

© А.Г. Шапар¹, П.І. Копач¹

¹ Інститут проблем природокористування та екології НАН України, Дніпро, Україна

СТРАТЕГІЧНІ ПІДХОДИ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИРОДОУЗГОДЖЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

© A. Shapar¹, P. Kopach¹

¹ NASU Institute of Problems of Nature Management and Ecology, Dnipro, Ukraine

STRATEGIC APPROACHES OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY TECHNOLOGIES APPLICATION

Мета. Обґрунтувати стратегічні підходи впровадження природоузгоджених гірничодобувних технологій.

Методика досліджень полягає в аналізі та синтезі способів отримання максимальної ефективності при мінімумі негативного впливу на довкілля.

Результати досліджень. Проаналізовано досвід освоєння значних гірничодобувних регіонів України. Розглянуто існуючу практику надлишкового споживання мінерально-сировинних ресурсів. Сформульовано вимоги до екологічної гармонізації технологічних систем. Показано механізми підвищення ефективності природокористування за рахунок ефективного використання всіх порушених гірничими роботами земель, в тому числі за рахунок їх використання в умовах техногенно змінених ландшафтів у гірничодобувних регіонах. Оцінено енергетичний потенціал відвалів пустих порід та шламосховищ, який перевищує потенціал рівнинних територій на 50-60%. Сформульовано вимоги до конструкції вітроенергетичних установок, виконання яких збільшить виробництво електроенергії в порівнянні з традиційними у 5-7 раз. Наведені в статті дані дають змогу рекомендувати впровадження на гірничодобувних підприємствах вітроенергетичної та сонячної електростанції для освітлення площадок кар'єрів і відвалів, роботи насосних установок на хвостосховищах та інших промислових об'єктах, в тому числі установок демінералізації високомінералізованих шахтних вод. Таким чином, економічна та екологічна ефективність гірничих робіт, особливо в майбутньому, буде залежати від можливості вписування нових технологій відкритих гірничих робіт в природне середовище. Це може бути досягнуто лише за максимального використання природних ефектів і явищ, а також каскадного принципу відходовикористання. Частково цей принцип показано в вищеведених технологіях. Це може бути також продемонстровано на прикладі методу демінералізації шахтних вод.

Наукова новизна. Встановлено нові закономірності та залежності для відновлювальних джерел енергії в умовах гірничодобувних регіонів.

Практичне значення. Результати досліджень дозволяють реалізувати в умовах гірничодобувних регіонів нові способи підвищення ефективності природокористування.

Ключові слова: гірничо-металургійний комплекс, техноекосистема, металевий фонд, відновлювальні джерела енергії, енергетичний потенціал, природоузгоджені технології.

Вступ. Вчення В.І. Вернадського про ноосферу припускає розумне співіснування і навіть гармонізацію взаємовідносин людства і біосфери. В силу дії в суспільстві ідеології, політики, моралі техногенні перетворення людиною навколишнього середовища в останні десятиліття стали здійснюватися так нестримно,

що теза В.І. Вернадського про зіставлення масштабів діяльності людства з геологічними змінами природи перестала викликати будь-які сумніви. Особливо це відноситься до гірничодобувної діяльності, за допомогою якої активно змінюються віками складені геохімічні цикли, перетворюються та знищуються ландшафти, гідрогеологічні і поверхневі водні системи, біологічні співтовариства і багато ін.

У чому причина згубного впливу гірничодобувних робіт на природне середовище? Невже гірнична наука нездатна впоратися із завданням охорони природного середовища районів, в яких функціонують гірничодобувні виробництва? Звичайно ж, це не так. Гірничою наукою розроблено цілий арсенал засобів захисту природного середовища. І досвідчені науковці, проектувальники володіють цим арсеналом. Але звідки ж виникають ті негативні для навколишнього середовища і сумні для нас наслідки гірничодобувної діяльності? Відповідь на ці та інші питання спробуємо сформулювати, проаналізувавши досвід освоєння Криворізького залізорудного басейну

Формування сучасного гірничо-металургійного комплексу Кривого Рогу, здійснювалося в 50-60 роки, коли екологічна складова зовсім не враховувалася. У результаті – селітебні території даної промислової агломерації розташовуються безпосередньо біля промислових об'єктів. У більшості промислових підприємств не витримано санітарно-захисні зони. У деяких випадках відстань між джерелом викиду і житловою забудовою становить 50-100 м. У зв'язку з цим для вибору найбільш раціональних схем урбанізації території Кривого Рогу дуже важливою є оцінка взаємодії систем розселення з об'єктами техногенного впливу на навколишнє середовище. Екологічна рівновага урбанізованих територій безпосередньо пов'язана зі щільністю населення. Критичні антропогенні навантаження в промислових районах виникають при щільності населення більше, ніж 285-335 осіб/км². У Німеччині граничною (критичною) щільністю населення в місті є щільність 100-133 осіб/км². Крім того, екологічна рівновага урбанізованої території визначається таким важливим параметром як співвідношення промислово урбанізованих, сільськогосподарських і природних територій. У США це співвідношення становить 1:1:1, в Німеччині відповідно 1:1.5:1.07.

Аналізуючи стан території Кривого Рогу за містобудівними показниками, можна зробити висновок про значне перевищення фактичної щільності населення над її нормативним значенням. Так, наприклад, для території Соцміста щільність населення перевищує нормативну більше, ніж у 20 разів. Співвідношення природно-сільськогосподарських територій до урбанізованих становить орієнтовно 1:6, що також є далекими від екологічно прийняттого співвідношення.

У цій ситуації рано чи пізно виникає проблема екологічної реабілітації даної території, яка повинна вирішуватися як з урахуванням містобудівного аспекту, так і з урахуванням небезпеки впливу шкідливих речовин, які викидаються в атмосферу промисловими підприємствами.

Науковий підхід щодо оцінки небезпеки впливу шкідливих речовин на довкілля почав формуватися тільки в 90-і роки. Для того, щоб зробити науково

обґрунтований вибір між різними варіантами реабілітаційних чи природоохоронних заходів, необхідно спрогнозувати і оцінити наслідки реалізації розглянутих рішень. На практиці це часто пов'язано з великими труднощами, особливо для багатоаспектних задач, до яких належить і ця задача.

Принципи розробки стратегії сталого розвитку техноекосистем. Необхідність забезпечення збалансованості техноекосистем викликана саме деструктивною роллю техногенної компоненти в цій системі. Тому у самому загальному випадку збалансованість функціонування техноекосистем забезпечується за такого впливу техногенної компоненти на складові природного середовища, у разі якого змінені людиною природні процеси забезпечують довготривале (умовно безкінечне) існування техноекосистеми. Тобто задля збереження сталого функціонування техноекосистем не можна переходити або перевищувати деякі параметри впливу техногенних складових на природні компоненти в межах властивостей довкілля щодо самоорганізації і саморегуляції.

Екогармонізація техноекосистеми – це процес цілеспрямованої зміни технологій природокористування шляхом впровадження спеціальних інженерних рішень, які б сприяли підвищенню ефективності використання природних ресурсів, зниженню ресурсоємності виробничих процесів, зменшенню негативного впливу на компоненти навколишнього середовища, в результаті чого природокористування здійснюється з мінімальною витратою речовини і енергії та найменшим негативним техногенним впливом на природні системи і людину.

Основним принципом розробки стратегії сталого розвитку техноекосистем є концептуальна ідея здійснення природокористування в межах ємності природного середовища за умови забезпечення здатності його компонентів до самовідновлення. Одним з основних шляхів досягнення цієї мети є забезпечення оптимального використання природно-ресурсного потенціалу, в тому числі для цілей впровадження найкращих доступних технологій, природоохоронних технологій та інших природоохоронних заходів [1].

Аналіз практики господарювання свідчить про те, що виникаючі кризи та диспропорції є наслідком нехтування вимогами збереження природного середовища, помилок планування, недоліків господарського управління, нерівномірності впровадження досягнень науково-технічного прогресу в різних ланках виробництва, особливо в природоохоронній галузі, яка досі сформована ще недостатньо. Але основною причиною при цьому є перевищення оптимальних масштабів розвитку промислового виробництва.

Визначення об'єктивної потреби в металі. Очевидно, що техноекосистема Кривбасу суттєво перевищує свої оптимальні екологічні параметри. Для встановлення оптимальних параметрів техноекосистеми Кривбасу необхідно виходити з об'єктивної потреби України в металі та оцінити існуючі тенденції в його споживанні.

Головний напрямок надмірного споживання металу в країні – це виготовлення недовговічного і неякісного устаткування та недосконалі технології металообробки, низький рівень утилізації відходів виробництва. Проте, є виробниц-

тва, в яких спостерігається недоспоживання металу (вагони, легкі металокопункції). Згідно літературних джерел [2], найефективнішим є застосування металу для виготовлення продукції тривалого користування, наприклад, у будівництві, автомобілебудуванні, на залізничному транспорті.

Згідно пріоритетів, які існували раніше, метал спрямовувався, насамперед, у військову галузь і машинобудування, а такі галузі як комунальне господарство, інфраструктура рекреації, житлове будівництво постійно були на «голодному пайку». Наразі вони б могли ефективно споживати метал у великих об'ємах. Особливо відчувається нестача металу в комунальному господарстві, де за рахунок фізичного зношення діючих металокопункцій, трубопроводів, устаткування знаходиться на межі катастрофи. Тому найближчим часом може знадобитися значна кількість металу для усунення цієї проблеми.

Ефективність споживання металу залежить від параметрів використання амортизаційного лому.

Кількість амортизаційного лому пов'язана з обсягами металевого фонду галузі, який включає увесь задіяний в галузі метал, що перебуває у будівлях, спорудах, устаткуванні та терміном його служби. Отже, вихід амортизаційного металобрухту визначиться за такою формулою [3]:

$$W_i = (M - K) / T,$$

де W_i – вихід амортизаційного лому по i -й галузі за рік, тис. т; M – металофонд галузі, тис. т; T – середньозважений термін служби металу, років; K – безповоротні втрати металу в результаті корозії та інші втрати, тис. т.

Якщо припустити, що господарський комплекс країни розвиватиметься в тих же напрямках, і якщо увесь метал повертатиметься в металургійний переділ, то в цьому випадку є можливість оцінити кількість металу, що надходить до повторного металургійного переділу.

Припустимо, що розмір річного виробництва металу дорівнює 100 умовним одиницям металу (у.о.м.). Розподіл металу по галузях і термін його служби приймаємо згідно приведених в [4] даних. Тоді розмір металофонду визначиться як сума добутоків об'ємів споживання металу галуззю на термін його служби і складатиме 1267 у.о.м. Якщо прийняти досягнутий в СРСР розмір виходу амортизаційного лому – 4% від металевого фонду, то його величина складе 50,68 у.о.м. Тобто близько половини об'єму виробленого металу має бути повернена в повторне використання навіть за такої ресурсомарнотратної схеми природокористування, яка існувала раніше. Куди ж діваються інші 50% виробленого металу? Втрати металу при металургійному переділі дорівнюють 2,4 у.о.м., у машинобудуванні та на залізничному транспорті, за рахунок механічного зносу – 0,06 у.о.м., у будівництві за рахунок недобутого металу – 0,4 у.о.м., втрати за рахунок хімічної корозії – 0,1 у.о.м.

Як видно з наведеного вище аналізу, неминучі втрати дорівнюють 3% від його виробництва. Куди ж діваються інші 46-47%? Частина з них включає метал, який експортується, у вигляді машин, устаткування і тому подібне. Якщо врахувати максимально сприятливу для України ситуацію з експортним постачанням

металу, матеріалізованого в устаткуванні, який не може перевищувати 4-6% від обсягу вітчизняного виробництва металу. В цьому випадку поставлене вище питання можна трансформувати в запитання щодо обсягів втрат металу за рахунок його грабіжницького вивозу за кордон. За приблизними розрахунками ця цифра може становити 220 млн т. В перерахунку на сиру залізну руду, видобуту в кар'єрах Кривбасу, ця цифра становить 2422 млн т.

Загальновідомо, що отримання сталі з залізного лому порівняно з отриманням сталі з руди супроводжується зменшенням викидів в шість разів, скидів – в 4 рази, зменшенням утворення відходів – в 16 разів, зниженням вартості сировини – в 20 разів. Проте металолом десятиліттями вивозився і продовжує вивозитися за межі України. За період з 1991 року металофонд України зменшився, за оцінками різних експертів, на 170 – 220 млн т.

На території Кривбасу ця цифра трансформована у великі ландшафтні порушення у вигляді глибоких виїмок, високих відвалів та хвостосховищ, які не можуть бути відновлені до рівня непорушених земель, а тільки передбачується їх поверхнева рекультивация після завершення розробки родовища. Це ні в якій мірі не може компенсувати безповоротно загублені сільськогосподарські угіддя. На довгі роки ці порушення будуть слугувати джерелом пиління та зміни гідрологічного режиму на навколишніх територіях.

Про те, що більш вигідним є реалізація високотехнологічної продукції, знають уже в старших класах середньої школи. Однак частка чавуну в основних виробках вітчизняної промисловості орієнтовно становить 33%, сталі в злитках – 34%, прокату – 22 %, при тому, що виробництво дефіцитних в усьому світі труб, лише – 1,9%.

Напівфабрикати були і є головною складовою експорту. Проте в галузі виникають абсолютно парадоксальні ситуації, коли 25% необхідних українській промисловості чорних металів було завезено із-за кордону.

Експорт металопродукції супроводжувався демпінговими судовими процесами за кордоном, судовими процесами, пов'язаними з порушенням правил відшкодування ПДВ в Україні.

Галузь характеризується застарілими технологіями, високою енерговитратністю. Зношеність основних фондів перевищує 65%, проте інвестиції залучаються лише для підтримки в робочому стані наявних потужностей. За останні 20 років гірничо-металургійний комплекс не розвивався, а лише експлуатувався. Оптимізація виробництва проводилася виключно в напрямку управління персоналом (його скорочення).

Ситуація не була б настільки катастрофічною, якби не той факт, що саме ця галузь є головним постачальником до України вільноконвертованої валюти.

Вихід зі створеного становища може бути забезпечено тільки за рахунок безвідкладного та ефективного використання всіх порушених гірничими роботами земель, в тому числі і тих, на яких заскладовано відходи – розкриті породи і хвости збагачення, а також використання виробленого простору кар'єрів.

Характеристика наявних техногенних ресурсів гірничодобувних регіонів. Вироблений простір глибокого кар'єру вперше було розглянуто як техногенний ресурс, використання якого дозволяє суттєво зменшити землемісткість виробництва та скоротити об'єм виїмки і відстань транспортування розкривних порід, а також пов'язані з ними грошові, матеріальні, енергетичні, трудові та природні ресурси. Всі створені і апробовані на залізородних кар'єрах нові землезберігаючі технології можливо систематизувати в наступному вигляді:

а) Послідовна відробка групи кар'єрів з використанням виробленого простору попереднього для розміщення в ньому розкривних порід з наступного кар'єру замість будівництва зовнішніх відвалів. Засипка провалів земної поверхні, порушеної підземними роботами в контурах кар'єрних полів. Реалізація цієї ідеї кардинально змінила б ландшафт Кривбасу.

б) Прискорена відробка частини родовищ передовим кар'єром до кінцевої глибини з послідуною розробкою кар'єрного поля з розміщенням розкривної породи в створеному виробленому просторі. При цьому збільшуються кути відкосів неробочих та робочих бортів кар'єрів та пов'язане з цим зменшення виїмки розкривних порід.

в) Розробка кар'єрного поля провадиться з використанням частини розкривних порід для привантаження нестійких ділянок бортів, спорудження транспортних площадок і з'їздів у відроблених межах кар'єру, формування полотна автоторіг дамб та інше.

Ефективне використання всіх порушених гірничими роботами земель (дамб, відвалів, шламосховищ, насипів, пустищ, рекультивованих територій) є можливим за рахунок їх залучення для потреб відновлюваних джерел енергії (ВДЕ).

В даний час зрозумілим і обґрунтованим є інтерес в усіх країнах світу до використання енергії, що додатково не нагріває планету. До цього виду енергії належить гідравлічна, вітрова, океанічна (припливна, хвильова, термальна, енергія течій тощо), геотермальна (її природні виходи), сонячна. Наприклад, досліджено, що використання більше 0,1% сонячної енергії (10^{14} Вт), що надходить на Землю, може призвести до зміщення кліматичних зон, зменшення об'єму фотосинтезу, а отже, до несприятливих змін в усій біосфері. Встановлено також, що вклад інших джерел додаткової енергії не повинен перевищувати 0,1% сонячної, а сумарна додаткова енергія не має перевищувати $(2-3) \cdot 10^{14}$ Вт.

Нині фахівці-енергетики приходять до обґрунтованого висновку: розвиток енергетики повинен йти шляхом комплексного використання різних джерел енергії, ефективно доповнюючих один одного в різних умовах, таких, що забезпечують комплексну економічну та екологічну ефективність та об'єднують їх енергосистеми і природно-технічні системи. Оптимізація структури сучасного паливно-енергетичного балансу з урахуванням технічних, економічних, екологічних і соціальних чинників дозволить визначити склад і співвідношення джерел енергії в енергосистемі, виділити головні джерела на даному етапі і в майбутньому.

За загальним визнанням фахівців західних країн ера «дешевої» енергії минула. Розвинені країни Заходу на чверть скоротили енергоємність свого національного доходу, їх відповіддю на подорожчання енергетичної сировини став «вибух» енергозберігаючих технологій. Поза сумнівом, що однією з найважливіших складових стратегії розвитку енергетики має бути раціональне витрачання паливно-енергетичних ресурсів. Розрахунки, які проведені для умов України, показують, що економія 10-15% енергії по капіталовкладеннях обходиться споживачеві в 2 рази дешевше, ніж витрати

на приріст її виробництва і перетворення.

Джерела енергії, що поновлюються, у тому числі нетрадиційні, також мають ряд недоліків. Основні з них – низька щільність (концентрація) на одиницю поверхні (суші і моря) та непостійність в часі. Проте, незважаючи на ці дуже серйозні недоліки, поновлювані енергоресурси нині набувають все більшого поширення в різних країнах світу. Розпочато роботи щодо їхнього використання і в Україні.

Промислова діяльність в Україні у 3,8 рази енергоємніша, ніж в її 28 сусідніх держав-членів Європейського Союзу (ЄС).

Частка відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) у кінцевому споживанні енергії в Україні у 2012 р. становила близько 3,4%. Цей показник в 4 рази є нижчим, ніж у середньому в країнах ЄС. При цьому, близько 38% енергії з ВДЕ в Україні було вироблено ГЕС, виробництво якої забезпечується каскадом електростанцій на р. Дніпро. Близько 60% енергії ВДЕ було отримано з продуктів біологічного походження (тверда біомаса, біогаз, біопаливо та ін.)

Розвиток ВДЕ триває в основному за рахунок вітрових електростанцій (ВЕС) та сонячних електростанцій (СЕС). При цьому відзначається непропорційність підтримки СЕС. На СЕС припадає 45-65 % від загальних витрат, а виробляють СЕС лише 20-30 % ВДЕ енергії.

Треба відзначити недостатній обсяг витрат на схему «зелених» тарифів та інших недоліків існуючої політики розвитку генерації електрики з ВДЕ.

Перспективи використання ВДЕ в умовах техногенно змінених ландшафтів у гірничодобувних регіонах.

Серед проблем розвитку ВДЕ в Україні однією з основних є суттєвий дефіцит земельних ділянок для розміщення об'єктів альтернативної енергетики. В умовах гірничодобувних регіонів проблеми дефіциту земельних ділянок для розміщення ВДЕ, на наш погляд, не існує.

В даний час Криворізький залізорудний комплекс представлений 5 гірничозбагачувальними підприємствами з 9 кар'єрами, 8 діючими шахтами, а також низкою допоміжних структур. Загальна площа відчужених земель в Криворіжжі становить 69,9 тис. га. З них під кар'єри відведено 15,9 %, під відвали – 23,5%, під хвостосховища – 28,8%. Але з порушених площ рекультивовано близько 8,5%, а до 8% площ знаходяться поза проведенням гірничих робіт і не використовуються в сільському господарстві (табл. 1).

Таблиця 1

Використання земель підприємствами в Кривбасі (га)

Найменування	ПівдГЗК	ПівнГЗК	ЦГЗК	ІнГЗК	б. НКГЗК	Разом
Земельний відвід, га	4510,3	7196,9	4940,1	4433,0	4219,7	25300,0
Порушено земель (га), в т.ч.	4408,3	5201,0	4074,7	2197,6	2818,7	18700,3
• кар'єрами	525,0	1538,0	655,4	549,5	750,3	4318,2
• шахтами	-	-	-	352,7	-	352,7
• зовнішніми відвалами	1543,7	1729,0	1070,8	535,7	1060,0	5939,2
• хвостосховищами	1527,4	1962,0	1817,8	9775,0	1008,0	7292,7
Відпрацьовано земель, га	172,8	134,4	103,6	-	176,2	587,0
Рекультивовано земель	249,0	420,1	441,1	415,0	135,3	1585,7

В даний час в хвостосховищах загальною площею 7,3 тис. га накопичено близько 2,5 млрд т шлаків. І якщо кар'єри в Криворізькому басейні займають площу більше 4,0 тис. га, то площа під відвалами розкривних порід і некондиційних руд становить близько 6,0 тис. га (табл. 2).

Таблиця 2

Параметри зовнішніх відвалів кар'єрів Криворізьких ГЗКів

Найменування відвалів	Основні параметри відвалів				Площа бічної поверхні в кінцевих контурах, га			Периметр нижньої основи, м	Площа санітарнозахисної зони, га	Питома проектна земельність	
	обсяг, млн м ³	висота, м	Площі підшови ярусу, га		укосів	міжярусних площадок	усього			відвала	сан.зони
			нижнього, га	верхнього, га							
ПівдГЗК	Проектна глибина розробки 650 м при площі кар'єру 680 га										
Лівобережні	225/160	125/80	863/650	530	220	152	372	12400	698	3,835	3,1
Правобережні	66/60	40/40	435/435	410	57	16	73	8780	292	6,397	4,29
Шимановські	20/20	35/35	143/143	84	36	30	66	4980	177	7,15	8,85
Всього	311/240	200/155	1441/1228	1024	313	198	511	26160	1167	17,382	16,24
НКГЗК	№1: Н = 300 м ПЛ = 192 га; №2: Н = 460 м ПЛ = 347 га; №3: Н = 500 м ПЛ = 364 га										
№1	27/27	40/40	93/93	30	46	26	72	3880	144	3,44	5,33
№2-3	509/90	110/60	700/340	363	208	169	377	10750	615	1,378	1,213
Дальні	166/90	95/60	3751/290	246	86	59	145	8940	525	2,016	2,82
Всього	702/207	245/160	4544/723	639	340	254	524	23570	1284	6,834	9,363
ІнГЗК											
№1	49/41	60/50	112/112	76	25	16	41	4600	308	2,286	6,285
№2	525/38	120/60	662/240	576	67	32	99	10400	598	1,261	1,139
№3	41/27	60/40	120/108	87	28	19	47	4680	312	2,926	7,61
Всього	615/106	60/120	894/460	739	120	67	187	19680	1218	6,473	15,034
ЦГЗК	№1: Н = 500 м ПЛ = 480 га; №2: Н = 300 м ПЛ = 104 га; №3: Н = 500 м ПЛ = 336 га										
№1	122/92	100/50	235/220	87	118	53	171	8600	450	1,926	3,688
№2	44/18	50/35	102/102	39	50	24	74	5660	362	2,318	8,23
№3	93/56	55/25	255/240	173	65	412	107	6780	417	2,74	4,48
Всього	259/166	205/110	592/562	299	233	489	352	21040	1229	6,984	16,398
ПівнГЗК	ПЕРШОТРАВНЕВИЙ Н = 320 м ПЛ = 660 га										
№1	170	120	300							1,765	
№2 (перспект.)	325	80	450	220	143	115	258	10700	614	1,384	1,89
	ГАННІВСЬКИЙ Н = 300 м ПЛ = 737 га										
Західні	1300/225	80/60	1900/470	1520	192	224	416	17850	980	1,46	0,75
Всього	1795/395	280/180	2645/740	1740	335	339	674	28550	1594	4,609	2,64

Примітка. У чисельнику – проектні дані, у знаменнику – фактичні.

У Криворізькому басейні в процесі видобутку і переробки залізних руд накопичено також значні обсяги відходів збагачення (шламів, хвостів збагачення), їх кількість, за різними оцінками, становить від 5 до 8 млрд т. Найменування і параметри діючих хвостосховищ наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Параметри діючих хвостосховищ Кривбасу

Найменування хвостосховища	Висота дамб, м	Площа, га	Ємність, млн м ³	Річний обсяг хвостів, млн м ³
«Об'єднане» ПівдГЗК і АрселорМітталл	40-59	350-550	320	6,5
«Войково» ПівдГЗК	50-74	1527	156,5	11,5
Хвостосховище ІнГЗК	1 12	977	379	4,52
«Миролобівське» АрселорМітталл	55	324	107	10,6
Хвостосховище ЦГЗК	25-76	2455	290	7
Хвостосховище ПівнГЗК	76	1974	466	8,84

Аналізуючи таблиці 1-3, на наш погляд, існують перспективи використання альтернативних джерел енергії в умовах техногенно змінених ландшафтів гірничодобувних регіонів країни.

Вітроенергетичний потенціал зовнішніх відвалів.

Об'єкти техногенного ландшафту гірничих районів (відвали) характеризуються значною висотою по відношенню до відмітки денної поверхні. Ця величина досягає 100-120 м і з часом може зростати.

Якщо врахувати те, що швидкість вітру з висотою зростає, то зростає і енергетичний потенціал території, на якій розташовані такі об'єкти. На високих відвалах вітроенергетичний потенціал зростає в порівнянні з рівнинним.

Вибір параметрів вітроенергетичних установок.

На сьогодні найбільшого поширення отримали вітроустановки з горизонтальною віссю обертання турбіни. Вони ефективно використовувалися в районах з сильними вітрами. Такі установки починають генерувати електричний струм при швидкості вітру 8 м/с, а нормально працювати – при швидкостях більших за 12-14 м/с. На рис. 1 показані такі вітряки з горизонтальною віссю обертання турбіни, що працюють в Криму та в Карпатах.

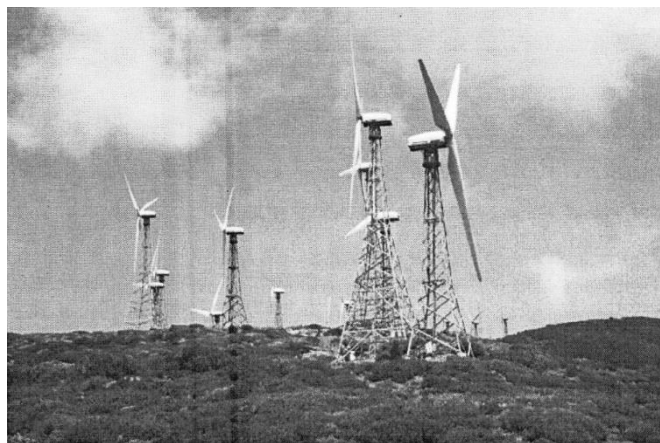


Рис. 1. Вітряки з горизонтальною віссю обертання турбіни

На жаль, для Дніпропетровської області, середня річна швидкість вітру становить лише 4,5 м/с, тому цей тип вітряків є малоефективним. Для територій з помірною швидкістю вітру (до 8 м/с) більш ефективними є вітрогенератори з вертикальною віссю обертання турбіни (рис. 2).

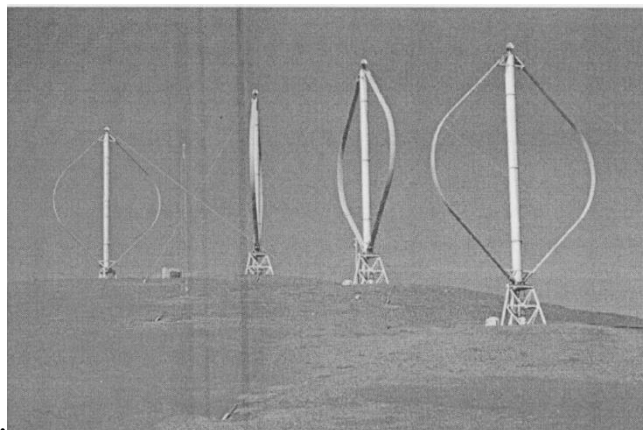


Рис. 2. Вітряки з вертикальною віссю обертання турбіни

В останнє десятиріччя отримали розвиток вітроенергетичні турбіни з вертикальною віссю, яка «плаває» на магнітному підшипнику, за рахунок чого ліквідується тертя. За рахунок цього використовується вся енергія вітру. В цьому вітряку немає ніяких редукторів та традиційних підшипників. Є тільки левітуючий ротор (вітроколесо) і статор, які пов'язані магнітними полями.

Вихідні дані для вибору вітроагрегату в умовах м. Кривий Ріг за 2015 рік наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Визначення вітроенергетичного потенціалу м. Кривий Ріг

Місяць	Кількість днів з швидкістю вітру, м/с																	Більше 17 м/с	
	Штиль	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17
Січень			1	9	2	7	6	3	2			1							
Лютий			1	3	5	12	4		2	1									
Березень			4	3	6	2	6	3	5	1			1						
Квітень			1	1	10	6	4	5		1	1			1					
Травень			2	6	10	4	4	2	3										
Червень			3	7	5	6	6	2		1									
Липень			1	9	7	8	4	2											
Серпень			2	3	5	13	7	1											
Вересень			1	7	8	6	1	4	1		1	1							
Жовтень			2	10	6	7	1	2	2	1									
Листопад			2	5	4	4	6	7	1	1									
Грудень			1	4	8	4	5	5	2		2								
Всього			21	67	76	79	54	36	18	6	4	2	1	1					

Встановлено, що в умовах Кривого Рогу вертикальні вітроенергетичні установки можуть виробляти електроенергії більше ніж в 7 разів, порівняно з традиційними (горизонтальними).

Річне виробництво вітроенергетичної установки VT3-100 фірма Solar Store становить 8849 кВт·добу, або $884,9 \times 24 = 212376$ кВт·год. електроенергії, а установкою VT3-500 буде становити 786120 кВт·год.

Визначення потенціалу сонячної енергетики території земельного відводу ПАТ.

Сонячне випромінювання – величина не постійна і залежить від багатьох факторів – від пори року, часу доби, погодних умов і географічного положення. Ці фактори також повинні враховуватися при розрахунку кількості необхідної потужності сонячних панелей. Якщо планується використання системи цілий рік, то розрахунок повинен проводитися з урахуванням найбільш несприятливих місяців з точки зору сонячного випромінювання.

При розрахунку для кожного конкретного регіону необхідно проаналізувати статистичні дані щодо сонячної активності за кілька років. На підставі цих даних, визначити усереднену дійсну потужність сонячного потоку на квадратний метр земної поверхні. Ці дані можна отримати у місцевих або міжнародних метеослужб. Статистичні дані дозволять з мінімальною похибкою спрогнозувати кількість сонячної енергії для системи, яка буде перетворена сонячними панелями в електроенергію.

Необхідна потужність, що виробляється визначається потужністю, необхідною споживачам електроенергії, яку планується використовувати. При розрахунку треба враховувати втрати на перетворення постійної напруги в змінну, заряд-розряд акумуляторів і втрати в провідниках.

Теоретичний розрахунок:

Питома потужність сонячного випромінювання для м. Кривий Ріг Дніпропетровської області, становить за рік (середня) від 0,95 (грудень) до 5,88 (липень) кВт/м²/добу.

Коефіцієнт корисної дії фотоелектричної панелі за станом на 2016 рік досягає 23%. Приймаємо ККД = 16%.

Коефіцієнт втрат на заряд-розряд акумуляторів: $K = 0,83$.

Теоретична питома потужність фотоелектричної панелі:

$$E = 3,44 \times 0,83 \times 0,16 = 0,456 \text{ кВт/м}^2.$$

На отримання 1 кВт теоретично необхідно 2,2 м² площі панелей.

В дійсності найбільш поширений стандартний сонячний модуль має такі параметри:

Стандартний сонячний модуль розміром $1,966 \times 0,992 = 1,95$ м².

Потужність модуля – 250 Вт.

Для отримання 1кВт необхідно задіяти 6,5 м² площі панелей або 7,5 м² площі території.

Кількість годин сонячного сьйва за рік - 2430 год.

Річна потужність 1-го модуля: $2430 \times 0,25 = 730$ кВт·год.

Річна потужність з площі одного гектара:

$$10000 : 7,5 \text{ м}^2 \times 730 \text{ кВт·год.} = 973330 \text{ кВт·год.}$$

Таким чином, на площі в 1 га можна розмістити: $10000 \text{ м}^2 : 7,5 \text{ м}^2/\text{кВт} = 1334$ панелі, які можуть генерувати 973 тис. кВт·год. електроенергії.

Динаміка генерації електроенергії системою в 30 кВт протягом року в умовах Дніпропетровської області наведена на рис. 3.

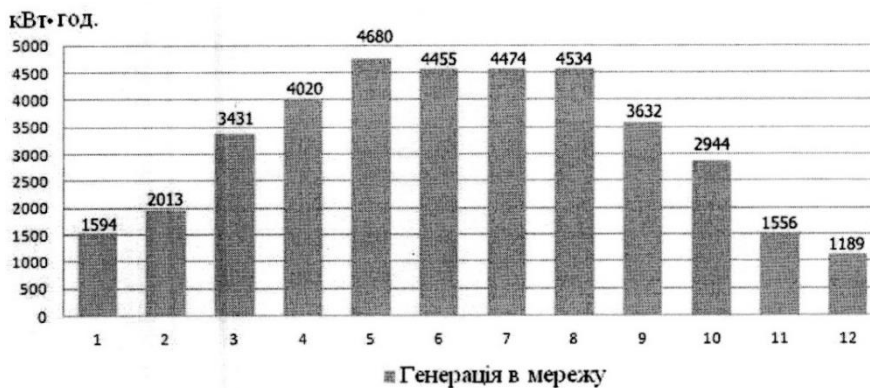


Рис. 3. Генерація системи на 30 кВт протягом року

Сумарна річна продуктивність системи на 30 кВт протягом року – 38523 кВт·год.

Приблизний дохід за рік (за тарифом у 2016 р.) – 7282,8 євро.

Термін окупності системи – 5 років.

Висновки та перспективи впровадження природоузгоджених технологій. Наведені дані дають змогу рекомендувати впровадження на підприємствах Криворізького басейну вітроенергетичної та сонячної електростанції для освітлення площадок кар'єрів і відвалів, роботи насосних установок на хвостосховищах та інших промислових об'єктах, в тому числі установок демінералізації високомінералізованих шахтних вод.

Взагалі, економічна та екологічна ефективність гірничих робіт, особливо в майбутньому, буде залежати від можливості вписування нових технологій в природне середовище. Це може бути досягнуто лише за максимального використання природних ефектів і явищ, а також каскадного принципу відходовикористання. Частково цей принцип показано в вищенаведених технологіях. Але найбільш яскраво це може бути продемонстровано на прикладах демінералізації шахтних вод та використанні порушених територій [5].

Для методу демінералізації необхідно використання значної кількості електроенергії, яка може бути отримана, наведеним вище способом. На заключному етапі – згідно каскадного принципу обезводнення солевідходів здійснюється в гідроізольованих випарних басейнах, які також розташовані на порушених землях.

Як свідчить досвід ГЗК Кривбасу і Запорізького ЗРК, використання енергії Сонця в місцях розташування виробничих об'єктів забезпечує випарування 1 т води з 1 м². Не важко зробити висновок, що для реалізації цього методу необхідно 840 га земель, що не є проблемою.

Прикладом використання природних ефектів і явищ є рекультивація порушених земель з використанням принципу самозаростання на основі отримання води за рахунок керованої конденсації атмосферної води з повітря.

Другим яскравим прикладом вписування технології в довкілля є заключний етап відвалоутворення з заданими параметрами гребенів відвалу, їх орієнтації у природу та навіть створення природоохоронних об'єктів. Ця технологія впроваджена на Інгулецькому ГЗК, де створено унікальний заказник «Візірка».

Таким чином промислове використання порушених гірничими роботами територій повинно стати для гірничодобувного підприємства важливою областю діяльності, стратегічною метою якої є ліквідація збитку від порушення природного середовища.

Перелік посилань

1. Шапарь, А. Г., & Копач, П. И. (2001). Минеральные ресурсы: их исчерпаемость, целесообразность и условия ввода в эксплуатацию. *Экотехнология и Ресурсосбережение*, (2), 11–17.
2. Банный, Н. П., & Банный, Д. Н. (1988). *Технико-экономические расчеты в черной металлургии*. Москва: Металлургия.
3. Металлургия. (1984). *Экономика черной металлургии СССР*. Москва.
4. Шапарь, А. Г., & Копач, П. И. (2004). Ресурсосбережение в горно-металлургическом комплексе – как фактор экологии. *Теория и Практика Металлургии*, (5), 100–103.
5. Шапар, А. Г. (Ed.). (2018). *Новітня парадигма вилучення природних ресурсів з навколишнього середовища*. Дніпро: ІППЕ НАН України.

АННОТАЦІЯ

Цель. Обосновать стратегические подходы внедрения природосогласованных горнодобывающих технологий.

Методика исследований заключается в анализе и синтезе способов получения максимальной эффективности при минимуме негативного влияния на окружающую среду.

Результаты исследований. Проанализирован опыт освоения значительных горнодобывающих регионов Украины. Рассмотрена существующая практика избыточного потребления минерально-сырьевых ресурсов. Сформулированы требования к экологической гармонизации технологических систем. Показаны механизмы повышения эффективности природопользования за счет эффективного использования всех нарушенных горными работами земель, в том числе за счет их использования в условиях техногенно измененных ландшафтов в горнодобывающих регионах. Оценен энергетический потенциал отвалов пустых пород и шламохранилищ, который превышает потенциал равнинных территорий на 50-60%. Сформулированы требования к конструкции ветроэнергетических установок, выполнение которых увеличит производство электроэнергии по сравнению с традиционными в 5-7 раз. Приведенные в статье данные дают возможность рекомендовать внедрения на горнодобывающих предприятиях ветроэнергетической и солнечной электростанции для освещения площадок карьеров и отвалов, работы насосных установок на хвостохранилищах и других промышленных объектах, в том числе установок деминерализации высокоминерализованных шахтных вод. Таким образом, экономическая и экологическая эффективность горных работ, особенно в будущем, будет зависеть от возможности вписывания новых технологий открытых горных работ в природную

среду. Это может быть достигнуто лишь при максимальном использовании природных эффектов и явлений, а также каскадном принципе отходоиспользования. Частично этот принцип показан в вышеприведенных технологиях.

Научная новизна. Установлены новые закономерности и зависимости для возобновляемых источников энергии в условиях горнодобывающих регионов.

Практическое значение. Результаты исследований позволяют реализовать в условиях горнодобывающих регионов новые способы повышения эффективности природопользования.

Ключевые слова: *горно-металлургический комплекс, техноекосистема, металлический фонд, возобновляемые источники энергии, энергетический потенциал, природосогласованные технологии.*

ABSTRACT

The purpose of the work. To substantiate the strategic approaches to the implementation of environmentally friendly mining technologies.

The research methodology is to analyze and synthesize ways to maximize efficiency while minimizing environmental impact.

Research results. The experience of development of significant mining regions of Ukraine is analyzed. Existing practice of excess consumption of mineral resources is considered. Requirements for ecological harmonization of technological systems are formulated. The mechanisms of increasing the efficiency of nature management at the expense of the effective use of all lands affected by mining operations, including due to their use in the conditions of man-made landscapes in the mining regions are shown. The energy potential of waste heaps and sludge heaps, which exceeds the potential of flat territories by 50-60%, has been estimated. Requirements for the design of wind power plants, which fulfillment of which will increase electricity production in comparison with traditional ones by 5-7 times, are formulated. The data given in the article make it possible to recommend the introduction of wind power and solar power plants at mining enterprises to illuminate quarries and dumps, to operate pumping installations at tailings and other industrial sites, including installations for the demineralization of highly mineralized mine waters. Thus, the economic and environmental performance of mining, especially in the future, will depend on the ability to incorporate new opencast mining technologies into the natural environment. This can only be achieved by maximizing the use of natural effects and phenomena, as well as the cascading principle of waste management. This principle is partly demonstrated by the above technologies.

Scientific novelty. New regularities and dependencies for renewable energy in conditions of mining regions have been established.

Practical meaning. The results of the research allow to implement in the conditions of mining regions new ways of increasing the efficiency of nature management.

Keywords: *mining and metallurgical complex, technoecosystem, metal fund, renewable energy sources, energy potential, natural technologies.*