних першого порядку вираховували за допомогою модуля r.slope.aspect і використовували для визначення напрямку і величини швидкості потоку води. Величина інфільтрації визначалася як різниця між надходженням та залишком вологи на поверхні. З врахуванням комплексу даних щодо водопідпірного шару, бокових гідробар'єрів та розрахованих даних були створені передумови для моделювання тримірної картини водоносного горизонту.

Остання була побудована шляхом генерації вокселів (тримірних пікселів) із залученням до технологічної схеми модуля GRASS ГІС v.vol.rst. Подальша візуалізація відбувалася засобами вбудованими в геоінформаційну систему GRASS – модулем NVIZ, або при експорті у формат VTK – програмним середовищем ParaView. Останнє призначене для аналізу та візуа-

лізації наукових даних і має широкі можливості для дослідження не тільки просторових а й часових характеристик отриманих моделей.

Отримані результати дозволяють чітко локалізувати межі водоносного горизонту та спрогнозувати ареали прояву можливих небезпечних гідрогеологічних процесів і, відповідно, прийняти ряд запобіжних заходів інженерного характеру. Застосування вільного програмного забезпечення при дослідженнях такого роду в Україні мають піонерський характер та беззаперечну наукову новизну.

Висновки. Для виявлення геолого-структурних особливостей потенційних ресурсів підземних вод у глобальному аспекті та окремих водоносних горизонтів у локальному, необхідно проводити геологічну зйомку з виконанням гірничо-бурових робіт. За результатами зйомки та попереднього моделювання рельєфу та процесів водної ерозії/фільтрації відбувається побудова та візуалізація тривимірної картини досліджуваного ресурсу. Аналіз інструментальних засобів, імплементованих до ГІС GRASS, та апробація їх на модельному прикладі показала, що даний програмний пакет повністю відповідає вимогам щодо аналізу та 3d візуалізації геологічних даних.

Література

1. *Masumoto S.* Development of Visualization Tool for Geologic Information on GRASS GIS / S. Masumoto, S. Nonogaki, T. Nemoto, K. Shiono, V. Raghavan // In: Proceedings International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences, Nov. 9 – 11, 2006. – Vietnam: Ho Chi Minh, 2006. – P. 1–6.

2. *Geographic* Resources Analysis Support System [Electronic resource]. – Mode of access: http://grass.fbk.eu/.

3. *Debian* GNU Linux – the universal operating system [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.debian.org/index.en.html.

4. *GNU* GENERAL PUBLIC LICENSE [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.gnu.org/licenses/gpl.html.

5. *Mitašova H.* Interpolation by Regularized Spline with Tension: I. Theory and Implementation / H. Mitašova, L. Mitaš // Mathematical Geology. – 1993. – Vol. 25. – № 6. – P. 641–655.

6. *Hofierka J.* Multivariate interpolation of precipitation using regularized spline with tension / J. Hofierka, J. Parajka, H. Mitasova, L. Mitas // Transactions in GIS. – 2002. – № 6. – P. 135–150.

7. *Hofierka J.* Interpolation of radioactivity data using regularized spline with tension / J. Hofierka // Applied GIS. – 2005. – Vol. 1. – № 2. – P. 16/01–16/13.

8. *Neteler M.* Volume modeling of soils using GRASS GIS 3D-Tools / M. Neteler // In: Proceedings Second Italian GRASS Users Meeting University of Trento, Feb. 1–2, 2001. – Italy: Trento, 2001. – P. 1–11.

9. *Masumoto S.* Construction and Visualization of a Three Dimensional Geologic Model Using GRASS GIS / S. Masumoto, V. Raghavan, G. Yonezawa, T. Nemoto, K. Shiono // Transactions in GIS. – 2004. – V. 8. – N. 2. – P. 211–223.

10. *Kajiyama A.* Three-dimensional Geological Modeling by FOSS GRASS GIS – Using Some Field Survey Data / A. Kajiyama, N. Ikawa, S. Masumoto, K. Shiono, V. Raghavan // In: Proceedings of the FOSS/GRASS Users Conference – Bangkok, Thailand, 12–14 September 2004 – Thailand: Bangkok, 2004. – P. 1–9.

11. *Hengl T.* Finding the right pixel size / T. Hengl // Computers & Geosciences. – 2006. – № 32. – P. 1283–1298.

12. *Script* to estimate a suitable grid cell size [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://spatial-analyst.net/scripts/pixel.R.

13. *The R* Project for Statistical Computing [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.r-project.org.

14. *Easy* Trace 7.99 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.easytrace.com/site2/program/et799_ru.

15. *Neteler M.* Open Source GIS: a GRASS GIS approach (3rd edition) / M. Neteler, H. Mitasova. – New York: Springer, 2008. – 406 p.

16. *Mitas L.* Distributed soil erosion simulation for effective erosion prevention / L. Mitas, H. Mitasova // Water Resources Research. – 1998. – № 34 (3). – P. 505–516.

УДК 574.2:622.87, 624.131

ВОДНІ РЕСУРСИ НОВОСТВОРЕНИХ ОЗЕР ЛЬВІВЩИНИ

Гайдін А.М., ***Дяків В.О.***, *к. геол. н., доц.*, ***Чікова І.В.***, *ТзОВ "Інститут "ГІРХІМПРОМ" (м. Львів)*

Для оцінки водних ресурсів новостворених озер визначено основні їхні характеристики, досліджено динаміку хімічного складу води озер, створених на місці сірчаних кар'єрів, за весь період їхнього затоплення та обґрунтовано використання водної товщі озер для господарсько-питних потреб та рекреації.

WATER RESOURCES OF NEWLY CREATED LAKES IN LVIV REGION

Haidin A.M., ***Diakiv V.O.***, *Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.*, ***Chikova I.V.***, *LLC Institute "HIRHIMPROM" (Lviv)*

Main characteristics for water resources of newly created lakes have been determined in order to carry out their assessment. The article analyses hydrochemical dynamics of lakes, which were created on the places of former sulphur open-cuts, during the period of their flooding. Water usage for recreation, domestic and drinking purposes was substantiated.

Вступ. На Львівщині на базі родовищ самородної сірки у другій половині двадцятого століття швидко розвивалася гірничо-хімічна промисловість. Були побудовані Роздільський, Подорожненський і Яворівський сірчані кар'єри. В кінці століття внаслідок змін кон'юнктури світового ринку рудники стали нерентабельними і видобуток сірчаної руди припинився. Основні характеристики кар'єрних виїмок наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристики виїмок сірчаних кар'єрів

Кар'єр	Період експлуатації	Площа, км^2	Глибина, м	Об'єм виїмки, млн м^3*	Відмітка затоплення, м
Роздільський	1958–92	5,6	60	30	252,5
Подорожненський	1971–93	5,7	100	135	255
Яворівський	1978–93	7,3	95	195	230,5
Разом:	–	18,6	–	360	–

Примітка. * Вказані об'єми та глибини залишкових виїмок нижче рівня затоплення.

В дев'яностих роках були розроблені перші проекти ліквідації кар'єрів і ревіталізації порушених гірничими роботами ландшафтів. Розглядалися різноманітні варіанти, в тому числі й такі, як засипка виїмок для відновлення ріллі. Однак розрахунки показали, що витрати на повернення земель у сільське господарство з врахуванням дисконту ніколи не окупляться. Отже, єдиним розумним рішенням ліквідації сірчаних кар'єрів визнане їх перетворення в озера.

Інститут гірничо-хімічної промисловості за рекомендаціями Відділення гірничо-хімічної сировини Академії гірничих наук України опрацював проекти створення озер на місці сірчаних кар'єрів [2]. З початку 2003 року розпочалася реалізація проектів. Затоплення кар'єрів здійснювалося атмосферними опадами, річковими та підземними водами. Основні характеристики новостворених озер наведені в табл. 2 [4].

Таблиця 2

Характеристики кар'єрних озер

Озеро	Площа водозбору, км^2	Динамічні запаси води, млн м^3/рік	Статичні запаси, млн м^3	Термін затоплення (початок–кінець), роки
Яворівське	238	40	195	2002–2006
Роздільські	6	2,1	20	2003–2010
Подорожненське	50	12	135	2003–2014
Разом:	294	54,1	350	–

Огляд літератури. Для обґрунтування проектних рішень були проведені прогнозні розрахунки динаміки затоплення виїмок і формування хімічного складу озерної води [1, 2]. У формуванні хімічного складу озерної води спостерігається декілька стадій: змішування, трансформації, стабілізації. На першій стадії основним процесом є змішування підземних і поверхневих вод, причому з підвищенням рівня води притік підземних вод зменшується, тому вода в озері стає менш мінералізованою. При змішуванні поверхневих і підземних вод сірководень у верхній частині водної товщі повністю окислюється. В період осінньої інверсії здійснюється перемішування і сірководень практично зникає. Після затоплення виїмки співвідношення між поверхневими і підземними водами стабілізується. Починається друга стадія формування складу води. В цей період вода на витоку із озера більш мінералізована, ніж вода, яка живить озеро. Здійснюється подальше опріснення водної товщі. Термін цієї стадії визначається періодом водообміну – відношенням об'єму озера до динамічного притоку води. Після того склад води в озері стабілізується і залежить в основному від кліматичних чинників.

Мета даної статті – узагальнення результатів спостережень за змінами хімічного складу озерних вод і їх оцінка як рекреаційного ресурсу.

Методика досліджень. Для оцінки водних ресурсів новостворених озер проведені систематичні дослідження, які включали поінтервальне гідрохімічне опробування водних товщ. Проводили загальний хімічний аналіз, а також визначали компоненти, пов'язані із специфікою сірчаних родовищ: сірководень, марганець, стронцій. Результати аналізів зведені в комп'ютерну базу даних.

Динаміка змін мінералізації води

Подорожненський кар'єр. На рис. 1 зображено динаміку зміни мінералізації в кар'єрному озері Подорожному за весь період затоплення.

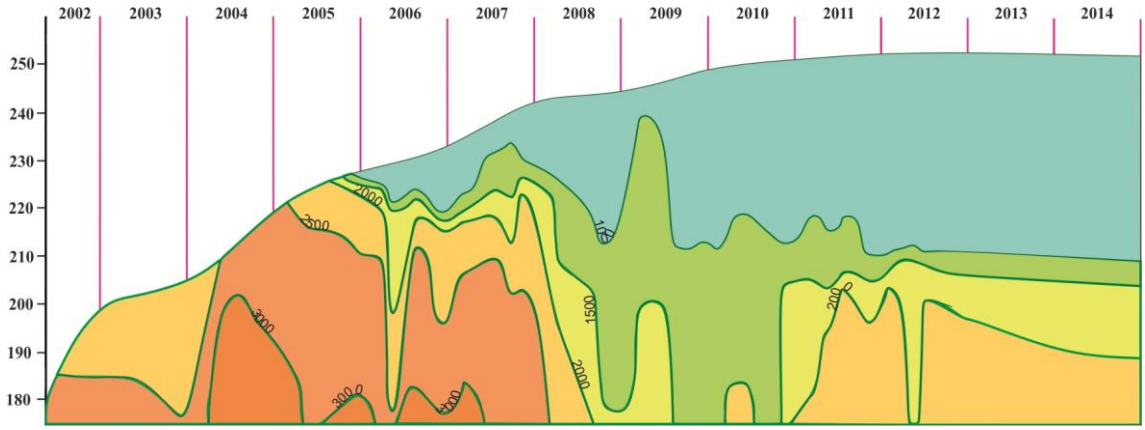


Рис. 1. Динаміка зміни мінералізації в Подорожненському озері

Приплив підземних сірководневих вод в період експлуатації не перевищував 8 тис. м^3/доба. До 2004 року кар'єр затоплювався атмосферними опадами. У 2005 році побудовано канал і кар'єр затоплюється водою з малої річки Крехівка. Як видно із графіку, це призвело до швидкого опріснення води.

На сьогодні якість води в озері Подорожному майже відповідає вимогам стандарту для питної води (табл. 3) [5].

Таблиця 3

Результати хімічного аналізу води Подорожненського озера, мг/л.
Глибина відбору проби 1 м (вересень 2014 р.)

pH	Mg	Cl	SO_4	Na	K	Ca	HCO_3	NO_3	P_2O_5	Мінералізація
7,6	8,5	25,3	422,9	60,0	5,0	150,3	165,9	2,82	5,43	846,2

У верхньому 40-метровому шарі мінералізація води становить 850 мг/л, а вміст сульфатів близько 400 мг/л. Сірководень присутній тільки в придонній частині в мізерній кількості.

Яворівський кар'єр. Приплив підземних сірководневих вод в період експлуатації перевищував 100 тис. м^3/доба. До 2002 року кар'єр затоплювався атмосферними опадами. У 2003 році побудовано канал і кар'єр затоплюється водою з малих річок Шкло і Якша. У 2005 році введена вода з річки Гноєнець.

На рис. 2. зображено динаміку зміни мінералізації води. Опріснення води в Яворівському озері здійснюється повільніше.

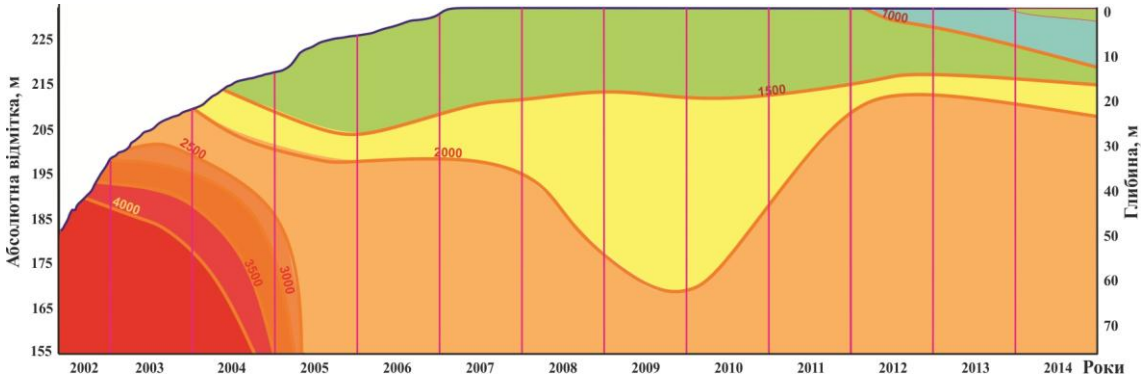


Рис. 2. Динаміка зміни мінералізації в Яворівському озері

Це пояснюється значним припливом підземних вод,а також поглинанням частини стоку річки Шкло в карстові порожнини у ложі водосховища Новий Яр. До 2009 року ложе водосховища підтримували у сухому стані, пізніше воно затоплено до відмітки 241 м. Вірогідно це викликало збільшення потоку води через карстовий водоносний горизонт. На сьогодні в Яворівському озері у 5 метровому шарі вода майже прісна (таблиця 4).

Таблиця 4

Результати хімічного аналізу води Яворівського озера, мг/л (липень 2014 р.)

Глибина, м	pH	Na	K	Ca	Mg	HCO_3	Cl	SO_4	NO_3	P_2O_5	H_2S	Мінералізація
0	7,70	32,0	6,3	264,5	17,0	161,1	26,2	593,9	0,34	0,59	–	1101,9
5	7,95	32,0	6,2	244,5	19,4	156,2	21,7	584,7	0,29	0,57	–	1065,8
10	7,65	32,0	6,5	240,5	41,3	192,8	20,7	639,7	0,32	0,58	–	1174,9
20	7,05	45,0	6,5	400,8	29,2	309,2	26,9	944,7	0,22	1,1	10,0	1773,3
30	6,85	45,0	7,2	553,1	24,3	408,8	29,7	1256,4	1,65	1,86	30,6	2359,1
40	6,85	48,0	7,9	545,1	43,7	427,1	25,9	1293,7	1,84	1,64	32,6	2427,1
50	6,95	55,0	8,4	585,2	9,7	414,9	27,0	1257,1	1,63	1,74	20,6	2380,9
60	6,90	60,0	8,7	537,1	29,2	402,7	26,4	1256,0	2,08	2,0	25,6	2349,7
72 дно	7,00	64,0	9,0	505,0	24,3	384,4	28,2	1160,5	2,51	1,21	27,6	2206,3

З глибини 20 м і до дна у воді вміщається сірководень у кількості до 30 мг/л. Ця вода за хімічним складом відповідає мінеральним водам курортів Шкло, Немирів, Великий Любень.

Роздільський кар'єр. У залишкових виїмках Роздільського кар'єру створено чотири озера: Середнє, Глибоке, Чисте і Кисле. Живлення озер здійснюється виключно за рахунок атмосферних опадів з водозбірної площі 6 км^2.

Озеро Середнє створено на місці хвостосховища. В період експлуатації хвостосховища, до 1994 р, вода в системі оборотного водопостачання збагачувальної фабрики вміщала до 6 г/л розчинених речовин. Після припинення виробництва вода спочатку швидко опріснилася до 3 г/л. До 2007 року мінералізація води зменшувалася, а з 2008 року стабілізувалася.

Результати опробування озера Середнього наведені у табл. 5.

Таблиця 5

Хімічний склад води з Роздільського озера Середнього, мг/л (липень 2014 р.)

h, м	pH	K	Na	Ca	Mg	HCO_3	Cl	SO_4	M	H_2S	P_2O_5	NO_3
0	8,4	25,6	386	456,9	43,7	119,6	206,8	1860,0	3100,8	–	1,429	0,73
5	8,2	32,2	382	464,9	34,0	114,7	203,4	1923,8	3157,5	–	1,429	1,12
10	7,55	36,1	424,9	432,9	48,6	170,8	213,7	1884,1	3239,5	1,7	7,500	1,19
14	7,65	42,6	435	432,9	63,2	197,7	248,3	1865,2	3318,5	1,7	12,321	1,53

Як видно із таблиці, мінералізація води становить 3,1–3,8 г/л, вміст сульфат-іону близько 1,9 г/л. На глибині більше 10 м відмічається присутність сірководню. Великий вміст фосфатів і нітратів вказує на забруднення води фільтратом із смітника, розташованого на березі. Вода в озері непридатна для питного водопостачання, рекреації та для живлення котельних. Основною причиною повільного процесу самоочищення є мала проточність озера. Середньорічний притік атмосферних вод на площу водозбору за мінусом випаровування 755 тис. м^3/рік. Об'єм озера становить 10 млн м^3, термін водообміну 13 років.

Озеро Глибоке сформувалось на місці залишкової виїмки Північного кар'єру. Рівень затоплення визначений з умови самопливного витоку води в Дністер. Витік організований каналом з порогом на відмітці 252,4 м. Затоплення озера завершилося в березні 2010 р. Динаміка змін хімічного складу показана на графіку (рис. 3). Як видно з графіку, до 2012 року спостерігалося деяке опріснювання води. В 2012 році в озеро Глибоке було скинуто 3 млн м^3 води із озера Середнього, тому мінералізація знову збільшилася.

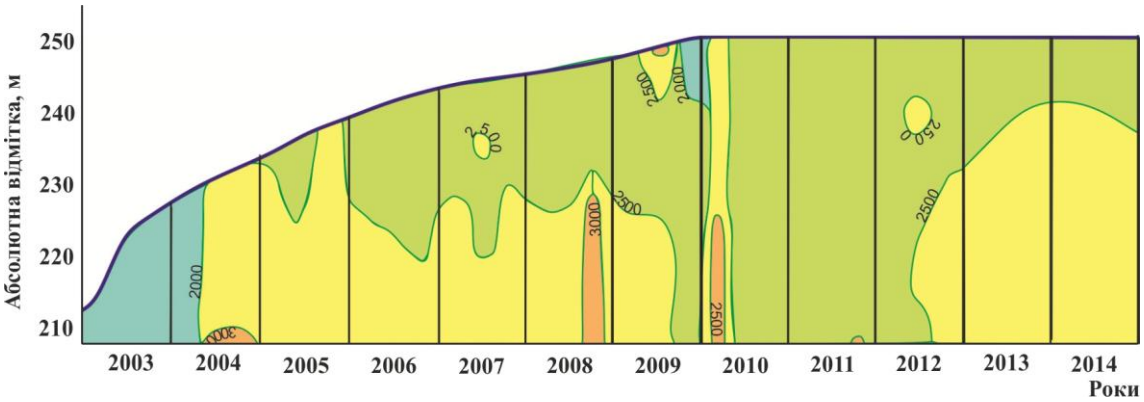


Рис. 3. Динаміка зміни мінералізації в озері Глибоке

Результати опробування озера Глибокого наведені в табл. 6.

Таблиця 6

Хімічний склад води з Роздільського озера Глибокого, мг/л (липень 2014 р.)

h, м	pH	K	Na	Ca	Mg	HCO_3	Cl	SO_4	M	H_2S	P_2O_5	NO_3
0	7,5	16,0	162	432,9	53,5	104,9	110,3	1539,8	2421,8	–	2,02	0,42
5	7,4	17,0	162	440,9	58,3	124,5	106,9	1522,9	2435,2	–	2,14	0,52
10	7,2	17,5	165	464,9	43,7	144,0	108,6	1537,3	2483,7	–	1,94	0,71
20	6,9	19,0	175	496,9	48,6	214,8	101,7	1596,0	2682,5	2,7	2,37	0,39
30	6,75	19,0	176	529,1	38,9	235,9	100,0	1740,5	2867,1	2,0	2,32	0,39
44	6,85	21,5	185	505,0	48,6	276,6	108,6	1676,8	2849,3	2,4	4,28	0,49

На сьогодні вода в озері Глибоке практично однакова по всій його глибині, мінералізація коливається в межах 2,4–2,8 г/л, вміст сульфат-йону – 1,5–1,7 г/л. Специфікою гідрохімічного складу вод озера Глибоке є постійна присутність у воді на глибині нижче 15 м розчиненого сірководню у концентрації до 2,7 мг/л. Результати опробування наведені в таблиці 6. Вода в озері забруднюється фільтратом із звалища гудрону, а також золою в періоди загорання сміття на сміттєзвалищі. Мінералізація води перевищує нормативи для питного водопостачання, проте за розрахунками завдяки водообміну приблизно через 6 років буде відбуватися опріснення води Глибокого озера до якості питної води.

Озеро Чисте утворилося на місці кар'єру у відокремленій частині. Абсолютна відмітка води в озері 270 м, глибина – 17 м. Озеро живиться атмосферними опадами, які стікають схилом Роздільського підвищення, а також підземними водами четвертинного і неогенового водоносних горизонтів. В дощові періоди вода із озера витікає в річку Колодницю. Мінералізація води в озері Чистому за останні роки зменшилася до 1800 мг/л, у тім числі сульфат-іону 1100 мг/л. Це пояснюється припиненням перетоку води із озера Середнього. Незважаючи на наявність джерела сірководневої води, сірководень відсутній. Результати аналізів наведені в табл. 7.

Таблиця 7

Хімічний склад води з Роздільського озера Чистого, мг/л (липень 2014 р.)

h, м	pH	K	Na	Ca	Mg	HCO_3	Cl	SO_4	M	P_2O_5	NO_3
0	7,85	21	212	252,5	29,2	117,2	54,0	1115,3	1802,9	0,72	0,97
5	7,8	21	212	244,5	41,3	119,6	56,3	1051,5	1747,7	0,72	0,81
13	7,75	21	212	240,5	38,9	141,6	57,5	1034,8	1747,7	0,72	0,72

Як видно із таблиці, вода слабомінералізована, в основному за рахунок високого вмісту сульфат-йону. Вода практично однакова по всій глибині, мінералізація 1750–1800 мг/л. Сірководень відсутній. Високий вміст фосфатів обумовлений наявністю стихійних звалищ побутових відходів на березі. Вода в озері має підвищений вміст сульфат-іону і тому не придатна для пиття. Велика твердість не дозволяє також використовувати цю воду для водопостачання котельних установок проте, вода в озері вільна від органічних забруднень, не вміщує будь-яких токсичних елементів і відповідає вимогам до озер для купання другої категорії. Малі запаси риби в озері обумовлені великою глибиною, відсутністю мілководь. Зелені водорості на дні не ростуть, оскільки сонячні промені не досягають дна. Тому риба немає корму.

Озеро Кисле утворилося в залишковій виїмці центрального кар'єру. Виїмка заповнена водою, що сформувалася шляхом вимивання сірчаної, фосфатної, кремнійфторводневої і фторводневої кислот з відвалу фосфогіпсу в період, коли система оборотного водопостачання заводу мінеральних добрив перестала діяти. Відмітка рівня води 256,5 м. В періоди дощів рівень води піднімається і вода перетікає на прилягаючу територію гідровідвалу № 4. Поступово вода розбавляється атмосферними опадами. В 2005 році навколо відвалу фосфогіпсу

відсипали призму з меленого вапняку – відходів флотації сірчаної руди. В результаті прискорився процес нейтралізації води.

Результати опробування озера Кислого наведені в табл. 8.

Таблиця 8

Хімічний склад води з Роздільського озера Кислого, мг/л (липень 2014 р.)

h, м	pH	K	Na	Ca	Mg	HCO_3	Cl	SO_4	M	H_2S	P_2O_5	NO_3
0	4,8	41,8	164,3	480,9	48,6	–	93,1	1440,0	3147,3	–	878,6	–
5	4,8	42	175	513,0	43,7	–	98,3	1375,4	3133,1	–	885,7	–
10	4,9	49	175	561,1	29,2	–	275,9	1587,8	4137,7	30,4	1428,6	0,69
14	4,85	65	274	641,3	388,9	–	905,2	1533,9	4978,8	198,5	910,7	61,34

На рис. 4 зображено динаміку зміни мінералізації та сульфат-йону на поверхні озера. Мінералізація на поверхні озера коливається в межах 1000–4500 мг/л. Коливання з часом нерівномірне. Тобто стабільної динаміки до зменшення чи збільшення мінералізації на поверхні озера не спостерігається. В основному загальна мінералізація визначається вмістом сульфат-йону. Вміст останнього змінюється в межах 700–2000 мг/л.

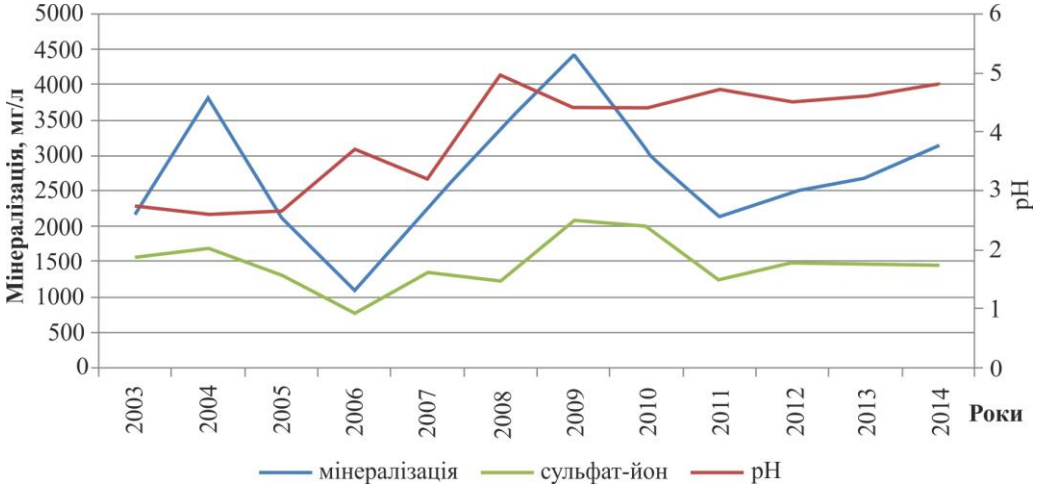


Рис. 4. Динаміка зміни pH, мінералізації та сульфатів у Кислому озері на поверхні

Динаміка змін концентрації водневого йону на поверхні показана на рис. 4. Як видно з рисунка, pH в перші роки дослідження становив 2,4–3. У 2006 році внаслідок проведених робіт з нейтралізації хвостами збагачення сірчаної руди pH води різко збільшився до 4,5. В 2009 році вона підвищилася на поверхні води до 4,4, а на дні до 2,9. В 2014 році значення pH збільшилося до 4,8. Тобто концентрація водневого йону зменшилася на два порядки. Навколо озера відновилася рослинність. В самому озері, яке раніше було абсолютно мертвим, з'явилися зелені водорості і гідробіонти.

Обговорення результатів. Новостворені озера можна використовувати для рекреації: купання, водного спорту, аматорської риболовлі [6]. При умові охорони від забруднення, озерна вода в перспективі може бути використана і для питного водопостачання. Управлінням з архітектури і просторового розвитку розроблені схеми планування відновлених територій із створенням різноманітних спортивних та рекреаційних закладів. Ведеться робота з залучення інвесторів для створення об'єктів рекреації [3].

Водні ресурси Подорожненського озера можна використовувати для рекреації і господарсько-питних потреб. Для цього потрібно підготувати мілководні ділянки для безпечного

купання, вирішити питання організації на території колишнього сірчаного рудника ландшафтного парку.

На базі Яворівського озера можна зробити рекреаційно-бальнеологічний комплекс. Поверхня озера цілком придатна для рекреації та водного спорту, а водна товща нижче 40 м – як бальнеологічний ресурс сірководневої води. Потрібно здійснити осушення водосховища Новий Яр, ліквідувати звалище сміття в охоронній зоні Яворівського озера та орнітологічного заказника "Чолгини". На озері створити мілководні зони для купання рекреантів та місцевого населення.

Новороздільські озера також можна використовувати для рекреації. Проте, на березі озера Середнього знаходиться сміттєзвалище, з якого в озеро стікає фільтрат, а при займанні сміття звідти летить зола. На березі Глибокого озера розміщені привезені з Угорщини кислі гудрони, які розмиваються дощами і також стікають в озеро. Необхідно ліквідувати сміттєзвалища та організувати відведення від озер фільтрату, що височується із них; ліквідувати звалище кислих гудронів; понизити рівні води в озерах Чистому і Середньому до проектних відміток; провести роботи з підготовки мілководь для мешканців Нового Роздолу.

Висновки. Таким чином, проведені спостереження в цілому підтверджують правильність прогнозних розрахунків якості води в кар'єрних озерах. В результаті затоплення кар'єрних виїмок на Львіщині створені озера з сумарною площею акваторій біля 22 км^2. Статичні водні ресурси новостворених озер в колишніх кар'єрах досягають 400 млн м^3. Ресурси прісної води вже нині досягають 300 млн м^3. Наше завдання – ефективно використати це багатство.

Література

1. *Гайдин А.М.* Формирование химического состава воды при затоплении серных карьеров // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2008. – № 2. – С. 1–6.

2. *Гайдин А.М.* Затопление карьеров с целью ревитализации ландшафтов // Горный журнал. – 2008. – № 2. – С. 80–83.

3. *Gawlik B., Kirejczyk J., Kulma R., Matuszewski J.* Likwidacja i zagospodarowanie wyrobisk gorniczych "Machow" i "Piaseczno" w warunkach zaistnialych opoznen robot likwidacijnych. Konf. Naukowa "Byla siarka. I codalej?" – Tarnobrzeg, 2003. – P. 20.

4. *Гайдін А.М., Зозуля І.І.* Нові озера Львівщини. Друге видання. – Львів: ТзОВ "Афіша", 2009. – 104 с.

5. *Державні* санітарні норми та правила. "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСаНПіН 2.2.4–171–10).

6. *Рекреаційний* центр міжнародного масштабу / С. Лукашик, І. Зозуля, А. Гайдін, В. Дяків // Транскордонне співробітництво. – 2007. – № 2. – С. 36–37.

УДК 551.43:551.4.08

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ФОРМУВАННЯ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН УКРАЇНИ ВПРОДОВЖ НЕОТЕКТОНІЧНОГО ЕТАПУ

***Палієнко В.П.**, д. геогр. н., проф., **Спиця Р.О.**, **Барщевський М.Є.**,*
Інститут географії НАН України (м. Київ), v_palienko@ukr.net

Досліджено умови формування пізньокайнозойських родовищ корисних копалин на ранньо-, середньо- та пізньоновітньому підетапах неотектонічного етапу. Встановлено вплив площових і лінійних морфоструктур, що характеризуються диференційованим проявом неотектонічних рухів земної кори протягом усього неотектонічного етапу, його окремих підетапів і стадій, на формування, просторові особливості розміщення, трансформацію родовищ корисних копалин. Проведено типізацію морфоструктур території України за сприятливістю щодо умов формування й збереженості родовищ корисних копалин.

THE RESEARCH OF FORMATION CONDITIONS OF MINERAL DEPOSITS IN UKRAINE DURING THE NEOTECTONIC STAGE

***Paliienko V.P.**, Dr. Sci. (Geogr.), Prof., **Spytsia R.O.**, **Barshchevskyi M.Ye.**,*
Institute of Geography, NAS of Ukraine (Kyiv), v_palienko@ukr.net

The conditions of Late Cainozoic mineral deposits shaping on the early-, middle- and late substages of neotectonic stage have been investigated. The impact of the spacial and linear morphostructures, which are characterized by differentiated manifestation of neotectonic crust movements during the whole neotectonic stage, its separate substages and phases, on shaping, the spacial peculiarities of distribution, transformation of the mineral deposits has been determined. The tipification of morphostructures of Ukraine's territory according suitability for the conditions of mineral deposits shaping and preservation has been done.

Дослідження складних умов формування й розвитку геологічного середовища, що містить корисні копалини різних видів, вимагає детального аналізу й синтезу різноманітної міждисциплінарної інформації й проведення комплексних досліджень, головною метою яких є виявлення закономірностей формування, розміщення, переформування родовищ корисних копалин і обґрунтування напрямків прогнозно-пошукових робіт. Досягнення цієї мети досить ефективно здійснюється за допомогою застосування різних методичних підходів. Серед них важливе місце належить методам морфоструктурних і неотектонічних досліджень, які дозволяють виявляти існуючі й прогнозувати перспективні об'єкти, що вміщують корисні копалини, а також оцінювати неотектонічну активність структур, здатних вплинути на трансформацію або збереженість родовищ [2, 4, 6, 7].

Комплексні морфоструктурно-неотектонічні дослідження з метою розширення мінерально-сировинної бази й оптимізації її використання, передбачають: обґрунтування доцільності й можливостей застосування методів морфоструктурного й неотектонічного аналізу для оцінки умов формування, переформування й збереженості родовищ корисних копалин; виявлення закономірних зв'язків між розміщенням корисних копалин, просторовими закономірностями морфоструктурної диференціації території й будовою рельєфоутворювальних відкладів; оцінку ролі ендодинамічних і екзодинамічних процесів у формуванні або трансформації відомих родовищ, а також у створенні похідних вторинних родовищ корисних копалин [2, 5, 6].

Пріоритетними завданнями морфоструктурного й неотектонічного аналізу з метою розв'язання пошукових завдань є: оцінка сумарного результату взаємодії ендогенних і екзогенних рельєфоутворювальних процесів і виявлення зв'язків між рельєфом, донеотектонічними й неотектонічними структурами, неотектонічними рухами земної кори, що визначає

необхідність застосування системного, структурного, динамічного, історико-еволюційного підходів при вивченні особливостей формування й розміщення рудоконтролюючих об'єктів.

Комплексний морфоструктурно-неотектонічний аналіз районів зосередження родовищ корисних копалин спрямований на спеціалізоване вивчення рельєфу й геологічної структури, виявлення закономірностей їх співвідношень, особливостей розвитку в різних неотектонічних режимах і обстановках, що визначають закономірності формування родовищ різних корисних копалин у межах генетично різних морфоструктур.

Зміст спеціальних морфоструктурно-неотектонічних досліджень визначається необхідністю виявлення прямих або непрямих ознак активності площових і лінійних тектонічних структур різного типу й рангу протягом неотектонічного етапу, а також визначення їх впливу не тільки на формування родовищ корисних копалин, але також і на масштаби їх трансформацій в певних часових інтервалах [2–4].

Об'єктами спряженого морфоструктурно-неотектонічного аналізу є: полігенетичний різновіковий експонований і похований рельєф, літолого-формаційний склад і потужності пізньокайнозойських відкладів, геоморфологічні, неогеодинамічні процеси тощо. Залежно від масштабу проведення досліджень вивчаються неотектонічні й геоморфологічні об'єкти різного рангу: регіональні, субрегіональні та локальні неотектонічно активні площові і лінійні структури, форми й елементи рельєфу, фації, субфації, мікрофації рельєфоутворювальних відкладів.

Серед геоморфологічних і палеогеоморфологічних об'єктів, які використовуються для розв'язання пошуково-прогнозних завдань виділяють дві групи. До першої належать експоновані або поховані форми рельєфу, до яких приурочені родовища розсипів, будівельних матеріалів, горючих корисних копалин і т. п. Вивчення цих об'єктів з метою визначення пошукових критеріїв здійснюється за допомогою комплексу основних морфоструктурних і неотектонічних методів. До другої групи належать об'єкти, що не містять родовищ корисних копалин, однак, є інформативними для прогнозування місць локалізації певних їх видів. Застосування комплексу допоміжних методів морфоструктурного й неотектонічного аналізу для вивчення таких об'єктів дозволяє оцінити вплив морфоструктурно-неогеодинамічного фактора, наприклад, на трансформацію структурних пасток вуглеводнів, формування каналів їх міграції, руйнування родовищ тощо.

В процесі багаторічних досліжень виявлено низку пошукових ознак різних родовищ корисних копалини в районах з різними морфоструктурно-неотектонічними умовами.

Пошукові ознаки нафтогазоносних структур суттєво відрізняються в районах з успадкованим і інверсійним характером неотектонічних рухів земної кори, диференційованими режимами геоморфогенезу й осадконакопичення. Виділення локальних нафтогазоносних структур з переважно конседиментаційною, конденудаційною і змінною спрямованістю розвитку в пізньому кайнозої дозволило конкретизувати пошукові морфоструктурно-неотектонічні ознаки, деталізувати напрями досліджень з метою дорозвідки родовищ, що експлуатуються або навіть виведені з експлуатації.

При пошуках рудоносних об'єктів ендогенного походження найчастіше застосовують порівняльний аналіз геоморфологічних особливостей ділянок з виявленими родовищами й "порожніх" ділянок, будують логічні схеми, виходячи зі специфічних особливостей зв'язку ендогенного зруденіння й геоморфогенезу. Вивчення пластики рельєфу рудоносних областей, як правило, дає можливість досліджувати особливості дорудної і пострудної тектоніки, особливості будови рудних тіл, зон впливу навколорудної мінералізації та ін.

Пошукові роботи, направлені на виявлення родовищ екзогенного походження, найчастіше пов'язані з аналізом ерозійного (структурно-ерозійного) видимого й похованого рельє-

фу (площові, лінійні, лінійно-площові кори вивітрювання), генетично різного акумулятивного рельєфу (розсипи), а також з оцінкою факторів і масштабів трансформації родовищ у пострудний період.

Регіональні особливості морфоструктурної диференціації території України визначаються наявністю крупних геоморфологічних утворень, які відносяться до рівнинно-платформних і орогенних геотектур і відрізняються за характером ендогенних рельєфоутворювальних процесів, тектонічною структурою, орографічними, генетичними і морфодинамічними характеристиками рельєфу.

Умови формування пізньокайнозойських родовищ корисних копалин були тісно залежними від геодинаміки морфоструктур впродовж окремих підетапів, стадій неотектонічного етапу.

У межах новітнього етапу (олігоцен–антропоген), з яким пов'язане оформлення сучасного морфоструктурного плану території України й формування широкого спектру родовищ корисних копалин, виділяються пізньоеоцен-олігоценовий (ранньоновітній), пізньоолігоцен-ранньопліоценовий (середньоновітній) і середньопліоцен-антропогеновий (пізньоновітній) підетапи, які включають стадії, що охоплюють більш короткі часові інтервали [1, 7].

Ранньоновітній підетап охоплює період часу між пізньоеоцен-ранньоолігоценовою і пізньоолігоцен-ранньоміоценовою активізаціями неотектонічних рухів земної кори. З ним пов'язано формування родовищ марганцю, бурого вугілля, глин, фосфоритів, титану, цирконію в межах платформної частини України, а в межах Передкарпатського й Індоло-Кубанського передгірних прогинів – родовищ нафти й газу.

Аналіз морфоструктурно-неотектонічних умов формування родовищ корисних копалин впродовж ранньоновітнього підетапу дозволяє зробити висновок, що до категорії морфоструктур, сприятливих для формування й збереження титано-цирконієвих алювіальних, алювіально-делювіальних і дельтових розсипів, належать успадковані морфоструктури (пластово-акумулятивні флювіальні і дельтові рівнини), що сформувалися в північно-східній прибортовій зоні Дніпровсько-Донецької западини. Прибережно-морські розсипи в цей час формувалися в умовах успадковано-відроджених морфоструктур у зоні зчленування цокольних денудаційних височин і прилеглих акумулятивних рівнин у північній частині Українського щита, що зазнала стійких відносно слабких піднять. Родовища осадового хемогенного марганцю формуються, головним чином, у межах морфоструктур Українського щита й прилеглої частини Причорноморської западини, що зазнають опускань або слабоконтрастних знакозмінних неотектонічних рухів земної кори. Родовища нафти й газу поширені в межах морфоструктур з конседиментаційною спрямованістю розвитку що зазнали стійких опускань сполучених з утворенням структурних пасток лінійного й брахіантиклінального типів.

Середньоновітній підетап, який почався з активізації неотектонічних рухів земної кори наприкінці олігоцену–на початку міоцену пов'язаний з кардинальними перебудовами неотектонічного режиму як в орогенних, так і практично у всіх рівнинно-платформних морфоструктурах, в межах яких відбувається формування широкого спектру корисних копалин у різних морфоструктурно-неотектонічних умовах.

У зоні переважно стійких висхідних неотектонічних рухів земної кори, що включає успадковано-відроджені цокольні морфоструктури Українського щита й морфоструктури Донецького складчастої споруди, у ранньому міоцені формуються родовища піску, вогнетривких глин. В умовах переривчастих нестійких знакозмінних неотектонічних рухів земної кори в межах морфоструктур, що зазнали слабких і відносно помірних опускань, які змінилися наступними слабкими підняттями, формуються розсипні родовища титану, цирконію. У зоні пере-

ривчастих переважно низхідних неотектонічних рухів і конседиментаційного розвитку морфоструктур формуються родовища вапняків, бурого вугілля, газу, будівельних матеріалів.

Зона прояву коливальних (знакозмінних) неотектонічних рухів земної кори впродовж середньоновітнього підетапу включає підзони новоутворених позитивних морфоструктур Дністровського перикратонного прогину, схилів Українського щита, Дніпровсько-Донецької западини, а також новостворених негативних морфоструктур щита й епіплатформної складчастої споруди Донбасу, для яких характерними є суттєво диференційовані за інтенсивністю неотектонічні рухи земної кори. У першій підзоні, що зазнала помірних ранньоміоценових опускань і наступних післясарматських помірних і слабких піднять, формуються родовища бурого вугілля, сірки, пісків, вапняків, глин. У другій подзоні в умовах помірних середньоміоценових опускань і слабких післясередньосарматських піднятть формуються родовища титану-цирконію, бурого вугілля, будівельних матеріалів.

В Українських Карпатах родовища газу, кам'яної й калійної солі пов'язані, головним чином, із Передкарпатською оберненою морфоструктурою, що зазнала контрастних неотектонічних рухів (інтенсивні опускання змінилися відносно незначними підняттями). Аналогічні умови формування нафтових і газових родовищ існували в межах морфоструктур передгірного прогину Кримських гір, що зазнали знакозмінних рухів. В умовах слабких бриловоблокових піднять тут формуються родовища сірки й деяких інших корисних копалин.

Пізньовітній підетап характеризується повсюдним посиленням неотектонічної активності морфоструктур, що виявилось у вигляді переривчастих диференційованих піднять в орогенній зоні й на більшій частині платформної території України. В Українських Карпатах у пізньому пліоцені формуються родовища ртуті, свинцю, цинку, золота, андезитів, базальтів, туфів, бурого вугілля, торфу. Із Кримською орогенною морфоструктурою й Індоло-Кубанським передгірним прогином пов'язано формування кіммерійських родовищ заліза.

У межах рівнинно-платформної частини України в цей час відбувається формування численних родовищ будівельних матеріалів, піску, торфу, глин, розсипних родовищ титану, цирконію, берилу, топазу, моріону, п'єзокварцу, які значною мірою розташовані в межах Центральноукраїнської морфоструктури Українського щита.

Аналіз морфоструктурно-неотектонічних умов формування родовищ різних корисних копалин протягом новітнього етапу розвитку в цілому дозволив установити наступне:

– найбільша кількість родовищ корисних копалин утворювалася протягом середньоновітнього підетапу (міоцен–ранній пліоцен);

– найбільш різноманітно родовища корисних копалин представлені в межах Центральноукраїнської, Передкарпатської, Закарпатської й Волино-Подільської морфоструктур I порядку;

– різні види корисних копалин формувалися в різних морфоструктурно-неотектонічних умовах.

Родовища горючих копалин приурочені переважно до морфоструктур, що відставали в підняттях, або зазнавали опускань в періоди формування покладів. Родовища нафти й газу формувалися переважно протягом ранньо- і средньоновітнього підетапів у межах Передкарпатської й Індоло-Кубанської морфоструктур в умовах відносно слабких і помірних піднять, з якими пов'язане утворення пластово-акумулятивного й пластово-денудаційного рельєфу, родовища бурого вугілля – в умовах пластово-акумулятивних алювіальних, озерних, прибережно-морських рівнин, приурочених до морфоструктур, які протягом середньоновітнього підетапу суттєво відставали в підняттях у порівнянні із суміжними, або зазнавали опускань протягом бадену – раннього пліоцену (Придністровська, Прикарпатська, Закарпатська вугленосні площі).

Розсипні родовища титано-цирконієвих руд формувалися протягом усіх трьох неотектонічних підетапів і приурочені до морфоструктур із пластово-акумулятивним і пластово-денудаційним рельєфом на схилах Українського щита й північно-східної прибортової частини Дніпровсько-Донецької западини. Головними площовими рудоконтролюючими об'єктами з якими пов'язані рудопрояви золота є морфоструктури центральної частини Українського щита, Дністровського перикратонного прогину та ін., що зазнали відносно слабких піднять протягом антропогену, а також морфоструктури окремих районів Українських Карпат, Передкарпаття, Донбасу. На ранньоновітньому підетапі на межі Центральноукраїнської і Причорноморської морфоструктур в умовах слабких опускань, що змінилися, починаючи з понту, слабкими підняттями сформувалася низка родовищ марганцю.

Проблема трансформації або деструкції родовищ, сформованих не тільки протягом неотектонічного (пізній кайнозой), але й на більш ранніх етапах, вимагає детального вивчення впливу різних факторів на збереженість родовищ. Для її вирішення проведений регіональний аналіз потенційних деструктивних факторів з виділенням площових і лінійних морфоструктурних об'єктів, у межах яких їх комбінація обумовлює формування певних передумов для трансформації або деструкції родовищ корисних копалин.

Встановлено, що залежно від успадкованості (неуспадкуваності) ендогенних епігенетичних обстановок, посилення (або послаблення) активності рельефоутворювальних неотектонічних рухів земної кори, зберігаються (підновлюються) або руйнуються риси рельєфу попереднього етапу розвитку. Відповідно, може відбуватися трансформація родовищ корисних копалин, їх руйнування або поховання. Серед епігенетичних ендогенних обстановок можна виділити обстановки, що сприяють повному перетворенню первинного рельєфу (перебудова тектонічного режиму, повна інверсія неотектонічних рухів), частковому перетворенню первинного рельєфу (успадковані за спрямованістю, але відмінні за амплітудами і швидкостями рухи земної кори, що обумовлюють часткову інверсію рухів при малих амплітудах і швидкостях), або збереженню первинного рельєфу (рухи успадковані від попереднього етапу за спрямованістю й швидкостями).

З метою оцінки імовірності трансформації або деструкції родовищ корисних копалин нами використані просторові відмінності в показниках середніх градієнтів швидкостей неотектонічних рухів земної кори, що сумарно відображають ступінь неотектонічної активності блокових і розломних структур у цілому за неотектонічний етап (олігоцен-четвертинний час), а також показники потужності екзогенно активного шару рельєфу, сформованого протягом пізньоновітнього етапу розвитку (у пліоцен-четвертинний час).

Спільний аналіз просторової диференційованості показників середніх градієнтів швидкостей неотектонічних рухів земної кори й потужностей екзогенно-активного шару дозволяє припустити, що в межах певних зон (ділянок) можливість трансформації родовищ корисних копалин є достатньо високою [5].

З урахуванням диференційованості морфоструктурно-неотектонічних умов формування й збереженості родовищ корисних копалин на території України виділяються:

– морфоструктури, сприятливі для формування й збереження родовищ корисних копалин протягом усього неотектонічного етапу;

– морфоструктури, сприятливі для формування й несприятливі для збереження родовищ протягом неотектонічного етапу, його окремих підетапів або стадій;

– морфоструктури, сприятливі для формування родовищ на донеотектонічних етапах і їх збереження протягом неотектонічного етапу;

– морфоструктури, сприятливі для формування родовищ на донеотектонічних етапах і несприятливі для їхнього збереження протягом неотектонічного етапу;

– наскрізні трансрегіональні, субрегіональні й локальні лінійні та площові морфоструктури з підвищеною неотектонічною активністю, які потенційно можуть сприяти трансформації або деструкції родовищ.

Висновки. Аналіз умов формування родовищ корисних копалин протягом пізнього кайнозою показав що:

– протягом неотектонічного етапу (олігоцен–антропоген) відбувалося формування широкого спектра родовищ корисних копалин;

– просторово-часові закономірності формування й зосередження родовищ різних видів регламентувалися генетичною неоднорідністю рудовміщуючих і рудоконтролюючих площових і лінійних морфоструктур, а також диференційованістю неотектонічних рухів земної кори, що проявлялися протягом усього неотектонічного етапу, окремих підетапів і стадій;

– диференційовані за інтенсивністю ендогенні й екзогенні процеси не тільки визначили умови формування, але також потенційно могли впливати на трансформацію, або навіть деструкцію родовищ. Поєднаний аналіз показників середніх градієнтів швидкостей неотектонічних рухів земної кори й потужностей екзогенно активного шару дозволив обґрунтувати виділення найнебезпечніших із цього погляду зон (районів) у рівнинно-платформній частині території України.

Література

1. *Волчанская И.К., Сапожникова Е.Н.* Анализ рельефа при поисках месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1990. – 159 с.

2. *Морфоструктурный* анализ нефтегазоносных областей Украины / Волков Н.Г., Палиенко В.П., Соколовский И.Л. – К.: Наук. думка, 1981. – 216 с.

3. *Морфоструктурно-неотектонічний* аналіз території України (концептуальні засади, методи, реалізація) / Палієнко В.П., Барщевський М.Є., Спиця Р.О. та ін. – К.: Наук. думка, 2013. – 263 с.

4. *Палиенко В.П.* Новейшая геодинамика и ее отражение в рельефе Украины. – К.: Наук. думка, 1992. – 116 с.

5. *Палієнко В.П., Барщевський М.Є., Спиця Р.О.* Основні підходи до обґрунтування концепції морфоструктурно-неотектонічного районування областей розповсюдження корисних копалин // Фізична географія та геоморфологія. – 2010. – Вип. 2 (59). – С. 11–15.

6. *Палиенко В.П.* Эндодинамический фактор организованности геоморфосистем // Геоморфологические системы: свойства, иерархия, организованность. Сб. статей. Отв. ред. – Э.А. Лихачева. – М.: Медиа-пресс, 2010. – С. 61–66.

7. *Палієнко В.П.* Загальні підходи та принципи морфоструктурних і неотектонічних досліджень при розв'язанні пошуково-прогнозних завдань // Мінеральні ресурси України. – 2010. – № 3. – С. 36–40.

8. *Морфоструктурно-неотектонічні* умови формування й трансформації родовищ корисних копалин України / Палієнко В.П., Барщевський М.Є., Спиця Р.О., Чеботарьова Л.Ю. // Укр. геогр. журн. – 2011. – № 3. – С. 20–26.

9. *Палієнко В.П., Спиця Р.О.* Неотектонічні та морфоструктурні передумови потенційної трансформації або деструкції родовищ корисних копалин на території України // Україна: географія цілей та можливостей. Зб. наук. праць. – К.: ФОП Лисенко М.М., 2012. – Т. 1. – С. 243–246.

10. *Пиотровская Т.Ю.* Неотектонический анализ в инженерной геологии и при поисках полезных ископаемых. – М.: Недра, 1987. – 134 с.

УДК 556.32:556.114

ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ ПРИ ЗМІНІ ГЕОХІМІЧНИХ УМОВ ПІД ВПЛИВОМ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВОДОВІДБОРІВ

***Люта Н.Г.**, к. геол.-мін. н.,* ***Лютий Г.Г.**, к. геол.-мін. н., УкрДГРІ (м. Київ), nlyuta@ukr.net*

У статті обґрунтовано концепцію погіршення якості підземних вод на сході та півдні України у процесі експлуатації родовищ, які приурочені до карбонатних колекторів.

FORMATION OF WATER CHEMICAL COMPOSITION UPON THE CHANGE OF GEOCHEMICAL CONDITIONS THAT EXIST UNDER THE IMPACT OF OPERATIONAL WATER INTAKES

***Liuta N.G.**, Cand. Sci. (Geol.-Mineral.),* ***Liutyi G.G.**, Cand. Sci. (Geol.-Mineral.),*
Ukrainian State Geological Exploration Institute (USGEI) (Kyiv), nlyuta@ukr.net

The article substantiates the concept of groundwater quality degradation within the Eastern and Southern part of Ukraine during exploitation of fields, which are confined to carbonate reservoirs.

Погіршення якості підземних вод у процесі експлуатації водозаборів є досить поширеним явищем в умовах України.

Слід зазначити, що у переважній більшості робіт гідрогеологічного змісту погіршення якості підземних вод пов’язувалося з впливом зовнішніх, переважно техногенних чинників, які обумовлювались відповідними техногенними об’єктами – шламонакопичувачами, відстійниками, полями фільтрації, звалищами, полігонами захоронення токсичних відходів, меліоративними системами та іншими спорудами. Автори обґрунтовують концепцію щодо впливу на зміни якості підземних вод такого потужного чинника, як геохімічні процеси, що зазнають змін під впливом експлуатаційних водовідборів в Україні в межах природної та штучно утвореної під впливом цих водовідборів зони аерації. Особливо потужно цей чинник в Україні проявляється при експлуатації родовищ підземних вод, приурочених до карбонатних колекторів.

При виконанні робіт з прогнозної оцінки ресурсів підземних вод дуже важливим є прогнозування якості підземних вод у часі в умовах режиму, порушеного роботою водозабірних споруд. Звичайно таке прогнозування на даній стадії є можливим лише на основі аналізу досвіду експлуатації діючих водозаборів, які розташовані на території України в найрізноманітніших гідрогеологічних умовах, у межах впливу різних техногенних об’єктів. У результаті такого аналізу було встановлено, що по 18–19 % діючих водозаборів підземних вод в Україні, в основному приурочених до карбонатних колекторів, після введення в експлуатацію відзначалося погіршення якості підземних вод. Така тенденція виявлялася по-різному. В деяких випадках це погіршення було тимчасовим і не призводило до збільшення мінералізації або окремих компонентів хімічного складу, яке перевищувало нормативні значення. В інших тенденція погіршення якості стабілізувалась на показниках, що перевищували допустимі норми. Відмічено також досить багато об’єктів, у яких зміна якості, зокрема мінералізації і жорсткості, відбувається стабільно протягом десятків років незалежно від природних чинників та режиму експлуатації водозаборів.

Зміни хімічного складу підземних вод у процесі експлуатації, згідно з діючою системою моніторингу експлуатаційних запасів, щорічно фіксуються у Державному балансі корисних копалин України в розділі "Питні підземні води". Щоправда, у балансі наведені дані лише по мінералізації підземних вод. Це, звичайно, суттєво погіршує можливості отримання об’єктивних даних стосовно того, за рахунок яких макрокомпонентів відбувається збільшен-

ня мінералізації води, що могло б дозволити із більшим рівнем імовірності встановити причини зазначеного явища. В той же час показники мінералізації, зокрема за 2013 р., сам факт забруднення дозволяють встановити однозначно. При цьому найбільш промовистими є дані по Автономній Республіці Крим, Донецькій, Луганській та Херсонській областях.

Аналізуючи причини підвищення мінералізації, насамперед слід відзначити досить строкатий хімічний склад підземних вод, особливо в неогенових карбонатних відкладах, де мінералізація нерідко становить 2–3 г/дм^3 навіть в побутових непорушених умовах. Крім того, у ряді випадків негативну роль відіграють перетікання із четвертинних водоносних горизонтів, в яких на півдні і південному сході України під впливом кліматичних факторів формуються води підвищеної мінералізації. Кліматичні чинники обумовили також значну засоленість четвертинних утворень, що знов-таки негативно впливає на якість підземних вод неогенових горизонтів при спорудженні зрошувальних меліоративних систем, які в зазначених районах є досить поширеними.

В останні роки до перелічених вище долучився ще один негативний фактор. У процесі масового зменшення водовідбору почалось регіональне підвищення динамічних рівнів підземних вод, в результаті чого ці води почали контактувати з породами штучно створеної зони аерації, в яких в результаті відповідних реакцій із атмосферним киснем утворилися більш розчинні сполуки, що й обумовило зростання мінералізації підземних вод. Слід зазначити, що газообмін між атмосферою та зоною аерації здійснюється переважно за рахунок дифузії.

Дослідження процесу дифузії газів у породах показали, що для однієї і тієї ж гірської породи із збільшенням вологості коефіцієнт дифузії різко падає, при цьому зазначене падіння швидше ніж зменшення обсягу пористого простору, відкритого для газів і, зокрема, для повітря.

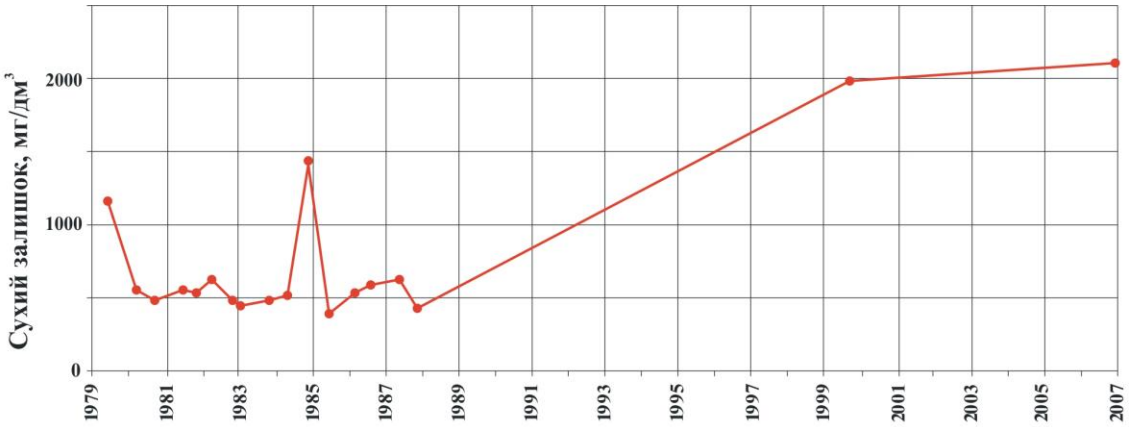
Із наведеної вище інформації випливає, що при повному заводненні порід процес окислення порід припиняється, або відбувається у незначних обсягах за рахунок тієї невеликої кількості кисню, на яку можуть бути збагачені підземні води. Тобто, причину погіршення якості підземних вод при їхній експлуатації слід шукати в межах природної чи техногенної зони аерації, оскільки при відновленні рівня підземних вод у цій частині розрізу вони збагачуються розчиненими солями і, підвищуючи свою мінералізацію, стають непридатними для господарсько-питного водопостачання.

Для прикладу можна привести Асканійське родовище питних підземних вод. З початку освоєння до 1988 року на ділянках родовища мінералізація води по спостережній свердловині № 613, розташованій на відстані до 100 м від крайніх свердловин Гесівської ділянки, була на рівні 0,5 г/дм^3. Наступний аналіз води, відібраної з цієї свердловини в 1999 р., вже показав мінералізацію 2,1 г/дм^3. За період з 1988 р. по 1996 р. рівень води у цій свердловині піднявся на 2,0 м, а обсяг водовідбору на Асканійському родовищі зменшився з 12,58 до 7,92 тис. м^3/доба, а потім в 1999 р. до 1,92 тис. м^3/доба (рис. 1).

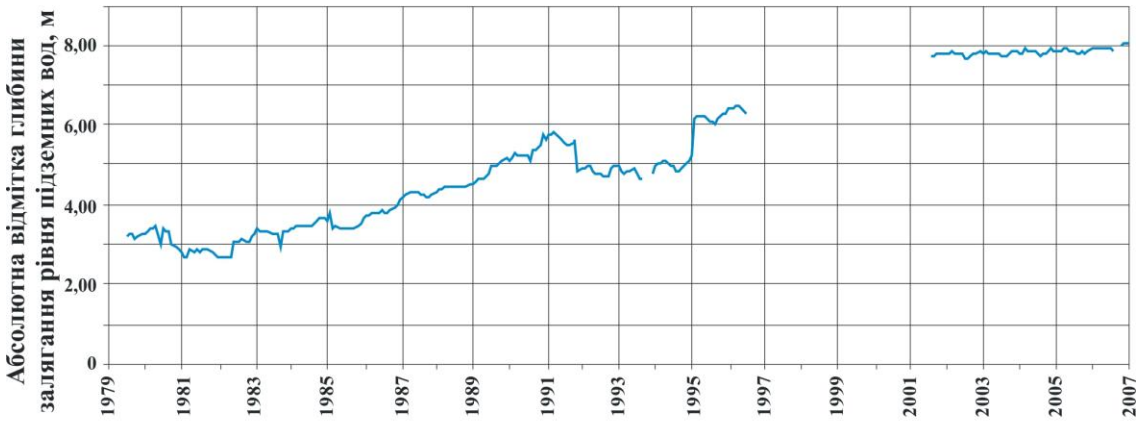
До речі, аналогічні процеси відбуваються у процесі відновлення рівня підземних вод у Донбасі при виведенні шахт із експлуатації методом мокрої консервації, а також при зменшенні водовідбору і відновленні динамічних рівнів по багатьох водозаборах Одеської, Миколаївської та Херсонської областей.

В той же час слід зазначити, що при відновленні рівня підземних вод у затопленій частині штучно створеної зони аерації окислювальна обстановка змінюється на відновлювальну, в результаті чого процес утворення нових розчинних сполук різко скорочується і збагачення підземних вод розчинними речовинами має відбуватись до того часу, поки не будуть вилугувані раніше утворені під впливом окислювання сполуки. Тому з часом можна очікувати, що хімічний склад підземних вод стабілізується на рівні своїх природних показників у непорушених умовах.

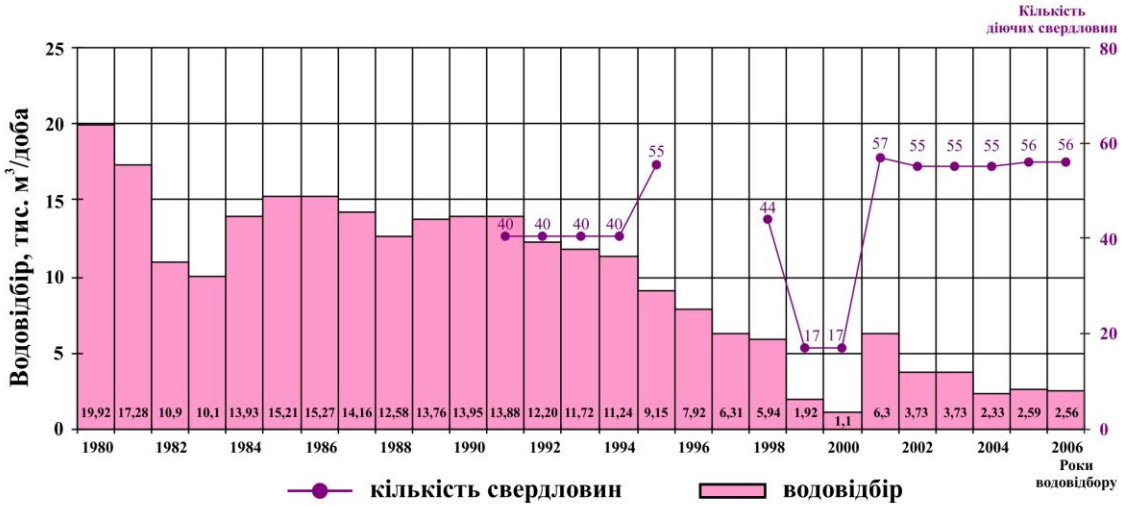
Зазначена закономірність повинна враховуватись при інвестуванні в освоєння родовищ підземних вод, приурочених до карбонатних об'єктів на півдні і сході України, а також при плануванні режиму експлуатації підземних вод на принципі стабільності водовідбору.



Графік коливання сухого залишку у спостережній свердловині № 613 (смт Асканія)



Графік коливання багатолітніх середньомісячних рівнів підземних вод у спостережній свердловині № 613 (смт Асканія)



Графіки коливання сумарного середньодобового водовідбору та кількості діючих свердловин Асканійськогоо водозабору

Рис. 1. Показники експлуатації Асканійського родовища підземних вод (за Лизогубом В.О.)

УДК 553.79

ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД В УКРАЇНІ

***Люта Н.Г.**, к. геол.-мін. н., **Саніна І.В.**, УкрДГРІ (м. Київ), nlyuta@ukr.net*

Розглянуто перспективи видобування мінеральних вод в Україні. Збільшення видобування мінеральних вод з одночасним розвитком курортної інфраструктури, вирішення екологічних проблем не лише сприятиме оздоровленню народу України, а й дозволить підвищити інвестиційну та туристичну привабливість нашої країни.

PROSPECTS OF MINERAL WATERS PRODUCTION IN UKRAINE

***Liuta N.G.**, Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), **Sanina I.V.**,*
Ukrainian State Geological Exploration Institute (USGEI) (Kyiv), nlyuta@ukr.net

The prospects of mineral waters production in Ukraine were reviewed. The increase of mineral waters production along with simultaneous development of resort infrastructure as well as solution of environmental problems will not only improve the health of Ukrainian population, but also will increase investment and tourist appeal of our country.

Україна володіє унікальним гідромінеральним потенціалом, тому промислово-економічне значення мінеральних вод для України вельми суттєве. Мінеральні води є одним з найпривабливіших і перспективних для інвестування ресурсом.

У нашій державі розповсюджені мінеральні води 15 типів зі специфічними компонентами і властивостями, які мають лікувальну цінність, і 4 типи – без специфічних компонентів і властивостей. Унікальні родовища мінеральних підземних вод розташовані в Закарпатській, Львівській, Хмельницькій, Тернопільській та Донецькій областях.

На початок 2013 року в Україні експлуатаційні запаси мінеральних вод розвідані по 298 ділянках у межах 225 родовищ [1]. Загальна сума експлуатаційних запасів мінеральних вод становить 88 801,60 м^3/доба. Мінеральні лікувальні та лікувально-столові підземні води розвідані на 157 родовищах (115 ділянок) із загальною кількістю запасів 70 603,20 м^3/доба, з яких 126 ділянок розробляються. Природно-столові води розвідані на 68 родовищах (73 ділянки) із загальним обсягом запасів 18 198,40 м^3/доба, з них розробляється 45 ділянок.

З 298 ділянок розвіданих родовищ підземних вод у 2012 році експлуатувалася 171 ділянка. Середньодобовий видобуток за 2012 рік становив 7474,773 м^3/доба, або лише 8,43 % від затверджених запасів, що свідчить про вкрай нераціональне використання цінної гідромінеральної сировини. До існуючих проблем використання гідромінеральних ресурсів необхідно додати проблему створення широкої мережі максимально наближених до споживача лікувальних закладів невеликої потужності, в будівництві яких можуть брати участь як державні, так і приватні інвестори. Для забезпечення діяльності таких закладів необхідні невеликі обсяги гідромінеральних ресурсів, які можуть бути розвідані при вкладенні незначних коштів, що робить можливим участь у цьому процесі дуже широкого кола інвесторів.

Водночас через порушення умов формування родовищ мінеральних вод внаслідок техногенного втручання на деяких родовищах спостерігаються негативні процеси виснаження і забруднення водоносних горизонтів, втрати унікальних властивостей мінеральних вод у процесі експлуатації.

Проектом Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року для нарощування ресурсів і запасів мінеральних вод передбачається:

– проведення пошукових та пошуково-оцінювальних робіт на мінеральні підземні води;

– виконання переоцінки прогнозних і перспективних ресурсів і експлуатаційних запасів мінеральних вод з оцінкою результатів експлуатації та сучасного стану родовищ мінеральних вод, у т. ч. екологічного.

Досвід проведення моніторингу та наукового супроводження надрокористування на родовищах мінеральних вод засвідчує існування низки проблем, що потребують термінового вирішення. Близько чверті родовищ взагалі не експлуатується, а стосовно деяких термін "експлуатація" можна застосува-

ти з деяким перебільшенням, що дозволяє визначити, що існуючий потенціал мінеральних вод лишається не до кінця реалізованим.

До найгостріших проблем належить часто безконтрольна забудова в межах других і третіх поясів зони санітарної охорони родовищ, і відповідно, порушення вимог щодо їхнього режиму і відсутність його належного контролю. На жаль, це стосується передусім найбільш привабливих родовищ, зокрема унікального Голубинського родовища на Закарпатті.

Голубинське родовище вуглекислих мінеральних вод, яке використовувалося місцевим населенням із середини XIX ст., розташоване в долині р. Пиня між селами Голубине і Солочин [2]. Воно пов'язане з зоною регіонального глибинного Латорицького розлому субмеридіонанального простягання, і приурочене до відкладів бачавської світи верхньої крейди. Залягання промислових покладів кондиційних мінеральних вод має локальний характер, вони приурочені до ділянок перетину глибинного розлому і тектонічних порушень, сингенетичних формуванню структур Складчастих Карпат. Детальні гідрогеологічні роботи з розвідки родовища вперше були проведені в 60-х роках минулого сторіччя. За складністю гідрогеологічних умов Голубинське родовище відноситься до 3 групи (родовище дуже складної будови) за Класифікацією запасів і ресурсів державного фонду надр. На сьогодні видобуток та використання вуглекислих мінеральних вод на родовищі проводять санаторії "Квітка Полонини" та "Кришталеве джерело", а також завод розливу "Луги" та ТОВ "Маргіт".

Проблеми виникли ще на початку 90-х років, коли землі, які входять в зони санітарної охорони та гірничого відводу родовища, Солочинською сільрадою були незаконно розпайовані та передані у приватну власність фізичним особам. Таким чином, на межі першого і другого поясів зони санітарної охорони свердловини в урочищі Білосавиця в межах с. Солочин відбулася зміна цільового призначення території: замість сільськогосподарської діяльності виникла безконтрольна забудова землі житловими будинками, що є реальною загрозою бактеріологічного та хімічного забруднення мінеральних вод.

Ще в 2002 році Держпромгірнагляд видав приписи щодо заборони ведення несанкціонованого будівництва в зоні санітарної охорони цього родовища, однак, незважаючи на заборону, воно не припинялося. Нині найбільшою проблемою Голубинського родовища є також відсутність каналізації в новобудовах. Парадоксально, але нині санаторій "Квітка Полонини" фактично позбавлений доступу до водогону, яким вода від свердловини подається в бювет, і у випадку його виходу з ладу навіть здійснити ремонт може лише за згоди нинішніх господарів ділянок. Керівництво санаторію вже тривалий час судиться з головою сільради, але, незважаючи на очевидність грубого порушення останньою українського законодавства, проблема не вирішується.

Всі перелічені негативні чинники можуть призвести до зникнення унікального родовища. Тому в цьому і подібних випадках проблеми повинні вирішуватися кардинально, на найвищому рівні.

Слід також зазначити, що низький рівень освоєння експлуатаційних запасів мінеральних вод в Україні свідчить про великі перспективи залучення інвестицій для подальшого використання гідромінеральних ресурсів України. Адже слід пам'ятати, що збільшення видобування мінеральних вод з паралельним розвитком відповідної інфраструктури, забезпечення високої якості води, вирішення екологічних проблем не лише сприятиме оздоровленню народу України, а й може значно підвищити інвестиційну та туристичну привабливість нашої держави.

Література

1. *Державний* баланс запасів корисних копалин України. Підземні мінеральні води. Вип. 18. Київ, 2013. – 263 с.

2. *Курортні* ресурси України. – К.: ЗАТ "Укрпрофоздоровниця", "ТАМЕД", 1999. – 334 с.

УДК 504.4.054

ВПЛИВ ШАХТНИХ ВОД ЧЕРВОНОГРАДСЬКОГО ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО РЕГІОНУ НА ЯКІСТЬ ПІДЗЕМНИХ ТА ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Горова А.І.[1], *д. біол. н., проф.,* ***Павличенко А.В.***[1], *к. біол. н., доц.,* ***Кулина С.Л.***[2],
1 – ДВНЗ "Національний гірничий університет", (м. Дніпропетровськ), kafedra_ecology@ukr.net;
2 – ДВНЗ "Червоноградський гірничо-економічний коледж" (м. Червоноград)

Проаналізовані особливості впливу вугільних шахт на якість води в підземних та поверхневих водних об'єктах. Проведена біоіндикаційна оцінка якості шахтних вод в ставках накопичувачах.

THE IMPACT OF MINE WATERS OF CHERVONOHRAD MINING AND INDUSTRIAL REGION ON THE SURFACE- AND GROUNDWATER QUALITY

Gorova A.I.[1], *Dr. Sci. (Biol.), Prof.,* ***Pavlychenko A.V.***[1], *Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof.,* ***Kulyna S.L.***[2],
1 – State Higher Educational Institution "National Mining University" (Dnipropetrovsk), kafedra_ecology@ukr.net;
2 – State Higher Educational Institution "Chervonohrad Mining and Economic College" (Chervonohrad)

The features of coal mines impact on water quality in surface- and groundwater bodies were analyzed. Bioindication assessment of mine waters quality in storage ponds was conducted.

Проблема охорони водних об'єктів, в зв'язку з інтенсивним розвитком вуглевидобувної промисловості, з кожним роком набуває в Україні все більшого значення. Видобуток вугілля супроводжується значним негативним впливом на якість як поверхневих так і підземних вод. Підземні води потрапивши у гірничі виробки активно взаємодіють з подрібненими в процесі вуглевидобутку породами та вугіллям, вилуговуючи з них макро- та мікроелементи. Шахтні води насичені мінеральними солями, завислими речовинами, сульфатами, нафтопродуктами та іншими забруднювачами відкачуються із шахт на поверхню та скидаються у ставки-відстійники [1, 2].

Довготривалий видобуток вугілля призвів до забруднення підземних та поверхневих вод. Ситуація, яка склалася зі станом поверхневих водойм викликає занепокоєння, оскільки в них спостерігається перевищення гранично-допустимих концентрацій забруднюючих речовин. Це призводить до погіршення якості води в поверхневих водоймах та збільшення частоти появи екологозалежних хвороб у населення в гірничодобувних регіонах.

На території Червоноградського гірничопромислового регіону (ЧГПР) понад 50 років проводиться видобуток кам'яного вугілля. На сьогодні, більшість шахт відпрацювали основну частину запасів і знаходиться на стадії затухання. Гідромережа ЧГПР сформована річкою Західний Буг та її лівими притоками – Болотня, Спасівка, Желдець, Мережанка, Білий стік. Найбільші з них – річки Рата та Солокія знаходяться в зоні впливу гірничих підприємств регіону та Центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ), а також водонакопичувачів, мулонакопичувачів, хвостосховищ – це все є потенційним джерелом забруднення поверхневих водойм регіону.

Щодо якісної характеристики шахтних вод регіону, то слід зазначити що рівень pH коливається в межах 7–8, вміст зважених речовин – 40–350 мг/дм^3, а рівень мінералізації складає 700–6500 мг/дм^3 [2, 3].

Під час розробки кам'яного вугілля в ЧГПР шахтні води відкачуються по трубопроводу в спільні ставки-накопичувачі, які розташовані в с. Городище та м. Червоноград. Частина

води з ставків накопичувачів після використання на технологічні потреби ЦЗФ (для флотації вугілля), по трубопроводу відводиться у ставок-шламовідстійник, який розташований в межиріччі р. Західний Буг та Рата.

Ставок-накопичувач у м. Червоноград, розташований на території ліквідованої шахти № 1 "Червоноградська" і має чотири секції розділених дамбою (дві секції розміром 185 × 920 м та дві – 50 × 150 м). В процесі експлуатації ставка-накопичувача дамби неодноразово підсипалися, розширювалися і зараз їх ширина по гребню становить 10 м. На сьогодні з шахти "Червоноградська" у ставок накопичувач в м. Червоноград скидається 27,8 м^3/год шахтних вод.

У ставок-накопичувач с. Городище, скидають шахтні води 7 діючих шахт і одна, яка знаходиться на стадії закриття. Ставок має дві секції розміром 300 × 800 м. Загальний приток води становить 327,9 м^3/год. Із ставка-накопичувача на ЦЗФ в середньому відкачується 4000 м^3/год. шахтних вод. З метою запобігання фільтрації води, передбачалася гідроізоляція днища та бортів ставка поліетиленовою плівкою та глиною. Нажаль, на даний момент гідроізольовано лише 30 % поверхні.

Ставок-шламовідстійник ЦЗФ розміром 500 × 1250 м знаходиться в межиріччі річок Західний Буг і Рата на полях діючих шахт "Межирічанська" та "Великомостівська". Відстань до р. Західний Буг складає 50 м, а до р. Рата – 200 м. Для попередження фільтраційних втрат проводили гідроізоляцію днища поліетиленовою плівкою та глиною. На поточний момент гідроізоляційний екран споруджений лише на 25 % площі ставка.

Необхідно зазначити, що протягом десятиріч питанню очищення стічних шахтних вод на гірничих підприємствах не приділялося належної уваги. Практично не фінансувалося будівництво, реконструкція, технічне переозброєння очисних споруд, як з боку підприємств, так і з боку держави. Така ситуація викликає занепокоєння, оскільки Західний Буг – річка транскордонна та протікає не лише по території України, але й Білорусії та Польщі. Україна, згідно програми прикордонного співробітництва "Польща–Білорусь–Україна", зобов'язана контролювати стан води в Західному Бузі та його притоках. Слід відмітити, що Західний Буг – єдина річка держави, яка впадає в Балтійське море, а третина населення польської столиці використовує цю воду для господарсько-питного споживання.

Саме тому, метою роботи є вивчення якості води в поверхневих природних та техногенних водоймах ЧГПР з метою удосконалення водоохоронної діяльності на вуглевидобувних підприємствах.

Для дослідження були відібрані проби води з ставків-накопичувачів в м. Червоноград та с. Городище, а також ставка-шламовідстійника ЦЗФ та річках Солокія та Рата. Відбір зразків води проводили двічі на рік весною та восени протягом 2007–2014 рр. У якості контролю використовували відстояну водопровідну воду (не менше 7 діб). Характеристика точок відбору проб води з річок приведена в табл. 1.

Токсичність води у точках спостереження та у ставках-накопичувачах та ставку-шламовідстійнику ЦЗФ оцінювали за допомогою ростового тесту з фітоіндикатором Allium cepa *L*. Перевагою ростового тесту є те, що за його допомогою можна оцінити вплив водорозчинних форм забруднюючих речовин. Цей метод є простим у проведенні та чутливим для виявлення мінімальних концентрацій токсичних речовин у воді. Показником токсичності виступає пригнічення росту корінців Allium cepa *L*., оскільки встановлено, що цей процес пригнічується при більш низьких концентраціях токсиканту, ніж проростання рослин [4, 5].

Таблиця 1

Характеристика точок відбору проб води у річках Рата і Солокія

№	Річка	Характеристика точок відбору проб води
1	Рата	1^1 – с. Заболотне, характеризує стан ріки на вході в ЧГРП – *контроль;*
		2^1 – с. Сілець (в зоні впливу шахт "Зарічна" та "Візейська")
		3^1 – с. Сілець (в зоні впливу ЦЗФ)
		4^1 – хвостосховище ЦЗФ
2	Солокія	1^2 – розташована на відстані 1,5 км до шахти "Степова" – *контроль;*
		2^2 – розташована в зоні промплощадки шахти Степова на відстані 500 м
		3^2 – розташована на відстані 2 км на Пд. від шахти "Червоноградська"
		4^2 – розташована у місці впадання річки у Зх. Буг

Для кожного зразка води було підготовлено 12 пробірок, які в подальшому заповнювалися 25 мл досліджуваних зразків води. На кожну пробірку розміщували попередньо очищені від луски цибулини, таким чином, щоб денце торкалося рідини в пробірці. Кожну добу воду в пробірках міняли на нову. Після двох діб експерименту з кожного варіанту були вилучені по 2 цибулини з особливо короткими корінцями. Експеримент тривав 72 годин. Після закінчення експерименту для 10 найбільш характерніших цибулин визначали довжину кореневої і стеблової системи (найдовші і найкоротші корінці не враховували). Отже, для кожного із досліджуваних зразків води було пророщено по 12 цибулин, у яких вимірювали від 4 до 30 корінців. Достовірність кожного експерименту була підтверджена трьохкратним відтворенням на 48 пробірках у кожному періоді дослідження. Одержані дані опрацьовували з використанням математико-статистичного аналізу, а також за результатами досліджень було обчислено помилку середнього арифметичного та коефіцієнт Стьюдента.

Фітотоксичний ефект визначався у відсотках, щодо маси рослин, довжини кореневої або стеблової системи, кількості ушкоджених рослин або кількості сходів. З врахуванням розмірів кореневої або стеблової системи, фітотоксичний ефект розраховували за формулою:

$$ФЕ = \frac{M_o - M_x}{M_o} \cdot 100, \%$$

де M_o – маса або ростові показники рослин у пробірках з контрольною водою;
M_x – маса або ростові показники рослин у пробірках з досліджуваною водою.

Для визначення токсичності води за допомогою ростового тесту використовували оціночну шкалу, табл. 2 [5].

Таблиця 2

Шкала оцінки рівнів токсичності води

Фітотоксичний ефект, %	Рівень токсичності
0–20	Відсутня або слабка
20,1–40	Середня
40,1–60	Вище за середній
60,1–80	Висока
80,1–100	Максимальна

Результати оцінки токсичності води зі ставків-накопичувачів шахтних вод та ставку-шаломовідстійнику Червоноградського ГРП за період 2007–2014 рр. наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Рівні токсичності води у ставках-накопичувачах і ставку-шламовідстійнику, 2007-2014 рр.

Місце відбору зразків	Фітотоксичний ефект, %		
	min	max	Середнє
Ставок-накопичувач м. Червоноград	33	56	42
Ставок-накопичувач с. Городище	44	68	58
Ставок-шламонакопичувач ЦЗФ	54	63	64

Аналіз даних табл. 3 виявив, що найменша токсичність води у досліджуваних зразках спостерігалася у ставку-накопичувачу розташованому на території м. Червоноград і була оцінена, як "середня". Найбільша токсичність виявлена у зразках води зі ставка-шламонакопичувача ЦЗФ та ставка-накопичувача у с. Городище. Рівень токсичності води в них оцінений як "високий".

Аналіз середніх значень фітотоксичного ефекту виявив, що він знаходився в одному числовому діапазоні для ставків накопичувачів м. Червоноград та с. Городище і рівень токсичності води в них оцінений, як "вище за середній". Вода в ставку-шламонакопичувачу ЦЗФ має "високий" рівень токсичності.

Високі рівні токсичності води можна пояснити, тим що у досліджуваних пробах води спостерігаються постійні перевищення ГДК за вмістом заліза у 1,1 рази, хлоридів 3,1–4,18 разів, марганцю 1,1–1,8 разів.

Результати досліджень стану зміни морфологічних показників фіто індикатора – Allium cepa *L.* за період з 2007–2012 рр. наведені в табл. 4.

Дані досліджень та їх обчислення вказують на достовірну інгібуючу дію токсичних речовин у всіх відібраних пробах води на ростові процеси корінців фітоіндикатора відносно контролю. Встановлено, що ростові процеси коренів *Allium cepa L.* пригнічені в усіх точках спостереження для річок Рата та Солокія, це дозволяє стверджувати, що досліджувані проби води поверхневих водойм, які знаходяться в зоні впливу гірничих підприємств мають токсичні властивості.

Таблиця 4

Зміни морфологічних показників фітоіндикатора *Allium cepa L.* за період з 2007-2012 рр. (середні значення)

№	Назва річки	№ точок відбору проби води з водойм	Довжина кореневої системи, см
1.	р. Солокія	1^1 – контроль	3,86 ± 0,07
		2^1	3,1 ± 0,1
		3^1	2,9 ± 0,12
		4^1	2,74 ± 0,11
Середнє по річці Солокія:			*2,91 ± 0,11*
2.	р. Рата	1^2 – контроль	3,96 ± 0,07
		2^2	2,78 ± 0,1
		3^2	2,60 ± 0,1
		4^2	2,56 ± 0,11
Середнє по річці Рата:			*2,65 ± 0,1*

Найбільші пригнічення ростових процесів у пробах води з р. Рата спостерігалися в точках 3^1 та 4^1, які розташовані в зоні дії ЦЗФ та її хвостосховища, і відповідно склали 33 та 34 % відносно контролю. Щодо точки 2^1, яка розташована в зоні дії шахт "Візейська" та "Зарічна" цей показник дещо кращий, оскільки пригнічення у коренів Allium cepa *L*. спостерігалися лише на 30 %.

Проби води відібрані з р. Солокії за токсичними властивостям у порівнянні з р. Ратою мали кращі показники. Пригнічення ростових процесів фітоіндикатора в пробах води 2^2 та 3^2 становили 22 та 27 % відповідно. Найбільші процеси пригнічення коренів Allium cep*a L.* спостерігаються у пробі 4^2, яка відбиралася в місці впадання цієї річки в Зх. Буг і відповідно склало 30 %. Це пояснюються тим, що від точок спостереження 3^2 до 4^2 річка протікає в межах м. Червоноград (приватний сектор з відсутнім централізованим водовідведенням), де і відбувається подальше її забруднення вже побутовими стоками.

Щодо середніх значень відібраних проб по річках, в цілому, то найбільші рівні пригнічення на ростові процеси фітоіндикатора спостерігалися на пробах води з річки Рата – 32,3 %, а дещо менші для р. Солокії – 26,5 %.

Необхідно також зауважити, що токсичні властивості у пробах води викликали не лише пригнічення ростових процесів у коренів Allium cepa *L*., але і вплинули на кількість корінців на цибулинах у порівнянні з контролем.

Розраховані значення фітотоксичного ефекту (середні значення) для всіх точок спостереження річок Солокії і Рати визначили рівень токсичності цих водойм, як "середній" та "вище за середній", відповідно.

За результатами проведених досліджень можна зробити наступні висновки: вода зі ставків-накопичувачів шахтних вод та ставка-шламовідстійника ЦЗФ у регіоні характеризуються "вище за середнім" рівнем токсичності і є одним із джерел забруднення не лише природних водойм, але й ґрунтів та підземних вод, оскільки роботи з їх ізоляції проведені не у повному обсязі. Крім того, трубопроводи високомінералізованих шахтних вод, які прокладені на території шахтних полів, зазнають негативного фізичного та хімічного впливу внаслідок деформацій земної поверхні, агресивної дії води та відходів вуглевидобутку, що призводить до їх руйнування і, як наслідок до протікання трубопроводів. Щодо розрахованих значень фітотоксичного ефекту (середні значення) для всіх точок спостереження річок Солокії і Рати визначили рівень токсичності цих водойм, як "середній" та "вище за середній", відповідно. Проведені дослідження підтверджуються дослідження міської СЕС, щодо стану поверхневих водойм регіону. Згідно з проведеним аналізом визначено, що всі проаналізовані проби поверхневих вод мали 100 % відхилення від ГДК, за весь період спостережень.

Отже, оскільки вода в ставках накопичувачах та ставку-шламовідстійнику має високі рівні токсичності, її скидання в поверхневі водойми можливо лише після підвищення ефективності роботи очисних споруд. Вважаємо, що для покращення якості шахтних вод в Червоноградському гірничопромисловому регіоні необхідно вдосконалити технології очищення та знезараження шахтних вод. Щодо зменшення їх кількості, то пропонується проводити закладку відпрацьованого простору з метою зменшення деформації масиву гірничих порід і запобігання утворення зон водопровідних тріщин. Також рекомендується проводити оцінку ефективності очищення шахтних вод за допомогою високочутливих методів біоіндикації.

Врахування результатів досліджень дозволить зменшити негативний вплив скиду шахтних вод зі ставків накопичувачів, які розташовані в м. Червоноград та с. Городище та ставка-шламовідстійника ЦЗФ на екологічний стан води р. Західний Буг та його притоків.

Література

1. *Національна* доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2010 році. [Електронний ресурс] – Київ, 2011. – 564 с. Режим доступу: http://minregion.gov.ua/attachments/files/zhkh/Vodopostachannya/__2010_.pdf

2. *Скатинский Ю.П.*, Рудько Г.І., Федосєєв В.П. та ін. Оцінка екологічного стану геологічного середовища Червоноградського ГПР і умов водопостачання населенню. Звіт ДГП "Західукргеологія". – Львів, 1996. – 250 с.

3. *Аналітична* довідка Управління охорони навколишнього природного середовища у Львівській області по Сокальському адміністративному району та Червоноградському промисловому району станом на 01.01.2011 р.

4. МР 2.2.12-141-2007 Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об’єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів / [С.А. Риженко, А.І. Горова, Т.В. Скворцова та ін.]. – К.: Головне базове видавництво МОЗ України ДП "Центр інформаційних технологій", 2007. – 35 с.

5. *Руденко С.С.* Загальна екологія: практичний курс. Ч. 1 / С.С. Руденко, С.С. Костишин, Т.В. Морозова. – Чернівці: Рута, 2003. – 320 с.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ПЕРШИЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ СЕМІНАР

**"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ"**

Україна, м. Трускавець, 10–14 листопада 2014 р.

МАТЕРІАЛИ СЕМІНАРУ

Літературні коректори: Бабич Ю.В., Бала Г.Р.
Технічний редактор: Нецький О.В.
Компютерна верстка: Нецький О.В.
Підписано до друку 30.10.2014.
Формат 60х84 1/8. Ум.-друк. арк. 392
Тираж 120 прим.

Друк: ПП Салон Софт
Україна, м. Черкаси, вул. Котовського, 73
Тел.: (0472) 328-348
E-mail: soft_ckreklama@mail.ru