

України до Міжнародної корозійної ради (ІСС). Україну в особі асоціації корозіоністів як недержавної установи у 1998 р. прийнято до Європейської корозійної федерації (ЕФС). Це сприяло встановленню контактів між українськими і зарубіжними вченими, а також розширенню участі наших науковців у таких авторитетних міжнародних форумах, як Європейські корозійні конгреси серії „Еврокор“, що відбулися в містах Тронхеймі (Норвегія), Аахен (Німеччина), Лісабон (Португалія), Будапешт (Угорщина) та ін.

Отже, проблема захисту від корозійного руйнування металофонду у базових галузях про-

мисловості особливо актуальна для України; в країні функціонує значний науковий потенціал, що має вагомі наукові здобутки в галузі протикорозійного захисту конструкційних матеріалів, але рівень їх використання промисловістю і інвестиції промисловості в науку вкрай низькі; щоб суттєво поліпшити питання захисту від корозії та продовжити ресурс металоконструкцій базових галузей промисловості, треба на державному рівні цю проблему віднести до пріоритетних і прийняти окрему цільову програму, забезпечивши її необхідним фінансуванням.

Василь ПОХМУРСЬКИЙ

## ТЕХНОГЕННЕ ЛИХО ШАХТАРСЬКОГО КРАЮ

Промислове добування вугілля в Україні розпочалося наприкінці ХІХ ст. і набуло максимального розвитку у 60—80 рр. ХХ ст. Упродовж останніх двадцяти років його видобуток скоротився утричі. Це пов'язане не лише з виснаженням родовищ вугілля та кризовими явищами в економіці, але й з технічним занепадом вугледобувних підприємств, основні засоби виробництва яких уже давно відпрацювали свій потенціальний ресурс і потребують оновлення. Саме тому віднедавна на наших шахтах відбуваються масштабні техногенні катастрофи.

Основні запаси вугілля зосереджені у Донецькому вугільному басейні. Велика частина його залягає у Львівсько-Волинському кам'яно-вугільному та Дніпровському буровугільному басейнах.

На сьогодні фонд шахт в Україні становить 160 шахт, з яких 140 — державні. Виробнича потужність їх не перевищує 80 млн. тонн вугілля на рік.

**Техногенна екологічна небезпека**

**шахтарських виробничих комплексів.** Загалом від 1880 р. — донині видобуто щонайменше 4 мільярди тонн вугілля, обсяг якого становить приблизно 3 мільярди куб. м. Залягає кам'яне вугілля у вигляді пластів і лінзоподібних покладів різної потужності (від десятків сантиметрів до кількох

десятків і сотень метрів) на різних глибинах (від виходів на поверхню до 2500 м і глибше).

Унаслідок такого тривалого масштабного видобутку вугілля виникли величезні підземні порожнини, нагромадження відвалів гірської породи — териконів, різних хвостосховищ. Усе це зумовило негативні техногенні зміни в навколишньому середовищі<sup>1</sup>, з-поміж яких вельми загрозливі такі:

- нагромадження пухких і нестійких техногенних відкладів гірської породи, що містить агресивні хемічні субстанції, у териконах (Іл. 1);
- втрата значних площ природних та агрокультурних екосистем, які відіграють вагомую локальну екологістабілізуювальну функцію;
- осідання земної поверхні та її затоплення (Іл. 2);
- зміна балансу ґрунтових вод і виснаження водоносних горизонтів;
- порушення природної циркуляції вод та їх забруднення;
- забруднення ат-



1. Великомасштабне космічне зображення гірничодобувного та збагачувального виробничого комплексу в смт Соснівка (Сокальський р-н Львівської обл.). Дж.: Google Планета Земля: безкоштовна версія. — [www.earth.google.com](http://www.earth.google.com)

мосфери;

- зміни мікроклімату;
- заповнення порожнин копалень шахтними водами.

Ці явища негативно впливають на здоров'я населення. Зокрема, спостерігаються масове ура-

<sup>1</sup> Про вдосконалення структури екологічної служби Міністерства вугільної промисловості України // Міністерство вугільної промисловості України (Мінвуглепром). Наказ № 88 від 08. 02. 2006, станом на 26 березня 2007 року. — [www.uapravo.net/data/base12/ukr12545.htm](http://www.uapravo.net/data/base12/ukr12545.htm) — 20к

ження людей силікозом, гіпоплазією зубів і патологією кісток скелетів, особливо у дітей<sup>2</sup>.

Всі ці катастрофічні процеси характерні і для Львівсько-Волинського вугільного басейну, що розташований у межах Львівської і Волинської областей України, а також Люблінського воєводства Польщі. Басейн охоплює площу приблизно 10 тис. кв. км. Балансові запаси вугілля — близько 970 млн. тонн. Промислове значення мають пласти вугілля, потужністю понад 0,6 м, що залягають на глибині від 315 до 535 м. Західноукраїнський гірничодобувний виробничий комплекс добуває вугілля упродовж 60 років.

Лише відвалів гірських порід, що виникли внаслідок видобутку вугілля, у Львівській області нагромаджено понад 100 млн. куб. м. Вони займають площу понад 270 га<sup>3</sup>. Відсоток перегорілої частини в загальній кількості гірської породи, яку добуто за всі роки експлуатації гірничих підприємств, становить лише 25—30<sup>4</sup>.

З космічного зображення високої роздільної спроможності спостерігаємо нагромадження техногенних відкладів гірської породи у вигляді форми площинних відвалів і конусоподібних териконів. Терикони (франц. *Terris* — відвал породи, *Conique* — конічний) — штучні насипи з відпрацьованих гірських порід, добутих шляхом підземного розроблення родовищ вугілля й інших корисних копалин<sup>5</sup>. Вони мають висоту до 50 м над поверхнею землі і заглиблюються у неї на 20—30 м. Усередині таких териконів шахт і гірничозбагачувальних фабрик нерідко відбуваються різні процеси техногенного пірометаморфізму:

згорання вугілля у зонах з окислювальним режимом випалювання та піроліз вугілля у зоні відновного випалення за температури 800—1000°C;

реакції дегідратації шаруватих силікатів, унаслідок чого випаровується велика кількість води; виділення F, Cl з гірської породи на початкових етапах її горіння за температури 600—700°C;

розклад карбонатів з виділенням CO й CO<sub>2</sub> й утворенням периклази, що містить окисли магнію, заліза, марганцю та цинку, а також вапна і феритів за температури 600—800°C;

локальне плавлення за температури 1000—1250°C з утворенням склоподібних клінкерів (спечених глин) і базитових паралав.

Зотліваючи, гірські породи териконів стають крихкими, виникає реальна небезпека обвалів. Тому терикони здебільшого перебувають у небезпечному, нестабільному стані, що може спричинити виникнення техногенних катастроф. Наприклад, подібна катастрофа сталася 21 жовтня 1966 р. у селищі гірників Аберфані, що в Нижньому Уельсі. Тоді осунувся терикон шахти № 7, знищено 20 будинків і загинуло багато людей<sup>6</sup>.

Отож залишки вугілля у териконах самозагораються і димлять. Окрім отруйних випарів, формуються і небезпечні стоки забрудненої різноманітними хемічними сполуками

води. Тому у межах Львівсько-Волинського гірничодобувного комплексу особливою загрозою є забруднення атмосферного повітря викидами сірчистого ангідриду, що є причиною випадання опісля кислотних дощів. Значну частину у валових викидах шкідливих речовин в атмосферне повітря становлять також тверді речовини, що є відходами видобутку вугілля: вугільний пил; зола тощо. Згідно з формою статистичної звітності 2ТП „Повітря“, загальна кількість викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря підприємствами ДП „Львіввугілля“ впродовж трьох останніх років становить 6,3—7,1 тис. т на рік, зокрема за інгредієнтами: двоокис сірки 3,9—4,1 тис. т; двоокис азоту 0,7—0,9 тис. т; окис вуглецю 1,0—1,2 тис. т; тверді речовини 0,7—0,9 тис. т<sup>7</sup>.

Крім наведених явищ, дуже небезпечні техногенні геодинамічні процеси у місцях дислокації гірничодобувних виробничих комплексів<sup>8</sup>. Особливо це стосується осідання земної поверхні, що викликані виникненням підземних порожнин, а також надмірними навантаженнями териконів, хвостовідстійників, масивних інженерних споруд та ін. Підземні порожнини шахтних полів під впливом гравітаційних навантажень з часом обвалюються, і земна поверхня поступово локально осідає, затоплюється ґрунтовими водами. Це ілюструють великомасштабні космічні зображення (Лл. 2). Такі процеси призводять до втрати земель



2. Локальне осідання земної поверхні в зоні виробничої діяльності шахт (смт Соснівка Львівської обл. Сокальського р-ну). Дж. Google Планета Земля: безкоштовна версія.— [www.earth.google.com](http://www.earth.google.com)

<sup>2</sup> Подання уповноваженого Верховної Ради України з прав людини „Про вжиття Міністерством охорони здоров'я України заходів у зв'язку із захворюваністю дітей у Червоноградському гірничо-промисловому регіоні Львівської області на гіпоплазію зубів і патологію кісток скелету“.— Н. Карпачова, 31. 01. 2001 р. [www.ombudsman.kiev.ua/p\\_01\\_5—10.htm](http://www.ombudsman.kiev.ua/p_01_5—10.htm).

<sup>3</sup> Львівсько-Волинський вугільний басейн.— <http://uk.wikipedia.org/wiki>.

<sup>4</sup> Там само; Сокальський р-н.— <http://www.sokal-adm.lviv.ua/ekologija.htm>.

<sup>5</sup> Терикон.— <http://uk.wikipedia.org/wiki>.

<sup>6</sup> Aberfan disaster.— [www.nationmaster.com/encyclopedia/Aberfan](http://www.nationmaster.com/encyclopedia/Aberfan).

<sup>7</sup> Сокальський район...

сільськогосподарського призначення та лісового фонду, руйнування господарської інфраструктури, житлових забудов та ін.

Процес затоплення лісових земель відбувається поступово. Спочатку спостерігається заболочення, а згодом відбувається відмирання деревної рослинності і затоплення земель ґрунтовими водами. Останніми роками у Сокальському районі на Львівщині навіть спостерігається розселення бобрів, які у затоплених лісових масивах підгризають і валять дерева. Як наслідок, тут формуються неглибокі водойми, заповнені водами, що забруднені відходами гірничої промисловости. Особливо екологічно загрозливий процес постійного забруднення ґрунтових та поверхневих вод поблизу териконів небезпечними сполуками, які вимиваються водами, що стікають з товщ териконів. Адже це окисли та похідні від них сполуки важких металів, які залучаються до місцевого біологічного обміну речовин. А отже, нагромаджуються у біомасі тварин та рослин, а далі в організмах людей. Такі стічні води, в решті-решт, потрапляють у річкову мережу, спричиняють подальше забруднення малих і великих річкових артерій далеко за межами дислокації гірничодобувної промисловости.

**Невтішні подальші перспективи.** Такі небезпечні техногенні екологічні процеси відбуваються не лише на Львівщині, але й повсюдно, де працює гірничодобувна промисловість. Тому вони є причиною формування тривалих небезпечних екологічних ситуацій загальнодержавного і міжнародного масштабу.

Подальший видобуток вугілля необхідний для підтримання діяльності господарсько-промислового комплексу західних областей України. Отже, є підстави вважати, що підземні шахтні поля будуть постійно розширюватися у межах зон залягання перспективних для розроблення пластів вугілля. Це призведе і до розширення площ зон осідання та затоплення земної поверхні. І цей процес лише у межах Львівської і Волинської областей України може охопити до 10 тис. кв. км<sup>8</sup>. Значна частина цієї площі буде затоплена забрудненими водами, а решта — заболочена або тривалий час протягом року затоплена. Отже, ця, колись родюча, земля стане непридатною для господарського використання та життя людей. Те саме стосується і лісових ресурсів. Вони постійно деградуватимуть.

У перспективі зони техногенної деградації земель можуть бути визначені відповідно до планів розробки покладів вугілля. Тож, очевидно, поблизу таких територій слід відселяти людей і переорієнтовувати господарську інфраструктуру, не кажучи вже про масштабні відшкодування екологічних збитків землекористувачам та землевласникам.

Для відстеження та прогнозування змін рельєфу і пов'язаної з цим деградації ландшафту треба проводити комплексний геодинамічний та екологічний моніторинг<sup>10</sup>.

**Досвід оптимізації довкілля гірничо-промислових районів.** Небажані зміни навколишнього природного середовища та небезпечні екологічні ситуації перебувають під постійним контролем підрозділів Міністерства вугільної промисловости, Міністерства охорони навколишнього природного середовища, Міністерства з питань надзвичайних ситуацій, Міністерства охорони здоров'я, місцевих адміністрацій та ін. Тривалий час здійснюються і практичні заходи: гасіння териконів, їх виположування, розбирання породи загаслих териконів для потреб будівництва, заліснення, очистка стічних вод тощо. Зрозуміло, що певний позитивний екологічний ефект такі господарські заходи дають, однак, радикально не розв'язують проблеми.

Є також проєкти завантаження відпрацьованих гірських порід назад у шахти для заповнення ними техногенних порожнин. Проте і такі методи, які потребують спеціальних технологій, далекі від реалізації, а окрім того, навряд чи можуть повністю запобігти осіданню земної поверхні.

Фітомеліоративні заходи оптимізації середовища техногенно змінених земель виробничих комплексів вугільної промисловости здійснюються уже впродовж кількох десятиліть. І тепер їх схили, особливо з північної сторони, вкриті деревно-чагарниковою рослинністю, про що свідчать великомасштабні космічні зображення териконів (Лл. 3).

Технологія рекультивації териконів така: спочатку пагорб терикона роблять пологішим, далі терасують схили і покривають тераси шаром глини і ґрунту, створюють систему стікання опадів. Потім висаджують рослини, які можуть прижитися у даних умовах, наприклад — акацію, березу, шипшину, бирючину тощо. Через десять років на



3. Особливості поширення рослинного покриву на териконі у зоні виробничої діяльності шахт (смт Соснівка). Дж.: Google Планета Земля: безкоштовна версія.— [www.earth.google.com](http://www.earth.google.com)

<sup>8</sup> Кузьмин Ю. О. Современная геодинамика и оценка геодинамического риска при недропользовании.— Москва, 1999.— 220 с.

<sup>9</sup> Львівсько-Волинський вугільний басейн...

<sup>10</sup> Про вдосконалення структури екологічної служби...

токсичних шахтних відвалах утворюються зелені пагорби, які можуть стати парками або навіть елементами національної екологічної мережі<sup>11</sup>. Проте засадити той або інший шахтний відвал деревами не просто, позаяк у ньому відбувається процес горіння.

Наразі гасінням та озелененням териконів, а також очищенням стічних вод займаються самі вугільні підприємства. Водночас заселення териконів рослинністю відбувається і природно. Дослідниця У. Башуцька виявила, що у рослинному покриві териконів представлений 271 вид вищих судинних рослин. Вона дослідила, що розвиток рослинного покриву девастованих ландшафтів гірничопромислового району відбувається у специфічних екологічних умовах породних відвалів, за наявності токсичних сполук, що входять до складу порід, а також низького вмісту гумусових речовин. Все це уповільнює процес природного заростання. Для териконів характерні також особливі мікрокліматичні умови, зокрема критично високі температури поверхні ґрунту<sup>12</sup>. На оголених субстратах териконів природним шляхом формуються трав'янисті та деревно-чагарникові рослинні угруповання, зокрема березові деревостани. Трапляється самосів та підріст верби козачої, глоду, горобини, дуба звичайного, калини, осики, сосни звичайної, тополі, черемхи, а також чагарникових верб. Такі природні процеси заростання шахтних відвалів рослинністю є підставою для оптимістичного бачення шляхів виходу з небезпечної техногенної ситуації.

Заходи з меліорації териконів широко практикуються в усьому світі. Звичайно, що заліснення сприяє укріпленню схилів териконів і запобігає вітрової ерозії їх поверхні, а також корисне з погляду очищення повітря. Проте головною вадою такої меліорації териконів є небезпека їх осування, а також посилення інфільтрація в ґрунтові води небезпечних хемічних речовин. У зв'язку з цим передбачається ліквідація териконів, адже вони мають певне сировинне значення для хемічної промисловості. Крім того, є певні перспективи використання відпрацьованих гірських порід у будівництві шляхів, інженерних споруд та ін.

**Радикальні шляхи відновлення девастованих гірничодобувною промисловістю ландшафтів.** Сучасне природоохоронне законодавство передбачає залучення техногенно девастованих земель до національної екологічної мережі для їх відновлення до наближеного до природного стану<sup>13</sup>. Однак запобігти деградаційним процесам у ландшафтах, де розташовані гірничодобувні виробничі комплекси, поки що не можливо. Крім

меліорації та заліснення промислових відвалів, залишається нерозв'язаною проблема осідання земної поверхні, що викликає заболочення агроугідь і лісів, затоплення населених пунктів. Неабияку небезпеку на перспективу становить забруднення ґрунтових вод інфільтратом териконів та хвостосховищ. Отож з огляду на завдання розбудови національної екомережі залучення таких територій до її складу потребує комплексного концептуального опрацювання шляхів відновлення їх природного середовища.

Насамперед потрібен прогноз масштабів розвитку деградаційних процесів, пов'язаних з осіданням земної поверхні. Він може бути здійснений на основі аналізу просторового розміщення шахтних полів минулого, теперішнього та майбутнього видобутку вугілля. Такий прогноз має зобов'язати вугільні підприємства вилучити ці землі в землекористувачів і відшкодувати їм збитки.

Запобігти просіданню поверхні на вилучених землях не вдасться. Тому було б доцільно:

1. Відмовитися від нагромадження високих териконів і відпрацьовану гірську породу вивозити на ділянки, де відбувається просідання поверхні та заболочення. Нагромаджуючи там площинні відвали заввишки 4—5 м, можна згодом отримати незатоплені ґрунтовими водами рівні поверхні ґрунтового субстрату, придатні для подальшої меліорації. Крім того, у таких малопотужних та насичених водою у нижній частині нагромаджень гірської породи не відбуватиметься горіння і надалі буде менша небезпека забруднення ґрунтових вод інфільтратом небезпечних хемічних сполук.

2. Вирівняні поверхні площинних відвалів у зонах опускання земної поверхні згодом треба вкрити шаром піску чи суглинку для ізолювання їх прямого контакту з атмосферним повітрям та створення поліпшених ґрунтово-гідрологічних умов для формування рослинного покриву.

3. Крім сподівання на активні природні відновні процеси рослинного покриву, на таких вирівняних поверхнях ґрунтового субстрату площинних відвалів слід застосувати спеціальні фітомеліоративні заходи. Доцільно створити лісові культури сосни звичайної та дуба. Корисним був би і підсів насіння берези. Ці роботи могли б виконувати лісгосподарські підприємства. Лише за умови здійснення таких заходів можливе відновлення наближеного до природного стану девастованих гірничодобувною промисловістю ландшафтів та залучення їх до національної екологічної мережі як відновлюваних територій.

*Платон ТРЕТЯК*

<sup>11</sup> Закон України „Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000—2015 роки“. (21 вересня 2000 р. № 1989-III) // Урядовий кур'єр.— 2000.— 8 листоп.— № 207.— С. 3—16; Закон України „Про екологічну мережу України“ від 24. 06. 2004. № 1864-IV // Законодавство України про екологію.— К., 2005.— С. 53—64.

<sup>12</sup> Башуцька У. Б. Сукцесії рослинності природних відвалів шахт Червоноградського гірничопромислового району.— Львів, 2006.— 180 с.

<sup>13</sup> Закон України „Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000—2015 роки“...— № 207.— С. 3—16; Закон України „Про екологічну мережу України“ від 24. 06. 2004...— С. 53—64.