

ЛЕКЦІЯ 1

Основні поняття про ресурсозберігаючу та маловідходну технології

Ключові слова:

- природні ресурси
- раціональне використання надр
- безвідходна технологія
- чиста технологія
- ресурсозбереження
- відходи виробництва
- відновлення природних ресурсів
- природокористування
- реутилізація
- екологічна криза

1.1. Сучасний стан і тенденції розвитку відкритих гірничих робіт

Основну частину народного господарства СНД складає промисловість, на долю якої припадає майже 2/3 валового суспільного продукту.

На земній кулі добувається щорічно понад 10 млрд. т корисних копалин (без будівельних гірських порід і газу). Доля суб'єктів СНД у світовому добуванні складала до недавнього часу біля 25%. Середній щорічний приріст світового добування – 2,5-3%.

Розміри добування кожної корисної копалини визначаються потребами у даному виді мінеральної сировини, а також витратами на її добування і первинну обробку. Нерівномірність розміщення родовищ у надрах, відмінність у їх запасах, якості та умовах розробки пояснюють особливості структури гірничодобувної промисловості у різних країнах світу (табл.1.1).

Україна посідає четверте місце у світі з добування марганцевої руди (11,9%), третє місце з видобування титанової сировини (14%), а у Європі – друге місце після Росії з добування залізної руди. Сумарна вартість корисних копалин, які щорічно добуваються у світі (без СНД), виходячи із середньорічних цін на

мінеральну сировину, оцінюється понад 1 трильйон доларів [10]. Основна частина припадає на горючі корисні копалини (87%), у тому числі на нафту 49%, горючі гази 22% і кам'яне вугілля 14%. Доля руд металів у сумі складає понад 7%, у тому числі заліза 1,9%, міді 2,8%, золота 1,4%. На всі інші корисні копалини припадає понад 5%.

Таблиця 1.1

Добування основних корисних копалин у світі

Корисна копалина	Країна	Доля добування у %
Кам'яне вугілля	США	28,8
	Китай	26,9
	Індія	7,9
Залізна руда	Бразилія	29,67
	Австралія	25,33
	Китай	10,33
Марганцева руда	ПАР	19
	Бразилія	16
	Австралія	12
Мідна руда	Чілі	34,8
	США	10,1
	Канада	4,5

У загальній масі природних ресурсів доля мінеральної сировини складає біля 80%. До 60% продуктів, що знаходяться у народногосподарському обороті, мінерального походження.

В останні роки встановилась тенденція зростання витрат у гірничодобувних галузях для всіх груп країн, зокрема, для країн з господарством, яке централізовано планується. Так, якщо в 1970р. доля капіталу, що використовувався у добувній промисловості, від усього капіталу складала для розвинених країн з ринковою економікою 1,05%, для розвинених країн з економікою, яка централізовано планується – 2,45%, для країн, що розвиваються – 3,67%, то останнім часом ці співвідношення оцінювались відповідно в 1,56; 5,37; 5,02% [22].

Світове споживання мінеральних ресурсів з 1900р. збільшилось у 12 разів. За останні 25-30 років у світі було використано стільки ж сировини, скільки за всю попередню

історію людства.

Сировинна проблема тісно пов'язана з енергетичною, оскільки у сучасному забезпеченні провідне місце (більше 95%) належить **паливним копалинам**: нафті, вугіллю, природному газу, урану.

У вартості всіх видів природних ресурсів екс-СРСР доля корисних копалин, що добуваються, і продуктів їх первинної переробки досягає 65%.

СРСР був єдиною у світі промислово розвинутою країною, яка була забезпечена власною розгалуженою мінерально-сировинною базою. На її долю припадало більше чверті світового виробництва палива і сировини. Особливо швидко його добування зростало у другій половині цього століття. За останній період виробництво вугілля виросло в середньому у світі – на 67%, нафти відповідно у 2,7 рази, природного газу – у 3,8 рази, залізної руди – у 2 рази [22].

Для такого форсованого розвитку мінерально-сировинної бази існували вагомі підстави: необхідність найшвидшої індустріалізації, обмеженість засобів для імпорту, конкуренція і наявність достатньої сировинної бази.

При сумарному добуванні мінеральних ресурсів більше, ніж 9,5 млрд. т, загальні втрати у надрах складають 2,5 млрд. т, у тому числі ті, що усуваються при теперішньому рівні техніки, на суму 5-7 млрд. дол. Із сировини, яка добувається, тільки 2% перетворюється у корисну продукцію, а 98% повертається природі у вигляді відходів.

Гірничо-промисловий комплекс викидає в атмосферу близько 50 млн. т шкідливих речовин, у водоймища скидається більше 2 млрд.м³ забруднених стічних вод і складається на поверхні Землі більше 8,5 млрд. т твердих відходів.

Характерною особливістю світової гірничої промисловості є пониження якості сировини, яка добувається, що обумовлюється вичерпуванням багатих родовищ і удосконаленням техніки й технології добування, переробки, й особливо збагачення корисних копалин; ускладненням гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов розробки і зростання негативного впливу поглиблення гірничих робіт на техніко-економічні показники експлуатації

кар'єрів і шахт; відкриття великих родовищ, але з більш бідними рудами; простежується тенденція значного збільшення (у 3-5 разів) запасів родовища при падінні вмісту металу в рудах у 1,5-2 рази; удосконалення існуючих і створення нових технологій у гірничому і збагачувальному виробництві; залучення до розробки більш багатокomпонентних корисних копалин; відкриття родовищ у віддалених, важко доступних районах; розв'язання проблеми комплексного використання корисних копалин і розкривних порід, подальша концентрація виробництва; підвищення технічного рівня виробництва, удосконалення організації виробництва, праці й управління.

Характерна тенденція розвитку мінерально-сировинного сектору СНД – відсутність компенсації темпів погіршення техніко-економічних умов добування досягненнями науково-технічного прогресу та істотне перевищення темпів погіршення деяких аналогічних показників для промисловості в середньому.

Науково-технічний прогрес у рамках традиційних технологій добувної галузі при достатньо швидкому збільшенні її продукції не компенсує умов добування, оскільки зростання вартості нової техніки вже не компенсується приростом потужності.

На території СНД відкрита розробка родовищ одержала переважний розвиток. Вона забезпечує понад 75% виробництва мінеральної сировини, у тому числі залізної руди – 86%, фосфоритів – 75%, руд кольорових металів – 66%, вугілля – 42% і будівельних гірських порід ~100%.

На залізрудних кар'єрах в останні роки велись роботи з інтенсифікації розкривних робіт. Обсяги виїнятої гірської маси на рудних кар'єрах досягли 2 млрд. т на рік.

Усе гостріше постають питання використання порід розкриття залізрудних родовищ для виробництва будматеріалів. Наприклад, у відвалах Кривбасу знаходиться біля 1 млрд.м³ скельних порід, а у хвостосховищах – 1,2 млрд. т відходів збагачення. Під ними зайнято біля 14 тис. гектарів землі.

Освоюються елементи безвідходної технології. На Ковдорському ГЗК крім залізрудного концентрату випускається апатитовий, на Соколовсько-Сарбайському ГЗК перероблюються

хвости магнітного збагачення з одержанням піритного концентрату. На Качканарському ГЗК та Першоуральському рудоуправлінні виробляється залізорудний концентрат, що містить окис ванадію, який потім добувається у металургійній переробці. На залізорудних підприємствах одержують понад 10 млн.м³ будівельного щебеню і сотні тисяч піску.

Розвитку відкритого добування вугілля сприяє: розширення сфери застосування безтранспортної системи розробки, впровадження ефективної технології вибухового відбивання розкривних порід з частковим їх переміщенням у вироблений простір енергією вибуху.

Впровадження технології підземної газифікації вугілля буде сприяти більш повному використанню вугільних ресурсів – збільшенню коефіцієнта добування запасів, розв'язанню сировинної бази промисловості (паливо і хімічна сировина, сірка, феноли тощо).

Знаходить усе більш широке застосування підземне вилуговування як новий, прогресивний метод розробки родовищ. Є великий позитивний досвід добування урану методом вилуговування на гідрогенних родовищах, що залягають у проникних осадових породах депресійних зон земної кори.

Розроблено і випробувано у виробничих умовах спосіб свердловинного гідродобування зернистих порід. Цей спосіб дає змогу ліквідувати переведення піску і гравію за рахунок використання місцевих сировинних ресурсів і скоротити площі поверхні Землі, що порушуються при розробці.

Виробляється новий підхід до виявлення і використання давно відомих місцевих і нових видів мінеральних агресурсів. Мова йде про торфовіваніт, озерний мул (сапропеліт), глауконіт, цеоліти, безхлорні калійні породи (синніріти).

1.2. Об'єктивна необхідність переходу до ресурсозберігаючого і маловідходного виробництва

За останні три десятиліття близько 2/3 приросту національного доходу колишнього СРСР було одержано за рахунок використання додаткових ресурсів виробництва і близько

1/3 – за рахунок підвищення ефективності використання ресурсів. Таке співвідношення екстенсивних та інтенсивних факторів виробництва у країні склалося історично. Ще в недалекому минулому використовувались широкі можливості залучення нових трудових і матеріальних ресурсів.

Екстенсивний розвиток виробництва привів до залучення у народногосподарський оборот значних обсягів природної речовини. Уже на межі 70-х років щорічне її використання (води, атмосферного кисню, мінеральних ресурсів і маси) у процесі виробництва склало біля 300 млрд. т. У той же час маса готової продукції не перевищувала 1% цієї величини.

У період екстенсивного розвитку економіки широке залучення дешевих природно-сировинних ресурсів було суспільству вигідним. У зв'язку з вичерпуванням екстенсивних факторів розвитку і подорожчанням матеріально-сировинних ресурсів стан змінився. Якщо 25 років тому на кожен карбованець приросту сировини, що добувалася, припадало 2,4 крб. капітальних вкладень, то на початку 80-х років – понад 7 крб. [22].

Екстенсивна технологічна структура виробництва, що склалася, перестала відповідати умовам, які змінились. Вона неперспективна в силу подорожчання природно-сировинних ресурсів, зростаючого їх дефіциту й істотного погіршення екологічних умов у багатьох регіонах.

У даному випадку важливим завданням є визначення пріоритетних напрямів довгострокової господарської політики у сфері переведення промисловості на безвідходний тип виробництва. У наш час складається ситуація, коли перехід на безвідходну технологію стає об'єктивно необхідним.

Екологічні проблеми взаємодії людини і природи за останні десятиріччя набули глобального характеру. Відношення до питань раціонального природокористування служить одним із показників рівня соціального устрою держави і далекоглядності економічної політики.

Науково-технічний прогрес у гірничій справі повинен бути спрямований у першу чергу на нейтралізацію негативного впливу природних факторів, що погіршуються, і забезпечення

інтенсивного та ефективного розвитку виробництва. Нарощування абсолютних обсягів добування і поліпшення техніко-економічних показників повинні бути забезпечені головним чином за рахунок реалізації ефективних інженерних завдань на ділянці створення гірничої техніки і технології, та забезпечення раціонального використання надр.

Завдання щодо охорони надр повинні передбачати [45]:

- ефективне використання балансових запасів та складування забалансових запасів для наступного промислового освоєння;
- застосування прогресивних способів збагачення і переробки мінеральної сировини, комплексне добування з неї корисних компонентів;
- раціональне використання розкривних та вміщаючих порід і відходів виробництва;
- роздільне складування і зберігання корисних копалин, які добуваються водночас і тимчасово не використовуються, відходів виробництва, що містять корисні копалини і цінні компоненти;
- заходи, що забезпечують охорону земель, атмосфери, вод, лісів, тваринного світу від впливу гірничих робіт і підприємств з добування корисних копалин;
- приведення порушених при добуванні корисних копалин земель і водойм до стану, придатного для подальшого використання у народному господарстві.

1.3. Поняття про ресурсозберігаючу та маловідходну технологію відкритих розробок

Загальноприйняте поняття “безвідходна технологія” уперше запропоновано академіками Н.Н. Семеновим і І.В. Петряковим-Соколовим у 70-х роках. Вони трактували, **що безвідходні технології** – це практичне застосування знань, методів і засобів з метою забезпечення у рамках людських потреб найбільш раціонального використання природних ресурсів і енергії з одночасним захистом навколишнього середовища.

На думку І.В. Петрякова-Соколова, однією з неодмінних умов створення безвідходного промислового комплексу є також

поєднання технологій, яке дасть змогу максимально утилізувати всі складові компоненти сировини, що надходить, і споживати всередині підприємства відходи одного виду продукції для виготовлення іншого, майже до повної ліквідації відходів.

Безвідходна технологія – це сукупність технологічних засобів й організаційних заходів, що забезпечують раціональне використання природних ресурсів і збереження сприятливого природного середовища.

У країнах ЄС замість терміна “безвідходна технологія” поширений термін “чиста технологія”. Чиста технологія – це метод виробництва продукції при найбільш раціональному використанні сировини й енергії, який дозволяє одночасно понизити обсяг речовин, що викидаються у навколишнє середовище, забруднюючи її, і кількість відходів, одержаних при виробництві й експлуатації виготовленого продукту.

Принцип безвідходного виробництва запозичений у природи, яка працює за замкнутою схемою, кругообіг речовин та енергії у природі відтворює життя у всіх її різноманітних формах при повній утилізації відходів.

Безвідходна технологія передбачає повну комплексну переробку сировини і відсутність усяких відходів і забруднень у замкнутому технологічному ланцюгу.

Успішний розвиток безвідходної технології пов’язаний з розробкою технологічних методів добування з твердих і рідких сумішей компонентів при малих їх концентраціях, методів утилізації відходів шляхом доведення їх до товарної кондиції, а також з оптимізацією схем технологій з урахуванням вимог екології.

Абсолютно безвідходних виробництв поки що не існує, тому поняття “безвідходна технологія” носить умовний характер. Тут мається на увазі деяка теоретична можливість. Тому є поняття “маловідходна технологія”, котра не у повній мірі реалізує теоретичні можливості. У її процесах можуть відбуватись викиди у межах гранично допустимих кількостей.

У добувній і переробній промисловості безвідходні технології розвиваються за такими напрямками:

1. Створення технологічних процесів і схем, які

виключають чи доводять до мінімуму порушення земної поверхні, відходи і викиди у навколишнє середовище шкідливих речовин, створення водооборотних циклів і безстічних систем для економії й охорони від забруднення шкідливими речовинами природної води.

2. Впровадження систем переробки відходів виробництва і споживання, повернення до основного виробничого циклу вторинних матеріальних ресурсів.

3. Створення гірничо-промислових комплексів, підприємства яких пов'язані переробкою відходів.

Перехід на безвідходні технології істотно знижує приріст залученого до народногосподарського обороту природних ресурсів, запобігає викидам відходів у навколишнє середовище, іншими словами, підвищується ефективність використання природно-сировинних ресурсів при одночасному зниженні витрат на охорону навколишнього середовища. Перехід на безвідходну технологію, крім того, веде до підвищення продуктивності нової техніки.

Створення безвідходних технологій у багатьох випадках пов'язано з розробкою принципово нових засобів виробництва, корінною перебудовою традиційної технології.

Галузь знань “Безвідходна технологія” використовує свій понятійний апарат, чітке знання якого дає змогу однозначно розуміти матеріал, що викладається.

Відновлення природних ресурсів – процес одержання ресурсів природи заново або без втручання людини, або з її участю. Розрізняють невідновлювані і відновлювані ресурси. До перших належить більша частина корисних копалин, до другої – рослинність, тваринний світ і деякі види мінеральної сировини.

Вторинними матеріальними ресурсами називаються відходи виробництва і споживання, котрі на даному етапі розвитку науки і техніки можуть бути використаними у народному господарстві як потенційна сировина чи додаткова продукція. До них належать відходи виробництва, що залишаються після використання і допоміжних виробничих матеріалів для одержання основної продукції даного виробництва, а також побічна і супутня продукція, одержана в

процесі виробництва паралельно з основною продукцією чи в результаті додаткової промислової обробки відходів. До вторинних матеріальних ресурсів не належать зворотні відходи, неминучі технологічні втрати і покидьки виробництва.

Відходи виробництва – це залишки сировини і матеріалів, що утворюються в процесі виготовлення основної продукції, які не повністю втратили споживчу вартість вихідної сировини та матеріалів, і можуть бути використаними у народному господарстві як сировина чи добавка до неї при виробництві нової продукції.

Під **геотехнологією** як методами добування корисних копалин слід розуміти способи, засновані на використанні свердловинних систем для переведення корисних копалин до рухомого стану шляхом впливу на місці їх залягання теплових, масообмінних, хімічних і гідродинамічних процесів, і доставку продуктивної маси на поверхню.

У науковому аспекті геотехнологія – це наука про фізичні, хімічні та фізико-хімічні методи впливу на продуктивний поклад, про основні явища і закономірності, що характеризують геотехнологічні методи.

Державне землепорядження – система державних заходів, спрямованих на здійснення завдань державних органів у сфері користування землею щодо організації найбільш повного, науково обгрунтованого, раціонального й ефективного її використання, підвищення культури землеробства та охорони земель.

Гірничий нагляд – система заходів з державного контролю за дотриманням безпеки ведення гірничих та геологорозвідувальних робіт, правильності експлуатації родовищ корисних копалин і будівництва гірничих підприємств.

Забруднююча речовина – будь-яка речовина, кількість якої у навколишньому середовищі перевищує звичайний вміст її у природному фоні.

Замкненість технологічної системи – форма технологічного циклу, при якій залучені природні ресурси, що не входять до складу кінцевого продукту, який виробляється (як правило, енергія, повітря, вода, каталізатори), знову використовують у процесі виробництва (того ж реутилізаційного

з ним).

Землекористування – користування землями єдиного державного земельного фонду в установленому законодавством порядку. Основними обов'язками землекористувачів є дбайливе ставлення до землі, постійне піклування про підвищення її родючості тощо.

Відходами споживання називаються повністю різні або частково амортизовані матеріали й вироби, які після фізичного чи морального зносу можуть бути використаними у якості сировини чи бути спрямованими для повторного застосування.

Побічними продуктами виробництва вважаються такі продукти, які утворюються в результаті фізико-хімічної переробки сировини поряд з основною продукцією, але не є головною метою даного виробничого процесу, вони можуть бути використані як готова сировина без подальшої доробки. Побічні продукти, як правило, є товарами, тобто мають ДОСТ, установлену ціну, одержання і розподіл їх планується.

Природні ресурси – частина всієї сукупності природних умов існування людства і найважливіші компоненти оточуючого його природного середовища, що використовуються в процесі суспільного виробництва з метою задоволення матеріальних і культурних потреб суспільства.

Природоохоронна захисна техніка – техніка, призначена уловлювати й знешкоджувати будь-яким ефективним способом шкідливі компоненти відходів і викидів промислового виробництва. Обладнання та апаратура промислових підприємств, що використовуються у безвідходному технологічному режимі, також належать до природоохоронних засобів, оскільки вони у сукупності складають матеріально-речовинну основу нормального функціонування еколого-економічної системи.

Природокористування – міждисциплінарна наукова галузь і практика розробки й впровадження в господарське життя загальних принципів раціонального прямого і непрямого використання природних ресурсів людським суспільством на основі вивчення взаємодії природи і суспільства в ході еволюційно-історичного процесу.

Ресурсозбереження – сукупність процесів, які забезпечують пониження ресурсоспоживання в заданих умовах існування матеріального об'єкта, що споживає ресурси певного виду.

Реутилізація – використання відходів одного виробництва, галузі господарства, побуту як відходного продукту для інших виробництв чи господарських галузей, що входять до реутилізаційного циклу. Реутилізація відходів є найбільш прогресивним напрямом розвитку технології виробництва для забезпечення скорочення викидів відходів у навколишнє природне середовище. Реутилізація дає змогу вирішувати проблему забруднення навколишнього природного середовища й понижувати потребу (на одиницю продукції) природних ресурсів, що особливо важливо для невідтворюваних природних ресурсів.

Супутні продукти одержують у деяких галузях промисловості одночасно з основними видами сировини при добуванні чи збагаченні корисних копалин. Вони не є метою виробничого процесу і можуть бути використані у народному господарстві як готова продукція чи матеріали без подальшої доробки.

Екологічна криза – 1) відносна нестача паливно-енергетичної сировини, обумовлена значною енергоємністю сучасного виробництва, малим коефіцієнтом корисної дії механізмів і невмінням користуватися циклами реутилізації енергії; 2) екологічна рівновага, пов'язана із забрудненням біосфери Землі, що веде до порушення клімату планети і на основі цього до регіональних екологічних катастроф.

Узагальнення досягнень у галузі гірничої справи й економіки мінеральної сировини дозволяє вважати, що прискорений розвиток одержить теорія і практика ресурсозберігаючої й безвідходної технології, оскільки це диктується загальними потребами соціально-економічного розвитку держави й економічними умовами розвитку.

ЛЕКЦІЯ 2

Правові та нормативні акти з питань ресурсо-збереження та раціонального природокористування

Ключові слова:

- ресурсний аспект
- різноманітність і цілісність природних комплексів
- загальне і спеціальне використання природних ресурсів
- промислові відходи
- використання надр
- ліміти використання
- норматив збору
- розміри збору
- комплексне використання природних ресурсів
- дисциплінарна, адміністративна, цивільна і кримінальна відповідальність
- пільги підприємствам

2.1. Принципи охорони навколишнього природного середовища

Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – невід’ємна умова сталого економічного та соціального розвитку України.

Згідно зі ст.3 Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища" визначено основні принципи охорони навколишнього середовища:

- пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов’язковість додержання екологічних стандартів, нормативів та лімітів використання природних ресурсів при здійсненні господарської, управлінської та іншої діяльності;
- гарантування екологічно безпечного середовища для життя і здоров’я людей;
- запобіжний характер заходів щодо охорони

навколишнього природного середовища;

- екологізація матеріального виробництва на основі комплексності рішень у питаннях охорони навколишнього природного середовища, використання та відтворення відновлюваних природних ресурсів, широкого впровадження новітніх технологій;

- просторова та видова різноманітність і цілісність природних об'єктів і комплексів;

- науково обгрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства на основі поєднання міждисциплінарних знань екологічних, соціальних, природничих і технічних наук та прогнозування стану навколишнього природного середовища;

- гласність і демократизм при прийнятті рішень, реалізація яких впливає на стан природного середовища;

- науково обгрунтоване нормування впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище;

- безоплатність загального та платність спеціального використання природних ресурсів для господарської діяльності;

- стягнення збору за забруднення навколишнього природного середовища та погіршення якості природних ресурсів, компенсація шкоди, заподіяної порушенням законодавства про охорону навколишнього природного середовища;

- вирішення питань охорони навколишнього природного середовища та використання природних ресурсів з урахуванням ступеня антропогенної змінності територій, сукупної дії факторів, що негативно впливають на екологічну обстановку;

- поєднання заходів стимулювання і відповідальності у справі охорони навколишнього природного середовища;

- вирішення проблем охорони навколишнього природного середовища на основі широкого міжнародного співробітництва.

Задачею сучасного законодавства про охорону навколишнього природного середовища є збереження і відновлення сприятливого природного середовища. Природоохоронні законодавчі акти

базуються на конституційних положеннях про загальнодержавне надбання важливих елементів природного середовища і їх використання для блага народу.

2.2. Природоохоронні законодавчі акти

Стаття 13 Конституції України проголошує: "Земля, її надра, атмосферне повітря, водні та інші природні ресурси, які знаходяться в межах території України, природні ресурси її континентального шельфу, виключної економічної зони є об'єктами права власності Українського народу.... Кожний громадянин має право користуватися природними об'єктами права власності народу відповідно до закону. Власність зобов'язує. Власність не повинна використовуватись на шкоду людини і суспільства. Держава забезпечує захист прав усіх суб'єктів права власності і господарювання, соціальну самоспрямованість економіки...", а у статті 66 записано: "Кожен зобов'язаний не заподіювати шкоду природі, культурній спадщині, відшкодувати завдані ним збитки".

У березні 1998 року Верховна Рада України затвердила постанову "Про основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки", де чітко сформовано завдання функціонування і розвитку видобувної промисловості. Головним завданням на найближчу перспективу є запобігання збільшенню рівня забруднення та виснаження природних об'єктів. Згідно з чим для видобувної промисловості необхідно:

- збільшити виробництво енергетичного вугілля в результаті видобутку коксівного вугілля;
- удосконалити технологічні процеси мокрого збагачення вугілля з метою ефективного вилучення з нього сірки;
- розробити і впровадити технологічні схеми очищення та використання мінералізованих шахтних вод;
- розробити та впровадити технології для обладнання й використання відвалів пустої породи, з метою одержання з них сировини для будівельної індустрії;
- забезпечити роздільне складування розкривних порід з

метою подальшого їх ефективного використання для виробництва будівельних та інших видів матеріалів і продукції;

- забезпечити в найближчі роки гасіння породних відвалів, а також розвиток закладки породою відпрацьованого простору шахт.

Важливим розділом в "Основних положеннях..." є розділ про відходи. Одним із пріоритетних напрямів мінімізації накопичення промислових відходів є повернення їх у виробництво з метою вилучення цінних компонентів і використання їх як вторинних ресурсів. Для досягнення цілей ресурсного аспекту передбачається:

- визначення обсягів і темпів утворення та дислокації відходів;
- визначення складу та властивостей відходів;
- аналіз умов і закономірностей використання первинної і вторинної сировини, стану сировинного ринку, економічної оцінки утилізації відходів;
- обґрунтування концепції пріоритетних напрямів і масштабів розвитку вторинного ресурсокористування, цільових програм;
- проблемно-орієнтована класифікація відходів за ресурсними ознаками;
- розроблення нових і вдосконалення діючих технологій та виробничих схем утилізації відходів;
- забезпечення селективного складування відходів за їх властивостями та консервація ресурсоцінних відходів (створення техногенних родовищ);
- розроблення конкретних рекомендацій і обґрунтувань щодо утилізації відходів, проектування технологічних ланцюгів комплексної переробки сировини.

Для стимулювання і подальшого розвитку маловідходних технологій важливим є Закон України "Про відходи", де сформовано принципи і напрями державної політики у сфері поводження з відходами:

- зведення до мінімуму утворення відходів та зменшення їх небезпечності;
- забезпечення комплексного використання

мінерально-сировинних ресурсів;

- сприяння максимально можливій утилізації відходів шляхом прямого повторного чи альтернативного використання ресурсно-цінних відходів;

- організація контролю за місцями чи об'єктами розміщення відходів для запобігання шкідливому впливу їх на навколишнє природне середовище та здоров'я людини;

- здійснення комплексу науково-технічних та маркетингових досліджень для виявлення і визначення ресурсної цінності відходів з метою їх ефективного використання;

- обов'язковий облік відходів на основі їх класифікації та паспортизації.

Важливе значення для раціонального землекористування має прийнятий у 1992 році "Земельний кодекс". Основними завданнями його є регулювання земельних відносин з метою утворення умов для раціонального використання й охорони земель, рівноправного розвитку всіх форм власності на землю і господарювання, збереження та відтворення родючості ґрунтів, поліпшення природного середовища, охорони прав громадян, підприємств, установ і організацій. Стаття 4 Кодексу проголошує: "У державній власності перебувають усі землі України, за винятком земель, переданих у колективну і приватну власність... Не можуть передаватись у колективну та приватну власність землі гірничодобувної промисловості...".

Безсумнівним надбанням Кодексу є положення про передачу земель у власність і надання їх у користування. Згідно зі ст.21 "Надання земельних ділянок для видобування корисних копалин відкритим способом та проведення інших робіт, пов'язаних із порушенням ґрунтового покриву проводиться після приведення раніше наданих земельних ділянок у стан, придатний для використання їх за призначенням, повернення цих ділянок попереднім власникам землі або землекористувачам ...".

Особливо важливим і значним для гірників є Кодекс України "Про надра". Основним завданням Кодексу є регулювання гірничих відносин з метою забезпечення раціонального, комплексного використання надр для задоволення потреб у мінеральній сировині та інших потреб суспільного виробництва,

охорони надр, гарантування при користуванні надрами безпеки людей, майна та навколишнього природного середовища, а також охорона прав і законних інтересів підприємств, установ, організацій та громадян. Головне значення Кодексу міститься в законодавчому закріпленні принципів комплексного і раціонального використання надр, яке визначає основу всієї діяльності, пов'язаної з використанням надр. Основними вимогами при розробці родовищ корисних копалин є:

1) застосування раціональних, екологічно безпечних технологій видобування корисних копалин і вилучення наявних у них компонентів, що мають промислове значення, недопущення наднормативних втрат і погіршення якості корисних копалин, а також вибіркового відпрацювання багатих ділянок родовищ, що призводить до втрат запасів корисних компонентів;

2) здійснення дорозвідки родовищ корисних копалин та інших геологічних робіт, проведення маркшейдерських робіт, ведення технічної документації;

3) облік стану і руху запасів, втрат і погіршення якості корисних копалин, а також подання до статистичних та інших державних органів встановленої законодавством документації;

4) недопущення псування розроблюваних і сусідніх з ними родовищ корисних копалин, а також збереження запасів корисних копалин, що консервуються;

5) складування, збереження та облік корисних копалин, а також відходів виробництва, що містять корисні компоненти і тимчасово не використовуються;

6) раціональне використання розкритих порід і відходів виробництва;

7) безпечне для людей, майна і навколишнього природного середовища ведення робіт.

При переробці мінеральної сировини повинні забезпечуватися:

1) додержання технологічних схем переробки мінеральної сировини;

2) облік і контроль за розподілом корисних компонентів на різних стадіях переробки та ступенем їх вилучення з мінеральної сировини;

3) вивчення технологічних властивостей і складу мінеральної сировини;

4) раціональне використання відходів переробки (шламу, пилю, стічних вод тощо);

5) складування, облік і зберігання відходів виробництва, що містять корисні компоненти і тимчасово не використовуються.

При розробці родовищ корисних копалин та переробці мінеральної сировини має забезпечуватися додержання інших вимог, передбачених законодавством про охорону навколишнього природного середовища.

2.3. Відповідальність за порушення законодавчих актів

Порушення законодавства України про охорону навколишнього природного середовища тягне за собою встановлену законодавством України дисциплінарну, адміністративну, цивільну і кримінальну відповідальність.

До відповідальності притягуються як самі порушники норм, так і посадові особи, які не прийняли відповідних заходів щодо охорони природного середовища.

Посадові особи та спеціалісти, винні в порушенні вимог щодо охорони навколишнього природного середовища та використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, за поданням державних органів охорони навколишнього природного середовища згідно з рішенням їх управлінських органів позбавляються премій за основними результатами господарської діяльності повністю або частково.

Шкода, заподіяна внаслідок порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища підлягає компенсації в повному обсязі, без застосування норм зниження розміру стягнення та незалежно від збору за забруднення навколишнього природного середовища і погіршення якості природних ресурсів.

Особи, яким заподіяно такої шкоди, мають право на відшкодування неодержаних прибутків за час, необхідний для відновлення здоров'я, якості навколишнього природного середовища, відтворення природних ресурсів до стану,

придатного до використання за цільовим призначенням.

ЛЕКЦІЯ 3 Економічний механізм забезпечення охорони навколишнього природного середовища при раціональному використанні ресурсів

2.4.1. Економічні заходи забезпечення раціонального природокористування

Економічні заходи забезпечення охорони навколишнього середовища в Україні передбачають:

- Визначення джерел фінансування заходів щодо охорони навколишнього природного середовища.
- Встановлення лімітів використання природних ресурсів, викидів і скидів забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище та на утворення і розміщення відходів.
- Встановлення нормативів збору і розмірів збору за використання природних ресурсів, викиди і скиди забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище, на утворення і розміщення відходів та інші види шкідливого впливу.
- Надання підприємствам, установам і організаціям, а також громадянам податкових, кредитних та інших пільг при впровадженні ними маловідходних, енерго- і ресурсозберігаючих технологій та нетрадиційних видів енергії.

Фінансування заходів щодо охорони навколишнього природного середовища здійснюється за рахунок Державного бюджету України, республіканського бюджету, Автономної Республіки Крим, місцевих бюджетів, коштів підприємств установ та організацій, фондів охорони навколишнього природного середовища, добровільних внесків та інших коштів.

Ліміти використання природних ресурсів установлюються в порядку, що визначається ВР Автономної Республіки Крим, обласними, міськими Радами, крім випадків, коли природні ресурси мають загальнодержавне значення.

Ліміти використання природних ресурсів загальнодержавного значення установлюються в порядку, що визначається Кабінетом

Міністрів України.

В Україні існує три види зборів:

- за спеціальне використання природних ресурсів;
- за забруднення навколишнього природного середовища;
- за погіршення якості природних ресурсів.

Норматив збору за використання природних ресурсів визначається з урахуванням їх розповсюдженості, якості, можливості відтворення, доступності, комплексності, продуктивності, знешкодження і утилізації відходів.

Норматив збору за використання природних ресурсів, а також порядок його стягнення встановлюються Кабінетом Міністрів України.

2.4.2. Збори за використання природних ресурсів

Плата (збори) за землю. Установлюються три види плати:

- за використання земель сільськогосподарського призначення;
- за використання земель населених пунктів;
- за вилучення угідь, що надані під непрофільне використання.

Плата за використання земель населених пунктів.

Ставка земельного податку з земель, грошову оцінку яких визначено, встановлюється в розмірі 1% від їх грошової оцінки.

Для земельних ділянок, грошова оцінка яких не встановлена, встановлюються середні ставки податку залежно від розміру населеного пункту (чисельність населення). Зокрема, для невеликих населених пунктів вона змінюється від 1,5 коп. за 1 м² (для пункту в 0,2 тис. чол.) до 4,8 коп. за 1 м² (для пункту в 10-20 тис. чол.); про розмір середньої плати для найбільш великих населених пунктів можна робити висновок з таблиці 2.1.

У населених пунктах, що належать до категорії курортних, розмір ставок коректується застосуванням поправочного коефіцієнта: Південний берег Криму – 3,0; Південно-Східне узбережжя Криму – 2,5; Західне узбережжя Криму – 2,2; Чорноморське узбережжя Миколаївської, Одеської і Херсонської

областей – 2,0; гірські райони і передгір'я Закарпатської, Львівської, Івано-Франківської і Чернівецької обл. – 2,3; узбережжя Азовського моря – 1,5.

Таблиця 2.1

**Ставка земельного податку для населених пунктів,
де не встановлено плату за землю**

Розмір нас. пункту, тис. чол.	Середня ставка податку, коп/м ²	Коефіцієнт для міст обласного підпорядкування
20 – 50	7,5	1,2
50 – 100	9	1,4
100 – 250	10,5	1,6
250 – 500	12	2
500 – 1000	15	2,5
1000 і вище	21	3

У тому випадку, коли розмір зайнятих ділянок землі *перевищує норми відведення*, ставки податків за наднормативні площі зайнятих земель збільшуються в 5 разів.

Податок за земельні ділянки на територіях та об'єктах природоохоронного, оздоровчого та рекреаційного призначення, зайняті виробничими, культурно-побутовими, господарськими будівлями і спорудами, що не пов'язані з функціональним призначенням цих об'єктів, справляється у 5-кратному розмірі відповідно до встановленого земельного податку.

Плата (збори) за вилучення угідь під непрофільне використання. У Законі «Про плату за землю» цей розділ формулюється так: «Плата за землі промисловості, транспорту, зв'язку, оборони та іншого призначення, а також за землі природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного, історико-культурного призначення та за землі лісового і водного фондів (за межами населених пунктів)».

- *Земельний податок* за зазначений вид вилучення земель справляється в розрахунку 5% від грошової оцінки одиниці площі *ріллі* для області.

- Для залізничного транспорту і військових з'єднань величину податку встановлено в розмірі 0,02% грошової оцінки ріллі для області.

- За тимчасове вилучення земель природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного й історико-культурного призначення розмір плати становить 50% від грошової оцінки одиниці площі ріллі для області.

- Податок за вилучення лісових угідь прирівнюється до плати за використання лісових ресурсів. У тому випадку, коли землі лісового фонду вилучаються під виробничі, культурно-побутові, житлові і господарські будинки і споруди, розмір земельного податку становить 0,3% від грошової оцінки одиниці площі ріллі для області.

- Земельний податок за ділянки водного фонду складає 0,3% від грошової оцінки одиниці площі ріллі для області.

Платежі (збори) за використання надр. Цей вид платежів умовно можна розділити на такі види: а) збір за видачу ліцензій на користування надрами; б) плата за користування надрами; в) відрахування за геологорозвідувальні роботи, що виконуються за рахунок державного бюджету; г) плата за використання підземного простору.

(а) Збір за видачу ліцензій справляється, виходячи з розмірів неоподаткованого мінімуму доходів громадян згідно з таблицею 2.2 (затверджено Постановою Кабінету Міністрів України №709 від 31.08.1995). Зазначені в таблиці ставки збору стосуються юридичних осіб України. З фізичних осіб України збори справляються за ставками, розмір яких становить 50% розміру ставок, наведених у таблиці. З іноземних юридичних та фізичних осіб ставки справляються у двократному розмірі від зазначених у таблиці.

Таблиця 2.2

**Збір за видачу ліцензій на користування надрами
(у неоподаткованих мінімумах доходів громадян)**

Вид ліцензії	Розмір збору
--------------	--------------

Геологічне вивчення надр (крім робіт, що виконуються за рахунок бюджетного фінансування)	20
Розробка родовищ корисних копалин (крім родовищ підземних вод та торфу):	
- діючими підприємствами;	60
- підприємствами, будівництво яких розпочинається	80
Розробка родовищ підземних вод та торфу	20
Користування відходами гірничодобувних і пов'язаних з ними переробних виробництв:	
- розробка техногенних родовищ;	40
- розробка накопичень відходів, запаси яких не оцінені	30
Користування надрами з метою, не пов'язаною з розробкою родовищ (за винятком підземних сховищ для зберігання нафти, газу, радіоактивних речовин; розміщення лікувальних, рекреаційних і культурно-освітніх закладів)	80
Розміщення підземних сховищ для зберігання нафти, газу, радіоактивних і токсичних речовин	100

(б) Плата за користування надрами.

Установлення зборів за використання *мінеральних ресурсів* пов'язано з реалізацією права державної власності на мінеральні ресурси і необхідністю компенсації витрат на геологорозвідувальні роботи. За допомогою зазначених платежів мають вирішуватися наступні завдання:

- створення джерел фінансування геолого-розвідувальних робіт;
- вирівнювання умов господарювання для підприємств, що освоюють різні за якістю родовища;
- узгодження загальнодержавних і регіональних інтересів через відповідний розподіл коштів;
- фінансування заходів з охорони надр та навколишнього природного середовища, а також соціально-економічної та екологічної реабілітації гірничодобувних регіонів;
- формування фонду коштів для дотації за розробку

родовищ корисних копалин, що обумовлена суспільними потребами.

Базові нормативи за користування надрами для видобутку корисних копалин були затверджені Постановою КМ України №1014 від 12.09.1997. У 2001 році вони були скориговані постановою КМ України №957 від 8.08.2001 (таблиця 2.3). Зазначена постанова набрала чинності з 1.01.2002.

Таблиця 2.3

**Базові нормативи плати за користування надрами
для видобутку окремих корисних копалин**

Корисні копалини	Плата за одиницю погашених запасів, грн/тонну
Залізна руда для збагачення	0,07
Залізна руда багата	0,10
Марганцева руда	0,17
Бентонітова глина	0,08
Глина вогнетривка	0,06
Каолін вторинний	0,06
Доломіт	0,05
Флюсовий вапняк	0,03
Кварцит та пісок кварцовий для металургії	0,05
Пісок формувальний	0,04
Кварцит для виробництва	0,07

(в) Нормативи відррахування за геологорозвідувальні роботи, що виконуються за рахунок державного бюджету, були затверджені у 1999 році. Розміри ставок зазначених платежів показано в таблиці 2.4.

Подібні платежі практикуються в більшості розвинених країн, маючи тенденцію до зростання в останнє десятиріччя і зараз становлять від **3-4%** до **10-15%**. Рівень українських платежів є в середньому удвічі нижчим.

Поступаються вітчизняні платежі й рівню російських «відрахувань на відтворення мінерально-сировинної бази». Зокрема, зазначені російські ставки платежів для нафти, газу, конденсату становлять - 10%, вугілля - 5%, залізної руди - 3,7%, кольорових і рідкісних металів - 8,2%, нерудних корисних копалин - 5% і т.д.

Таблиця 2.4

Оцінка частки відрахувань за геологорозвідувальні роботи (ГРР) у вартості мінеральної продукції

Вид корисних копалин	Вид товарної продукції	Один. виміру	Частка відрахувань за ГРР у варт. товару, %
Нафта	Нафта	т	8,5
Газ природний	Газ природний	тис. м ³	6,0
Вугілля кам'яне	Вугілля	т	0,7-0,8
Вугілля буре	Вугілля	т	0,4-0,5
Залізна руда незбагачена	Концентрат	т	1,5-1,6 до 1,8
Залізна руда збагачена	Мартенівська руда	т	2,4
Марганцева руда	Концентрат	т	0,7-0,8
Титанова руда	Ільменітовий концентрат	т	1,3-1,4
Титаново-цирконієва руда	Ільменітовий, рутиловий, цирконієвий концентрат	т	0,5-0,8
Вапняки флюсові	Щебінь фракціоновий	т	1,25
Сірчана руда	Сірка гранульована	т	1,2
Калієво-магнієва сіль	Калімагнезія	т	3,5
Гіпс	Гіпс	т	0,3
Цегельно-черепична сировина	Цегла	т	0,25
Камінь будів.	Щебінь	м ³	0,5

Плата за використання підземного простору.

Порядок і ставки плати встановлено Постановою Кабінету Міністрів України від 08.11.2000 №1682. Річні нормативи плати встановлюються окремо для кожного виду використання підземного простору в гривнях на одиницю виміру. У тому числі за видами використання нормативи плати становлять:

- зберігання природного газу і газопродуктів, грн./тис. м³ – 0,05;
- зберігання нафти і нафтопродуктів, грн./м³ – 0,05;
- провадження іншої господарської діяльності, грн./м² – 0,20.

Під об'єкти підземного простору можуть використовуватися природні геологічні утворення: пористі чи тріщинуваті утворення (пласти-колектори), створені та існуючі гірничі виробки

(відпрацьовані і пристосовані); природні порожнини (печери).

Плата за використання водних ресурсів. Систему плати за водні ресурси було введено Водним кодексом України в 1995 році. Ставки плати кілька разів коректувалися й уточнювалися.

Повна ставка плати (збору) за використання водних ресурсів є сумою двох ставок:

- за використання води як природного ресурсу і формування доступних для використання ресурсів у системі водопостачання; визначається, виходячи з рентної оцінки джерела за економічною ефективністю використання води замикаючими (за соціально-економічним ефектом) водокористувачами;
- за забір води, її очищення і розподіл між водокористувачами в системі водопостачання.

Нормативи плати за спеціальне використання прісних водних ресурсів були затверджені Постановою КМ України від 8.02.1997 №164 (табл. 2.5 і 2.6).

Нормативи плати (збору) за спеціальне використання водних ресурсів для потреб вантажного транспорту становлять: 1,25 коп. за 1 тонно-добу експлуатації флоту.

Місцеві органи влади мають широкі повноваження диференціації тарифів за водопостачання залежно від категорії споживачів. Зокрема, у багатьох областях тариф за воду для населення у 4-4,5, а для підприємств комунально-побутових підприємств у 2,0-2,5 рази нижчий, ніж для промислових підприємств. Це можливо, у тому числі, і завдяки дотаціям (до 40-50%), що часто надаються для водоспоживання населення.

Таблиця 2.5

Нормативи плати (зборів) за спеціальне використання водних ресурсів з поверхневих водних об'єктів

Басейни рік, включаючи притоки	Нормативи плати, коп/м ³
Дніпра, на північ від Києва (включаючи Київ), Прип'яті і Десни	3,6
Дніпра, південніше Києва	3,42
Інгульця	5,22
Сіверського Дінця	7,02

Південного Бугу	3,96
Інгулу	4,86
Дністра	2,16
Вісли і Західного Бугу	2,16
Прута та Сірета	1,62
Тиси	1,62
Дунаю	1,44
Рік Криму	7,2
Рік Приазов'я	8,64
Інших рік	3,96

Таблиця 2.6

**Норматив плати за спеціальне використання
підземних вод**

Найменування регіону (області)	Норматив плати, коп/м ³
Крим	6,66
Вінницька	5,76
Волинська	5,94
Дніпропетровська	5,04
Донецька	6,84
Житомирська	5,76
Закарпатська	3,78
Запорізька	5,22-5,76
Івано-Франківська	5,04-9
Київська	2,88-3,78
Кіровоградська	6,66
Львівська	5,22
Луганська, Миколаївська	7,56

Продовження табл. 2.6

Одеська	6,3
Полтавська	3,24-3,78
Рівненська	4,44-5,04
Сумська	3,78-4,5
Тернопільська	7,02
Харківська, Херсонська	5,4
Хмельницька	4,5-6,84

Черкаська	3,24
Чернівецька	6,3
Чернігівська	3,96-5,4

Розподіл зборів. Співвідношення між частками відррахувань, що перерозподіляються на різні рівні господарювання, для зазначених видів платежів за природні ресурси мають такий вигляд (%):

	У держбюджет	В обласні, місцеві бюджети
За землю	30	70
За надра	40	60
За воду	80	20

ЛЕКЦІЯ 4 Збори за забруднення (порушення) природного середовища

Забруднення атмосфери

Стаціонарні джерела забруднення. Загальний алгоритм розрахунку зборів, відповідно до вищенаведених документів, має такий вигляд:

$$P_{\text{вс}} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{лі}} + M_{\text{ні}} K_{\text{н}}) H_{\text{бі}} K_{\text{нас}} K_{\text{ф}}, \quad (2.1)$$

де $P_{\text{вс}}$ – сума зборів за викиди в атмосферу забруднюючих речовин; $M_{\text{лі}}$ – обсяг викиду i -ої забруднюючої речовини в межах ліміту (т); $M_{\text{ні}}$ – обсяг понадлімітного викиду (різниця між об'ємом фактичного викиду і значенням ліміту) i -ої забруднюючої речовини в тоннах у межах ліміту (т); $K_{\text{н}}$ – коефіцієнт кратності збору за понадлімітний викид в атмосферу забруднюючих речовин – 5; $H_{\text{бі}}$ – норматив збору за тонну i -ої забруднюючої речовини у гривнях (грн./т) (значення нормативів для деяких речовин представлено в табл. 2.7 - 2.9); $K_{\text{нас}}$ – коригуючий коефіцієнт, що враховує чисельність жителів населеного пункту, наведено у табл. 2.10; $K_{\text{ф}}$ – коригуючий коефіцієнт, що враховує народногосподарське значення населеного пункту, наведено у табл. 2.11.

Таблиця 2.7

Нормативи збору за викиди основних забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення

Назва забруднюючої речовини	Норматив збору, грн./т	Назва забруднюючої речовини	Норматив збору, грн./т
Азоту окисли	53	Марганець і його сполуки	1376
Аміак	10	Нікель і його сполуки	2150
Ангідрит сірчастий	53	Озон	53
Бензопирен	67871	Ртуть і її сполуки	2260
Водень хлористий	2	Свинець і його сполуки	2260
Вуглецю окис	2	Сірководень	171
Вуглеводи	3	Сірковуглець	111
Газоподібні фтористі з'єднання	132	Стирол	389
Тверді речовини	2	Фенол	242
Формальдегід	132	Хром і його сполуки	1431

Для забруднюючих речовин, що не ввійшли до табл. 2.7, нормативи збору слід застосовувати залежно від їх класу небезпечності згідно з табл. 2.8.

Для забруднюючих речовин, що не ввійшли до табл. 2.7 та для яких не встановлено класи небезпечності, нормативи збору застосовуються залежно від установлених орієнтовно безпечних рівнів впливу згідно з табл.2.9.

Для тих речовин, для яких не встановлено ані класи небезпечності, ані орієнтовно безпечні рівні впливу, норматив встановлюється як за викид речовини I класу.

Пересувні джерела забруднення:

$$P_{\text{вс}} = \sum_{i=1}^n M_i H_{\text{бі}} K_{\text{нас}} K_{\text{ф}}, \quad (2.2)$$

де M_i – кількість використаного пального i -го виду, у тоннах (т); $H_{\text{бі}}$ – норматив збору за тонну i -го виду пального, у гривнях (грн./т), (див. табл. 2.12); $K_{\text{нас}}$ – коригувальний коефіцієнт, що враховує чисельність жителів населеного пункту (див. табл. 2.10); $K_{\text{ф}}$ – коригувальний коефіцієнт, що враховує народно-господарське значення населеного пункту (див. табл. 2.11).

Таблиця 2.8

Нормативи збору за викиди забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення залежно від класу небезпечності (для неосновних забруднюючих речовин)

Клас небезпечності	Норматив збору, грн./т
I	381
II	87
III	13
IV	3

Таблиця 2.9

Нормативи збору за викиди забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення залежно від установлених орієнтовно безпечних рівнів впливу (для тих речовин, для яких не встановлено класи небезпечності)

Орієнтовно безпечні рівні впливу з'єднань (мг/м ³)	Норматив збору, грн./т
Менше 0,0001	16052
0,0001-0,001 (включно)	1375
0,001-0,01 (включно)	190
0,01-0,1 (включно)	53
0,1-10 і більше	2

Таблиця 2.10

**Коригуючі коефіцієнти залежно від чисельності
жителів населеного пункту**

Чисельність населення, тис. чол.	Коефіцієнт
До 100	1
100,1-250	1,2
250,1-500	1,35
500,1-1000	1,55
Понад 1000	1,8

Таблиця 2.11

**Коригуючий коефіцієнт залежно від
народногосподарського значення населеного пункту**

Типи населених пунктів	Коефіцієнт
Організаційно-господарські і культурно-побутові центри місцевого призначення з перевагою аграрно-промислових функцій (районні центри, міста районного значення, поселення і села)	1
Багатофункціональні центри, центри з перевагою промислових і транспортних функцій (республіканські й обласні центри, міста державного, республіканського, обласного значення)	1,25
Населені пункти, віднесені до курортних	1,65

Таблиця 2.12

**Нормативи зборів за викиди в атмосферу
забруднюючих речовин пересувними джерелами**

Вид пального	Нормативи зборів за видами транспорту, грн/т		
	автомобільний	морський і річний	залізничний
Дизельне	3	4	3
Бензин		6	
- етилований	4	—	—
- неетилований	3	—	—
Зріджений нафтовий газ	4	—	—

Стиснений природний газ	3	–	–
Мазут	–	3	–

ЛЕКЦІЯ 5 *Забруднення водних об'єктів*

Величина зборів розраховується за такою формулою:

$$P_c = \sum_{i=1}^n (M_{li} + M_{ni} K_n) H_{\phi i} K_{pb}, \quad (2.3)$$

де M_{li} – обсяг скидання i -ої забруднюючої речовини в межах ліміту в тоннах (т); M_{ni} – обсяг понадлімітного скидання (різниця між обсягами фактичного скидання і лімітом) i -ої забруднюючої речовини, у тоннах (т); $H_{\phi i}$ – норматив збору за тонну i -ої забруднюючої речовини, у гривнях (грн./т), (див. табл. 2.13, 2.14); K_{pb} – регіональний (басейновий) коригуючий коефіцієнт, що враховує територіальні екологічні особливості, а також еколого-економічні умови функціонування водного господарства, наведено у табл. 2.15; K_n – коефіцієнт кратності збору за понадлімітні скидання забруднюючих речовин - 5.

Таблиця 2.13

Нормативи збору, що стягується за скидання основних забруднюючих речовин у водні об'єкти, у тому числі і морські води

Назва забруднюючої речовини	Норматив збору, грн./т
Азот амонійний	35
Органічні речовини (за показниками БСК5)	14
Завислі речовини	1
Нафтопродукти	206
Нітрати	3
Нітрити	172
Сульфати	1
Фосфати	28
Хлориди	1

Таблиця 2.14

Нормативи збору, що стягується за скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти залежно від концентрації забруднюючих речовин

Концентрація забруднюючих речовин	Норматив збору, грн./т
Забруднюючі речовини з гранично допустимою концентрацією у воді рибогосподарських водоймищ (мг/л)	
до 0,001	2752
0,001-0,09	1995
0,1-1 (включно)	344
1-10	35
понад 10	7

Таблиця 2.15

Регіональні (басейнові) коефіцієнти

Басейни морів і рік	Коефіцієнт
Азовське і Чорне море	2
Дунай	2,2
Тиса, Прут	3
Дністер, ріки Криму	2,8
Дніпро (від кордону України - до м. Києва)	2,5
Дніпро (від Каховського гідровузла до Чорного моря)	2,2
Західний Буг, Десна	2,5
Сіверський Донець, Міус, Кальміус	2,2

Розміщення відходів

Величина зборів за розміщення відходів (Π_{pv}) визначається за формулою:

$$\Pi_{pv} = \sum_{i=1}^n (M_{li} + M_{ni} \cdot K_n) H_{\delta i} K_m K_o, \quad (2.4)$$

де M_{li} - обсяг відходів i -того виду в межах ліміту (відповідно до дозволів на розміщення), у тоннах (т); M_{ni} - обсяг понадлімітного розміщення відходів (різниця між обсягами фактичного розміщення і значеннями ліміту) i -ої забруднюючої речовини, у тоннах (т); H_{oi} - норматив збору за тонну відходів i -го виду в межах ліміту, у гривнях за тонну (грн./т), наведено у табл. 2.16; K_m - коригуючий коефіцієнт, що враховує розташування місця розміщення відходів, наведено у табл. 2.17; K_o - коригуючий коефіцієнт, що враховує устаткування місця розміщення відходів, наведено у табл. 2.17; K_n - коефіцієнт кратності збору за понадлімітне розміщення відходів - 5.

Таблиця 2.16

Нормативи збору за розміщення відходів

Клас небезпечності відходів	Ступінь небезпечності відходів	Норматив збору, грн/т
I	Надзвичайно небезпечні	55
II	Високонебезпечні	2
III	Помірно небезпечні	0,5
IV	Малонебезпечні	0,2

Таблиця 2.17

Коефіцієнти, що встановлюються залежно від місця (зони) розміщення відходів і характеру устаткування відходосховищ

Найменування і характеристика коефіцієнта	Значення коефіцієнта
1. Коефіцієнт, що враховує місце розміщення: - у межах населених пунктів чи на відстані від них менше 3 км;	3
- за межами населених пунктів (не менше ніж 3 км)	1
2. Коефіцієнт, що враховує характер устаткування відходосховища: - спеціально обладнані полігони, що повністю забезпечують охорону атмосфери, води і землі від забруднення;	1
- смітники, що не забезпечують повного захисту середовища	3

Норматив збору для:

- обладнання та приладів, що містять ртуть, елементи з іонізуючим випромінюванням – 55 грн./одиноцю;
- люмінесцентних ламп – 1 грн./одиноцю.

Сума збору за забруднення навколишнього середовища має обчислюватися платником самостійно щоквартально, зростаючим підсумком з початку року, на підставі затверджених лімітів, виходячи з фактичних обсягів викидів, нормативів збору і коригуючих коефіцієнтів.

Збори підприємств, установ, організацій, а також громадян за викиди і скиди забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище, розміщення відходів та інші види шкідливого впливу в межах ліміту відносяться на витрати виробництва, але не більше 0,15% валових витрат, а за перевищення лімітів стягуються з прибутку, що залишається в розпорядженні підприємств, установ, організацій чи громадян.

Збори підприємств, установ, організацій і громадян за погіршення якості природних ресурсів унаслідок володіння й користування ними встановлюються на основі нормативів і здійснюються за рахунок прибутку, що залишається у їх розпорядженні.

Кошти від збору за забруднення навколишнього природного середовища розподіляються між місцевими, обласними та республіканськими і Автономною Республікою Крим, а також Державним Фондом охорони навколишнього природного середовища у співвідношенні відповідно 20, 50 і 30 відсотків, а між Київським, Севастопольським міськими та Державним фондами охорони навколишнього природного середовища у співвідношенні 70 і 30% для стимулювання раціонального використання природних ресурсів і охорони навколишнього природного середовища здійснюється шляхом:

- надання пільг при оподаткуванні підприємств, установ, організацій і громадян у разі реалізації ними заходів щодо раціонального використання природних ресурсів та охорони природного середовища (при переході на маловідходне виробництво);

- надання на пільгових умовах короткострокових і

довгострокових позичок для реалізації ресурсозберігаючих заходів;

- установлення підвищених норм амортизації основних природоохоронних фондів;

- збільшення від оподаткування фондів охорони навколишнього природного середовища;

- передачі частини коштів фондів охорони навколишнього природного середовища на договірних умовах для гарантованого зниження викидів і скидів забруднюючих речовин, розміщення відходів, на розвиток екологічно безпечних технологій та виробництв;

- надання можливості отримання природних ресурсів під заставу.

ЛЕКЦІЯ 6

Міжнародне співробітництво

Вирішення природоохоронних проблем неможливе без широкого та активного міжнародного співробітництва.

Це зумовлено:

- глобальним характером багатьох екологічних проблем;
- транскордонним характером забруднення;
- міжнародними зобов'язаннями України щодо охорони довкілля;
- вигодами від міжнародного обміну досвідом та технологіями, можливостями залучення іноземних інвестицій.

Україна є Стороною в понад 70 міжнародних двосторонніх та багатосторонніх угодах, пов'язаних з охороною довкілля.

Виконання Україною зобов'язань, що впливають із багатосторонніх угод, вимагає приведення внутрішніх законів та нормативно-правових актів у відповідність до існуючих норм міжнародного права та врахування існуючої міжнародної практики під час розробки нових законодавчих актів.

У найближчі роки слід очікувати значного збільшення міжнародних зобов'язань України, оскільки існує ціла низка конвенцій, приєднання до яких мало б для України суттєве політичне значення та значно посилювало б можливості галузі охорони довкілля, використання та відтворення природних

ресурсів.

Поряд з виконанням зобов'язань України, що впливають із багатосторонніх договорів у галузі охорони довкілля, у перспективному плані важливе місце посідає подальше розширення міжнародного співробітництва за такими напрямками:

- співробітництво з міжнародними організаціями системи ООН у галузі охорони довкілля (ЮНЕП – Програма ООН з навколишнього природного середовища, ЄЕК ООН – Європейська Економічна комісія ООН, ПРООН – Програма розвитку ООН МАГАТЕ – Міжнародне агентство з атомної енергетики ООН, ФАО – Організація з продовольства та сільського господарства, Центр ООН з населених пунктів, Комісія сталого розвитку, Глобальний Екологічний Фонд та інші);

- співробітництво на двосторонній основі в галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та ядерної і радіаційної безпеки з урядами сусідніх держав (держав – стратегічних партнерів та донорів у рамках двосторонніх угод, спільних програм тощо), участь у регіональних природоохоронних заходах;

- участь у міжнародних програмах ліквідації наслідків Чорнобильської аварії, зокрема в рамках Меморандуму про взаємопорозуміння між урядами країн "Великої сімки", Європейської Комісії та України щодо закриття Чорнобильської АЕС (завершення будівництва нових атомних енергоблоків, проблеми радіоактивних відходів, перенесення забруднень повітряними та водними потоками тощо).

Помітно сприяє просуванню і координуванню в діях у галузі ресурсозбереження й охорони навколишнього природного середовища положення про те, що: якщо міжнародним договором, укладеним Україною, встановлено інші правила ніж ті, які містяться у законодавстві України, то застосовуються правила міжнародного договору. Головними умовами подальшого плідного розвитку діяльності щодо охорони навколишнього природного середовища і ресурсозбереження є поглиблення й подальша нормалізація міжнародних відносин, укріплення атмосфери співробітництва і взаємної довіри держав, що дозволить визначити оптимальні шляхи розвитку людства і потребує значних зусиль і знань.

ЛЕКЦІЯ 7

Мінерально-сировинні, земельні й енергетичні ресурси

Ключові слова:

- мінеральні ресурси
- класифікація ресурсів
- кларк
- прогнози забезпечення
- обсяги споживання
- земельні ресурси
- енергетичні ресурси
- паливно-сировинна база
- нетрадиційні джерела енергії

3.1. Мінерально-сировинні ресурси

Мінеральні ресурси — це сукупність корисних копалин, виявлених у надрах окремих регіонів, країн, континентів, дна океанів чи Землі в цілому, доступних і придатних для промислового використання і, як правило, кількісно оцінених геологічними дослідженнями і геологічною розвідкою [11].

Поняття "мінеральні ресурси" має декілька аспектів. У гірничо-геологічному аспекті мінеральні ресурси є сукупністю виявлених у надрах скупчень (родовищ) різних корисних копалин, у яких хімічні елементи і мінерали, які вони утворюють, знаходяться у різнопідвищеній концентрації в порівнянні з кларковими вмістами у земній корі, яка забезпечує можливість їх промислового використання.

Поняття "мінеральний ресурс" змінюється у часі і залежить від рівня розвитку суспільства, від рівня техніки і можливостей економіки. Природні мінеральні речовини стають мінеральними ресурсами тільки після того, як з'являється потреба промислового виробництва в них. Наприклад, уранові руди стали корисними копалинами лише з середини 20 століття.

До промислового типу родовищ можна віднести такий природний геолого-мінералогічний вияв корисної копалини,

розробка якого дозволяє не менше одного відсотка світового виробництва цього виду мінеральної сировини. Поняття “промисловий тип родовища” допускає також можливість тривалої (як мінімум у межах строку амортизації встановленого основного обладнання), стійкої і рентабельної експлуатації розвіданих запасів сировини.

Узагалі, під терміном “освоєння мінерально-сировинних ресурсів” розуміємо цикл послідовних стадій та етапів вивчення геологічної будови досліджуваних територій, пошуків, розвідки і розробки родовищ корисних копалин.

Принципова схема міжнародної класифікації мінеральної сировини [22], розроблена на конференції експертів ООН, була рекомендована для впровадження при статистичному обліку всіх видів мінеральних ресурсів. У ній виділено три категорії геологічної вірогідності ресурсів (рис.3.1): R-1-ресурси детально вивчених родовищ, для яких встановлено умови залягання, морфологія та якість корисної копалини окремих рудних тіл; R-2-заздалегідь оцінені ресурси, геологічні параметри яких виміряно лише в деяких точках і є резервом для приросту ресурсів категорії R-1; R-3-ресурси невиявлених типів, які оцінюються на основі геологічної екстраполяції, геофізичних і геохімічних даних чи за допомогою статистичних методів, які використовуються для вибору напрямів пошукових робіт і оцінки перспектив окремих районів.

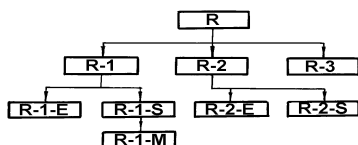


Рис. 3.1. Принципова схема міжнародної класифікації мінеральних ресурсів

Категорії R-1 і R-2 поділяються за ступенем рентабельності на дві групи: "Е" ресурси, експлуатація яких при існуючих в окремій країні чи регіоні соціально-економічних умовах і на базі

наявної технології можлива і рентабельна; "S" ресурси, розробка яких недоцільна з міркувань економічного інтересу чи із-за відсутності промислової технології добування корисних копалин. Ресурси в залежності від тривалості часових інтервалів очікуваних змін в економіці й технології добування і переробки ресурсів категорії R-1-S можуть мати більш дрібну будову.

Важлива сторона геологорозвідувальних процесів – їх зростаюча в часі вивченість (інформаційна забезпеченість), покладена в основу прийнятої схеми розчленування мінеральних ресурсів на категорії ресурсів і запасів (рис. 3.2).

Розвиток мінерально-сировинної бази характеризується такою особливістю. Процес освоєння будь-якого локалізованого невідновлюваного виду сировини може бути поділений на три стадії в залежності від ефективності його використання. Перша стадія (початкова) характеризується великим об'ємом капітальних вкладень при порівняно невеликому обсязі продукції, що одержується, і це, як правило, буває при освоєнні нових родовищ чи добувних регіонів. Показники ефективності спочатку невисокі й нестійкі, поступово набувають тенденції до стабільного росту, доля капітальних вкладень спадає, і починається наступна, зріла стадія освоєння джерела сировини. Показники ефективності другої (зрілої) стадії стійко зростають у міру виходу гірничодобувних підприємств на проектну потужність і стабілізації встановлених максимальних обсягів добування.

Завершується процес освоєння певного виду сировини поступовим за зниженням продуктивності, новим підвищенням капітальних вкладень, направлених на розширення і модернізацію гірничодобувних підприємств для запобігання різкого пониження продуктивності. Це третя (завершальна) стадія.

За абсолютною обмеженістю мінеральних ресурсів можна виділити такі типи їх вичерпування: фізичний, економічний і екологічний [22].

Фізичне вичерпування повністю реальне для цілого ряду корисних копалин: золота, срібла, нафти, малахіту тощо. Значно більш віддалене воно для гірських порід, що містять мінеральні сполуки у розсіяному вигляді, і практично недосяжне – для окремих хімічних елементів, що складають основний об'єм порід літосфери.

Екологічне вичерпування пов'язано з посиленням впливом гірничодобувної і переробної промисловості на навколишнє середовище. Екологічні межі вичерпування в результаті діяльності гірничої промисловості будуть широкими, хоча вже можна навести приклади припинення експлуатації родовищ з екологічних міркувань. Цей тип вичерпування може набути великих масштабів при розробці родовищ бідних руд і при величезних масах порід.

Ресурси, запаси	Загальні ресурси						
	Відкриті				Невідкриті		
	Розвідані (промислові запаси)		Попередньо оцінені запаси	Перспективні ресурси	Прогнозні ресурси		
	Виміряні	Розрахункові			Теоретично обґрунтовані (гіпотетичні)	Передбачувані	
Рентабельні	A+B		Категорія C ₁	Категорія запасів і ресурсів C ₂ на копалинах	C ₃ на перспективних структурах	D ₁ (P ₁ і P ₂)	D ₂ (P ₃)
Умовно-рентабельні	Близькі до рента-бельних						
	Близькі до нерентабельних						
Нерентабельні							

Геологічна вивченість та достовірність

Рис.3.2. Схема класифікації мінеральної сировини (категорії ресурсів P1, P2, і P3 встановлено для твердих корисних копалин; C3D1 і D2 – для нафти і горючих газів)

Економічний тип вичерпування мінеральних ресурсів пов'язаний з економічними обмеженнями. Мінеральні ресурси протягом усієї своєї історії використовувались на фоні вичерпування окремих родовищ і гірничодобувних районів з одного боку, і переходу до нових родовищ і типів родовищ, а також до нових гірничодобувних регіонів – з іншого. У міру розробки родовища до обробки залучаються ділянки з усе гіршими умовами. Зростають і витрати на гірниче виробництво. Економічною межею розробки родовища є така вартість ресурсу, що добувається, вище якої суспільство не може компенсувати витрати на його виробництво.

Більше 98% маси літосфери (у 20-кілометровій її товщині) складають дев'ять найбільш поширених (вміст кожного елемента не менше 1%) елементів:

елементи:	O ₂ , Si, Fe, Al, Ca, Na, K, Mg, H;
вміст %:	49,13; 26,0; 7,45; 4,20; 3,25; 2,40; 2,35; 2,35; 1,00.

Більшість елементів мають дуже мале поширення. Так, наприклад, золото має $4,3 \cdot 10^{-4}$ кларка, уран $3,5 \cdot 10^{-4}$ кларка. Кларк - це середній вміст хімічного елемента у земній корі, виражений у процентах від загальної маси земної кори. Назву дано за іменем американського геохіміка Френка Кларка.

Кінець 60-х – початок 70-х років характеризувались швидким зростанням споживання мінеральної сировини, при якому до 2000 р. очікувалось трикратне збільшення попиту на мінеральну сировину. Такі високі темпи при їх екстраполяції на подальший період створювали реальну загрозу вичерпування багатьох видів сировини.

Підходи до оцінки забезпеченості мінеральною сировиною істотно змінились, коли провідні споживачі (США, Західна Європа та Японія) перейшли до ресурсозберігаючого типу виробництва (у середині 70-х років).

Запаси корисних копалин залежать від кларків відповідних хімічних елементів. Світові запаси корисних копалин характеризуються такими даними [9] у млрд. т.: вугілля – 112,40; залізо – 141; алюміній – 1,1; марганець – 0,45. За даними К.В. Ананічева заліза вистачить на 250 років, алюмінію – на 520 років. Забезпеченість міддю, золотом, свинцем, молібденом, сріблом,

сіркою, азбестом, оловом, вольфрамом, ртуттю, цинком оцінюються періодом 25-70 років.

Оцінка ступеня забезпеченості мінеральними ресурсами виробництва тих чи інших корисних копалин може бути визначена як відношення запасів мінеральної сировини, рентабельної до її використання за діючими цінами, до прогнозованої потреби світової економіки у цій сировині (табл. 3.1).

Слід зазначити, що жоден із практичних видів сировини не містить елементи, які визначають існування людини як біологічного виду. До таких елементів належать тільки фосфор, калій, азот, натрій і деякі інші. Забезпеченість сировиною, у якій вони містяться, поки не викликає занепокоєння. Найбільшої уваги заслуговує вивчення джерел фосфору, оскільки його забезпеченість не дуже висока (80-90 років).

На забезпеченість мінеральною сировиною впливає гонка озброєнь. На військові цілі витрачається 11,1% загального світового споживання міді, 8,1% свинцю, 6,3% алюмінію та нікелю, 6% цинку, 5,7% платиноїдів, 5,1% олова, 5% нафти.

На забезпеченість запасами впливає також можливість ефективної заміни того чи іншого виду сировини. Мідь часто замінюють алюмінієм, кобальт – керамічними і силікатно-карбідними матеріалами, олово – алюмінієм, склом і пластмасою, золото у зубному протезуванні – титаном, сплавами на хромовій основі, пластмасою, фарфором. Практично майже кожен метал має замічник, і питання про його впровадження і широке поширення носить чисто економічний характер.

У західних країнах останніми роками вдалось істотно зменшити долю традиційних індустріальних галузей у своєму господарстві і значно збільшити обсяги найновіших високотехнологічних галузей, таких як авіакосмічна, виробництво обчислювальної техніки, засобів автоматизацій, мікропроцесорів, робототехніка, лазерна техніка, волоконна оптика тощо. Одночасно з цим понижувались енерго- і матеріалоємність продукції. Так, у США за останні 10 років вдалось знизити питому енергоємність валового потенціального продукту країни майже на 30%, а його питому матеріало- і металоємність – на 20 і 16% відповідно. Виробництво сталі скоротилось з 137 млн. т у

1978 р. до 75 млн. т у 1986 р. [22].

Таблиця 3.1

Прогноз споживання мінеральних ресурсів

Продукти переробки мінеральної сировини	Одиниця вимірювання	Потреба світової економіки у мінеральній сировині, що прогнозується на період до 2000 р.	Світові запаси мінеральної сировини, рентабельність використання яких визначена на основі цін, що діють у США в 1973 р.	Співвідношення запасів мінеральної сировини і потреби в ній
1	2	3	4	5
Азбест	млн. т	174	145	0,8
Азот	млн. т	3000	Великі запаси	Понад 10
Антрацит	млн. т	3960	4670	1,2
Алюміній	млн. т	890	3240	3,6
Барій	млн. т	113	91	0,8
Ванадій	тис. т	1370	9700	7,1
Вісмут	тис. т	150	52	0,3
Вольфрам	тис. т	1520	1780	1,2
Газ природний	трил. м ³	69,5	62,4	0,9
Германій	тис. кг	2620	1820	0,7
Гіпс	млн. т	2400	1860	0,8
Залізо	млрд. т	20	88	4,4
Золото	тис. т	36,5	41,1	1,1
Кремній	млн. т	73,4	Великі запаси	Понад 10
Літій	тис. т	448	862	1,9
Магній	млн. т	204	Великі запаси	Понад 10
Марганець	млн. т	392	1920	4,7
Мідь	млн. т	345	390	1,1
Молибден	тис. т	4080	5900	1,4
Миш'як	тис. т	1300	3440	2,7
Нафта	млрд. т	118	102	0,8
Нікель	млн. т	28,1	45,3	1,6
Олово	тис. т	8040	10130	1,3
Платина	т	2830	9280	3,3

Ртуть	т	2710	2950	1,1
-------	---	------	------	-----

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5
Свинець	млн. т	140	149	1,1
Сіль кухонна	млрд. т	10	Великі запаси	Понад 10
Сірка	млн. т	1960	2032	1,0
Срібло	тис. т	460	187	0,4
Сурма	тис. т	2560	4150	1,6
Тальк	млн. т	215	299	1,4
Титан	млн. т	81,5	266	3,3
Торф	млн. т	4880	17900	3,7
Фосфорит	млрд. т	6,1	47	7,7
Фтор	млн. т	125	35,4	0,3
Хлор	млн. т	1540	Великі запаси	Понад 10
Хром	млн. т	92,5	472	5,1
Цинк	млн. т	230	135	0,6
Уран	тис. т	2610	950	0,4

Важливою особливістю мінеральних ресурсів можна вважати зміну в часі відносної цінності одних корисних копалин відносно інших і переходу із групи нерентабельних у рентабельні. Це може бути викликано появою нових сфер застосування будь-якої сировини або впровадженням більш ефективних заміників чи нової технології одержання сировини. Наприклад, уран ще 40 років тому практично не використовувався.

На території СНД розташовується 53% усіх світових запасів. Розвідані запаси заліза, вугілля, природного газу, апатиту, азбесту і багатьох кольорових металів складають більшу частину світових запасів. Геологічні запаси кам'яного і бурого вугілля обчислюються у 6800 млрд. т. Загальні балансові запаси залізних руд перевищують 100 млрд. т.

Розвідано більше 20 тис. родовищ мінеральної сировини. Враховані й підлягають переробці шлаковідвали, у яких скопичилось близько 800 млрд. придатних для використання доменних сталеплавильних шлаків, а також золівідвали, у яких щорічно складається більше 70 млн. т корисної сировини.

У ході історичного розвитку кількість елементів, що

використовують, збільшується. У давнину застосовували лише 18 елементів, а у 18 столітті – 29, у 19 столітті – 62, у наш час – більше 90. Розширюється не тільки асортимент елементів, які споживаються людиною, але і їх кількість. Так печерна людина і мешканець початку 19 століття для свого існування спалювали декілька візків дров на рік. У наш час у промислово розвинених країнах на кожного мешканця на рік припадає в середньому більше 10 т умовного палива. Тільки для побутових потреб мешканця сучасного міста витрачається понад 500 літрів води на добу.

Використання елементів залежить від їх властивостей, технології добування, здатності елементів до концентрації у земній корі, їх кларка.

Незважаючи на високу цінність золота, його добування не зможе порівнятись з добуванням заліза, **оскільки кларк золота майже у 10^7 разів менше кларка заліза**. Важлива роль заліза у житті людини обумовлена його великим кларком і корисними властивостями.

Наведені дані щодо забезпеченості мінеральними ресурсами характеризують не реальну картину, а відносну, тобто ступінь розвіданості. Так, наприклад, прогноз вичерпування запасів свинцю, цинку, міді та деяких інших кольорових і рідкісних металів протягом багатьох десятиріч перебуває на рівні 20-30 років. Це пояснюється тим, що паралельно з добуванням відбувається приблизно такими ж темпами прирощення запасів, удосконалення способів добування і переробки корисних копалин, що призводить до походження кондицій.

Усе це говорить про те, що багатьох легкодоступних родовищ на Землі стає все менше при зростаючій потребі у матеріальній сировині. Тому останніми роками людство стало виявляти підвищений інтерес до Світового океану, на дні та у водах якого міститься величезна кількість мінеральних речовин.

Особливе значення мають запаси корисних копалин, розташовані у найбільш доступній зоні на шельфі (мілководна частина океану, що оточує континенти), де скопичується велика маса осадових порід і відбувається концентрація різних корисних копалин. На шельфі ведеться добування нафти і газу,

магнетитових і титаномагнетитових пісків, розсипного золота і платини, рідкоземельних елементів, міді, сірки, фосфоритів, алмазів тощо.

Територія дна Тихого, Індійського, Атлантичного океанів покрита залізомарганцевими конкреціями. Їх маса тільки в Тихому океані оцінюється в 1500 млрд. т. Запаси міді, нікелю, кобальту складають 20-25 млн. т. У конкреціях міститься у 20 разів більше кобальту, у 90 разів - нікелю і в 42 рази - марганцю, ніж у відомих континентальних родовищах. Японські вчені стверджують, що за рахунок конкрецій морських родовищ людство може задовольняти свої потреби в міді на 3, нікелю на 70, марганцю на 140, кобальту на 420 тис. років [26].

У глибоководних зонах океанів залягають діатомові і глобогерінові мули і червона глина. Глобогерінові мули містять велику кількість кальцію і кремнезему, а червона глина – 25% оксиду алюмінію.

Біогенні мули глибинного дна Світового океану поділяються на вапняні й кременисті. Головна складова частина вапняних мулів – скелетні залишки планктонних організмів, а кременистих мулів – скелетні залишки діатомових водоростей і радіолярій.

Вапняні мули вкривають близько 128 млн.км² океанського дна, потужність біля 400 м. Темпи накопичення цих мулів біля 1,5 млрд. т на рік, що у 8 разів перевищує щорічні світові потреби у вапняку.

На глибинних розломах дна Червоного моря знайдено поклади мулу, багатого на срібло, цинк, мідь, інші метали.

У водах Світового океану міститься $5 \cdot 10^{16}$ т рудних елементів. Цією кількістю твердої речовини можна вкрити всю поверхню суші шаром товщиною 200 м. Морська вода є приблизно 3% розчином солей різних елементів (понад 60 елементів). Однак 90% бромів і близько 0,13% магнію сконцентровано в морській воді. У морської води розчинено 10 млрд. т золота (при вмісті в 1 м³ води 0,0008 мг золота і близько 4 млрд. т урану). Із морської води добувається 30% кухонної солі, більше 20,5% магнію, значні

кількості натрію, сірки, калію.

Виявлено, що деякі організми здатні накопичувати хімічні елементи у тисячі і мільярди разів більше, ніж міститься у морській воді (на одиницю маси). Так, свинцю у кістках риб міститься у 20 млн., а цинку і міді в 1 млн. разів більше, ніж у морській воді. У водоростях заліза міститься в 100 тис. разів, а йоду в 30 тис. разів більше, ніж у морській воді.

Великим резервом найближчого майбутнього є синтез мінеральної сировини. У ряді країн у великих промислових масштабах виробляються штучні алмази, синтезуються п'єзокварц, рубін, ведуться експерименти щодо одержання синтетичної слюди, кристалів оптичного кварцу тощо. Виробництво різноманітних синтетичних конструкційних матеріалів дасть змогу частково замінити залізо, алюміній, мідь та інші метали.

При всіх існуючих способах добування обсяги відходів досить значні. За статичними даними із загального об'єму гірничої маси, що добувається в СНД, лише біля 40% використовується, переробляється у кінцевий продукт. Таким чином, щорічно у відвали і шламосховища складається близько 8-9 млрд. т порід і відходів, значна частина яких могла б уже сьогодні чи у найближче майбутнє використовуватись для добування різних корисних компонентів. Процес нагромадження гірничих мас триває стільки, скільки існує гірничо-промисловість. Процес утилізації даних ресурсів відбувається у порівняно менших масштабах. Усього на даний час у відвалах гірничодобувних і переробних підприємств накопичилось близько 60 млрд. т розкривних і скельних порід та твердих відходів.

За іншими осередненими оцінками [22] нині використовується 1/12 частина видобувної мінеральної маси. Інші на різних стадіях переробки надходять до навколишнього середовища у твердій, рідкій та газоподібній формах. У відходи потрапляють елементи, сполуки і матеріали, які використовуються у народному господарстві.

Використання розкривних порід дозволить зменшити

видобуток сировини для щебеню, цементу, скла, цегли, керамічних виробів, що забезпечить економію державних коштів і дозволить зберегти землі, котрі були б порушені діяльністю спеціалізованих підприємств з видобутку мінеральної сировини для будівельних матеріалів.

Суспільство не може безмірно довго черпати мінеральні ресурси з тої причини, що їх буде залишатися все менше, а видобуватися вони будуть усе з більшими витратами праці та коштів.

ЛЕКЦІЯ 8 Земельні ресурси

3.2.1. Земна поверхня

Земля являє собою важливу частку природного середовища: характеризується простором, рельєфом, ґрунтовим покривом, урослиністю, надрами та водами. Вона є головним засобом виробництва в сільському та лісовому господарстві, просторовим базисом для розміщення, розташування усіх галузей народного господарства. Особливу, біогеохімічну оболонку на нашій планеті складає ґрунтовий покрив.

Ґрунт – це загальнопланетарний акумулятор та розподільувач енергії, яка пройшла скрізь фотосинтез рослин універсальним екраном, що утримує в біосфері вуглець, азот, фосфор, сірку, калій, кальцій та інші елементи. Ґрунтовий покрив виконує роль універсального біологічного нейтралізатора забруднень. Ґрунти формувалися тисячоріччями в умовах, які вже практично зникли. Руйнація ґрунтів часто незворотна або важковиправна.

Відомо, що площа суші складає 28,3% нашої планети, а рілля займає тільки 10% суші. Резерви для розширення ріллі практично вичерпано. У світі простежується тенденція до зменшення площі ріллі, що припадає на душу населення: з одного боку, зростає чисельність населення, з другого, зростає площа землі, зайнятої під населені пункти, шляхи, промислові підприємства. Територія ек- СРСР містить великі ґрунтові багатства. Високородючі чорноземи та лугово-чорноземні ґрунти складають 168,4 млн. га,

або 8% площі ґрунтів екс-СРСР. Чорноземні, темно-каштанові, каштанові та сірі лісні ґрунти складають основний земельний масив. Освоювання цих земель сьогодні близьке до граничного рівня.

Велике сільськогосподарське значення мають дерново-підзолисті ґрунти нечорноземної зони європейської частини, південно-тайгових районів Західного Сибіру, півдня Далекого Сходу. На їх долю припадає 46,5% усієї площі ріллі.

Освоєність придатних для рільництва земель з дерново-підзолистими ґрунтами складає тільки 13,3%, що значно менше, ніж чорноземних ґрунтів. Освоєння цих земель ускладнюється розчленованістю рельєфу, значним розповсюдженням заболочених та болотних ґрунтів, що потребують меліорації. Складна структура ґрунтового покриву також ускладнює освоєння значної частини цієї території [39].

Значний масив ріллі (близько 3% усієї території екс-СРСР), розташовано в сухих субтропіках. Сіроземи та сіро-коричневі ґрунти багаті (поживними речовинами, за винятком азоту) і мають сприятливі фізичні якості. Більша частина цих земель зрошується, що дає змогу вирощувати цінні теплолюбні культури, хоча ґрунти підлягають засоленню, а частина їх уже засолена.

Орні землі та багаторічні насадження займають 10,2% усієї площі земель, а сільськогосподарські угіддя складають більше, ніж 27%. Використання цих земель у сільському господарстві потребує великих витрат. У сільському господарстві практично не використовуються тундрові та інші ґрунти (близько 340 млн. га) з недостатніми тепловими ресурсами для землеробства, а також ґрунти гірських територій з несприятливим рельєфом. Значна частина площі (більше, ніж 270 млн. га) знаходиться в аридних та семиаридних районах. Більшість ґрунтів цих районів засолені і потребують зрошення та меліорації. Болотяні та заболочені ґрунти, які потребують осушення для сільськогосподарського використання, займають більше, ніж 160 млн.га (приблизно 8%). На пісках, піщаних та кам'янистих ґрунтах, площа яких складає більше, ніж 150 млн.га землеробство може здійснюватись тільки після високовартісних меліоративних робіт.

У наш час під промисловим та цивільним будівництвом

зайнято більше, ніж 50 млн. га земель [39].

Вилучення сільськогосподарських земель для потреб народного господарства є об'єктивним процесом. Задача полягає в тому, щоб при прийнятті рішень, пов'язаних з використанням землі, необхідно враховувати народногосподарські інтереси та висунуті вимоги щодо охорони навколишнього середовища.

3.2.2. *Порушення земної поверхні при гірничих роботах*

Для ведення гірничих робіт підприємству потрібен земельний відвід, у межах якого розташовуються кар'єри, відвали, хвостощамосховища, склади корисних копалин, залізничні та автомобільні шляхи, інші комунікації і споруди. Площа кар'єру для добування будівельних матеріалів складає 30-250 га, залізничного кар'єру – 150-200 га, кар'єру з видобування марганцю або вугілля – 1000-2000 га.

Відкриті гірничі роботи супроводжуються зростанням об'ємів розкривних порід та глибини розробок, котрі на багатьох рудних кар'єрах сьогодні перевищують 200 м. Поточний коефіцієнт розкриття на залізничних кар'єрах складає приблизно 10 т/т, на міднорудних доходить до 20 т/т, на марганцевих – 40 т/т.

У найближчий час глибина кар'єрів зросте до 500-700 м, а коефіцієнт розкриття – до 30-50 т/т. Для розташування таких великих об'ємів розкриття на поверхні землі потребуються значні території.

Загальна площа земель, порушених відкритими гірничими роботами, оцінюється в межах 2 млн. га, у тому числі приблизно 900 тис. га при добуванні торфів.

За період промислової розробки залізничних родовищ Кривбасу під об'єкти гірничих підприємств у сільськогосподарських організацій вилучено більше, ніж 40 тис. га землі. Загальна площа розвіданих родовищ Нікопольського марганцевого басейну складає приблизно 47 тис. га, а розробками зайнято 16 тис. га (98% яких є сільськогосподарські угіддя).

У наш час при добуванні 1 т вугілля порушується від 9 до 43 га землі, залізної руди від - 14 до 600, марганцевої руди - від 70 до 600, вапняку – від 60 до 120, фосфоритів – від 22 до 77 га [27].

Основна частка цих земель (до 10%) припадає на хвосто- і шламосховища, зовнішні відвали і кар'єри. Як правило, при розробці горизонтальних родовищ з внутрішніми відвалами основну долю порушень площ (55-70%) складають землі, які зайняті гірничими виробками, а при розробці крутих – землі, зайняті зовнішніми відвалами, хвосто-шламосховищами. Землі, зайняті іншими об'єктами (проммайдан, транспортні та енергетичні комунікації, базисний склад ВР), не перебільшують 10-15%. Простежується наступна закономірність: із зростанням виробничої потужності гірничого підприємства, частка площі, яку займає група динамічного впливу на земну поверхню, зростає.

Значні порушення земної поверхні та зростання потреби в сільськогосподарських продуктах викликають необхідність економного і раціонального використання земельних ресурсів і рекультивациі порушених земель [41, 42].

ЛЕКЦІЯ 9 Енергетичні ресурси

Розвиток людства, науково-технічного прогресу добре простежується з розвитком енергетики. Мускульна сила людей, тварин, деревина і вітер були головними джерелами енергії близько 150 років тому. Потім, уже при капіталізації, на зміну їм прийшли вугілля, нафта, природний газ, енергія рухомої води. Останніми роками почалось широке використання ядерної енергії.

Енергія є однією із найважливіших потреб виробництва. Вирішення будь-якого аспекту проблеми навколишнього середовища неможливе без витрат енергії та енергоресурсів. В арсеналі енергетики сьогодні потужні теплові станції, гіганти гідроенергетики на величезних ріках світу, атомні електростанції, у яких сконцентровано останні досягнення цілого комплексу сфер знань від ядерної і теоретичної фізики до сучасних автоматизованих систем управління, які дають змогу керувати цими унікальними фабриками енергії за мінімальної участі людини.

Особлива увага до енергетики як галузі народного

господарства показує наскільки важливо при вирішенні питань розвитку цієї базової галузі ліквідувати або максимально понизити негативний вплив на оточуюче середовище, що може виникати у процесах одержання електроенергії.

Енергетика і паливно-сировинна база разом утворюють паливно-енергетичний комплекс, широчінь охоплення яким усіх галузей господарства і життя сучасного суспільства важко переоцінити.

Створення потужних джерел електроенергії веде до появи великих територіально-промислових комплексів, які змінюють зовнішній вигляд цілих районів (Братсько-Ілімський територіально-промисловий комплекс, Кансько-Ачинський паливно-енергетичний комплекс та інші). Наявність великої кількості дешевої енергії Братської ГЕС стала основою створення тут алюмінієвої, деревообробної, целюлозно-паперової і хімічної промисловості. Розгортання виробництв привело до різкого припливу робочої сили, виникнення нових міст і селищ.

Людство у своєму розпорядженні має п'ять джерел енергії: сонячну радіацію, ядерну енергію, енергію гравітаційного поля Землі, внутрішнє тепло Землі й енергію, що виникає в результаті обертання Землі та циркуляції атмосфери. Енергія гравітаційного поля Землі у найбільш яскраво вираженій формі виражається гідроенергією рік і припливною енергією.

Енергетичні ресурси поділяються на невідновлювані та відновлювані. До першої групи належать вуглецеве паливо (вугілля, нафта, природний газ, горючі сланці, торф та інше), легкі елементи (водень, гелій, літій) і ядерне паливо, тобто такі матеріали, які можуть виділяти енергію в процесі розпаду і синтезу атомних ядер. До відновлюваних енергетичних ресурсів належать енергія процесу фотосинтезу, енергія прямого використання сонячних променів, гідроенергія, енергія припливів і води, вітрова енергія.

Геотермальна теплова енергія, заснована на різниці температур між атмосферою і поверхнями суші і води.

Сучасна енергетика в основному базується на органічному паливі - вугіллі, нафті, природному газі. А третя частина населення земної кулі (в основному країн, що розвиваються) у

якості теплової енергії використовує деревину, спалюючи її. Енергія палива, яку щорічно добувають, складає близько $42 \cdot 10^{15}$ ккал [2].

Потужність усіх промислових і транспортних енергетичних установок у світі складає близько 6 млрд. кВт. При цьому потужність енергоустановок США (6% населення Землі) дорівнює майже 2 млрд. кВт. Споживання енергетичної потужності на душу населення найбільш високе в США, воно складає 10квт, у Японії – 3 кВт, в Індії – 0,5 кВт на душу населення. Середньосвітове споживання складає 1,7 кВт на душу населення [2].

Виробництво енергії у світі постійно збільшується. Річний приріст виробки складає біля 20%. Основними причинами збільшення темпів виробництва енергії у світі є розвиток енергоємних галузей промисловості, подальша електрифікація виробничих процесів, сфери обслуговування побуту, підсилення процесів індустріалізації у різних країнах (особливо у тих, що розвиваються).

Швидке зростання виробництва енергії привело до швидкого росту добування всіх видів органічного палива. Однак потенціальні можливості традиційної енергії обмежені, і її ресурси дають змогу покрити лише потреби найближчого майбутнього. Тому виникла різка переорієнтація світового паливно-енергетичного балансу. Якщо у 1975 році доля природного газу у світовому балансі складала 19,4%, а рідкого палива – 47,2%, то вже на середину 21 століття добування нафти і природного газу для енерговиробництва значно скоротилося. За оцінкою енергетиків [18] до 2020 року доля їх у світовому балансі знизиться до 20%. Доля вугілля залишиться, як і раніше, на рівні 30%. Ресурсів вугілля достатньо, щоб зробити його основним джерелом енергії на цей період, але використання у таких масштабах пов'язано з техніко-економічними й економічними обмеженнями. Тому висновки експертів такі, що до 2020 року органічне паливо зможе задовольняти більше половини світової потреби в енергоресурсах. Іншу частину доведеться забезпечувати за рахунок розвитку нових “нетрадиційних” джерел енергії.

Про те, як витрачаються паливні ресурси, маємо багато суперечних даних, згідно з якими витрати палива складають: транспортні засоби 24-30%, теплові електростанції 25-35%, промисловість біля 30% і побутові потреби біля 10-20%.

При аналізі перспективної потреби розрахунки питомого споживання енергії показують: необхідно 20 тонн умовного палива на рік на одну людину (сьогодні цей показник питомого споживання в 10 разів менший) [18]. Такої кількості енергії буде достатньо і для того, щоб покрити додаткові витрати енергії на повторне використання матеріальних ресурсів, опріснення води, виробництво водню, харчових продуктів з метою збереження високого рівня життя при обмеженості ресурсів Землі. З урахуванням такого підходу можна очікувати, що у період стабілізації чисельності населення у світі, десь до 2100 року, відбудеться стабілізація світової потреби в енергії. Безперечно, що хоч вичерпування розвіданих запасів органічного палива стане відчутним задовго до стабілізації рівня споживання енергії, геологічних запасів цих ресурсів повинно вистачити до настання цього моменту у розвитку світової енергетики [18].

Звичайно, прогнози, пов'язані з різними припущеннями, можуть коливатися у значних межах. Однак, очевидним є те, що перед людством стоїть проблема вичерпування запасів горючих копалин, які є одночасно найціннішою хімічною сировиною. До викладеного слід додати, що спалювання всіх видів палива супроводжується інтенсивними забрудненнями навколишнього середовища.

У наш час сформувалось два підходи, спрямовані на пониження негативного впливу на оточуюче середовище: 1) впровадження технічних розробок, які понижують або частково стримують негативний наслідок при традиційних способах енерговиробництва; 2) нові безвідходні технології одержання електричної і теплової енергії.

ЦГЗК шляхом магнітного збагачення перероблюється близько 9,05 млн.т на рік окисленої руди. Іде будівництво Криворізького гірничо-збагачувального комбінату окислених руд продуктивністю до 30 млн. т перероблюваної руди на рік.

У 1980 р. на ЦГЗК уведено до експлуатації комплекс сухої

магнітної сепарації продуктивністю 19 млн. т роздрібною магнетитовою руди на рік. Розроблена технологія передбачає суху магнітну сепарацію руди крупності 25-30 мм на 12 барабанних магнітних сепараторах 4ПБС-63/120(189а-СЕ) за два заходи з перечисткою хвостів першого заходу. Магнітний промпродукт направляється до збагачувальної фабрики, а хвости – до корпусу класифікації хвостів.

Хвости сухої магнітної сепарації надходять на мокре грохочення, у результаті якого отримують митий будівельний щебінь крупністю +10(5) мм і фракцію –10(5) мм. З цією фракцією після обезшламлювання у класификаторі виділяються будівельний пісок крупністю 10(5)-0,14 мм і шлами (20,14 мм), які направляються до хвостосховища. Щебінь і пісок роздільними конвейерами направляються до складу щебеню і піску для відвантаження споживачам.

У результаті фракціонування з 13,8% хвостів сухої магнітної сепарації отримують 11,5% митого будівельного щебеню (фракція 25-10 мм), 2,1% будівельного піску (10-0,14 мм) і 0,2% шламів (0,14 мм).

На Оленегорському ГЗК при переробці відносно бідних руд пройшли промислові випробування сухої магнітної сепарації на сепараторах 4ПБС-63 на рудах Кіровського родовища. Вихід хвостів із умістом заліза 7,2% складає 10%. Хвости сепарації містять 20% класу +25 мм, класу – 5 мм містять 16% і можуть бути використані як дрібнодроблений щебінь.

На Оленегорському ГЗК розроблено спосіб і промислову технологію одержання концентрату високої чистоти, які дають можливість виділяти із звичайного магнетитового концентрату на спеціальній секції збагачувальної фабрики 86,1% суперконцентрату із умістом 72-72,1% заліза, 0,2-0,3% кремнезему і 6,03% високоякісного концентрату із умістом 68% заліза при його добуванні в обидва концентрати 92,2%. Собівартість 1 т суперконцентрату складає 16-17 крб., відпускна ціна –18,15 крб. З 1978 р. у НПО “Тулачермет” впроваджена технологія використання магнетитового суперконцентрату для виробництва чистих залізних порошків.

На Ковдорському ГЗК із комплексних залізних руд

виробляється залізний, апатитовий і баделентовий концентрати, розробляється проект щодо добування із залізних руд інших корисних компонентів.

На Михайлівському ГЗК видобуваються неокислені кварцити із середньою масовою долею Fe заг-40,5%, Fe маг-51%.

У 1981 р. на Михайлівському ГЗК для відпрацювання магнітної технології збагачення залістистих кварцитів уведено до експлуатації дослідно-промислову секцію №9 потужністю за вихідною рудою 50 т/год, на якій до середини 1987 р. було перероблено близько 600 тис.т окислених кварцитів супутнього видобутку [23].

Відпрацювання технології магнітного збагачення окислених залістистих кварцитів здійснювалось на дослідно-промисловій секції, що має обладнання промислових типорозмірів для подрібнення, класифікації, зрушення, магнітної сепарації у слабкому і сильному полях, фільтрації кінцевого концентрату. На секції встановлено млин МШР-4050, класифікатор ІКСН-300 і гідроциклони діаметром 360 мм для контрольної класифікації.

Крупність подрібнення регулювалась величиною шарового завантаження і густиною зливу класифікуючих апаратів. Злив гідроциклонів збагачувався на слабкому магнітному полі на сепараторах ПБМ-ПП-90/250 для видалення феромагнітних часток.

Хвости магнітної сепарації слабого поля зазнавали згущення на радіальному згущувачі Ц-25 до 40-50% твердого, а потім насосом транспортувались на грохот УСЛ 1,06*4,5 із щілиною 0,5 мм для видалення крупних часток. Підрешітний продукт грохота самопливом надходив на перший прийом сепарації у дві точки завантаження верхнього ротора ДР-317 із зазором між рифленими пластинами 2,5 мм. Залежність середньої величини магнітної індукції від намагнічуючого струму в обмотках сепаратора майже прямопропорційна. Магнітний продукт верхнього ротора, отримуваний при магнітній індукції 8,86 Тл, перечищався на нижньому роторі для одержання окисленого концентрату ідентичного першому прийому сепарації.

Хвости верхнього ротора надходили у відвал, а промпродукт об'єднувався з промпродуктом і хвостами нижнього ротора і

повертався на збагачення в один прийом після дороздріблення.

Дороздріблення промпродуктів сепаратора ДР-317 здійснювалось сумісно з магнетитовим концентратом 1 стадії ММС-45*60, працюючому у замкнутому циклі з гідроциклонами діаметром 350 мм. Для виділення феромагнітних часток злив гідроциклонів піддавався магнітній сепарації на ПБМ-ПП-120/300, після чого концентрат об'єднувався з окисленим концентратом сепаратора ДР-317 і класифікувався у гідроциклонах діаметром 250 мм. Злив гідроциклонів згущався у радіальному згущувачі Ц-18 по 45-55% твердого. Піски згущувача і гідроциклонів при масовій долі твердого 50-60% фільтрувались на вакуум-фільтрах ДШ-2,6/68.

Збільшення напруженості магнітного поля барабанів на 118 кА/м сприяло зниженню вмісту магнітного заліза у хвостах з 4 до 1,2%, що дозволило збільшити продуктивність одного ротора з 15 до 23 т/год. Для стабілізації роботи згущувача застосована попередня класифікація хвостів магнітної сепарації слабкого поля у гідроциклонах діаметром 500 мм. У результаті від 40 до 50% крупнозернистих хвостів при 50-60% твердого надходили безпосередньо на грохочення. До згущувача потрапляла лише дрібнозерниста частина хвостів (крупністю 90-95%-0,045 мм) у кількості 1,0-1,4т/доб на 1 м² площі осадження, що є оптимальним навантаженням для даного продукту.

Виконані дослідження [23] дозволяють відмітити достатньо високу якість концентратів 60,5-60,8%, отримуваних з окислених кварцитів Михайлівського родовища високоінтенсивною і високоградієнтною магнітною сепарацією.

Подальшому підвищенню якості концентрату за магнітною технологією перешкоджає маломагнітна контрастність мінералів, які розділяють.

На Соколовсько-Сарбайському ГЗК ведуться серйозні роботи щодо добування із залізно-магнітних руд не тільки заліза, але й кольорових металів (кобальту, міді, цинку та ін.). У цих рудах є значна кількість піриту, який містить у своїй кристалічній ґратці кольорові і благородні метали як емульсійні вкраплення чи ізоморфні включення. При переробці залізо-магнетитових руд піритний концентрат, як правило, не виділяється і пірит

втрачають у хвостах магнітного збагачення. На комбінаті були проведені промислові випробування з добування сульфідів металів методом флотації їх хвостів мокрої магнітної сепарації. Установлено, що вміст кольорових металів у пирітному концентраті значно коливається. Це може негативно вплинути на економіку комплексного використання руд.

Технологія видобування кольорових металів у металургійному циклі залежить від реагентного режиму флотації, а кількість реагентів, що подаються у процесі, пропорційна вмісту металів у перероблюваній сировині. Організація усереднення руди за вмістом кольорових металів при видобутку та подачі її на фабрику практично неможлива, тому комбінатом було запропоновано використовувати хвостосховища фабрики мокрої магнітної сепарації як усереднювального складу сировини. Уже діє дослідно-промисловий цех з переробки хвостів.

Із качканарських титано-магнетитових руд із умістом заліза 16% видобувають залізо і ванадій. На Богословському рудоуправлінні відходи магнітної сепарації продаються Краснотур'їнському рудоуправлінню МКМ Росії, з яких видобувається велика кількість міді.

У кольоровій металургії при 12 профілюючих металах (алюміній, мідь, нікель, кобальт, свинець, цинк, вольфрам, молібден, золото, ртуть, олово, сурма) супутньо з ними із руд здобуваються ще 63 корисних компоненти, у тому числі благородні метали, платиноїди, рідкі метали, рідкоземельні елементи та ін. [27]. Із руд кольорових металів на збагачувальних фабриках отримують 3-4 концентрати, а на металургійних заводах здобувають до 17 кольорових і рідких металів. На Ленінгорському комбінаті з 13 елементів, що містяться у руді, здобувають 11, у тому числі свинець, мідь, цинк, золото, сірка та ін. Усть-Каменгорський свинцево-цинковий комбінат випускає 28 видів готової продукції. Цінність супутньої продукції складає більше 30% загальної цінності переробленої сировини.

Руди і розкривні породи Сорського родовища схильні до вибіркового видобування молібдену на всіх стадіях технологічного переділу – при вибуховому відбої, дробленні і

подрібненні. При дробленні корисний компонент переходить до мілких класів крупності, а крупні класи дробленого продукту мають низький його вміст на рівні хвостів збагачувальної фабрики і підлягають усуненню із процесу до відходів, що дозволяє підвищити вміст молібдену у руді, залучити до переробки бідні руди і виділити із розкривних порід руду з кондиційним умістом молібдену. Після дроблення у дробарці до відходів виділяється до 20% порід (клас крупності +150 мм). Грохочення бідних руд (після вибуху) дозволяє вивести до відвалу надрешітний продукт +200 мм у кількості 30%, при цьому вміст молібдену у руді підвищується у 1,3 рази. Із порід внутрішнього розкриву (після вибухового відбою) грохоченням можна виділити до 20%, а після механічного дроблення у дробарках (до крупності – 40 мм) 30% руди з кондиційним умістом молібденіту. Породи внутрішнього розкриву, відходи вибіркового дроблення (граніти, граносієрити, діорити) за фізико-механічними властивостями, мінеральним складом є якісним будівельним матеріалом (щебінь марки “800-1200”).

Розроблена і перевірена у промислових масштабах оригінальна технологія безвідвальної переробки Джезказганських мідних концентратів з одержаним багатого на мідь штейну (до 65%), висококальцевого (до 28% окису кальцію), але малозалізного шлаку (до 7-9%).

Твірний шлак містить мінімальну кількість кольорових металів (0,1% і менше) і є високоякісною сировиною для виробництва шлаковати, шлаколитих виробів і шлакоситалу. Особливості даної технології полягають у використанні при конвертуванні штейнів як флюсу рідкого відвального шлаку замість кварцової руди.

На Балхашському гірничо-металургійному комбінаті із 15 корисних компонентів у мідній руді 14 видобуваються у товарну продукцію (мідь, молібден, радій, свинець, залізо, нікель, кадмій, селен, вісмут та ін.).

Велика кількість корисних компонентів добувається на Іртишському поліметалічному комбінаті, Норильському гірничо-металургійному комбінаті, Чимкентському свинцевому заводі та ін.

Проте комплексне використання руд кольорових металів ще недостатнє, ще втрачається близько 15% міді, 50% цинку, 45% сірки і 13-14% благородних металів.

1. У Кольській філії АН Росії виконано дослідження з комплексного використання апатито-нефелінової руди, у якій представлено ледь не половину елементів менделєєвської таблиці, отримано результати, які дозволяють наблизитись до майже безвідходної переробки цієї цінної сировини. Якщо при повному добуванні апатиту і частковому нефеліну коефіцієнт використання руд не перевищує 65%, то при переробці всього нефеліну він підвищується до 82%, а при отриманні офенного,

Лекція 10

Землезберігаюча технологія відкритих гірничих робіт

Ключові слова:

- теорія землекористування
- комплекс рекультивації
- оптимізація землекористування при відкритій розробці
- об'єднані відвали
- інтенсивність відробки кар'єрів
- диференційна рента
- інтегральний показник ефективності землекористування
- відвалоутворення
- гірничий відвод
- рекультивація

5.1. Теоретичні положення землекористування в гірничій справі

5.1.1. Структурна схема теорії землекористування

В основу теорії землекористування в гірничій справі покладено умову рівності додаткових витрат на гірничі роботи, які направлені на зменшення займаної площі землі й об'єму на рекультиваційні роботи Z_0 , ефекту від рекультивації в результаті удосконалення технології видобутку корисних копалин E , тобто $Z_0 \leq E$.

Узагальнення виконаних досліджень дозволило скласти структурну схему теорії землекористування при розробці родовищ відкритим способом (рис. 5.1). Обґрунтований принцип цієї теорії сформульовано таким чином: раціональне використання землі при відкритій розробці досягається технологічними способами, що забезпечують мінімум інтегрального показника ефективності землекористування, який представляє собою відношення суми приведених за витратами і часом земельних площ різного призначення (S_n) до суми приведених за цінністю і часом об'ємів добутих корисних копалин (P_n). Цей принцип дає можливість розкрити шляхи

подальшого розвитку теорії землекористування.

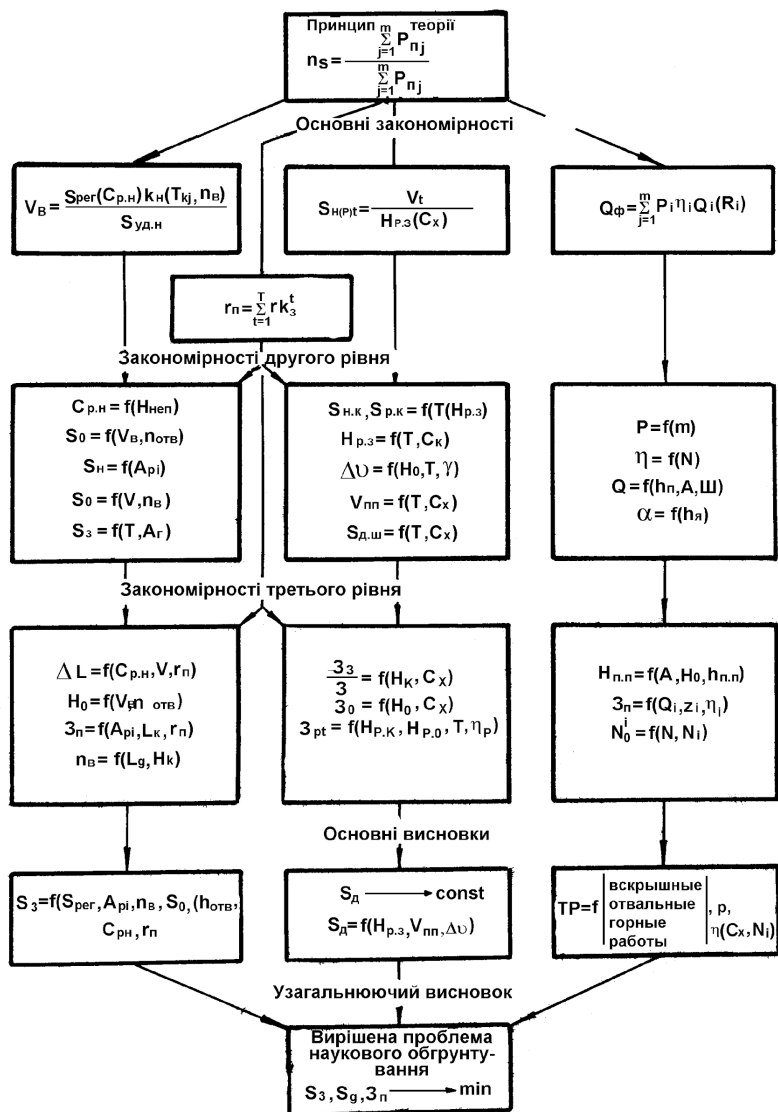


Рис. 5.1. Структурна схема теорії раціонального землекористування

Серцевину теорії складає група відносно незалежних один від одного основних закономірностей, які виражають суттєві, стійкі, повторні і необхідні зв'язки між явищами, що охоплюють теорію землекористування.

1. Об'єм порід, що укладається на непридатних землях (V_{∂}), прямо пропорційний площі регіону ($S_{\text{рег}}$), який залежить від витрат на рекультивацію непридатних земель ($C_{\text{р. н}}$), долі непридатних земель у межах регіону ($k_{\text{н}}$), від часу існування окремих кар'єрів ($T_{\text{к}}$), коефіцієнта внутрішнього відвалоутворення ($h_{\text{в}}$) і зворотно пропорційної землемісткості непридатних земель ($S_{\text{уд н}}$).

На основі цієї закономірності ґрунтується висновок, що для повного розміщення розкривних порід на непридатних землях необхідно розширювати заходи, які забезпечують багаторазове використання земельних ділянок.

2. Інтенсивність зняття (порушення) і рекультивації земель ($S_{\text{н(р)і}}$) прямо пропорційна річному об'єму гірничих робіт і зворотно пропорційна висоті робочої зони гірничих робіт у кар'єрі і на відвалі ($H_{\text{р з}}$), яка залежить від схеми розвитку гірничих і відвальних робіт ($C_{\text{х}}$). Під висотою робочої зони гірничих робіт у даному випадку розуміється відношення площі вертикальної проекції робочої зони до її довжини на рівні земної поверхні. Даній закономірності підпорядковані всі процеси, пов'язані з інтенсивністю площі землі, яку займають: розвиток гірничих робіт у кар'єрі, формування відвалів, складування відходів збагачення. Схеми розвитку гірничих робіт з максимальною висотою робочої зони забезпечують інтенсифікацію рекультиваційних робіт і, як правило, займають меншу загальну площу землі.

3. Ефективність використання обладнання на рекультиваційних роботах ($Q_{\text{ф}}$) прямо пропорційна числу робочих функцій (m), які виконує обладнання, коефіцієнту використання календарного часу (P_i) і коефіцієнту завантаження (η_i) та залежить від технологічних параметрів (R_i) розкривних і

відвальних робіт. Багато видів робіт гірничотехнічної рекультиваци обумовлюється кліматичними умовами. Тому застосування обладнання, здатного виконувати більше число робочих функцій, сприяє підвищенню використання календарного часу. Із збільшенням одиниць обладнання, яке працює одночасно на одній ділянці, знижується коефіцієнт його завантаження. На ефективність роботи обладнання мають вплив технологічні параметри: висота забою, ширина заходки, крок пересування відвалоутворювача та ін.

4. Диференційна рента землі (r_n) з часом зростає. Ця закономірність враховується при економічній оцінці технологічних рішень, пов'язаних з розміром та інтенсивністю відведення площі землі під гірничі роботи. Ця закономірність чисто економічна, тому вона хоч і віднесена до числа основних, але розташована на схемі нижче трьох перших технологічних закономірностей.

У теорію раціонального землекористування входять закономірності різного ступеня спільності, які розкривають її принципи і суттєвість явищ, що вивчають. Не розкриваючи саме характер закономірностей другого і третього рівня (вони відображені в наступних розділах даної роботи), розшифруємо тільки вхідні до них величини: k_3 – коефіцієнт щорічного підвищення диференційної ренти; $n_{\text{отв}}$ – геометричні параметри непридатних земель; A_{pi} – продуктивність i -го кар'єру за корисними копалинами, млн. м³/рік; S_b – площа, яка зайнята відвалом, га; T – термін існування гірничого підприємства, років; A_r – річна продуктивність гірничого підприємства за гірською масою, млн. т; $S_{\text{пк}}$, $S_{\text{рк}}$ – відповідно площа землі, яка порушена кар'єром і рекультивована, га; $S_{\text{дш}}$ – площа землі, яка зайнята діючою частиною шламосховища, га; α – кут відкосу відвалу, при якому не відбувається водної ерозії, град; h_a – висота відвального ярусу, м; Δv – нерівномірність швидкості осідання відвальної поверхні, мм/міс; H_b – загальна висота відвалу, м; γ – щільність порід, т/м³; Q – експлуатаційна продуктивність обладнання, м³/зміну; A – ширина заходки, м; $Ш$ – крок пересування відвалоутворювача, м; h_n – потужність родючих порід, м; H_k – глибина кар'єру, м; $3_3/3$ – частка витрат на відшкодування збитку

від вилучення землі від загальних витрат на розробку родовищ; h_n – потужність шару потенційно родючих порід, які укладають на відвалі, м; N_i – оптимальна кількість обладнання, яке зайняте на виконанні i -го виду робіт; Z – приведені витрати, крб; Z_i – вартість i -го рекультиваційного обладнання, крб.

Найбільша ефективність при проектуванні об'єктів гірничого виробництва досягається шляхом використання принципів системного аналізу, який дозволяє врахувати різноманітність умов і факторів у їх взаємозв'язку та єдності. Згідно з цими принципами гірничі підприємства і їх сукупність у гірничодобувному басейні повинні розглядатися у вигляді деяких систем – цілісних утворень певного ієрархічного виду з їх внутрішніми та зовнішніми зв'язками. Розвиток цих систем регулюється у рамках басейну шляхом розв'язання задач з допомогою математичного моделювання.

У цьому підрозділі розроблено методологічні і методичні пропозиції щодо наукового обґрунтування сукупності задач загальної проблеми зменшення інтенсивності її відводу для гірничодобувного басейну і прискорення рекультивації.

У зв'язку з тим, що для вирішення вказаної проблеми розглядається значна територія з великою кількістю взаємозв'язаних елементів, їх необхідно досліджувати і проектувати разом, як складну систему.

З позицій системного підходу гірничодобувний басейн являє собою цілісну сукупність елементів матеріального виробництва з певними властивостями, внутрішніми і зовнішніми виробничо-економічними зв'язками. У басейн входять кар'єри, відвали, шламосховища, дробильно-збагачувальні фабрики, допоміжні цехи, транспортна мережа, житлово-побутові і соціально-культурні заклади. Таким чином гірничодобувний басейн є високоінтегрованою територіальною системою, яка об'єднує різнохарактерні функції підсистеми, між якими існує взаємозв'язок у вигляді різних форм відношень.

Кожній функціональній підсистемі і кожному її рівню ієрархії повинен відповідати свій перелік і своя складність задач. Ефективність їх розв'язання може бути досягнута лише при обліку причинно-наслідкових зв'язків між ними. Ієрархічні рівні

підсистем повинні взаємодіяти з метою виконання певних задач. Ця взаємодія досягається шляхом використання результатів розв'язку задач на одному рівні при розв'язуванні задач на другому. На основі даних принципів запропоновано комплекс основних задач (рис. 5.2), який реалізує раціональний розвиток територіальних систем трьох рівнів ієрархії, які можна виділити у великому басейні, наприклад, Кривбас.

Із рис. 5.2 видно, що найбільш повний склад задач характерний для третього рівня територіальних систем, оскільки тут реалізуються планові і проектні пропозиції, які відрізняються особливою складністю.

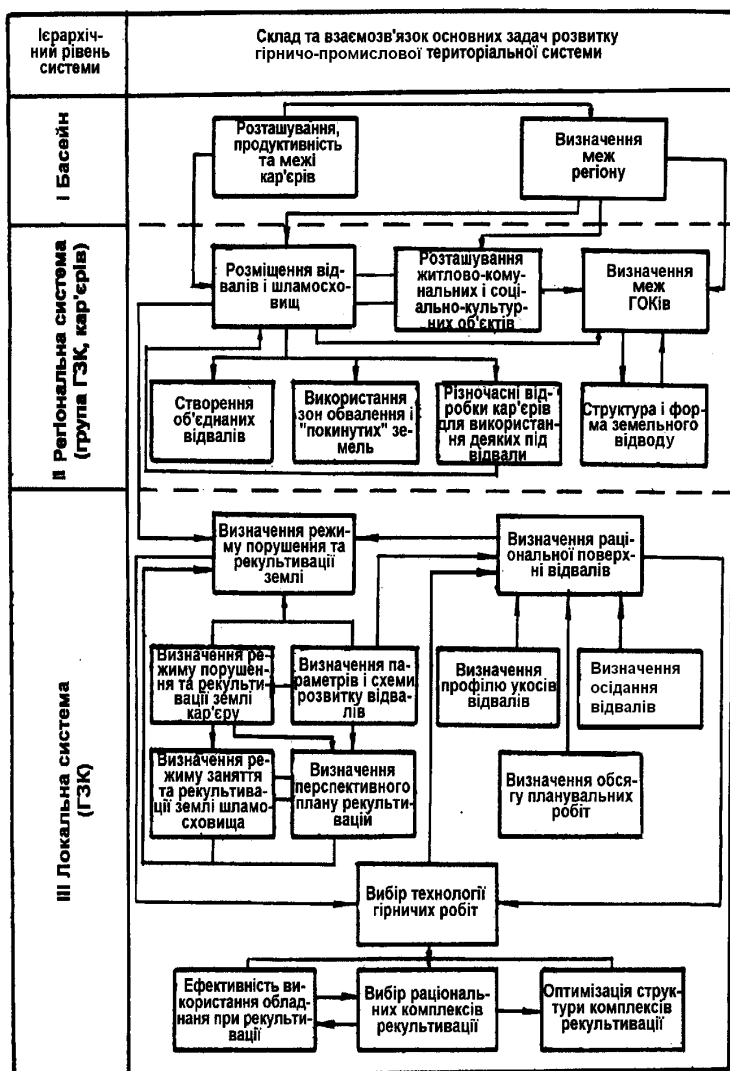


Рис. 5.2. Комплекс основних задач розвитку територіальних систем гірничодобувних басейнів

Базові задачі – визначення місця розташування майбутніх

кар'єрів, їх головних параметрів. Перша задача розв'язується на основі геологічної розвідки і в даній роботі не розглядається.

Від головних параметрів кар'єрів (продуктивності і межі) залежать розміри площ, які відводяться під кар'єри, відвали і шламосховища. Визначення меж регіону дозволяє звузити розмір території, яку розглядають для розв'язання наступних задач і таким чином спрощують їх розв'язання.

На другому рівні територіальних систем однією з важливих задач є розміщення відвалів та шламосховищ. Правильне їх розв'язання дозволяє значно знизити землеємність цих об'єктів у межах регіону.

На сучасних кар'єрах основні види робіт – видобувні, розкривні, відвальні і рекультиваційні. Між видобувними і рекультиваційними гірничими роботами існує порівняно слабкий зв'язок. Він втілюється, в основному, через розкривні роботи, з якими видобуток тісно пов'язаний.

Багатосторонньо і безпосередньо взаємозв'язані розкривні, відвальні і рекультиваційні гірничі роботи (рис. 5.3). Слід відмітити, що в даному підрозділі розглядається тільки загальна картина взаємозв'язку, а детальні якісні характеристики з кількісними оцінками наведено в інших розділах.

Важливими факторами взаємозв'язку робіт, які розглядаються, є режими порушення і рекультивації землі, які у свою чергу визначаються режимом гірничих робіт у кар'єрі і на відвалі. Режим розкривних робіт обумовлює режим відвальних. Режим рекультиваційних робіт залежить від режиму розкривних і відвальних.

При розробці горизонтальних і похилих родовищ інколи застосовуються такі технологічні схеми розкривних робіт, коли породи у внутрішні відвали укладають таким чином, що потенційно родючі підлягають похованню, а на поверхні відвалів розміщують індиферентні або навіть фітотоксичні породи. Це вимагає застосування складних і коштовних технологічних схем гірничотехнічної рекультивації. Витрати на неї досягають 30 тис. крб. на гектар. Створення екрануючого шару над фітотоксичними породами також вимагає великих витрат. Зменшити їх можна шляхом зміни технологічних схем розкривних і відвальних робіт.

При розробці крутоспадних родовищ у більшості випадків застосовується поярусна схема відсіпки відвалів (наприклад, у Кривбасі), тобто спочатку відсіпається перший ярус, потім другий і так далі. Якщо наперед не планувати, як рекультивувати такі відсіпки і продовжувати подібним способом вести відвальні роботи, то до їх закінчення на місці колишнього родовища буде глибокий кар'єр, а поряд з ним – висока штучна гора (відвал), покрита повністю скельними породами, яку рекультивувати складно і дорого.

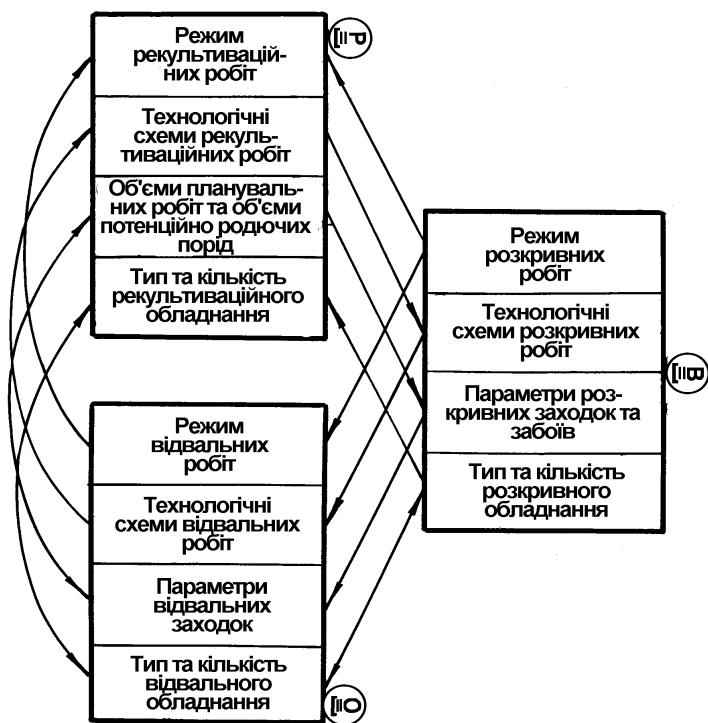


Рис. 5.3. Структурна схема взаємозв'язків розкривних, відвальних і рекультивацийних гірничих робіт

Ефективність гірничотехнічної рекультивації в багатьох

випадках залежить від того, у якому стані будуть знаходитись об'єкти перед початком рекультиваційних робіт. Під станом об'єкта тут розуміється рельєф поверхні і типи порід (їх агробіологічні якості), які покладені у верхніх шарах.

Об'єм планувальних робіт на відвалах залежить від ширини відвальної заходки, яка, у свою чергу, зв'язана з параметрами розкривного забою. Крім того, параметри розкривного забою передового уступу і відвальної заходки впливають на об'єми селективного укладання потенційно родючих порід. Таким чином, існує тісний взаємозв'язок розкривних і рекультиваційних робіт. Лінії взаємозв'язку між відвальними і рекультиваційними роботами для факторів, які розглядаються, мають стрілки на двох кінцях. Це говорить про те, що для зниження об'ємів планувальних робіт і об'ємів за селективним вийманням і укладанням потенційно родючих порід необхідно змінити параметри відвальної заходки.

Для гірничотехнічної рекультивації застосовують різне розкривне і відвальне обладнання. Деякі механізми, які призначені для рекультиваційних робіт, можуть бути тимчасово використані для звичайних розкривних чи відвальних робіт: механічні лопати, драглайни, бульдозери, одноковшові навантажувачі і т. ін. Таким чином, обладнання, що використовується, і технологічні процеси рекультивації взаємозв'язані і утворюють складну систему, яку необхідно детально дослідити і вміло проектувати. У подальшому цю сукупність машин і технологічних процесів будемо називати "комплексом рекультивації".

Під терміном "комплекс" розуміється взаємопов'язана сукупність підрозділів (елементів), які призначено для виконання певних функцій, тобто термін "комплекс" відповідає поняттю "система". Елементом (підрозділом) комплексу рекультивації будемо називати деяку його частину, яка може виконувати певну самостійну функцію.

Процес функціонування комплексу рекультивації становить собою сукупність дій його елементів, що підпорядковані одній меті.

Виявлення оптимальних параметрів комплексу рекультивації

експериментальним методом практично пов'язано з великими витратами засобів і часу. Виконати ж фізичні масштабні моделі функціонуючих комплексів рекультивації дуже складно. У цих умовах найбільш доцільне математичне моделювання.

Системний підхід до вирішення наукової проблеми раціонального землекористування – це прояв одного із принципів оптимізації суспільного виробництва. Такий підхід дозволяє теоретично пов'язати економічну ефективність виконання окремих виробничих процесів з ефективністю гірничодобувного басейну в цілому.

5.1.2. Обґрунтування критерію оцінки функціонування комплексу рекультивації

Методологічна формалізація пошуків оптимальних параметрів комплексу рекультивації охоплює наступні етапи: обґрунтування критерію оптимальності; визначення вихідної інформації, необхідної для дослідження моделі; визначення керованих перемінних, складання структури можливих комплексів для конкретних умов, складання економіко-математичної моделі і, кінець кінцем, вирішення економіко-математичної моделі для знаходження оптимального рішення.

При розв'язанні технічних задач у ролі критерію оцінки порівняльних варіантів загальноприйнятою є сума приведених витрат. Для нашої задачі допустимою являється сума питомих середньовиважених приведених витрат, які визначаються за формулою:

$$Z_{II} = \frac{\sum_{i=1}^n (E_H \kappa_i + Z_i)}{\sum_{i=1}^n V_i}, \quad (5.1)$$

де E_H – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень; κ_i – капітальні витрати на виконання робіт i -го підрозділу; Z_i – експлуатаційні річні витрати на виконання робіт i -го підрозділу, крб.; V_i – річний обсяг робіт i -го підрозділу, м³.

Або:

$$\begin{aligned}
 3_{II} &= \frac{\sum_{i=1}^n (E_H N_i Z_i + N_i C_{i\text{пост}} + N_i P_i n_{\text{см}} C_{i\text{пер}})}{\sum_{i=1}^n N_i Q_i \eta_i P_i} = \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^n (E_H Z_i + C_{i\text{пост}} + P_i n_{\text{см}} C_{i\text{пер}})}{\sum_{i=1}^n Q_i \eta_i P_i}, \tag{5.2}
 \end{aligned}$$

де N_i – кількість обладнання у j -му підрозділі; Z_i – вартість одиниці i -го обладнання, крб.; $C_{i\text{пост}}$ – постійні річні витрати на одиницю j -го обладнання, крб.; $C_{i\text{пер}}$ – змінні витрати одиниці i -го обладнання за робочу зміну, крб.; P_i – коефіцієнт використання календарного часу (річного часу) i -го обладнання; $h_{\text{см}}$ – календарна кількість змін у році; Q_i – максимально можлива експлуатаційна (змінна) продуктивність i -го обладнання; η_i – коефіцієнт завантаження j -го обладнання, який показує відношення фактичної експлуатаційної продуктивності до максимально можливої продуктивності.

Із виразу (5.2) видно, що критерій оцінки залежить від типу застосованого обладнання, його максимально можливої продуктивності й ефективного використання обладнання, яке визначається коефіцієнтами завантаження і використання календарного часу.

Оцінка варіантів структури такої складної системи, як комплекс рекультивації простішими методами без урахування кількісного впливу випадкових факторів на динаміку функціонування комплексу рекультивації може привести до прорахунків.

Якщо комплекс рекультивації підлягає впливу випадкових факторів, то і вихідний ефект (критерій оцінки) є випадковою величиною, тобто в якості даного стану комплексу рекультивації можна прийняти середню величину вихідного ефекту, або його математичного сподівання.

Згідно з системним підходом сукупність стану підрозділів

комплексу рекультивациі деякий момент часу однозначно визначає стан комплексу в цілому у цей момент. Вихідний ефект функціонування комплексу рекультивациі Z_n у загальному випадку є випадковою величиною. Під ефективністю функціонування комплексу рекультивациі розуміється математичне сподівання питомих середньозважених приведених витрат (вихідного ефекту) для всіх можливих станів комплексу.

Комплекс, який складається з n підрозділів, має кінцеве число несумісних станів. Комплекс рекультивациі знаходиться в одному із можливих станів деякий час, який визначає коефіцієнт використання календарного часу відповідного стану. Позначимо ці коефіцієнти у вигляді вірогідності символом P з тими ж індексами, що і для стану комплексу рекультивациі. Оскільки всі можливі стани комплексу складають повну групу несумісних подій, то сума вірогідностей дорівнює одиниці.

Друга випадкова величина, яка характеризує стан комплексу рекультивациі, – коефіцієнт завантаження, який є функцією кількості працюючого обладнання в одному підрозділі.

Простежимо вплив цих двох випадкових параметрів на розрахунок функціонування на прикладі двох варіантів комплексу з двома підрозділами.

Перший варіант. У якості прикладу розглянемо ділянку рекультивациі, яка складається з двох підрозділів: бригада із знімання ґрунту (підрозділ a); бригада із профілювання відкосів відвалів (підрозділ b).

У підрозділах використовується різнотипове обладнання (наприклад, при знятті ґрунтового шару – колісні скрепери, а при профілюванні відкосів відвалів – бульдозерів).

У такому комплексі можливі три робочих стани: бригада працює тільки на зніманні ґрунтового шару (a) або тільки на профілюванні відкосів відвалів(b); працюють одночасно підрозділи a і b окремо ($a + b$). Цей стан характеризується коефіцієнтами завантаження η_a , η_b , η_{a+b} , які є випадковими величинами з щільністю розподілення вірогідності ϕ_a , ϕ_b , ϕ_{a+b} відповідно. Тоді повну ефективність комплексу, який розглядається, можна визначити за формулою:

$$3_{II} = \frac{E_H Z_a + C_{\text{апост}} + n_{\text{см}} C_{\text{пер}}(P_a + P_{a+\epsilon}) + E_H Z_\epsilon + C_{\text{впост}} + n_{\text{см}} C_{\text{пер}}(P_\epsilon + P_{a+\epsilon})}{Q_a [P_a \eta_a(N_a) + P_{a+\epsilon} \eta_{a+\epsilon}(N_{a+\epsilon})] + Q_\epsilon [P_\epsilon \eta_\epsilon(N_\epsilon) + P_{a+\epsilon} \eta_{a+\epsilon}(N_{a+\epsilon})]} \quad (5.3)$$

Другий варіант. Той же приклад, що і в першому варіанті, різниця тільки у тому, що в обох підрозділах використовується однотипне обладнання (наприклад, колісні скрепери). У цьому випадку можливі сім робочих станів: три стани аналогічні першому варіанту; четвертий стан – працюють обидві бригади на виконанні робіт одного підрозділу a ($a\epsilon$); п'ятий стан – працюють обидві бригади і виконують роботу підрозділів ϵ (ϵa); шостий стан – працює тільки перша бригада на виконанні робіт другого підрозділу a (ϵ); сьомий стан – працює тільки друга бригада на виконанні робіт першого підрозділу ϵ (a).

Повну ефективність комплексу рекультивації для другого варіанта можна визначити за формулою:

$$3_{II} = \frac{E_H Z_a + C_{\text{апост}} + n_{\text{см}} C_{\text{пер}}(P_a + P_{a+\epsilon} + P_{a\epsilon} + P_{a(\epsilon)}) + E_H Z_\epsilon + C_{\text{впост}} + n_{\text{см}} C_{\text{пер}}(P_\epsilon + P_{a+\epsilon} + P_{\epsilon a} + P_{\epsilon(a)})}{Q_a [P_a \eta_a(N_a) + P_{a+\epsilon} \eta_{a+\epsilon}(N_{a+\epsilon}) + P_{a\epsilon} \eta_{a\epsilon}(N_{a\epsilon}) + P_{a(\epsilon)} \eta_{a(\epsilon)}(N_{a(\epsilon)})] + Q_\epsilon [P_\epsilon \eta_\epsilon(N_\epsilon) + P_{a+\epsilon} \eta_{a+\epsilon}(N_{a+\epsilon}) + P_{\epsilon a} \eta_{\epsilon a}(N_{\epsilon a}) + P_{\epsilon(a)} \eta_{\epsilon(a)}(N_{\epsilon(a)})]} \quad (5.4)$$

Позначивши

$$P_a + P_{a+\epsilon} + P_{a\epsilon} + P_{a(\epsilon)} = \tau_a ;$$

$$P_\epsilon + P_{a+\epsilon} + P_{\epsilon a} + P_{\epsilon(a)} = \tau_\epsilon ;$$

$$P_a \eta_a(N_a) + P_{a+\epsilon} \eta_{a+\epsilon}(N_{a+\epsilon}) + P_{a\epsilon} \eta_{a\epsilon}(N_{a\epsilon}) + P_{a(\epsilon)} \eta_{a(\epsilon)}(N_{a(\epsilon)}) = \rho_a ;$$

$$P_\epsilon \eta_\epsilon(N_\epsilon) + P_{a+\epsilon} \eta_{a+\epsilon}(N_{a+\epsilon}) + P_{\epsilon a} \eta_{\epsilon a}(N_{\epsilon a}) + P_{\epsilon(a)} \eta_{\epsilon(a)}(N_{\epsilon(a)}) = \rho_\epsilon .$$

Тоді при n підрозділах у комплексній рекультивації загальна ефективність розраховується за формулою:

$$Z_{\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^n (E_n Z_i + C_{i\text{пост}} + C_{i\text{пер}} \tau_i)}{\sum_{i=1}^n Q_i \rho_i}, \quad (5.5)$$

де τ_i – вірогідність працюючого стану обладнання i -го підрозділу; ρ_i – узагальнений параметр режиму функціонування обладнання i -го підрозділу.

Слід відмітити деякі особливості при визначенні середньозважених приведених питомих витрат на виконання операцій основним розкривним обладнанням. У цьому випадку всі капітальні і постійні експлуатаційні витрати відносити повністю на виконання робіт з рекультивації не можна. Повинна відноситись тільки частина витрат, пропорційна часу роботи основного розкривного обладнання на виконання рекультиваційних робіт.

Таким чином, кожен підрозділ комплексу рекультивації має значення не стільки сам по собі, скільки в сукупності підрозділів у загальному комплексі їх взаємного зв'язку.

Основна ідея запропонованого методу оцінки ефективності функціонування комплексу рекультивації полягає в тому, що оцінка ведеться з урахуванням властивостей комплексу, його схеми і якості функціонування не окремих елементів, а всього комплексу, тобто за вихідним ефектом, який визначається на основі вірогідних характеристик його стану. Уведення такої оцінки дозволяє порівнювати проекти комплексів рекультивації, принципово різних за структурою, визначати на цій основі шляхи формування варіантів комплексу, вибирати кращий із них.

ЛЕКЦІЯ 11 Алгоритм оптимізації землекористування при відкритій розробці

З усієї сукупності задач проблеми, що розглядається, можна виділити три головні: зменшення площі землі, яку займають гірничі роботи, зниження інтенсивності займання землі і

прискорення її рекультивації, зниження затрат на рекультивацію.

При розташуванні об'єктів гірничого виробництва намагаються максимально використати непридатні землі. Отже, площу землі, яку займають гірничі роботи, можна уявити як суму площ непридатних земель і цінних сільськогосподарських (лісогосподарських).

Таким чином, вирішення проблеми, що розглядається, є багатокільовою задачею:

$$\left. \begin{array}{l} S_{\text{г}} \rightarrow \min \\ S_{\text{н}} \rightarrow \min \\ S_{\text{р}} \rightarrow \max \\ S_{\text{л}} \rightarrow \min \end{array} \right\}$$

Зі зменшенням площі цінних земель, які займають під гірничі роботи, зростають затрати на власне гірничі роботи (за рахунок збільшення віддалі транспортування розкривних порід до непридатних земель чи висоти підйому в результаті збільшення загальної висоти відвалу). Інтенсивність займання землі знижується за рахунок збільшення висоти робочої зони відвальних робіт, разом з тим зростають витрати на відвальні роботи. Інтенсивність рекультивації знаходиться в прямій залежності від режиму зайняття і схем відсипки відвалів, порядку заповнення шламосховищ. Затрати на рекультивацію в більшості залежать від технологічних параметрів, розкривних і відвальних робіт. Таким чином, площа зайнятої землі, інтенсивність заняття і рекультивації, та технологічні параметри розкривних, відвальних і рекультиваційних гірничих робіт можуть мати оптимальне значення. Розмір площі землі та інтенсивність її заняття залежать від річних об'ємів гірничих робіт, особливо розкривних.

Про ефективність використання землі гірничих робіт можна міркувати за величиною витрат, які залежать від площі, що займають під гірничі роботи, поділених на прибуток від реалізації корисних копалин.

Виходячи з вищесказаного, можна сформулювати задачу оптимізації землекористування: визначити площу землі, яку займає об'єкт гірничого виробництва гірничовидобувного

басейну, режим зайняття і рекультивації землі, технологічні параметри розкривних, відвальних і рекультиваційних робіт, що забезпечують мінімальні приведені витрати на карбованець товарної продукції.

Результати розв'язання задач, що пов'язані з земельними ресурсами, у багатьох випадках залежать від правильної їх оцінки. Тут треба відмітити, що питання оцінки земельних ресурсів і питання платності землекористування зовсім різні і їх не можна ототожнювати.

У якості економічної оцінки землі може бути використана так звана диференційна рента, яку можна орієнтовно визначити за формулою:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_i - C_i) P_i}{S_y}, \text{ крб./га,} \quad (5.6)$$

де Z_i – ринкова роздрібна ціна на i -й продукт із сільськогосподарської сировини, крб.; C_i – витрати на вирощування і переробку відповідної сільськогосподарської сировини в i -й готовий продукт, крб.; P_i – кількість i -го продукту, одержаного в рік з ділянки землі, площею S_y .

За рахунок удосконалення агротехніки врожайність землі протягом часу підвищується, а витрати на виготовлення 1 кг продукту знижуються. Таким чином, диференційна рента землі з впливом часу зростає, що можна враховувати коефіцієнтом щорічного підвищення диференційної ренти землі k_3 . З урахуванням строку відчуження земельної ділянки T_0 приведена диференційна рента визначається за виразом:

$$r_n = \sum_{t=1}^{T_0} \frac{r k_3^t}{(1 + E)^t} \text{ крб,} \quad (5.7)$$

де E – норматив для приведення різночасових витрат до одного часу оцінки.

Об'єкти гірничого виробництва (кар'єри, відвали, шламосховища), як правило, негативно впливають на прилеглу територію, що можна врахувати зменшенням диференційної

ренти цієї території r_d . Якщо допустити, що $k_3 = 1 + E$, то величину збитків від вилучення земель під гірничі роботи можна визначити за формулою: $Y = T_0 (r + r_e k_n)$, крб, де k_n – коефіцієнт, який враховує шкідливий вплив об'єкта гірничого виробництва на прилеглу територію.

При розміщенні об'єктів гірничого виробництва намагаються максимально використати непридатні землі. Із зменшенням площі цінних земель, які займають під гірничі роботи, за рахунок збільшення віддалі транспортування розкривних порід до непридатних земель або висоти підйому, через зростання загальної висоти відвалів збільшуються витрати на власне гірничі роботи. Інтенсивність заняття землі знижується шляхом збільшення висоти робочої зони відвальних робіт, у результаті чого зростають витрати на відвальні роботи.

Інтенсивність рекультивації знаходиться в прямій залежності від режиму заняття землі і схем розвитку відвалів, порядку заповнення шламосховищ. Витрати на рекультивацію в багатьох випадках визначаються технологічними параметрами розкривних і відвальних робіт. Тобто, площа, яку займають, інтенсивність заняття і рекультивації, технологічні параметри розкривних, відвальних і рекультиваційних гірничих робіт можуть мати оптимальне значення.

Про ефективність технології відкритих гірничих робіт в аспекті, що розглядається, можна міркувати за величиною витрат, які залежать від площі, зайнятої під гірничі роботи, поділеної на прибуток від реалізації корисних копалин.

Виходячи з вищезазначеного, можна сформулювати задачу оптимізації землекористування: визначити площу землі, яку займають об'єкти гірничого виробництва гірничодобувного басейну (ГЗКу), режим зайняття і рекультивації землі, технологічні параметри розкривних, відвальних і рекультиваційних робіт, які забезпечують мінімальні приведені витрати на карбованець товарної продукції, тобто:

$$d_n = \frac{[S_{ntj}C_{rj} + S_{ptj}C_{pj} + \sum_{j=1}^m S_{dtj}(r_j + r_6 k_n)(1+E)^t - \sum_{t=1}^T S_{nentj}(C_{pnj} - C_{po}) + V_{tj}(\Delta L_{tj}C_{mp} + \Delta h_{tj}C_n)](1+E)^{-t}}{\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m A_{ptj}Z_{tj}(1+E)^{-t}} \rightarrow \min, \quad (5.8)$$

де $j = 1, 2 \dots$; m – кількість об'єктів гірничого виробництва в гірничодобувному басейні протягом $t = 1, 2, \dots, T$ років; S_n – площа землі, яка порушена об'єктом гірничого виробництва, га; C_r – витрати на зняття родючих порід (чорнозему) з 1 га землі, крб.; S_p – рекультивована площа землі, га; C_p – витрати на рекультивацію 1 га землі без витрат на розробку родючих порід, крб.; S_d – площа землі, яку займає діюча частина об'єкта гірничого виробництва, га; S_{nep} – площа непридатних земель, яка зайнята під відвали, га; C_{pn} – витрати на рекультивацію одного га непридатних земель, крб.; C_{po} – витрати на рекультивацію одного га площі відвалів, крб.; V – об'єм розкривних порід, м³; ΔL – збільшення відстані транспортування розкривних порід до відвалу, км; C_{tr} – витрати на транспортування 1 м³ породи на відстані 1 км, крб.; Δh – збільшення висоти транспортування розкривних порід унаслідок зростання висоти відвалів, м; C_n – витрати на підняття 1 м³ породи на висоту 1 м, крб.; A_p – річна продуктивність кар'єру за рудою, т; Z – ціна 1 т корисних копалин, крб.

Після деяких перетворень виразу (5.8) одержано формулу:

$$n_s = \frac{\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m S_{tij} \sigma_{ij} (1+E)^{-t}}{\sum_{t'=t_0}^{T'_j} \sum_{j=1}^m A_{pt'/j} \sigma_j^0 (1+E)^{-t'}} , \text{ га/млн. т (м}^2/\text{т)}, \quad (5.9)$$

де $j = 1, 2 \dots, n$ – вид призначення земельної ділянки (з якої знімається родючий шар, що знаходиться в експлуатації: рекультивційна ділянка і т. ін.); σ – коефіцієнт приведення за витратами площі різного значення до одного виду призначення (наприклад, до ділянки, з якої знімається родючий шар); t' – порядковий рік експлуатації кар'єру, який розглядається; T'_j – термін експлуатації кар'єру, років; σ – коефіцієнт приведення за цінністю об'ємів корисних копалин, що добувають (наприклад, до концентрату планової якості).

У виразі (5.9) чисельник є сумою приведених за витратами і часом земельних площ різного призначення, знаменник – сумою за цінністю і часом об'ємів добутих корисних копалин. Тому формулу (5.9) можна записати в більш компактному вигляді:

$$n_s = \frac{\sum_{j=1}^m S_{nj}}{\sum_{j=1}^m P_{nj}}, \text{ га/млн. т (м}^2\text{/т, м}^2\text{/м}^3\text{)}. \quad (5.10)$$

Вираз (5.10.) відображає частину приведених витрат, які залежать від площі землі, що займають, режиму її заняття і рекультивції, технологічних параметрів розкривних і відвальних робіт, які впливають на об'єм рекультивції. Ця величина характеризує ефективність землекористування з урахуванням усіх його характерних аспектів, тому будемо називати її **інтегральним показником ефективності землекористування**. Таким чином, одержаний показник повністю відповідає вимогам, які пред'являють до критерію оцінки.

На рис. 5.4 показано залежність величини критерію оцінки від різних факторів. Для аналізу використано наступні показники (що відповідають умовам Кривбасу): $S_{нт}=250$ га/рік; $C_r=1,5$ тис. крб./га; $C_p=6,45$ тис. крб./га; $r+r_b k_n=0,7$ тис. крб./га; $C_{рп}=50$ тис. крб./га; $\Delta L=2$ км; $\Delta h=80$ м; $A_{рл}=100$ млн. т/рік. Для кривих 1, 2, 3, 6 значення двох перших додатків, прийнятих рівними нулю. Крива 5 побудована для умов: $S_{нт}=250$ га/рік; $S_{рл}=S_{нт}$; $S_{неп}=0$; крива 6 – для умов $S_{нт}=500$ га/рік; $S_{рл}=S_{нт}$; $V_l=100$ млн. м³; $L=10$ км.

З рисунка бачимо, що відставання рекультивційних робіт

веде до різкого зростання інтегрального показника землекористування. Збільшення площі непридатних земель, які використовуються під гірничі роботи, у незначній мірі знижує інтегральний показник землекористування. Зміна річних об'ємів розкривних порід, які транспортуються на більш далекі відстані, має порівняно незначний вплив на критерій оцінки.

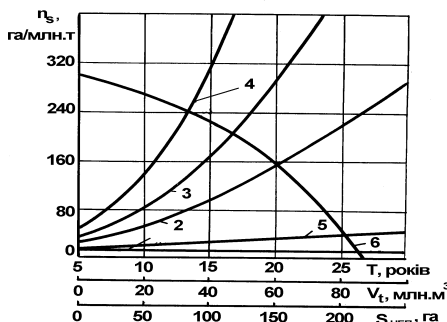


Рис. 5.4. Залежність інтегрального показника ефективності землекористування від тривалості періоду, що розглядається, за умови: 1-5 – від річних обсягів розкривних порід; 6 – від площі непридатних земель, що зайняті під гірничі роботи

На рис. 5.5 показано порядок обчислювальної процедури інтегрального показника ефективності землекористування.

Перша задача (блоки 1-7) розв'язується за рахунок використання непридатних земель під відвали, створення загальних (об'ємних) відвалів, зміни порядку й інтенсивності відпрацювання кар'єрів з метою використання їх відпрацьованого простору під відвали, зміни напрямку розвитку гірничих робіт у кар'єрі з урахуванням внутрішнього відвалоутворення.

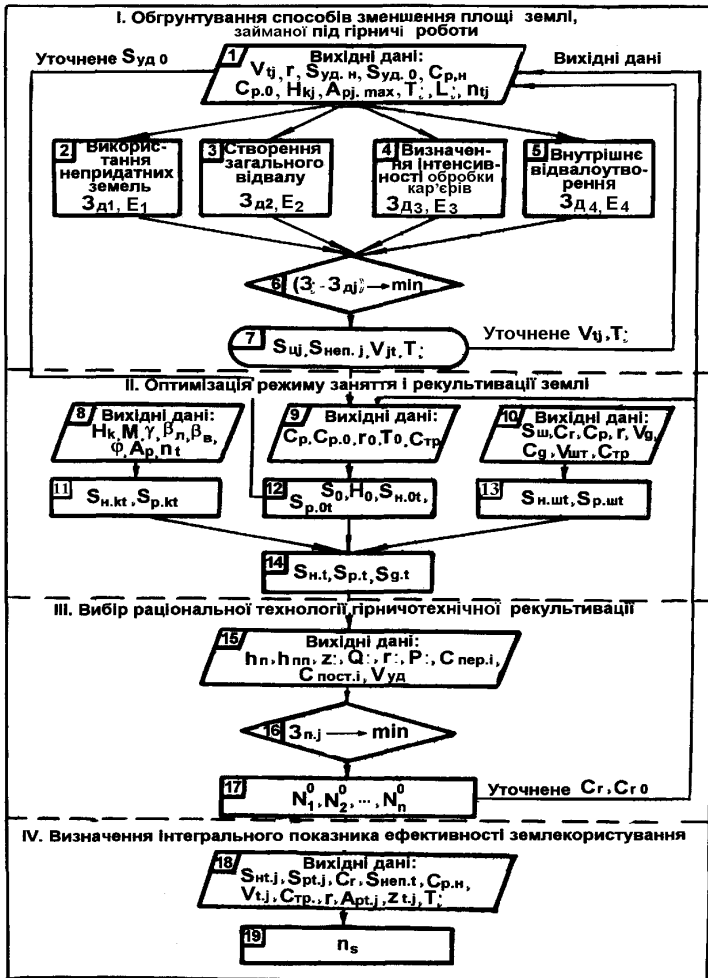


Рис. 5.5. Алгоритм розрахунку інтегрального показника ефективності землекористування

Рис. 5.5. Алгоритм розрахунку інтегрального показника ефективності землекористування

В основу розв'язку першої задачі покладено умови рівності додаткових витрат на реалізацію способів зменшення площі землі ($Z_{дi}$), витрати за землю, яку економимо або рекультивуємо за рахунок цих же способів (E_j).

Друга задача (блоки 8 – 14) розв'язується шляхом визначення площі землі кар'єру (кар'єрів), що порушується і рекультивується в різні періоди його існування (блок 11), установлення раціональних схем розвитку відвалів (блок 12), поетапного заняття гірничого відводу під шламосховище (блок 13) й оптимізації перспективного плану рекультиваційних робіт (блок 14).

В основу розв'язку другої задачі покладено умови мінімуму приведених сумарних витрат на власне гірничі (або відвальні) роботи і на відшкодування збитків від заняття землі під гірничі роботи. Результати розв'язку першої задачі є основними вихідними даними для розв'язання другої.

Третя задача (блоки 15, 16) розв'язується за рахунок використання взаємопов'язаної технології розкривних відвальних і рекультиваційних гірничих робіт.

На останньому етапі визначається інтегральний показник ефективності землекористування, що оцінює технологію гірничих робіт, регіону, який розглядається.

Деталізація розв'язання на основі головних і приватних задач запропонованого алгоритму визначає подальшу структуру викладу з даної проблеми.

ЛЕКЦІЯ 12 Способи зменшення земельних відводів гірничих підприємств

5.2.1. Використання під відвали непридатних земель

Непридатні землі (за визначенням І.І. Руського) – це непридатні для сільського господарства і промисловості землі: косяги, яри, балки, старі виробітки, заболочені площі і пустоти. У гірничодобувних районах, наприклад, таких як Кривбас, усі непридатні землі слід розділити на три групи: відпрацьовані кар'єри, зони обвалення підземних рудників і непридатні землі

(косогори, яри і такі інші, незручні для сільського господарства). Дане розподілення непридатних земель викликане технологічними особливостями відвалоутворення на їх землях і різною їх землемісткістю.

Якщо непридатні землі знаходяться поблизу від кар'єру, то їх використовують під відвали. Однак, вони можуть знаходитися і на значній відстані від кар'єру. Тоді виникає питання, де вигідніше розташувати відвали, на непридатних землях, які знаходяться на деякій значній відстані від кар'єру, або ближче до кар'єру, але на сільськогосподарських землях (рис. 5.6). Використання непридатних земель під відвали доцільне в тому випадку, коли виконуються умови:

$$Z_{\text{тр}} + U_{\text{тр}} + Z_{\text{р.он}} + U_{\text{от}} + Z_{\text{р.от}} + Z_{\text{р.н}}, \quad (5.11)$$

де $Z_{\text{тр}}$ – додаткові витрати на транспортування розкривних порід через збільшення відстані до непридатних земель (ΔL) у порівнянні з відвалом, розташованим на сільськогосподарських землях, крб.; $U_{\text{тр}}$ – збитки від заняття землі під транспортну полосу довжиною ΔL , крб.; $Z_{\text{р.он}}$ – витрати на рекультивацію відсипаного відвалу на непридатних землях, крб.; $U_{\text{от}}$ – збитки від заняття земель під відвал на сільськогосподарських землях, крб.; $Z_{\text{р.от}}$ – витрати на рекультивацію відвалів на сільськогосподарських землях (включаючи витрати на зняття родючого шару землі з площі під відвали), крб.; $Z_{\text{р.н}}$ – витрати на рекультивацію непридатних земель, які були б використані під відвал, крб.

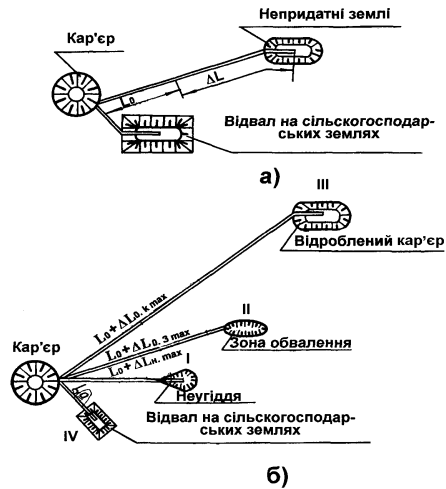


Рис. 5.6. Схеми до обґрунтування доцільності використання під відвали непридатних земель

Рис. 5.6. Схеми до обґрунтування доцільності використання під відвали непридатних земель

Для умов Кривбасу отримано залежності максимально допустимого перевищення відстані транспортування до непридатних земель, у порівнянні з відстанню до відвалу, розташованого на сільськогосподарських землях, від глибини виїмки для різних видів непридатних земель і об'ємів порід, які розміщують у відвали (рис. 5.7). На дальність транспортування впливає вид непридатних земель. Найбільше перевищення відстані транспортування до відпрацьованих кар'єрів може бути 10–14 км, а найменше до неугідь 4,5–5,2 км, трохи більше може бути перевищення відстані транспортування до зони обвалення 5–6,5 км.

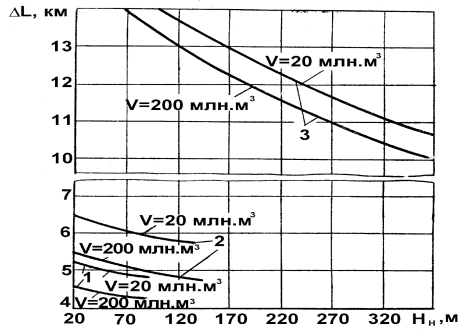


Рис. 5.7. Залежність максимально допустимої відстані від можливого місцезнаходження відвалу до I – непридатностей; 2 – зони обвалення; 3 – відпрацьованого кар'єру

Із зменшенням загальних об'ємів розкривних порід, які розташовують у відвали, максимально допустиме перевищення відстані транспортування збільшується. Відстань $\Delta L_{\max}$, яку встановлено з урахуванням витрат на рекультивацію непридатних земель, має більше значення на 5–13 км порівняно з відстанню, розрахованою без урахування вказаного фактора.

Якщо поблизу кар'єру є передбачене місцезнаходження відвалу на сільськогосподарських землях та на відстанях, які задовольняють указаним значенням (рис. 5.7), розташовані непридатні землі різних типів, тоді в першу чергу займають під відвали неугіддя, у другу – зони обвалення і в третю – відпрацьовані кар'єри, і тільки після цього порода, яка залишилась, розміщується у відвал, розташований на сільськогосподарських землях. Неугіддя мають велику землемісткість, тому можуть бути швидше заповнені, рекультивовані і залучені в сільськогосподарське виробництво.

5.2.2. Утворення об'єднаних (загальних) відвалів для групи кар'єрів

У великих гірничодобувних басейнах розробка родовищ ведеться, як правило, групою кар'єрів. У цьому випадку доцільно створювати об'єднані відвали для розміщення розкривних порід із декількох кар'єрів. Утворення об'єднаного відвалу дозволяє знизити його землемісткість, тобто зменшити загальну площу землі, зайняту відвалом, знизити шкідливий вплив відвалу на прилеглу територію за рахунок зменшення периметра основи відвалу, сконцентрувати відвальні роботи. Недоліком об'єднаних відвалів є збільшення відстані транспортування.

У залежності від специфіки умов може бути виділено три найбільш характерних типи даної задачі.

Задача № 1. На деякій відстані один від одного розташовано декілька кар'єрів із відомими об'ємами розкривних порід, які видаються на зовнішні відвали. Земля на значній відстані від кар'єрів має однакову цінність. Можна для кожного кар'єру організувати відвал, який знаходиться поблизу, або загальний відвал для всіх кар'єрів. Слід визначити, де розташовувати об'єднаний відвал і його економічну доцільність (рис. 5.8, а).

Задача № 2. Між двома відвалами (дільницями під відвал) обмеженою місткістю розташована натуральна і штучна перешкода, яка не дозволяє їх об'єднати, що дозволило б у цілому підвищити місткість усієї площі під відвали. Треба визначити, що вигідніше: перенести перешкоду в друге місце і утворити об'єднаний відвал, або перешкоду залишити на місці, а додатково організувати ще один відвал, який буде розташовано на більшій відстані від кар'єру (рис. 5.8, б).

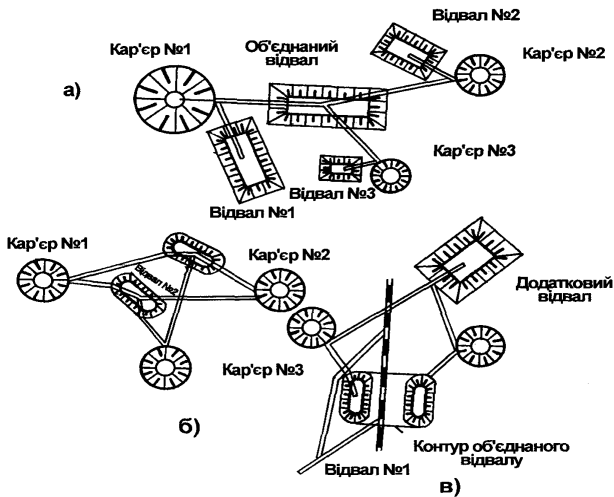


Рис. 5.8. Схема до обґрунтування створення загальних відвалів

Рис. 5.8. Схема до обґрунтування створення загальних відвалів

Задача №3. Для групи кар'єрів число варіантів можливого розташування відвалів обмежене (рис. 5.8, в). Слід визначити, із яких кар'єрів і в які відвали вигідніше возити породу?

Таким чином розглянуто загальну постановку задач. Які ж способи їх розв'язання?

Розв'язання задачі №1.

Місцезнаходження об'єднаного відвалу визначається за мінімумом сумарних витрат на транспортування розкривних порід із усіх розглянутих кар'єрів (визначення точки звозу).

Створення об'єднаного відвалу доцільно, якщо виконується умова:

$$\begin{aligned}
 & 3_{\text{тр.об.}} + Y_{\text{о.об.}} + Y_{\text{тр.об.}} + \\
 & + 3_{\text{р.об.}} \leq \sum_{i=1}^n (3_{\text{тр.}i} + Y_{\text{о.}i} + Y_{\text{тр.}i} + 3_{\text{р.}oi}), \quad (5.12)
 \end{aligned}$$

де $Z_{\text{тр. об.}}$ – витрати на транспортування розкривних порід в об'єднаний відвал, крб.; $V_{\text{о. об.}}$ – збитки від вилучення землі під об'єднаний відвал, крб.; $U_{\text{тр. об.}}$ – збитки від вилучення землі під транспортну полосу від кар'єру до об'єданого відвалу, крб.; $Z_{\text{р. об.}}$ – витрати на рекультивацію об'єданого відвалу, крб.; $i=1, 2, \dots, n$ – кількість відвалів, які розглядаються; $Z_{\text{тр. } i}$ – витрати на транспортування порід від j -го кар'єру до i -го відвалу, крб.; $V_{\text{о. } i}$ – збитки від вилучення землі під i -й відвал, крб.; $U_{\text{тр. } i}$ – збитки від вилучення землі під транспортну полосу до i -го відвалу, крб.; $Z_{\text{р. } i}$ – витрати на рекультивацію i -го відвалу, крб.

Якщо група, що розглядається, складається із трьох або більше кар'єрів, то задача доцільності створення об'єданого відвалу повинна вирішуватись у декілька етапів. Наприклад, у групу входить 4 кар'єри. Припустимо, що створення об'єданого відвалу для всіх чотирьох кар'єрів більш економічно вигідне в порівнянні з варіантом створення окремих відвалів для кожного кар'єру. Однак може бути, що створення двох об'єднаних відвалів для чотирьох кар'єрів забезпечить менші приведені витрати. Тому для прийняття оптимального рішення треба розглядати всі можливі варіанти.

Розв'язання задачі № 2.

Перенесення перешкоди й об'єднання доцільно, якщо задовольняється умова:

$$Z_{\text{пп}} + Z_{\text{тр.1}} + Z_{\text{тр.2}} + Z_{\text{р.п}} \leq Z_{\text{тр.}\delta_1} + \\ + Z_{\text{тр.}\delta_2} + U_{\delta} + U_{\text{тр.}\delta} + Z_{\text{р.}\delta} \quad (5.13)$$

де $Z_{\text{пп}}$ – витрати на перенесення перешкоди, крб.; $Z_{\text{тр.1}}$ і $Z_{\text{тр.2}}$ – витрати на транспортування породи, відповідно із першого та другого кар'єру в об'єднаний відвал, крб.; $Z_{\text{р.п}}$ – витрати на рекультивацію прирізаної частини відвалу в результаті його об'єднання, крб.

У правій частині виразу (5.13) індекс δ для відповідних витрат означає додатковий відвал.

Розв'язання задачі № 3.

Можливими є дві модифікації задачі № 3.

Перша – є декілька кар'єрів і нараховано декілька місць

розташування загального відвалу. Необхідно вибрати місцезнаходження відвалу, який забезпечує мінімум витрат на транспорт, відшкодування збитку від вилучення землі і витрат на її рекультивацию. Дана задача розв'язується методом варіантів, число варіантів звичайно невелике.

Друга модифікація задачі полягає в наступному. Існує декілька кар'єрів і намічено декілька місць розташування відвалів, при цьому можуть бути використані всі відвали. Розв'язання даної задачі зводиться до розподілу розкривних порід із різних кар'єрів за різними відвалами; яке забезпечує мінімум сумарних витрат на транспорт, відшкодування збитку від вилучення землі і витрат на її рекультивацию.

Напевно, раціональною кількістю і місцем розташування відвалів буде таке, котре забезпечить мінімум сумарних витрат, пов'язаних з будівництвом й експлуатацією відвалів, збитку від вилучення землі і витрат на рекультивацию землі з урахуванням часу вкладання цих витрат.

Задачу, яку розв'язуємо, можна надати в наступному вигляді:

$$\sum_{i=1}^n S_i T_i (r_i + r_6 k_n) + \sum_i^n \sum_{t'}^{T_i} \frac{S_{st'}^{/} 3_{ri}}{(1+E)^{t'}} +$$

$$+ \sum_i^n \sum_j^m \sum_t^T \frac{V_{ij} C_{ij}}{(1+E)^t} + \sum_i^n \sum_j^m \sum_{t''}^{T_i} \frac{L_{it''j} g_{Tij}}{(1+E)^{t''}} \rightarrow \min \quad (5.14)$$

при умові:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n 10^{+4} S_i h_i &= \sum_{j=1}^m V_j; \\ S_i &\geq S_{\min}; \\ 1 \leq i &\leq \frac{\sum_{j=1}^m V_j}{S_{\min}}; \\ 1 \leq T_i &\leq T - \rho_i. \end{aligned} \right\}, \quad (5.15)$$

де S_j – площа j -го відвалу, га; h_i – висота (середня) i -го відвалу, м; T_i – тривалість періоду від початку будівництва i -го відвалу до кінця його експлуатації, років; $S'_{it'}$ – площа землі i -ї ділянки, з якої необхідно зняти в t' році родючий шар, га; Z_{ij} – витрати на знімання родючого шару на ділянці i -го відвалу, крб/га; V_{ij} – об'єм розкритих порід, укладених у i -й відвал з j -го кар'єру у t -му році, м³; C_{ij} – витрати на перевезення пустих порід від j -го кар'єру до i -го відвалу, крб/м³; L_{ij} – довжина транспортування від j -го кар'єру до i -го відвалу, що будується в t році, м; d_{tij} – витрати на будівництво транспортного шляху від j -го кар'єру до i -го відвалу, крб/м; T – повний термін будівництва й експлуатаційної групи кар'єрів, років; $S_{\min}$ – мінімальна площа відвалу, га; ρ_1 – тривалість відсіпки i -го відвалу мінімальної площі, років.

5.2.3. Вплив інтенсивності відробки окремих кар'єрів басейну на ефективність використання землі

У даному підрозділі викладено методику визначення раціональної продуктивності кар'єрів у межах регіону, а отже й інтенсивність їх відробки з урахуванням ефективності використання землі. Ця методика може бути використана при розв'язанні подібних задач на стані проектування.

При розробці великих родовищ декількома кар'єрами можна зменшити порушену площу землі за рахунок підвищення й інтенсивності відробки одного з кар'єрів, щоб у подальшому використати відпрацьований простір цього кар'єру під відвали. Виконання цих заходів буде доцільне, якщо додаткові витрати, пов'язані із зміною інтенсивності відробки кар'єрів і зміною відстані транспортування розкритих порід від кар'єру (кар'єрів) до відвалу у відпрацьованому, будуть менше витрат від відшкодування збитків від вилучення землі під відвал і його рекультивацію. Задача, яку ми розглядаємо, може бути сформульована наступним чином. Визначити інтенсивність відробки кожного кар'єру із групи кар'єрів, яка забезпечує мінімум сумарних приведених витрат на розробку родовищ з

урахуванням збитків від вилучення землі і витрат на її рекультивуацію при виконанні планової потреби в корисних копалинах. У даному випадку інтенсивність відпрацювання родовища буде характеризуватись продуктивністю кар'єру за рудою (через коефіцієнт розкриття вона пов'язана з виробництвом за гірничою масою, від якої практично залежить інтенсивність відробки).

У загальному вигляді дана задача записується так:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T 3_{it} \rightarrow \min \quad (5.16)$$

при

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n A_{pit} \gamma_{it} &= A_{kt}; \\ \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T A_{pit} \gamma_{it} &= A_{kt}; \\ \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T A_{pit} &\leq \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T A_{pit_{\max}}; \\ A_{pit} &\geq 0, \end{aligned} \right\}, \quad (5.17)$$

де A_{pit} – продуктивність i -го кар'єру за рудою в t -й рік, млн. м³; γ_{pit} – вихід концентрату планової якості із i -го кар'єру в t -му році, частки од.; A_{kt} – планова потреба в концентраті в t -му році, млн.

м³; T – термін існування кар'єрів, років; $A_{pit_{\max}}$ – максимально можлива продуктивність i -го кар'єру в t -му році, млн. м³.

Методику розв'язання задач розглядаємо на простому умовному прикладі. Маємо 2 кар'єри, основні показники яких, необхідні для вирішення поставленої задачі, подано в таблиці 5.1.

Задачу розв'язуємо методом варіантів. По-перше, слід розглядати порогові варіанти відпрацювання родовищ з максимально можливою продуктивністю в першому і другому кар'єрах і одночасну відробку відпрацювання.

На рис. 5.9 наведено схему варіантів інтенсивності відпрацювання кар'єрів.

Кожен варіант показано променем, який виходить із центральної точки. Промінь представляє собою тимчасову вісь. На кожному промені нанесено кола, у середині яких числа, що означають продовження роботи в роках, а числа над дугами – номери кар'єрів.

Таблиця 5.1

Вихідні дані для розв'язання задач

Показники	Умовні позначення	Кар'єр	
		№ 1	№ 2
1. Об'єм гірничої маси в проектних контурах кар'єру, млн. м ³ .	V_r	450	650
2. Поточний коефіцієнт розкриття, м ³ /м ³ .	n_t	1,0	0,95
3. Вихід концентрату планової якості із 1 м ³ руди, частки од.	γ_k	0,4	0,42
4. Собівартість видобутку власне руди, крб./м ³ .	C'	0,8	0,8
5. Затрати на розкривні роботи без обліку затрат на транспортування від кар'єру до відвалу і рекультивацію землі, крб./м.	C''	0,5	
6. Максимально можлива продуктивність за рудою, млн. м ³ /рік.	A_{pmax}	15	20
7. Відстань від кар'єру до відвалу, км.	L	10	10
8. Відстань між кар'єрами, км.	L_k	10	10
9. Планова потреба в концентраті, млн. м ³ /рік.	A_k	10	10

Так, наприклад, на вертикальній осі в колі написано число 18,7, а над дугою, що з'єднує це коло з точкою відліку (нульовою

точкою), цифра 1, тобто при даному варіанті кар'єр № 1 повністю відпрацьовується за 18,7 років. Друге коло з відповідною дугою означає, що кар'єр № 2 повністю відпрацьовується за 23,8 роки. Дуга із стрілкою, що з'єднує друге і перше коло, означає, що розкривні породи в другий період розробки родовищ (T_2) транспортуються і укладаються із другого експлуатованого кар'єру у вироблений простір першого. Римські цифри біля променів – номери варіантів. Основні показники у варіантах, що розглядаються, є вихідними даними для розрахунків і наведені в таблиці 5.2.

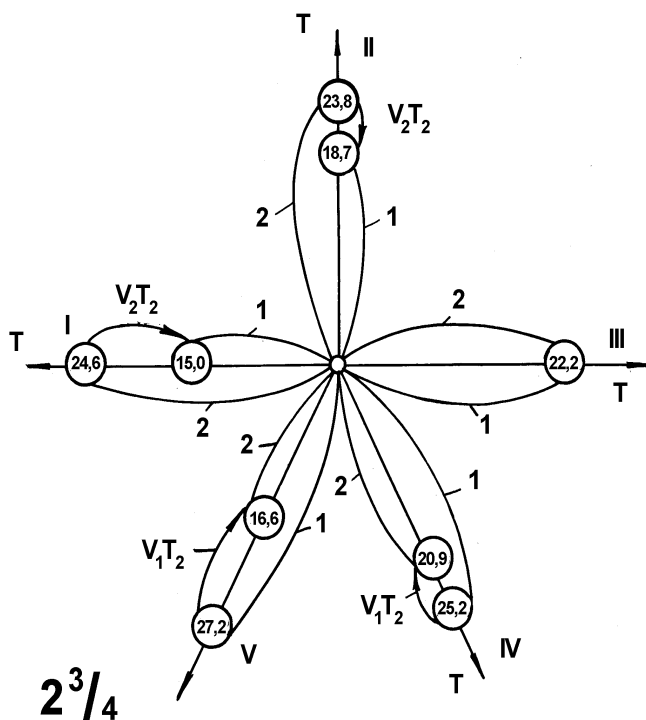


Рис. 5.9. Схема варіантів інтенсивності відробки кар'єрів

Час існування двох кар'єрів можна розділити на два періоди: T_1 – період спільної роботи двох кар'єрів і T_2 – період роботи

одного кар'єру (у цей період можна використати відпрацьований простір одного із кар'єрів під відвали другого). На порядку розрахунку приведених витрат усі варіанти відпрацювання кар'єрів доцільно розділити на 3 типи:

- 1) відпрацювання в першу чергу кар'єру №1;
- 2) одночасна відробка кар'єрів;
- 3) відпрацювання в першу чергу кар'єру №2.

Таблиця 5.2

Вихідні дані для розв'язання задачі

Показники	Варіанти				
	I (пороговий)	II (допоміжний)	III (пороговий)	IV (допоміжний)	V (пороговий)
A_{p1T_1} , млн. м ³ /рік	15	12	10,1	8	4
A_{p2T_2} , млн. м ³ /рік	9,51	12,4	14,54	16,2	20
A_{kT_1} , млн. м ³ /рік	10	10	10	10	10
V_{1T_1} , млн. м ³ /рік	15	12	10,1	8	4
V_{2T_1} , млн. м ³ /рік	9,03	11,8	13,81	15,4	19
T_1 , років	15	18,7	22,2	20,9	16,6
T_2 , років	9,6	5,1	–	4,3	10,6
A_{p2T_2} , млн. м ³ /рік	20	20	–	–	–
V_{2T_2} , млн. м ³ /рік	19	19	–	–	–
A_{kT_2} , млн. м ³ /рік	8,4	8,4	–	6,0	6,0
A_{p1T_2} , млн. м ³ /рік	–	–	–	15	15
V_{1T_2} , млн. м ³ /рік	–	–	–	15	15

Для варіантів, коли в першу чергу відпрацьовується кар'єр №1, сумарні витрати визначаються із виразу:

$$\begin{aligned}
3'_{II} = & \sum_{i=1}^2 \sum_{l_1=1}^{T_1} \left\{ \frac{1}{(1+E)^{l_1}} [A_{pi l_1} C_i' + V_{il_1} (C_i'' + C_i L_i)] + \right. \\
& \left. + 10^{-4} V_{il_1} S_{y \varnothing . oi} \cdot \left[(r_{oi} + r_6 k_n) T_1 + \frac{C_{p, oi}}{(1+E)^{T_1+1}} \right] \right\} + \\
& + \frac{S_{k_1} C_{pk_1}}{(1+E)^{T_1+1}} + \sum_{l_2=T_1+1}^{T_2} \frac{1}{(1+E)^{l_2}} [A_{p2 l_2} C_2' + V_{2l_2} (C_2'' + C_2 L_k)] + \\
& + \frac{S_{k_2} C_{pk_2}}{(1+E)^{T_2+1}} - 10^{-4} V_{2l_2} T_2 S_{y \varnothing . k_1} \frac{C_{pk_1}'}{(1+E)^{T_2+1}}, \quad (5.18)
\end{aligned}$$

де S_{k1} і S_{k2} – площі кар'єрів № 1 і № 2, га; C_{pk1} і C_{pk2} – витрати на рекультивуацію 1 га, крб.; C'_{pk1} – зниження витрат на рекультивуацію 1 га площі першого кар'єру за рахунок засипки його відвалів, крб.; $S_{y \varnothing . k1}$ – питома землемісткість кар'єру № 1 при засипці його відвалом, м²/м³; L_k – відстань між кар'єрами, км.

Для варіанта одночасної відробки кар'єрів сумарні приведені витрати визначаються за формулою:

$$\begin{aligned}
3''_{II} = & \sum_{i=1}^2 \sum_{l_1=1}^{T_1} \left\{ \frac{1}{(1+E)^{l_1}} [A_{pi l_1} C_i' + V_{il_1} (C_i'' + C_i L_i)] + \right. \\
& \left. + 10^{-4} V_{il_1} S_{y \varnothing . oi} \cdot \left[(r_{oi} + r_6 k_n) T_1 + \frac{C_{p, oi}}{(1+E)^{T_1+1}} \right] \right\} + \\
& + \frac{S_{k_1} C_{pk_1} + S_{k_2} C_{pk_2}}{(1+E)^{T_1+1}}, \quad \text{крб.} \quad (5.19)
\end{aligned}$$

Для варіантів, коли в першу чергу відпрацьовується кар'єр № 2, приведені витрати знаходяться за виразом:

$$\begin{aligned}
3_{II}''' = & \sum_{i=1}^2 \sum_{t_1=1}^{T_1} \left\{ \frac{1}{(1+E)^{t_1}} [A_{pit_1} C_i' + V_{it_1} (C_i'' + C_i L_i)] + \right. \\
& \left. + 10^{-4} V_{it_1} S_{y\partial,oi} \cdot \left[(r_{oi} + r_6 k_n) T_1 + \frac{C_{p,oi}}{(1+E)^{T_1+1}} \right] \right\} + \\
& + \frac{S_{k_2} C_{pk_2}}{(1+E)^{T_1+1}} + \sum_{t_2=T_1+1}^{T_2} \frac{1}{(1+E)^{t_2}} [A_{pt_2} C_i' + V_{it_2} (C_i'' + C_i L_k)] + \\
& + \frac{S_{k_1} C_{pk_1}}{(1+E)^{T_2+1}} - 10^{-4} V_{it_2} T_2 S_{y\partial,k_2} \frac{C_{pk_2}}{(1+E)^{T_2+1}}.
\end{aligned} \tag{5.20}$$

За викладеною методикою для даного прикладу виконано розрахунки приведених витрат, на основі яких побудовано графіки залежностей цих витрат від інтенсивності відпрацювання родовищ (рис. 5.10 і 5.11).

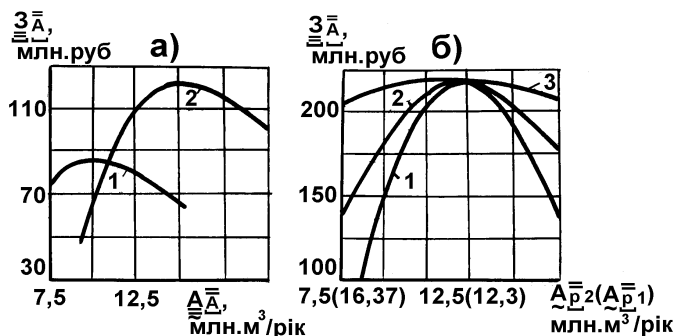


Рис. 5.10. Залежність приведених витрат на розробку родовищ: а – від продуктивності першого кар'єру (1) і другого кар'єру (2); б – від продуктивності кар'єрів при різних відстанях

Згідно з даними таблиці 5.1 економічно вигідно підвищувати інтенсивність відпрацювання кар'єру № 2, оскільки він має кращі економічні показники. Проте, запропоновані залежності витрат

свідчать про зворотне: доцільно підвищувати інтенсивність відпрацювання кар'єру № 1, що забезпечить менше порушення площі землі і менші приведені витрати на розробку родовищ.

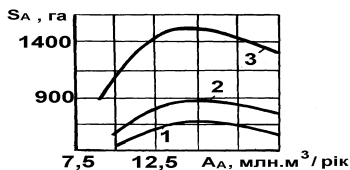


Рис. 5.11. Залежність площі землі, що порушується, від продуктивності кар'єрів: 1 – кар'єрами; 2 – відвалами; 3 – кар'єрами і відвалами

Із збільшенням відстані між кар'єрами ефективність від зміни інтенсивності відпрацювання кар'єрів для використання відпрацьованого простору під відвали знижується (для умов Кривбасу такою реальною відстанню є 25 км).

Підвищення інтенсивності відпрацювання одного з кар'єрів для подальшого використання його відпрацьованого простору під відвал порід, які видаються із другого кар'єру, дозволяє зменшити площу зайнятої землі від 16 (права гілка кривої 3 на рис. 5.11) до 43% (ліва гілка кривої 3 на рис. 5.11) площі, яка порушується кар'єрами і відвалами при одночасній відробці кар'єрів.

Екстремальні значення сумарних приведених витрат на розробку родовищ притаманні тільки граничним варіантам, отже, проміжні варіанти можна не розраховувати. Кількість порогових варіантів дорівнює числу кар'єрів плюс одиниця.

Близькою за своєю суттю до задачі, що розглядається, є задача вибору черговості відпрацювання кар'єрів без урахування збитків від вилучення землі і витрат на її рекультивацію. Ця задача розв'язується з мінімальними витратами на одиницю товарної продукції. Проте, може бути, що таким виявиться кар'єр з найбільшим загальним об'ємом розкривних порід, більшою глибиною і довшим строком експлуатації. Отже, при відробці даного кар'єру в першу чергу знадобляться великі площі землі під

відвали з тривалим строком існування, і, навпаки, кар'єр з гіршими техніко-економічними показниками, але з меншим загальним об'ємом розкривних порід і незначної глибини вимагатимуть незначної площі землі під відвал, може бути швидко відпрацьований на повну глибину, а його відпрацьований простір – використаний під відвали інших кар'єрів.

Дана задача розв'язується методом варіантів. Кількість можливих варіантів із збільшенням числа кар'єрів, що розглядаються, різко зростає. З метою зниження трудомісткості розрахунків достатньо в кожному варіанті розглядати тільки два кар'єри, оскільки строк експлуатації окремого кар'єру складає 20-50 років і при збільшенні числа кар'єрів, які розглядаються спільно до 3-4, період оцінки зростає до 60-200 років, що значно знижує достовірність розрахунків.

Таким чином, задача зводиться до визначення кар'єру, який розробляється в першу чергу, тобто до перебирання пар кар'єрів. Для кожної пари кар'єрів розв'язується пара рівнянь такого вигляду:

– для кар'єру, що відпрацьовується першим, з розміщенням розкривних порід на зовнішні відвали:

$$3_{II_1} = \sum_{t_1=1}^{T_1} \left\{ \frac{1}{(1+E)^{t_1}} (3_{r_1 t_1} + V_{l_1} C_1 L_1) + \right. \\ \left. + 10^{-4} V_{l_1} S_{y \partial . o_1} \left[(r_{o_1} + r_6 k_n) T_1 + \frac{C_{p.o_1}}{(1+E)^{T_1+1}} \right] \right\}, \text{крб.}; \quad (5.21)$$

– для кар'єру, що відпрацьовується другим, з укладанням розкривних порід у відпрацьований простір першого кар'єру:

$$3_{II_2} = \sum_{t_2=T_1+1}^{T_2} \left[\frac{1}{(1+E)^{t_2}} (3_{r_2 t_2} + V_{2t_2} C_2 L_k) - \right. \\ \left. - 10^{-4} V_{2t_2} S_{y \partial . k_1} \frac{C_{p.k_1} - C_{p.o}}{(1+E)^{T_2+1}} \right], \text{крб.} \quad (5.22)$$

Розрахунки показують, що, як правило, економічно доцільно в першу чергу відпрацьовувати кар'єри з невеликими об'ємами гірничої маси в проектних контурах кар'єру, що дозволяє раніше перейти на засипку цього кар'єру і зменшити площу, яку займає відвал.

ЛЕКЦІЯ 13 *Технологічні рішення при багаторазовому використанні земельних ділянок*

Під багаторазовим використанням землі розуміється використання земельної ділянки декілька разів для гірничого виробництва. Так, наприклад, гірничий відвід під кар'єр використовується спочатку власне під кар'єр, потім – під гідровідвал або шламосховище, а потім на гідровідвалі утворюють сухий відвал. Реалізація принципу багаторазового використання землі дозволяє в значній мірі зменшити землі, які порушуються.

Засипка глибоких кар'єрів. У практиці відкритих гірничих робіт частіше всього відпрацьовані кар'єри використовують під відвали порід, які видаються із других кар'єрів. Відвалоутворення в дрібних кар'єрах технологічно просте, при засипці ж глибоких кар'єрів цей процес у значній мірі ускладнюється, тому його розглянемо більш детально.

Для спрощення організації виробництва відвальних робіт і забезпечення мінімальних витрат на транспортування розкривних порід, засипку кар'єрів бажано здійснювати з денної поверхні одним ярусом на повну глибину відробки.

При засипці відпрацьованих кар'єрів стійкість відвального ярусу підвищиться при опорі відкосу відвалу в протилежний борт кар'єру чи змиканні відвальних заходок, які відсипаються з його протилежних бортів [45].

На можливості засипки кар'єрів одним ярусом істотно впливає глибина кар'єру, ширина дна, кут погашення бортів кар'єрів, а також кут природного відкосу порід, що відсипаються. Усі ці показники взаємозв'язані. При бульдозерному відвалоутворенні з автотранспортом цей взаємозв'язок можна

показати в наступному вигляді:

– однобічна засипка:

$$B_{\partial} = H(Ctg\alpha - Ctg\beta) , \quad (5.23)$$

де B_{∂} – ширина дна кар'єру, м; H – глибина кар'єру, м; α, β – відповідно кути природного відкосу порід, що відсипають і погашення борту кар'єру;

– двобічна засипка:

$$B_{\partial} = H[2Ctg\alpha - (Ctg\beta_1 + Ctg\beta_2)] , \quad (5.24)$$

де β_1, β_2 – кути погашення протилежних бортів кар'єру, з яких здійснюється засипка.

При екскаваторному відвалоутворенні формули (5. 23) і (5. 24) набудуть вигляду:

– однобічна засипка:

$$B_{\partial} = H(Ctg\alpha - Ctg\beta) + A_{01} , \quad (5.25)$$

де A_{01} – ширина першої відвальної заходки, яку відсипають з цілика, м;

– двобічна засипка:

$$B_{\partial} = H[2Ctg\alpha - (Ctg\beta_1 + Ctg\beta_2)] + 2A_{01} . \quad (5.26)$$

Як бачимо з розрахунків, однарусна засипка кар'єрів екскаваторами ЕКГ–8, коли заходки відсипають з протилежних боків і вони змикаються понизу, можлива на кар'єрах, ширина дна яких змінюється від 60 до 220 м і при глибині, відповідно, від 100 до 500 м.

Розширити область кар'єрів, для яких можлива двохстороння однарусна засипка, дозволяє спосіб відвалоутворення з опорною призмою. Суть її пояснюється рисунком 5.12, здійснюється вона таким чином.

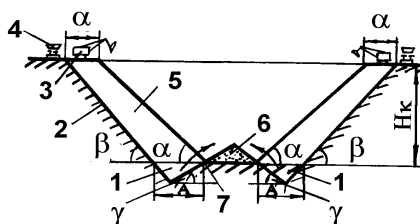


Рис. 5.12. Спосіб засипки кар'єру з призмою спирання

Після припинення гірничих робіт на дні кар'єру бурові станки з нижніх горизонтів зганяють на дно кар'єру. Станками відбурюють смуги порід на дні кар'єру: 1 – уздовж довгих його бортів, 2 – шириною.

$$A = B \cdot \sin \gamma (ctg \beta + ctg \gamma) \quad (5.27)$$

де B – ширина похилої поверхні ціликової частини призми спирання, м; γ – кут нахилу до горизонту похилої поверхні ціликової частини призми спирання.

Потім заряджають і виробляють націлений вибух з переміщенням і укладанням порід вибуху в центральну частину кар'єру 6. У результаті на дні кар'єру створюють призму спирання, нижня частина якої представлена ціликом порід дна кар'єру, а верхня – породами, що підірвали вибухом. Після цього доставляють розкривні породи транспортом, наприклад, залізничним 4, і укладають їх екскаватором 3 у кар'єр з протилежних довгих його бортів паралельними заходками 5. Розкривні породи укладають на поверхнях 7 цілика на дні кар'єру, які мають нахил, зворотний напрямку відсіпки порід, що забезпечують стійкість відвалу при засипці периферійної частини кар'єру на ширину a , яка менша ширини смуги, що відбурюють A на величину $H(ctg \alpha - ctg \beta)$.

При засипці центральної частини кар'єру розкривні породи укладають на насипну частину призми опору. Відвальні роботи в цій зоні ведуть паралельними заходками, одночасно з

протилежних довгих бортів кар'єру і з рівномірним посуванням фронту відвальних робіт. Цим забезпечується зустрічно направлена дія сил здвигу відсипаємих заходок, які підвищують опір здвигу насипної частини призми спирання і стійкість частини, яку відсипають. Після зустрічі по низу відсипаємих з протилежних сторін заходок не вимагається одночасність і рівномірність їх відсипки, оскільки і без цього забезпечується стійкість відвалу, тому відсипка ведеться звичайним способом. Область застосування запропонованої технології засипки кар'єру із збільшенням глибини кар'єру зменшується і обмежується шириною дна кар'єру 300 м.

Таким чином, застосування технології засипки кар'єрів із створенням призми спирання буровибуховим способом дозволяє значно підвищити стійкість і висоту відвального ярусу унаслідок збільшення здібності несучої призми спирання і зустрічної направленої дії сил зсуву заходок, що відсипають, а також інтенсивність і безпечність ведення відвальних робіт.

Запропонована технологія відвалоутворення дозволяє засипати кар'єр високими ярусами з шириною дна до 300 м, але вимагає значних витрат на створення призми. Оскільки проектна ширина дна багатьох кар'єрів Кривбасу перевищує 400 м, а ПГЗК складає 1000 м, то для засипки таких кар'єрів пропонується технологія відвалоутворення, яка забезпечує підвищення стійкості відвалу без значних витрат.

При бульдозерному відвалоутворенні найефективнішим способом ведення відвальних робіт, що дозволяє збільшити висоту відвального ярусу, є відсипання перпендикулярно укусу відвального фронту випереджаючих насипів з мінімальними розмірами зверху, стійка висота яких визначає граничну висоту відвального ярусу. Для оцінки стійкості відвалу з обмеженими розмірами, у плані запропоновано методику, що враховує форму і об'єм призми можливого обвалення й основи на методі алгебраїчного складання сил, діючих за круглоциліндричною поверхнею ковзання (рис. 5.13).

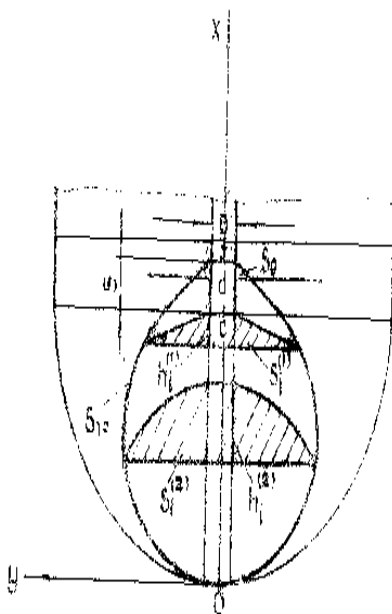


Рис. 5.13. Схема розрахунку стійкості відвалу обмежених розмірів у плані

Аналіз досліджень впливу розмірів відвалу в плані на його стійку висоту показує, що максимальна стійка висота відповідає відвалу у вигляді конуса, яка в 1,8-2,2 рази більше висоти плоского укосу $h_{пл}$. Збільшення ширини верхнього майданчика

веде до зниження стійкості відвалу, і при $\frac{B}{h_{пл}} \geq 4$ ширина майданчика не впливає на стійкість відвалу.

Загнутий у плані укіс забезпечує значно більшу стійкість відвалу в порівнянні з прямолінійним, а найбільшою стійкістю володіє відвал у вигляді усіченого конуса з мінімальною верхньою площадкою. Тому пропонується при засипці кар'єрів

застосовувати спосіб відвалоутворення з відвальним фронтом у вигляді півворонок, які чергуються з півконусами.

На рис. 5.14 показано схему відвалоутворення.

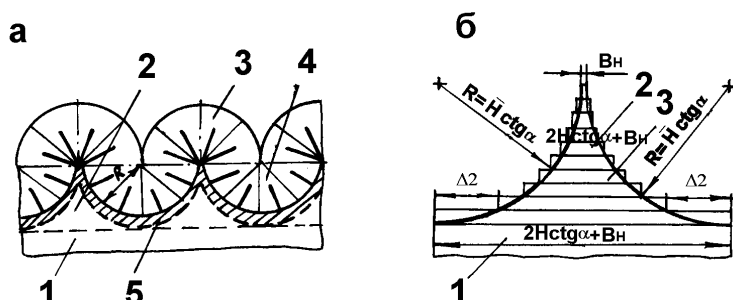


Рис. 5.14. Спосіб відвалоутворення з криволінійним фронтом робіт

Розраховують стійку висоту плоского укосу відвалу H_{Π} , потім перпендикулярно відкосу первинного відвалу виконують випереджуючі насипи 2 шляхом відсіпки порід на укіс цього відвалу паралельними смугами 3 змінної довжини. При цьому перші смуги випереджуючих насипів виконують з'єднаними одна з одною довжиною.

$$L = 2H_n ctg\alpha + B_n, \quad (5.28)$$

де B_n – мінімальна ширина випереджаючого насипу, яка забезпечує розвантаження одного автосамоскида, м.

Ширина кожної смуги обумовлена шириною відсіпки відвалу з одного місця розвантаження транспортного обладнання (автосамоскида). Кожну наступну смугу відсіпають, зменшуючи її довжину з обох кінців на величину:

$$\Delta_n = \sqrt{n\epsilon 2H_{\Pi} ctg\alpha - n^2\epsilon^2} - \sqrt{(n-1)\epsilon 2H_{\Pi} ctg\alpha - (n-1)\epsilon^2}, \quad (5.29)$$

де n – порядковий номер відсіпної смуги; ϵ – ширина відсіпної смуги, м.

Формула (5.29) одержана як різниця двох сусідніх хорд, довжина кожної з яких визначається за формулою:

$$a = 2\sqrt{2hR - R^2}, \quad (5.30)$$

де h – стріла сегмента, м; R – радіус кола, м (у даному випадку h і R рівні відповідно пв, $H_{\text{п}} \text{ctg} \alpha$).

Після того, як бокові відкоси кожного випереджаючого насипу зійдуться в торцевих частинах, таким же способом нарощують висоту відвалу до $H_{\text{к}}$.

У результаті виконаних робіт буде створено відкіс відвалу (рис. 5.14, а) у вигляді півворонок 4 і півконусів 3. Ділянки укосу, які мають форму півворонок 4, володіють підвищеною стійкістю із-за увігнутості профілю і змикання нижньої бровки відвалу в одній точці. Ділянки у вигляді напівконусу 3 володіють максимальною природною стійкістю. Вони привантажують приукісну частину відвалу 1 і тим самим підвищують його стійкість у результаті збільшення утримуючої сили за потенційною поверхнею сковзання.

Після нарощення висоти випереджаючих насипів укладають розкривні породи шляхом нарощення довжини випереджаючих насипів шириною $B_{\text{н}}$ (напівконусів), відсипаючи породи в півворонки серповидними смугами 5.

При такій технології відвалоутворення радіус кривизни бокових укосів випереджаючих насипів дорівнює ширині закладання укосів відвалу.

Відсипка порід серповидними смугами ускладнює відвалоутворення. Щоб уникнути цього, поблизу верхньої бровки відвалу за радіусом, який дорівнює ширині закладання укосу відвалу, тобто $R = H_{\text{к}} \text{ctg} \alpha$, закладають охоронні упори, через які розвантажують автосамоскиди, це забезпечує збереження увігнутого фронту заданим радіусом і безпечність проведення відвальних робіт.

Аналіз виконаних досліджень показав: застосування пропонованої технології дозволяє збільшити стійку висоту відвальних ярусів у 1,5-1,9 рази; приймальна здатність відвалу із збільшенням його висоти знижується; ускладнюється робота

гірничо-транспортного устаткування при нарощуванні випереджаючих насипів.

Для усунення цих недоліків розроблено нову технологію відвалоутворення із зигзагоподібним відвальним фронтом (рис. 5.15), яка включає формування випереджаючих насипів 1 з прямолінійними верхніми бровками бічних укосів 2, 3, перпендикулярними один одному і бровкам суміжних випереджаючих насипів. Відсіпання породи здійснюється прямолінійними смугами рівної довжини і ширини 4, яке здійснюють по черзі – спочатку паралельно одній з верхніх бровок 2, а потім – іншій 3.

Технологія бульдозерного відвалоутворення із зигзагоподібним відвальним фронтом упроваджена при засипці Олексіївського кар'єру ОГЗКу.

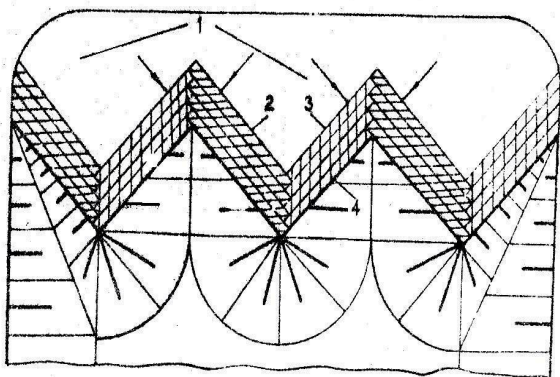


Рис. 5.15. Схема відвалоутворення із зигзагоподібним відвальним фронтом

При засипці відпрацьованих кар'єрів дуже перспективний спосіб відвалоутворення похилими шарами з допомогою мобільного обладнання при доставці розкривних порід залізничним транспортом.

Цей спосіб здійснюють таким чином (рис. 5.16). Розкривні породи доставляють на відвал залізничним транспортом і розміщують їх на приймальному майданчику. Із приймального майданчика породи переміщують бульдозером на проміжний

штабель, звідки другим бульдозером розміщують у нижній підступ відвального ярусу до тих пір, доки ширина відсипаючої частини заходки не досягне величини:

$$A = H_0(ctg\alpha - ctg\beta) \quad (5.31)$$

де H_0 – висота відвального ярусу при куті сталого відкосу, який дорівнює куту натурального відкосу порід β , м; α – кут сталого відвального ярусу (кут виположення).

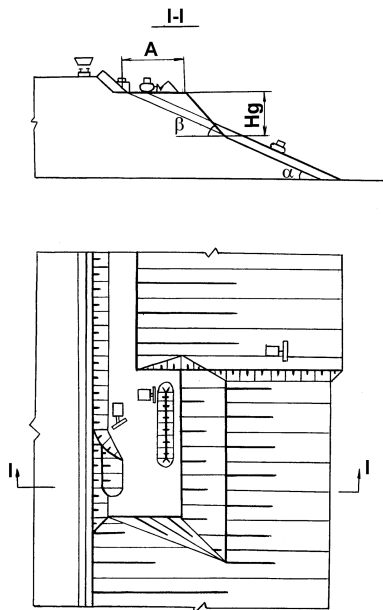


Рис. 5.16. Відвалоутворення мобільним обладнанням похилими шарами

Після цього виположують укіс до кута сталого укосу шляхом зняття та переміщення порід із верхньої частини нижнього підступу в нижню його частину.

Після цього знову проводять укладання порід у нижній підступ на ширину A з наступними виположеннями укосу. Роботи з відсипки частин з виположенням укосу виконують до повної ширини відвальної заходки, після чого виконують

відсипку верхнього підступу і перекладання рельсових шляхів у нове положення.

Висоту нижнього підступу визначають за формулою:

$$H_n = L_\theta \sin \alpha, \quad (5.32)$$

де L_θ – допустима за економічністю довжина ходу бульдозера з переміщенням порід під кутом стійкого укосу, м.

Висота верхнього підступу приймається як при звичайному бульдозерному відвалоутворенні біля 2 м.

Зменшувати площу землі дозволяє також спосіб відвалоутворення на відпрацьованому гідровідвалі.

Гідровідвали і шламосховища при великих площах мають порівняно невелику висоту (30-50 м). Ці площі можна використовувати для розміщення на них сухих відвалів. Суть такої технології полягає в наступному (рис. 5.17). За периметром гідровідвалу відсипають дамбу 1 з укладанням у зовнішню її половину потенційно родючих порід 2, а у внутрішню її половину – скальних порід. Ширина дамби поверху 14-17 м (за технологічними умовами). Потім відступають від зовнішньої бровки дамби на відстань, рівну ширині дамби, і проводять часткову відсипку із скальних порід першого ярусу 3, висота якого дорівнює 1/3 ширини дамби з розвитком фронту відсипки концентрично до центру гідровідвалу 4 з відсипкою із зовнішнього боку потенційно родючих порід 5 шириною, яка дорівнює половині ширини дамби. Аналогічним способом відсипають усі наступні яруси. Відсипку наступного ярусу виконують повністю (або верхній підступ) із потенційно родючих порід.

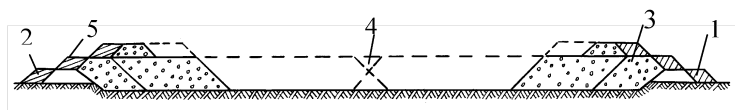


Рис. 5.17. Спосіб відвалоутворення на відпрацьованому гідровідвалі

Такий спосіб дозволяє підвищити стійкість відкосів відвалу (а, отже, підвищити й місткість відвалу) і забезпечити можливість технічної рекультивації одночасно з відвалоутворенням.

5.2.5. Технологія розробки крутоспадних родовищ з внутрішнім відвалоутворенням

Внутрішнє відвалоутворення при розробці крутоспадних родовищ дозволяє зменшити площу землі, яка займається зовнішнім відвалом, скоротити віддаль транспортування розкривних порід від забою до відвалу. Крім того, часткова засипка кар'єру спрощує і зменшує витрати на наступну рекультивацію. Не дивлячись на це, внутрішнє відвалоутворення при розробці крутоспадних родовищ не знайшло поки що широкого застосування. Це пояснюється декількома причинами.

1. Внутрішнє відвалоутворення найбільш ефективне при розробці витягнутих кар'єрних полів, у круглому кар'єрі з вузьким дном внутрішнє відвалоутворення практично неможливе.

2. Крутоспадні родовища розробляють, як правило, глибокими кар'єрами з довгим строком існування. Перші роки або десятиліття постійне внутрішнє відвалоутворення не застосовується. У ці роки складається система з'їздів і розкривних виробіток, які в майбутньому ускладнять внутрішнє відвалоутворення.

3. Відсутність повної економічної оцінки наслідків внутрішніх відвалоутворень.

Розміщення розкривних порід у відпрацьований простір при розробці крутих родовищ можливе за таких умов (за П. І. Томаковим): при розробці синклінальних складок з відносно невеликою глибиною залягання замкових частин (до 250 м), ділянок родовищ, зрізаних на глибині диз'юнктивними порушеннями і верхньої частини родовищ, призначених для підземної розробки; на родовищах з відносно малими запасами і незначним коефіцієнтом розкриття, де великі кар'єри з використанням електрифікованого залізничного транспорту економічно не вигідні із-за великих одночасних капітальних витрат, а малі кар'єри із зовнішніми відвалами й автотранспортом

викликають різке подорожчання корисних копалин при переході гірничих робіт на глибокі горизонти (більше 120 м); при доробці потужних глибоких кар'єрів.

Проста технологічна схема розробки крутоспадних родовищ з внутрішнім відвалоутворенням полягає в наступному (рис. 5.18).

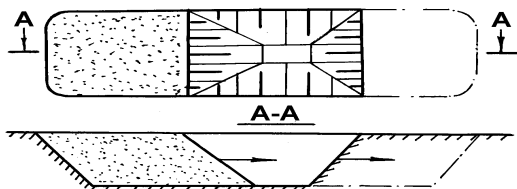


Рис. 5.18. Найпростіша схема розробки крутоспадного родовища з внутрішнім відвалоутворенням

Гірничі роботи починають в одному із торців кар'єру з інтенсивним заглибленням його і зовнішнім відвалоутворенням. Після досягнення проектного дна кар'єру, гірничі роботи просувають лише в горизонтальному напрямку, а розкривні породи при цьому складають у постійний внутрішній відвал.

Мінімальний об'єм виявлених порід, який вкладають у внутрішні відвали з деяким наближенням можна визначити за формулою:

$$V_e = \frac{H_k}{3} \left\{ \begin{aligned} & [H_k(ctg\beta_p - ctg\beta_T) + B_\sigma]B_\delta + \\ & + [H_k(ctg\beta_p - ctg\beta_T) + B_\delta + \\ & + H_k(ctg\beta_T + ctg\varphi)](B_\delta + 2H_kctg\beta_\sigma) + \\ & + ([H_k(ctg\beta_p - ctg\beta_T) + B_\sigma]B_\delta \times \\ & \times [H_k(ctg\beta_p - ctg\beta_T) + \\ & + H_k(ctg\beta_T + ctg\varphi)](B_\delta + 2H_kctg\beta_\sigma))^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \right\} \frac{n_1}{1 + n_1}, \quad (5.33)$$

де H_k – кільцева глибина кар'єру, м; B_σ – безпечна ширина полоси між нижньою бровкою внутрішнього відвалу і нижньою бровкою

нижнього робочого уступу, м; β_p – результативний кут внутрішнього відвалу, град.; β_t – кут відкосу торцевих бортів кар'єру, град.; ϕ – кут відкосу робочого борту кар'єру, град.; B_o – ширина дна кар'єру, м; β_o – кут відкосу бокових бортів кар'єру, град.; n_1 – середній коефіцієнт розкриття в період роботи кар'єру із зовнішнім відвалоутворенням.

Із виразу (5.33) видно, що об'єм розкриття, який укладається у зовнішні відвали, можна знизити за рахунок збільшення кута відкосу робочого борту кар'єру і загального кута відкосу внутрішніх відвалів.

Загальний об'єм порід у кінцевих контурах кар'єру можна визначити за формулою:

$$V_{об} = \frac{H_k}{3} [L_o B_o + (L_o + 2H_k \text{ctg} \beta_t) \times (B_o + 2H_k \text{ctg} \beta_o) + \\ + \sqrt{L_o B_o (L_o + 2H_k \text{ctg} \beta_t) \times (B_o + 2H_k \text{ctg} \beta_o)}] \frac{n_{cp}}{1 + n_{cp}}, \quad (5.34)$$

де L_o – довжина кар'єру, м; n_{cp} – середній коефіцієнт розкриття.

Кількісну оцінку ступеня використання внутрішнього відвалоутворення можна дати як відношення об'єму порід, які укладаються у внутрішні відвали, до загального об'єму порід, які виймаються із кар'єру. Цей показник називаємо коефіцієнтом внутрішнього відвалоутворення:

$$n_v = \frac{V_{вн}}{V_{об}}. \quad (5.35)$$

Значення коефіцієнта внутрішнього відвалоутворення залежить від параметрів кар'єру. Найбільший вплив мають довжина кар'єру і в меншому ступені його глибини.

На рис. 5.19 показано більш складну технологічну схему [25], суть якої полягає в наступному. Кар'єр за глибиною і шириною розділяють на дві черги. Відробку першої черги ведуть аналогічно до технологічної схеми 5.18, лише з тією різницею, що там утворювали постійний внутрішній відвал, а тут – тимчасовий внутрішній відвал. Після досягнення протилежного торця

проектного контуру кар'єру, кар'єр поглиблюють, а напрямок розвитку гірничих робіт змінюють на протилежний. Розкривні породи кар'єру і тимчасового внутрішнього відвалу розміщують у постійний внутрішній відвал. Етапів відпрацювання кар'єру може бути більше двох. При цьому мінімальна глибина етапу розробки родовищ обмежується заданим значенням продуктивності кар'єру, яка передбачається висотою робочої зони й особливістю просування гірничих робіт. Важливим періодом кожного етапу є поглиблення кар'єру. У практиці гірничої справи зустрічаються крутоспадні родовища, які розробляються кар'єрами з вузькими витягнутими торцями. У таких випадках доцільна інша технологічна схема (рис. 5.20). Розробку здійснюють таким чином.

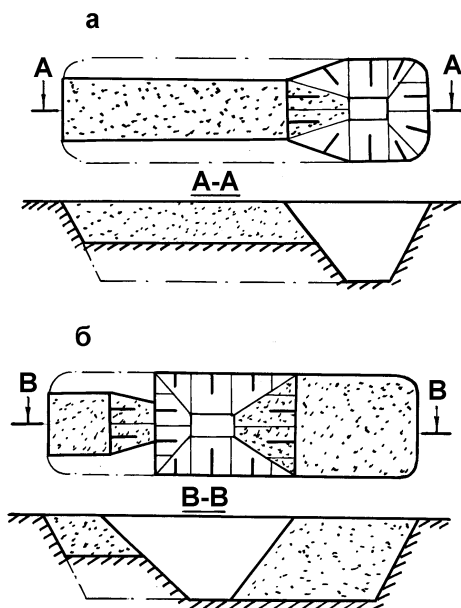


Рис. 5.19. Розвиток гірничих і відвальних робіт при розробці кар'єру етапами

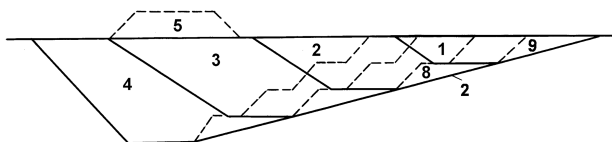


Рис. 5.20. Схема розробки крутоспадного родовища кар'єрами з вузьким витягнутим торцем

Спочатку кар'єр розділяють за довжиною на зони 1, 2, 3, 4 (нумерація відповідає послідовності відпрацювання). Основні параметри зон – довжину, глибину і ширину – визначають так. Глибина першої зони 1 приймається рівною висоті ярусу постійного внутрішнього відвалу, а глибина кожної наступної зони збільшується на висоту відвального ярусу, тобто глибина другої зони рівна подвійній висоті відвального ярусу і т. ін. Збільшення висоти зон здійснюється до тих пір, доки глибина наступної зони не досягне граничної глибини кар'єру. Довжина по низу всіх зон однакова і рівна мінімальній довжині екскаваторного блока, ширина кожної зони рівна проектній ширині кар'єру на даній ділянці.

Розробку родовища починають з вузького витягнутого торця кар'єру, тобто із зони 1. Розкриті породи, які виймаються із цієї зони розміщуються в тимчасовий відвал 5, який розташовують на поверхні зони 3, при досягненні гірничих робіт якої приймальна здатність постійного внутрішнього відвалу буде не менше плану нової продуктивності кар'єру за розкриттям.

Після відпрацювання 1 зони гірничі роботи з поглибленням кар'єру починають вести в другій зоні 2, а розкриті породи при цьому розміщують у постійний внутрішній відвал 6 на площадці похилої поверхні 7, витягнутого борту кар'єру. Після відпрацювання другої зони 2 починають заглиблення кар'єру в третій зоні 3 і одночасно нарощують знизу загальну висоту постійного внутрішнього відвалу на один ярус 8. Розкриті породи із зони 3 і тимчасового відвалу 5 укладають у відвальні яруси 6 і 8. В аналогічному порядку гірничі роботи ведуть до повної відробки родовища.

Початок розробки родовищ з вузького витягнутого торця кар'єру дозволяє в найкоротший час створити постійний внутрішній відвал. Розробка родовищ без зміни напрямку порядку відробки з прийнятою конструкцією і параметрами зон забезпечує більш просту організацію гірничих робіт, виключає внутрішньокар'єрну перевалку розкривних порід (за виключенням відвалу 5), що в кінцевому результаті знижує експлуатаційні витрати на розробку родовищ.

Створення внутрішнього відвалу на площадці похилої поверхні витягнутого торцевого борту з нарощуванням його загальної висоти ярусами зверху вниз, дозволяє здійснювати доставку розкривних порід від забою до відвалу без їх перепідйому, що також знижує експлуатаційні витрати.

Кожен кубометр розкривних порід при зовнішньому відвалоутворенні займає біля 0,02 м² площі землі. Зовнішній відвал має об'єм у декілька сотень мільйонів кубометрів, а площа землі, яка займається цим відвалом, досягає сотень гектарів (100-300 га). Даний спосіб виключає утворення зовнішнього відвалу, що забезпечує покращення екологічних умов у районі розробки родовищ.