

УДК 504:519.722

Є. О. ЯКОВЛЄВ, д-р техн. наук (ІТГП НАН України)

АСИМІЛЯЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ГІРНИЧОДОБУВНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ЯК ПРОВІДНИЙ ПОКАЗНИК ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ НАДРОКОРИСТУВАННЯ

У геологічному плані Україна належить до держав, територію яких сформовано різноманітними за віком походження та породно-речовинним складом структурами. За сучасним балансом Державної служби геології та надр обліковано до 20 тис. родовищ і проявів корисних копалин за 98 видами мінерально-сировинних ресурсів. Донедавна на території України діяло до 2 тис. гірничодобувних, збагачувальних та переробних підприємств, а загальне валове споживання мінеральної сировини перевищувало 20 т/рік на людину. За різними оцінками протягом ХХ століття економіка України характеризувалася активним залученням різноманітної мінеральної сировини в господарський обіг і формувала на її основі до 43–48 % валового внутрішнього продукту та 55–60 % валютних надходжень, тобто мала стійкий сировинний характер. Про стратегічну важливість мінерально-сировинних ресурсів у розвитку світової економіки свідчить наприклад те, що для виготовлення сучасного комп'ютера вагою 1,5 кг потрібно до трьох тонн різноманітної мінеральної сировини.

Нині більшість розвинутих ("старих") гірничодобувних районів України пройшла так званий "пік Хабберта" і перебуває в стадії, коли падає видобуток і зростає закриття нерентабельних шахт і кар'єрів. Дослідження фахівців УкрДГРІ, інститутів НАН України свідчать, що зняття з експлуатації шахт і кар'єрів потребує вірогідних оцінок асиміляційного (захисного) потенціалу геологічного середовища як чинника екологічної, економічної та соціальної безпеки держави.

Ключові слова: асиміляційний потенціал, гірничодобувний район, геологічне середовище, екологічна безпека, небезпечні екзогенні геологічні процеси, мінерально-сировинні ресурси.

Yakovlev Ye., doctor of technical sciences (Inst. of Telecommunication and Global Informative Space of NAS of Ukraine) ASSIMILATION POTENTIAL OF GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF MINING DISTRICTS OF UKRAINE – ECOLOGICAL INDICATOR OF BOSOM

In geological relation the territory of Ukraine is formatted by different in the geological age and rock-substance material. The present balance of State geological survey of Ukraine registers about 20 thousands deposits and occurrences of 98 types of mineral resources. About 3 500 deposits and gas-oil fields are being processed now.

About 2 000 mining, enriching and processing companies were situated within Ukraine; total utilization of mineral resources (MRs) was more than 20 tons/men/year. Different MRs were basement of the Ukrainian economy and about 43–48 % TNP were included of the raw resources. The importance of MRs in the development of modern technologies could be illustrated by such fact: about 3 tons of MRs are necessary for production of one modern computer with the total weight about 1,5 kg.

Most of the developed ("old") mine-extracting basins of Ukraine had crossed of so-called Hubbert' peak (maximum of development) and are being in the stage of reducing the extraction and abandoning of mines and quarries. Investigations of Ukrainian State Geology Resource Institute and National academy of Ssiences of Ukraine are witnessing that ecological safety of mines and quarries abandoning demands of reliable evaluations of the geological environment assimilative potential as factor of the ecological, economical and social safety.

Keywords: assimilative potential, mining-extractive district, geological environment, ecological safety, dangerous exogenic geological processes, mineral resources.

Україна належить до країн з високим рівнем геологічної вивченості території, великою кількістю розвіданих родовищ і проявів 111 видів корисних копалин (до 20 тис.) природного й техногенного походження. Протягом ХХ ст. економіка України характеризувалася активним залученням різноманітної мінеральної сировини в господарський обіг, величина якого перевищувала 20 т/рік на людину й формувала до 43–48 % валового внутрішнього продукту [1–6].

Наймасштабнішими й незворотними впливами на екологічний стан геологічного середовища (ГС) і комплексністю порушень його рівноважної взаємодії зі складовими навколишнього природного середовища (НПС–гідросфера, біосфера, приземна атмосфера та ін.) вирізняється видобуток вугілля, залізних і розсіпних титанових руд і хімічної сировини (калійні та кам'яна солі, сірка та ін.). За попередніми оцінками, у ХХ ст. на території України цих корисних копалин було видобуто понад 20 млрд т, а разом з (розкритими) що вміщують породами загальний обсяг вилучення перевищує 35 млрд т, що наближається до обсягу накопичених у державі відходів.

За даними Державної служби геології та надр Мінприроди України, прямий екологічний вплив гірничодобувних районів (ГДР) на безпеку НПС охоплює до 20 тис. км² (3,3 % площі держави), зокрема до 6 тис. км² з порушенням рівноважного стану рельєфу (верхньої зони літосфери), поверхневої й підземної гідросфери [7–9]. (рис. 1).

Комплексний і значною мірою незворотний характер перетворень НПС на об'єктах надрокористування дає змогу дійти висновку, що асиміляційний (захисний) потенціал геологічного середовища (АПГС) у межах ГДР – доволі обмежений природний ресурс. Виконання в низці розвинутих ("старих") ГДР заходів зі штучного підвищення АПГС, наприклад, збільшення сорбційно-захисної здатності ґрунтів або порід зони ненасиченої фільтрації (зони аерації), енергогеомеханічна стабілізація надр під час видобутку мінеральної сировини й підземних вод, потребує значних витрат ресурсів і часу. Крім того, це має частково відновлювальний характер, про що свідчить співвідношення змін екологічного стану навколишнього й геологічного середовища більшості ГДР України (табл. 1).

Про обмежену здатність АПГС у розвинутих ГДР щодо нейтралізації впливів техногенезу можуть свідчити такі індикатори його прояву:

1. Довгострокове зростання негативних змін довкілля, зокрема незворотних (осідання й деформація поверхні, геохімічне забруднення природних і аграрних ландшафтів, погіршення якості поверхневих і підземних вод, техногенні

землетруси та ін.) з поступовим зниженням рівня безпеки життєдіяльності (БЖД).

2. Збіднення біорізноманіття.

3. Формування нестабільних складних природно-техно-

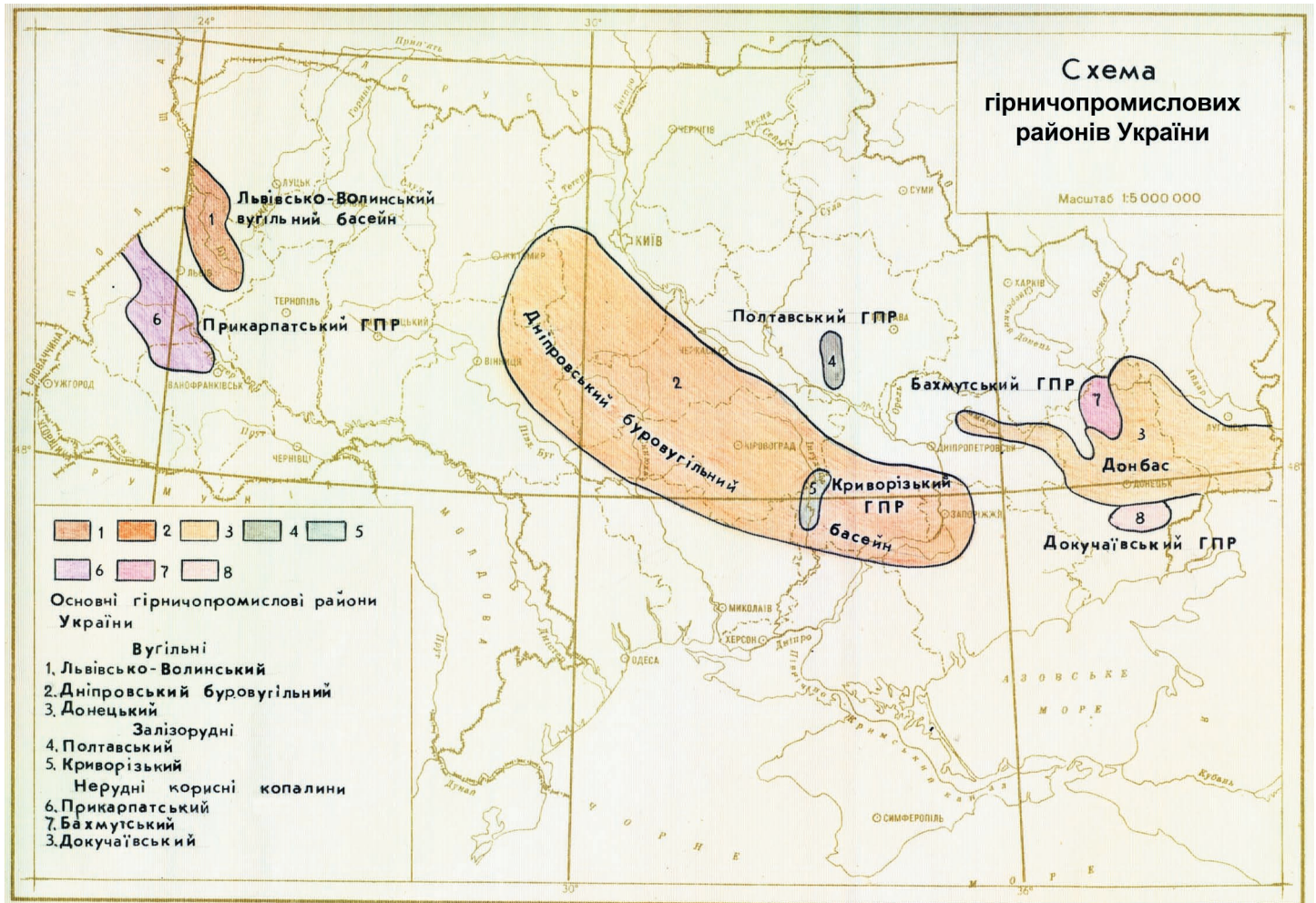


Рис. 1. Географічний розподіл провідних гірничодобувних районів України

Таблиця 1. Характеристика впливу на екологічний стан геологічного середовища розробки різних видів мінеральної сировини в розвинутих ГДР України

| Регіон/район (основний вид сировини) | Провідні чинники впливу гірничих робіт на екологічний стан геологічного середовища | | | | | Екологічний стан довкілля |
|---|--|---|--|---|---|---------------------------|
| | Порушення денної поверхні, км ² | Приплив шахтних вод, м ³ /добу | Техногенний розвиток небезпечних геологічних процесів | Об'єми накопичених відходів, млн м ³ | Склад забруднювачів ґрунтів (ландшафтів) | |
| Донбас (кам'яне вугілля) | 15 000 | До 2,2·10 ⁶ | Просідання, підтоплення, зсуви, карст, ерозія | 1 050 | Важкі метали, нафтопродукти й хімічні сполуки підземних вод | Критичний |
| Львівсько-Волинський (кам'яне вугілля) | 150 | 0,06·10 ⁶ | Просідання, підтоплення, карст | 0,5 | Важкі метали, хімічні сполуки підземних вод | Критичний |
| Дніпровський (буре вугілля) | 20 | 0,24·10 ⁶ | Зсуви, підтоплення | Незначні | Важкі метали, хімічні сполуки підземних вод | Суттєво погіршений |
| Дніпровсько-Донецька западина (нафта й газ) | Незначні на великих площах | Відсутні | Незначні локальні | Відсутні | Локально – нафтопродукти, подекуди уран і радій | Частково погіршений |
| Криворізький басейн (залізні руди) | 170 | 0,13·10 ⁶ | Просідання, зрушення, зсуви, підтоплення, карст | 2 500 | Важкі метали, хімічні сполуки порід і підземних вод | Критичний |
| Передкарпаття та Закарпаття (сірка, сіль та інші) | 150 | 0,13·10 ⁶ | Просідання, зрушення, зсуви, підтоплення, карст, суфозія | Понад 50,0 | Хімічні сполуки порід і підземних вод, сірка, солі | Критичний |

генних геосистем (ПТГС): “комплекс гірничодобувних підприємств – навколишнє природне середовище” з високим рівнем ентропії довкілля [7–11].

Водночас значна відмінність гірничо-геологічних та еколого-геологічних умов родовищ корисних копалин робить визначення параметрів і кількісних оцінок АПГС на різних стадіях надрокористування в ГДР доволі складною науково-технічною проблемою. Це також зумовлено великою кількістю природних і техногенних зв'язків під час формування різноманітних ПТГС, в яких ГС є головне “депо” більшості техногенних змін НПС (Г. І. Рудько, 2001, С. В. Гошовський, 2007, Г. Г. Лютий, 2007). Майже всі розвинуті ГДР України можна зарахувати до складних ПТГС із критичним використанням АПГС до рівня його виснаження. Нижче (табл. 2) наведено результати SWOT-аналізу провідних чинників змін екологічного стану ГС у гірничодобувних районах України.

Загалом результати SWOT-аналізу провідних чинників змін екологічного стану геологічного середовища в гірничодобувних районах України можна вважати свідченням екологічної незбалансованості між технологічною потужністю людини й обмеженим асиміляційним потенціалом геологічного середовища.

Наслідком цього дисбалансу є критичне погіршення безпеки життєдіяльності в більшості ГДР, особливо за умови екологічно незбалансованого зняття шахт з експлуатації (ЗШЕ) переважно методом так званої “мокрої консервації” (автореабілітаційного затоплення) [3–7, 12, 13].

У загальному плані асиміляційний потенціал геологічного середовища за умови комплексного порушення рівноваги надр ГДР – доволі обмежений природний ресурс. Дослідження й досвід виконання природоохоронних заходів у ГДР свідчать, що штучне підвищення АПГС у межах ділянок довгострокового надрокористування, наприклад збільшення сорбційно-захисної здатності порід зони аерації, літолого-гідрогеохімічна та енергогеомеханічна стабілізація породного масиву під час видобутку мінеральної сировини з вилученням великих об'ємів порід і підземних вод, потребує значних витрат ресурсів і часу [1–4, 13, 15–17].

Системні дослідження взаємозв'язку АПГС та екологічного стану головних життєзабезпечувальних природних систем (ГЖПС – біосфери, гідросфери, літосфери, атмосфери) зон впливу ГДР свідчать про його такі індикатори сучасного прояву:

1) повільне зниження БЖД людини внаслідок обмеженої здатності АПГС до нейтралізації негативних змін довкілля в зонах впливу гірничодобувних робіт;

2) обмеженість досягнення рівноважного стану природно-техногенних геосистем ГДР на базі еколого-компенсаційного потенціалу ГС та визначення його гранично-допустимих техногенних змін (ГДТЗ) [1–6].

Водночас усі дослідники відзначають, що визначення параметрів і кількісних оцінок АПГС у межах розвинутих ГДР потребує оцінки й врахування впливу великої кількості параметрів природних і техногенних процесів переформування порушених надр (табл. 3).

Нині на території України діє низка нормативів, які визначають порогові впливи на складові довкілля (гранично-допустимі концентрації, скиди та ін.), але недостатньо враховують ековплив просторово-часових змін НПС під час формування ПТГС на різних етапах розвитку ГДР (об'єкта).

Як приклад можна навести взаємодію повітряних викидів із ґрунтами, які є їх довгострокове “депо”. У результаті з досягненням гранично-допустимої концентрації забруднювача в повітрі ($C_{гпк}$), його наступна довгострокова акумуляція на поверхні ґрунту доволі часто призводить до майже незворотного погіршення ландшафтно-геохімічних умов, забруднення поверхневих і ґрунтових вод, сільгосппродуктів [12–15].

Для визначення АПГС за умови врахування впливу небезпечних екзогенних геологічних процесів (НЕГП), як свідчать результати досліджень відомих фахівців (проф. В. Т. Трофимов, проф. Г. І. Рудько, проф. А. В. Луцик, проф. В. С. Круподьоров), доцільно використати співвідношення мінімальних f_{\min} , нормативно допустимих f_n , і поточних f_i (локальних або об'єктових) значень техногенних змін ГС. Для цього можна застосувати часткову модифікацію типової залежності визначення асиміляційного потенціалу навколишнього середовища:

$$АПГС = (f_n - f_i) / (f_n - f_{\min}) \quad (1)$$

У сучасних умовах часткове зменшення АПГС у межах ГДР може відбуватися внаслідок дії природних чинників, зокрема глобальних змін клімату (ГЗК): потепління, збільшення кількості й нерівномірності опадів, висоти й частоти повеней і паводків.

У загальному екологічному плані техногенні зміни НС прийнято зараховувати до негативних або позитивних стосовно їх сприйняття людиною.

Водночас, увесь спектр техногенних змін екосистем (біосферних, гідросферних, літосферних, атмосферних) прийнято оцінювати з погляду рівноваги їх природно-техногенного стану або в зонах впливу техногенного об'єкта за умови динамічної рівноваги ПТГС. Через це більшість дослідників (акад. Е. В. Собонович, акад. В. М. Шестопалов, проф. В. Т. Трофимов, проф. Г. І. Рудько, проф. В. В. Долін та ін.) допустимі

Таблиця 2. SWOT-аналіз провідних чинників змін екологічного стану геологічного середовища в гірничодобувних районах України

| Позитивні чинники | Негативні чинники |
|--|--|
| 1. Strength – підсилення 1.1. Рівноважний масоенергообмін з біосферою 1.2. Геомеханічна рівновага породного масиву 1.3. Збалансований водо- і солеобмін між поверхневою й підземними гідросферами 1.4. Стійкість геохімічних і газогеохімічних полів | 2. Weakness – послаблення 2.1. Чутливість до руйнування рівноважних зв'язків з біосферою при наступному зменшенні біорізноманіття 2.2. Зниження захисної здатності ГС від забруднення підземних і поверхневих вод техногенними сполуками 2.3. Формування ділянок стійкого хімічного забруднення аграрних і природних ландшафтів |
| 3. Opportunity – позитивні можливості 3.1. Зменшення техногенних змін НПС у разі збереження рівноваги породного масиву 3.2. Обмеження впливу техногенезу за умови комплексного використання мінеральної сировини 3.3. Кореляція основних порушень ГС з ділянками гірничодобувних робіт | 4. Threats – загрози 4.1. Утрата ресурсів підземних і поверхневих вод питної якості 4.2. Формування ділянок витоків вибухонебезпечних і токсичних газів крізь тектонічні порушення й техногенну тріщинуватість; 4.3. Розвиток техногенних землетрусів і небезпечних екзогенних геологічних процесів 4.4. Довгострокове погіршення безпеки життєдіяльності |

Таблиця 3. Провідні еколого-геологічні чинники впливу масового закриття вугледобувних шахт

| Провідні напрями впливу закриття вугледобувних шахт на геологічне середовище | Склад еколого-геологічних чинників змін надр під час закриття шахт | Просторово-часова стійкість еколого-геологічних чинників впливу закриття шахт як показник АПГС |
|--|--|---|
| 1. Ландшафтно-геохімічні | Геохімічне поліелементне забруднення ландшафтів, ґрунтів і донних відкладів | Регіональне довгострокове порушення структури природних геохімічних ландшафтів |
| 2. Літосферні – порушення геомеханічної рівноваги надр | Порушення рівноважного геомеханічного стану в результаті просідань, зрушень, техногенного тріщиноутворення | Незворотні деформації поверхні й структури полів геомеханічних напруг у породному масиві |
| 3. Гідрологічні – критичні зміни режиму та якості стоку поверхневих водних об'єктів (поверхнева гідросфера) | Регіональне забруднення поверхневого стоку внаслідок некерованого витоку шахтних вод, порушення русел, забруднення водозборів | Уповільнена стабілізація еколого-ресурсних параметрів поверхневих водних об'єктів, довгострокове збільшення витоку мінералізованих підземних вод |
| 4. Гідрогеологічні – критичні зміни рівнів і хімічного складу підземних вод (підземна гідросфера) | Автореабілітаційне підвищення рівнів підземних вод з розвитком підтоплення й затоплення земель, зростання площ техногенного забруднення горизонтів унаслідок висхідного перетікання мінералізованих вод у зонах порушень водотривів та інфільтрації техногенних забруднень | Зменшення площ формування прісних підземних вод, зростання вразливості до забруднення водонесних горизонтів, активізація взаємодії підземних і поверхневих вод |
| 5. Газогеохімічні – активізація висхідної міграції вибухонебезпечних та токсичних газів | Насичення верхньої зони літосфери й приземної атмосфери вибухонебезпечними та токсичними газами (підвалини будівель, пониження рельєфу) | Довгочасове збільшення витоків вибухонебезпечних і токсичних газів у породи зони аерації та приземну атмосферу |
| 6. Інженерно-геологічні – регіональне порушення геомеханічної та динамічної рівноваги системи “вода-мінеральний скелет порід” | Зростання водонасичення породного масиву, зниження міцності порід, активізація небезпечних геологічних процесів (просідань і зрушень поверхні, зсувів, карсту, підтоплення) | Зменшення несучої здатності порід підґрунтя, довгострокове збільшення ураженості території небезпечними екзогенними геологічними процесами |
| 7. Інженерно-сейсмогеологічні – сейсмотехногенні та гідрогеодеформаційні струшування породного масиву | Зниження інженерно-сейсмогеологічної стійкості породного масиву (на 1–3 бали), формування зон локальних концентрацій гідромеханічних напруг (гірничих ударів), формування ризику деформацій та руйнувань площинних і лінійних споруд (будівлі, трубопроводи, залізниця та ін.) | Збільшення струшуваності під час транзитних землетрусів до 1–3 балів, ризик довгострокової додаткової активізації зсувів, осідань і зрушень денної поверхні, руйнівних деформацій інженерних споруд |

межі розвитку ПТГС або змін навколишнього середовища визначають як допустимий рівень зменшення АПГС [11–15].

Таким чином забезпечується, на наш погляд, більш екологічно змістовне визначення ГДТЗ у структурі ПТГС, передусім геологічного середовища, за умови достатнього збереження природної рівноваги екологоформувальних систем верхньої зони літосфери й біосфери та прийнятного рівня безпеки життєдіяльності населення. За аналогією екологічною межею асиміляційного потенціалу (межі засвоєння техногенних впливів) ГС у складі ПТГС або зони впливу ГДР можна визначити прийнятний рівень збереження біорізноманіття або квазірівноваги екопараметрів ГЖПС. Сучасні розробки дозволяють дійти висновку, що за умови квазірівноважного стану параметрів ГЖПС межа техногенних змін АПГС визначається мінімально допустимою зміною одного з екоформувальних елементів геологічного середовища.

Беручи до уваги, що ґрунти, зона ненасиченої фільтрації (зона аерації) та верхня зона техногенних змін літосфери – це “депо” більшості техногенних впливів на довкілля, вважаємо за доцільне визначити загальну схему оцінки АПГС як складову еколого-геологічних параметрів довкілля [3–6, 8–11].

Взаємодія ГС у процесі надрокористування з біосферою, підземною та поверхневою гідросферою й атмосферою призводить до формування у складі ПТГС квазірівноважних техногенно-геологічних систем (ТГС) “техногенний об'єкт – ГС”, які мають просторово-часову стійкість і відносну самостійність розвитку.

Беручи вищенаведене до уваги, можна обґрунтувати таку схему використання АПГС (рис. 2).

Із вищенаведеної схеми можна дійти висновку, що при оцінці АПГС за геохімічними, гідрогеологічними, інженерно-геологічними, геофізичними та медико-геологічними показниками (проф. Г. І. Рудько, 2010, 2012; проф. В. В. Долін,

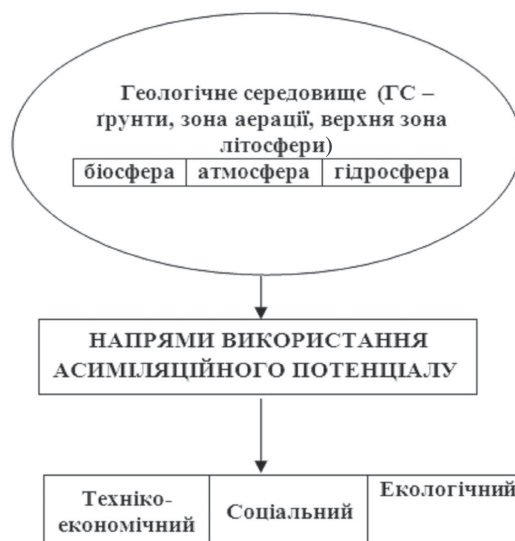


Рис. 2. Структурна схема формування асиміляційного потенціалу геологічного середовища

2012; д-р техн. наук Т. В. Козуля, 2010 та ін.) доцільно нормувати індивідуальні критерії, але за умови розгляду їх трансформаційних зв'язків у структурі ПТГС або в схемі визначення АПНС загалом [3–5, 8–11].

У процесі надрокористування й формування гірничодобувних районів або локальних гірничодобувних підприємств головними джерелами забруднення ГС є тверді, рідкі й газоподібні відходи видобутку та переробки мінеральної сировини, які належать до первинних джерел впливу на довкілля та АПГС. Водночас у процесі надрокористування відбувається взаємодія вищезазначених відходів між собою та з елементами навколишнього середовища (біотичними, атмосферними та ін.). Унаслідок цього утворюються нові сполуки (зокрема на базі синергетичних ефектів), які можуть бути вторинними, іноді шкідливішими забруднювачами [2, 4–6, 13–16].

У зв'язку з вищенаведеним, у процесі визначення АПГС доцільно виділити такі рівні, які корелюються із загальноприйнятою п'ятиступеневою градацією техногенних змін навколишнього середовища й здоров'я людини (табл. 4).

На сучасному етапі глобального розвитку економіки й зростаючого використання природних ресурсів світовою спільнотою задано модель, яка має три блоки: навколишнє середовище, здоров'я населення та виробництво товарів і послуг, у складі яких передбачено стійке збільшення використання мінерально-сировинних ресурсів. Достатньо навести такий приклад: для виготовлення сучасного комп'ютера вагою 1,5 кг потрібно до трьох тонн різноманітної мінеральної сировини.

Тому вважаємо, що для збалансованого розвитку більшості ГДР України потрібно відновити АПГС способом створення нових виробництв зі зниженою енергоресурсоемістю, передусім у розвинутих (“старих”) територіально-виробничих комплексах Донбасу, Кривбасу, Карпатського регіону. З другого боку, виснаження й незворотні зміни земельних, водних та ін. ресурсів за значного погіршення економічного стану й здоров'я населення роблять цю проблему дуже складною й довгостроковою.

В умовах техногенних впливів на природний комплекс території рівень змін АПГС можна визначити за типовою залежністю [1, 2, 9]:

$$AP_t = AP_0 \cdot (1-r)^t, \tag{2}$$

де AP_t – асиміляційний потенціал навколишнього середовища на розрахунковий час t (термін експлуатації виробництва або функціонування ПТГС);

AP_0 – початкове значення АПНС;

r – допустима величина зниження АПНС у часі (у частках одиниці/рік).

Із вищенаведеної залежності можна визначити розрахунок

ковий час t_{min} , коли діапазон змін АПГС або АПНС від AP_0 до AP_{min} буде тією його часткою, яку може бути використано в господарській діяльності того чи іншого виробництва (об'єкта).

Після логарифмування залежність (2) має такий вигляд:
 $lg AP_t = lg AP_0 + t \lg(1-r)$. (3)

Якщо з урахуванням постійних значень прийняти $lg AP_0 = a_0$, а $t \lg(1-r) = k$, то рівняння (3) може бути узагальнено як рівняння прямої вигляду (рис. 2):

$$y = a_0 - kt, \tag{4}$$

де знак “–” перед коефіцієнтом “ k ” пояснюється тим, що член рівняння $(1-r) < 1$.

Із розрахункової залежності (4) та рис. 3 випливає, що розрахунковий час t_{min} досягнення AP_{min} як допустима величина зниження АПГС залежить від стрімкості кута нахилу лінійного графіка функції $AP_t = f(t)$:

$$t_{min} = (lg AP_0 - AP_{min}) / lg(1-r) \tag{5}$$

Головні джерела забруднення геологічного середовища в зонах впливу ГДР – тверді й рідкі (шахтні стічні води) відходи. Атмосферний вплив повітряних викидів на забруднення приземного шару повітря та ґрунтів переважно локалізується в межах ГДР. Водночас рідкі відходи найчастіше надходять у поверхневі водні об'єкти й ґрунтовий водоносний горизонт, що зумовлює їх вплив у межах місцевих, міжрегіональних і транскордонних річкових басейнів та зоні активного водообміну басейнів підземних вод. Тверді відходи видобутку й переробки мінеральної сировини відрізняються найбільш довгостроковим впливом і стійкістю його в часі.

У загальному плані еколого-геохімічну та еколого-гідрогеологічну складові АПГС у межах ГДР можна визначити на основі впровадження гранично-допустимих концентрацій ($C_{гпк}$) надходження техногенних забруднень у геохімічні ландшафти (ґрунти), горизонти питних і мінеральних (лікувальних) вод як у складові ГС або довкілля.

За умови формування в межах окремої ГС “ГДР–ГС” визначеної кількості відходів G , які мають відносно стабільну частку переходу $K_{п}$ у складову навколишнього середовища (водну, повітряну та ін.) об'ємом (масою, площею) V , його асиміляційну здатність у загальному (просторово-територіальному) вимірі можна визначити за такою орієнтовною залежністю:

$$G \cdot K_{п} / V < C_{гпк} \tag{6}$$

На цей час існує багато нормативів, у яких зведено значення $C_{гпк}$ за різними класами забруднювачів складових навколишнього середовища. Зазначені нормативи є доволі недосконалими щодо визначення асиміляційних потенціалів навколишнього або геологічного середовища ГДР, оскільки

Таблиця 4. Схема взаємоузгодженої оцінки змін екологічного стану навколишнього середовища, асиміляційного потенціалу геологічного середовища та стану здоров'я людини

| Предмет оцінки стану | Рівні змін | | | | |
|---|--|---|--|--|--|
| | Незначні (несстійкі) | Помітні | Підвищені | Критичні | Катастрофічні |
| Екологічний стан навколишнього середовища | Близький до варіацій фонових значень | Локальні стійкі зміни | Зміна стану більшості екосистем | Прояв незворотних змін екосистем на більшості території | Суцільне техногенне перетворення екосистем |
| Рівень використання асиміляційного потенціалу геологічного середовища | Малопомітний, наближений до коливань фонових значень | Прояв локальних небезпечних змін (забруднень), початкова активізація НЕГП (до 10 %) | Стойкі територіальні порушення рівноваги ГС, формування складних ТГС | Формування численних територій з утратою керованого стану ГС | Незворотні техногенні зміни екостану ГС |
| Стан здоров'я людини | Здорове | Погіршене | Зростання виснаження | Зростання захворюваності | Прояв патологічних змін |

недостатньо враховують взаємодію біотичної, абіотичної й техногенної складових ПТГС (ТГС).

У практичних еколого-геологічних оцінках найчастіше використовують два показники геохімічного забруднення складових навколишнього середовища: коефіцієнт концентрації K_k і сумарний показник забруднення $K_{СПЗ}$ (Ю. Є. Саєт, 1990; Н. Г. Люта, 2007).

Коефіцієнт концентрації K_k дорівнює відношенню поточної концентрації забруднювача C_i до його $C_{ГПК}$ або фонового значення:

$$K_k = C_i / C_{ГПК(фон)} \quad (7)$$

Сумарна величина K_k для багатоеlementного забруднення визначається як

$$K_{СПЗ} = \sum_{i=1}^n K_k - (n-1), \text{ де } n - \text{кількість забруднювачів.}$$

Існують градації $K_{СПЗ}$ за рівнем екологічного впливу (Ю. Є. Саєт, 1983 р.), які мають такі значення: <16, 16–32, 32–128, >128 (відповідно незначний, помірний, високий, критичний рівні забруднення).

Варто відзначити, що АПГС тісно пов'язаний з розподільною здатністю елементів ГС стосовно техногенних впливів, насамперед надходження забруднень.

Наприклад, при надходженні в складові ГС (грунти, підземні води) хімічного забруднення його остаточна кількість у межах ТГС становитиме:

$$G_{ост} = G_0 - (G_d + G_p), \quad (8)$$

де G_0 – загальна кількість надходження забруднень у межах ПТГС;

G_d, G_p – відповідно кількості розсіювання (дисперсії) та розпаду.

З вищевведеної залежності бачимо, що за умови $(G_d + G_p) < G_0$ простежуватиметься стійке зростання $G_{ост}$ і, як наслідок, виснаження АПГС та перевищення $C_{ГПК}$ в окремих складових ГС та довкілля.

За умови великих змін значень K_k та $K_{СПЗ}$, на наш погляд, доцільним є використання нормованих індивідуальних критеріїв у вигляді безрозмірних показників на основі стохастичної шкали. При цьому пропонуємо використовувати такий вид залежності, коли відносно збільшення техногенного показника (параметра) над різницею $(C_{ГПК} - C_{фон})$ визначає рівень зростання забруднення окремих складових ГС (довкілля) та вичерпання АПГС (АПНС):

$$\alpha_{ВАП} = \frac{C_i - C_{фон}}{C_{ГПК} - C_{фон}} \cdot 100, \quad (9)$$

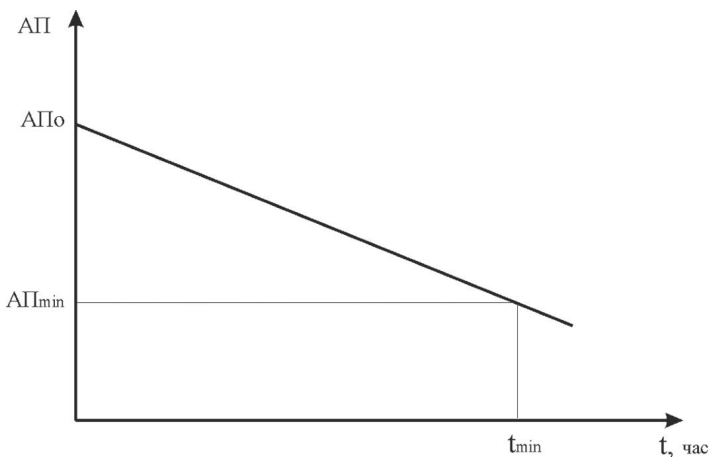


Рис. 3. Принципова схема динаміки змін асиміляційного потенціалу геологічного середовища в часі

де $\alpha_{ВАП}$ – показник перевищення (вичерпання) АПГС (АПНС);

$C_{ГПК} - C_{фон}$ – допустима величина надходження техногенного забруднення в екологоформульовальний елемент ГС (довкілля).

Сучасний економічний розвиток України відбувається в умовах аномального використання мінеральної сировини, земельних і водних ресурсів (техногенне порушення понад 70 %). Це негативно впливає на біорізноманіття й рівень асиміляційного потенціалу техногенно перевантажених районів, передусім ГДР (Донбас, Кривбас та ін.), масштабної меліорації земель (Причорномор'я, АР Крим) та регулювання річкового стоку (Центральний, Східний, Західний регіони).

Стосовно цього показовими є зміни екологічних параметрів ГС під час видобутку сланцевого газу глибоких горизонтів слабопроникних та ущільнених порід, коли відбувається комплекс незворотних змін гідрогеофільтраційних умов і прискорюється перетікання токсичних мінералізованих вод зони утрудненого водообміну до горизонтів прісних питних і лікувальних вод, які залягають вище [13–17]. Крім того, висока щільність експлуатаційних свердловин (10÷20 сврд/км²) призводить до стійких порушень і хімічного забруднення ландшафтів і поверхневих водних об'єктів. Наслідком цього порушення рівноважної екологічної взаємодії верхньої зони літосфери й біосфери є критичне зниження асиміляційного потенціалу геологічного середовища й погіршення безпеки життєдіяльності.

Ураховуючи, що в низці районів України техногенез досяг рівня, коли окремі елементи біосфери втрачають можливість до самовідновлення внаслідок критичного зменшення АПГС, вважаємо за потрібне розробити наукові основи економічних показників АПНС, щоб уникнути критичного зниження БЖД людини [4–9].

ЛІТЕРАТУРА

1. Адаменко О. М. Конструктивна екологія. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 122 с.
2. Гошовський С. В. Мінерально-сировинна база України//Мінеральні ресурси України. – 2014. – № 2. – С. 4–8.
3. Козуля Т. В. Процеси екологічного регулювання. – Харків: НТУ"ХП"; 2010. – 587 с.
4. Коржнев М. М. Розвиток України в умовах глобалізації та скорочення природно-ресурсного потенціалу. – Київ: ЛОГОС, 2009. – 195 с.
5. Луцик А. В., Яковлев Є. О. Основні методичні положення інженерно-сейсмогеологічного районування в умовах інтенсивної господарської діяльності//Інформаційний бюлетень про стан геологічного середовища України у 1998 році. Київ. – 2000. – Вип. 17. – 165 с.
6. Люта Н. Г. Реструктуризація мінерально-сировинної бази України та її інформаційне забезпечення. – Київ: Наукова думка, 2007. – С. 53–154.
7. Лютий Г. Г., Різник Т. О. Оцінка впливу вугільних підприємств на річковий стік по території Донбасу//Збірник наукових праць УкрДГРІ. – Київ, 2006. – № 1. – С. 96–101.
8. Лялько В. И., Попов М. А. Спутниковые методы поиска полезных ископаемых. – Киев: Карбон-Лтд, 2012. – 435 с.
9. Рудько Г. И., Осюк В. А. Инженерная геодинамика Украины и Молдовы. – Киев-Черновцы: Изд. дом "Букрек"; 2012. – Т. 1, 2. – 741 с.
10. Саєт Ю. Є., Ревич Б. А., Янин Е. П. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
11. Соботович Е. В., Долін В. В. Третій у біосфері. – Київ: Наукова думка, 2012. – 223 с.
12. Трофимов В. Т., Зиллинг Д. Г. и др. Экологические функции литосферы. – М.: МГУ, 2000. – 432 с.
13. Шестопалов В. М. Классификация минеральных вод Украины. – Киев: Макком, 2003. – 121 с.

14. Яковлев Є. О. Визначальні еколого-геологічні ризики видобутку сланцевого газу в нафтогазоносних басейнах України//Мінеральні ресурси України. – 2010. – № 2. – С. 34–43.

15. Яковлев Є. О. Оцінка впливу порових розчинів регіональних слабопроникних шарів на формування якості ресурсів питних підземних вод//Мінеральні ресурси України. – 2011. – № 1. – С. 37–40.

16. Trofymchuk O. M., Kolodiazhnyi O. A., Yakovlev Ye. O. Hazardous activation of landslides within Western Carpathian Region (Ukraine). Vol. 2. The International Programme on Landslides (WLF3). – P. 528–533.

REFERENCES

1. Adamenko O. M. Constructive ecology. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 122 p. (In Russian).

2. Goshovskiy S. V. Mineral resource base of Ukraine//Mineralni resursy Ukrainy. – № 2. – 2014. – P. 4–8. (In Ukrainian).

3. Kozulia T. V. Processes of ecological regulation. – Kharkiv: NTU "KhPI"; 2010. – 587 p. (In Ukrainian).

4. Korzhnev M. M. Development of Ukraine in the conditions of globalization and shortening of natural – resource potential. – Kyiv: LOGOS, 2009. – 195 p. (In Ukrainian).

5. Lushchik A. V., Yakovlev Ye. O. Base methodological positions of engineering – seismogeological zoning in the conditions of intensive economical activity//Informative bulletin of environmental geological state of Ukraine in 1998 year. Kyiv. – 2000. – Iss. 17. – 165 p. (In Ukrainian).

6. Liuta N. H. Restructurization of mineral resources base of Ukraine and its information recurring. – Kyiv. Naukova dumka, 2007. – P. 53–154. (In Ukrainian).

7. Liutyi H. H., Riznyk T. O. Evaluation of coal plants influence on river discharge within Donbas territory//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – Kyiv, 2006. – № 1. – P. 96–101. (In Ukrainian).

8. Lialko V. I., Popov M. A. Remote methods of ore mineral resources searching. – Kiev: Carbon-Ltd, 2012. – 435 p. (In Russian).

9. Rudko G. I., Osiyuk V. A. Engineering geodynamics of Ukraine and Moldova. – Kiev-Chernovcy, publishing house Bookreck, 2012. – Vol. 1, 2. – 741 p. (In Russian).

10. Saet Ju. E., Revich B. A., Janin E. P. Geochemistry of environment. – Moskva: Nedra, 1990. – 335 p. (In Russian).

11. Sobotovych E. V., Dolin V. V. Tiritij in biosphere. – Kyiv: Naukova dumka, 2012. – 223 p. (In Ukrainian).

12. Trofimov V. T., Zilling D. G. and others. Ecological functions of lithosphere. – Moskva: MGU, 2000. – 432 p. (In Russian).

13. Shestopalov V. M. Mineral waters of Ukraine. – Kiev: Makkom, 2013. – 121 p. (In Russian).

14. Yakovlev Ye. O. Definite ecological-geological risks of shale gas extraction within oil-gas bearing basins of Ukraine//Mineralni resursy Ukrainy. – 2010. – № 2. – P. 34–43. (In Ukrainian).

15. Yakovlev Ye. O. Evaluation of influence of the regional aquitard layers porous solutions on the underground potable water resources formation//Mineralni resursy Ukrainy. – 2011. – № 1. – P. 37–40. (In Ukrainian).

16. Trofymchuk O. M., Kolodiazhnyi O. A., Yakovlev Ye. O. Hazardous activation of landslides within Western Carpathian Region (Ukraine). Vol. 2. The International Programme on Landslides (WLF3). – P. 528–533.

Рукопис отримано 18.08.2015.

МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ

Редакція приймає оригінальні, раніше не опубліковані статті геологічної, геолого-мінералогічної та технічної тематик.

Статті слід надсилати в друкованому (два примірники) й електронному вигляді, бажано українською мовою. Електронний варіант приймається на компакт-диску чи електронною поштою.

Обсяг однієї наукової статті – до 12 стор. машинопису через 2 інтервали (разом з табл., фото, рис. та підписами до них, бібліографічним списком, анотацією), оглядовою – 6–7 стор., інформаційного повідомлення – 3–4 стор.

До рукопису необхідно додати акт експертизи й такі відомості про автора/авторів: прізвище, ім'я та по батькові (повністю); учене звання й учений ступінь; посада чи професія; місце роботи (назва установи чи організації); адреса місця роботи, номер телефону; адреса місця проживання, номер телефону, електронна адреса.

До кожної статті обов'язково навести: індекс УДК, реферат (мовою оригіналу та англійською), бібліографічний список за алфавітом (оформлений відповідно до сучасних вимог), рисунки, таблиці та підписи до них (окремі файли).

Комп'ютерні макети рисунків приймаються в разі дотримання таких умов.

Растрова графіка: чорно-біле зображення – *.tif чи *.psd (Adobe PhotoShop); повнокольорове зображення – *.tif, *.eps, *.psd-формат, розривлення 300 dpi. Кольорова модель СМΥК, чорний колір в одному каналі.

Векторна графіка: файли формату *.ai, *.eps (Adobe Illustrator) чи *.cdr (Corel Draw). Використані шрифти мають бути подані окремо або переведені в криві. Растрову графіку до векторного макета не заносити.

- Редколегія може не поділяти думки автора.

- Автори відповідають за точність викладених фактів, даних, цитат, бібліографічних довідок, написання географічних назв, власних імен, геологічних термінів тощо.

Рішення про публікацію статті в журналі приймається на основі незалежної експертизи, що організує редакція журналу.



НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ
**МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ
УКРАЇНИ**

Коллектив журналу
нагадує авторам
і читачам, що продовжується
передплата на журнал
МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ
на I півріччя 2016 р.

Передплатний індекс
за Каталогом
періодичних видань України –
48336