

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Кафедра підземної розробки родовищ корисних копалин

На правах рукопису

ГОЛУБ РОМАН ДМИТРОВИЧ

УДК 622.27

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ
ЗАСТОСУВАННЯ ЗАКЛАДАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ УМОВ
ШАХТИ «ТЕРНІВСЬКА» АТ «КРИВБАСЗАЛІЗРУДКОМ»**

Галузь знань 18 «Виробництво та технології»

Спеціальність 184 «Гірництво»

Освітньо-професійна програма «Підземна розробка родовищ корисних копалин»

Випускна робота
на здобуття наукового ступеню магістра

Науковий керівник

ПИСЬМЕННИЙ Сергій Васильович

Кандидат технічних наук, доцент

Кривий Ріг

2024

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему «Дослідження та техніко-економічне обґрунтування застосування закладального матеріалу для умов шахти ТЕРНІВСЬКА АТ «Кривбасзалізрудком»» викладена на 60 сторінках і включає 21 рис., 9 табл., з 30 літературних джерел.

Внаслідок ведення гірничих робіт підземним способом з застосуванням систем з примусовим обваленням руди і вміщуючих порід в гірничих відводах діючих шахт Криворізького залізрудного басейну формуються значні техногенні порушення геологічної структури надр, обумовлюючи розвиток процесу зсуву гірських порід, що призводить до формування на земній поверхні зони зсуву.

Зменшити зону зсуву порід висячого боку та формування на земній поверхні воронки обвалення можливо при застосуванні системи з закладкою виробленого простору.

У першому розділі виконано аналіз гірничо-геологічних умов шахти Тернівська та умов застосування різноманітних систем розробки зі закладкою виробленого простору.

У другому розділі розглянута методика формування зони обвалення при розробці родовища до глибина 1500 м. Для визначення капітальних вкладень від наслідків зони зсуву при застосуванні систем розробки з обваленням пропонується враховувати фактор часу.

У третьому розділі виконано економічні розрахунки від застосування системи розробки з масовим обваленням та системи з закладкою виробленого простору при відпрацюванні запасів до глибини 1500 м.

Ключові слова: гірський масив, зона зсуву, система розробки, фактор часу, дисконтна рента, капітальні вкладення.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	5
1.1. Аналіз гірничо-геологічних умов шахти Тернівська	5
1.2. Сформована зона гірничого відводу при відпрацюванні запасів багатих руд шахтою ТЕРНІВСЬКА.....	12
1.3. Перспективи подальшої розробки родовища залізних руд в полі шахти ТЕРНІВСЬКА	14
1.4. Аналіз застосування системи розробки зі закладкою при підземному видобутку корисних копалин.....	18
1.5. Мета та завдання дослідження.....	26
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	27
2.1. Дослідження процесу зсуву гірських порід при підземній розробці родовищ корисних копалин	27
2.2. Економіко-математичний метод дослідження	30
2.3. Висновки	35
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЗСУВУ ПОРІД ВИСЯЧОГО БОКУ ПРИ ПОДАЛЬШІЙ РОЗРОБЦІ ЗАПАСІВ ЗАЛІЗНИХ РУД В УМОВАХ ШАХТИ ТЕРНІВСЬКА АТ «КРИВБАСЗАЛІЗРУДКОМ	36
3.1. Дослідження формування зони зсуву порід висячого боку від систем розробки які застосовуються на шахті Тернівська АТ «Кривбасзалізрудком».....	36
3.2. Економіко-математичне дослідження витрат від формування зон зсуву земної поверхні.....	42
3.3. Висновки	55
ЗАКЛЮЧЕННЯ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57

ВСТУП

Внаслідок ведення гірничих робіт підземним способом з застосуванням систем з примусовим обваленням руди і вміщуючих порід в гірничих відводах діючих шахт Криворізького залізорудного басейну формуються значні техногенні порушення геологічної структури надр, обумовлюючи розвиток процесу зсуву гірських порід, що призводить до формування на земній поверхні зони зсуву.

Подальша розробка родовища призводить до збільшення зони зсуву порід висячого боку та формування на земній поверхні воронки провалів. Згідно норм технологічного проектування об'єкти та споруди що потрапляють в зону зсуву земної поверхні підлягають відчуженню.

При подальшому збільшенні глибини розробки Криворізького залізорудного басейну з підземним способом видобутку зона зсуву земної поверхні буде збільшуватись при застосуванні систем розробки з масовим обваленням руди та налягаючих порід.

Таким чином, дослідження динаміки відчуження земельних ділянок з зони зсуву при подальшій розробці родовища залізних руд шахти з врахуванням особливостей технології розробки в умовах шахти ТЕРНІВСЬКА АТ «Кривбасзалізрудком» є актуальним питанням.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Аналіз гірничо-геологічних умов шахти Тернівська

Акціонерне товариство «Криворізький залізорудний комбінат» – одне з найбільших гірничодобувних підприємств України з видобутку залізної руди підземним способом на значних глибинах. До гірничо-видобувного комбінату АТ «Кривбасзалізрудком» входять чотири шахти «Криворізька», «Покровська», «Козацька» та «Тернівська» [1-4].

Шахта ТЕРНІВСЬКА була введена в експлуатацію у 1963 році. Шахта ТЕРНІВСЬКА розробляє родовище природно-багатих руд, яке розташоване в північній частині Криворізького залізорудного басейну міста Кривого Рогу рис. 1.1.

Гірничий відвід ш. ТЕРНІВСЬКА АТ «КРИВБАСЗАЛІЗРУДКОМ» для розробки родовища природно-багатих залізних руд, відображено на рис. 1.2. Межі гірничого відводу проходять: на півдні – по межі гірничого відводу шахти ім. КОЛАЧЕВСЬКОГО ПРАТ «ЦГЗК»; на півночі, сході та заході – по території Тернівського району м. Кривого Рогу. В гірничому відводі розташовано головні та вентиляційні стволи, комплекси споруд проммайдану, відвали, зона обвалення і зсуву земної поверхні, а в північній частині – житловий масив [1-6].

Залізорудне родовище багатих руд розкрито у центрі шахтного поля одним рудопідйомним стволом ш. ТЕРНІВСЬКА, який пройдено до глибини 1425 м та вентиляційними стволами: на півночі шахта ПІВНІЧНА-ВЕНТИЛЯЦІЙНА, пройдена на глибину 1200 м, на півдні ш. ФЛАНГОВА, яка пройдена на глибину 1350 м.

**Шахта «Тернівська»
АТ «Кривбасзалізрудком»**




Рис. 1.1. Схема розташування шахти ТЕРНІВСЬКА

Рис. 1.2. Гірничий та земельний відводи шахти ТЕРНІВСЬКА станом на 2021 р.

У геологічному відношенні родовище в межах шахти ТЕРНІВСЬКА розташовано в північній частині Саксаганської антиклинально-синклінальної структури у розташуванні магматичних, метаморфічних і осадових порід.

Магматичний комплекс розповсюджений у східній частині родовища і складний гранітоїдами різного складу.

Метаморфічний комплекс представлений чотирма свитами: нульовий (K_0), нижній (K_1), середній (K_2) та верхній (K_3). Нульова звита складена амфіболітами, горизонтальна потужність яких сягає 1900 м. До метаморфічного комплексу входять сланцево-амфіболітова звита яка налягає на графіти.

Коефіцієнт міцності амфіболітів за шкалою проф. М.М.Протод'яконова складає 15-18. На товщі амфіболітів розташовується нижня аркозо-філітова свита (K_0), яка представлена аркозовими піщаниками, кварцитами, конгломератами з коефіцієнтом міцності 15-18, кварцово-слюдистими сланцями (філітами) з коефіцієнтом міцності 10-14 і хлоридо-карбанатотольковими сланцями з коефіцієнтом міцності 2-4. Горизонтальна потужність порід свити складає 450 м.

Середня звита (K_2) складається зі семи залізистих й семи сланцевих шарів паралельно чергуються між собою. Залізисті шари представлені мартито-магнетитовими, силікато-магнетитовими, мартито-гематитовими, мартиновими й іншими різновидами кварцитів. Коефіцієнт міцності порід змінюється від 7-9 до 15-18 зі вмістом заліза 25-40%, сланцеві шари складені карбонато-магнетито-амфіболітовими та графіто-гематито-мартитовими кварцитами з вмістом заліза 14-25% та коефіцієнтом міцності від 4-7 за шкалою професора М.М.Протод'яконова.

Породи верхньої свити (K_3) залягають у висячому боці рудних покладів і представлені кварцово-слюдистими сланцями та метапесчаниками з горизонтальною потужністю порід 45-450 м. На вивітреній й розмитій поверхні кристалічних порід залягає товща осадових порід, представлених глинами, суглинками, пісками та ґрунтово-рослинним шаром з горизонтальною

потужністю пухких відкладень до 50 м.

Гірничі породи простираються в північно-східному напрямку та залягають під кутом 45-60°. У структурному відношенні північна частина Саксаганської структури являє собою східне крило синклінальної складки. Падіння порід північно-західне під кутом 50-80°.

Залягання порід ускладнене великими подовжніми і діагональними розривними порушеннями зниженої міцності порід. Крім того завдяки великим технологічним порушень на ділянці спостерігається густа мережа тріщин різного напрямку та складчастості.

Поклади багатих залізних руд розташовуються у п'ятому та шостому залізистих шарах середньої світи. До п'ятого залізистого шару відносяться поклади: «4П», «Східний», а до шостого: «8-П», «69-1», «102-5», «Основна кар'єрна I», «Основна кар'єрна II».

Рудні поклади мають стовпоподібну форму з нерівним контуром і складним характером контактів з породами. Падіння рудних тіл північно-західне з кутом падіння 50-70°. За простяганням спостерігаються пережими, різноманітність форм, переривчастість оруденення. Азимут простягань 300-315°, відмінювання рудних покладів переважно північне під кутом 70-85° з коефіцієнтам міцності руд від 3-4 до 10-14. Пухкі сипучі руди з високим вмістом заліза звичайно складають центральну частину та висячий бік рудних покладів.

Для рудних покладів п'ятого залізистого шару кварцити мартинового складу є щільні, тонкополосні, міцні, місцями тріщинуваті. Для рудних покладів шостого залізистого пласта більш тріщинуваті та представлені міцними мартитовими кварцитами.

Шахта ТЕРНІВСЬКА веде видобуток залізної руди у поверсі 1275-1350 м. Розкриття горизонтів передбачено здійснюється здвоєними поверхами висотою 150 м, з яких проміжним є гор. 1275 м, а основним – гор. 1350 м.

Відпрацювання рудних покладів шахти ТЕРНІВСЬКА здійснюється системами поверхового (підповерхового) примусового обвалення та поверхово-

камерною системою розробки. Висота поверху прийнята 75 м.

При відпрацюванні здвоєного поверху 1200-1350 м передбачені наступні варіанти системи розробки:

- поверхове примусове обвалення з вібровипуском руди – 20%;
- поверхове обвалення з вібровипуском руди та скреперною доставкою – 50%;
- поверхово-камерна з вібровипуском руди – 10%;
- поверхово-камерна зі скреперною доставкою – 20%.

При застосуванні системи поверхового примусового обвалення з вібровипуском руди, рудне тіло розбивається на панелі шириною 230 м та довжиною рівною потужності рудного тіла. Руда відбивається безперервним фронтом за простяганням рудного тіла без залишення ціликів. На доставці застосовують вібраційні установки ВДПУ-4ТМ через 10 м.

Підсічка панелі здійснюється за допомогою відрізної щілини яка утворюється вибухом паралельних свердловин з бурового орта на відрізний підняттявий. Пучки свердловин при утворенні відрізної щілини рівномірно розташовуються за потужністю рудного тіла.

Підривання пучків свердловин при утворенні щілини здійснюють по мірі випуску з неї руди. Руду в панелі відбивають віялами глибоких свердловинами, пробурених з бурового штрека.

Випуск, доставка та навантажування руди у вагонетки проводять віброустановкою ВДПУ-4ТМ. Вторинне подрібнення проводять за допомогою вибухових матеріалів безпосередньо на платформі віброустановки.

До основних переваг цієї системи розробки відноситься:

- Одностадійне відпрацювання панелі, що дозволяє при високій концентрації очисних робіт досягати високу продуктивність праці;
- Можливість попереднього обурювання масиву та підсічки, незалежно від ведення робіт по відбійці та випуску руди;

- Вібраційними установками досягається висока продуктивність за рахунок механізованого випуск руди;
- Менші витрати вибухових речовин на відбійку та вторинного подрібнення порівняно з масовою відбійкою при інших системах розробки;
- Значне зменшення об'єму підготовчо-нарізних робіт.

При менш стійких рудах та породах застосовується система підповерхово-камерна система розробки з розділенням поверху на два підповерхи. Руда виймається камерою шириною 18-20 м зі залишенням міжкамерних ціликів шириною 12-15 м. При відпрацюванні запасів руди рудне тіло розбивається на виймальні блоки шириною по 30 м та довжиною рівній потужності рудного тіла. Довжина камери та міжкамерних ціликів дорівнює горизонтальній потужності рудного тіла на відповідній ділянці покладу.

Камерний запас відпрацьовується шляхом пошарової відбійки руди вертикальними віялами глибоких свердловин. Між камерний цілик відпрацьовується підповерховим обваленням з відбійкою вертикальними шарами руди на стиснуте середовище при заповненні суміжних камер обваленими породами. Стеліна обвалюється глибокими свердловинами відразу після відпрацювання камерного запасу. Після відпрацюванні камерного запасу верхнього підповерху здійснюється відпрацювання нижнього підповерху.

Глибокі свердловини бурять станками НКР-100М або імпорними самохідними буровими установками. Випуск руди здійснюється через дучки, доставка руди за допомогою скреперних лебідок в підняттєвий, обладнаний механізованим люком типу АШЛ-1.

Запас нижнього підповерху відпрацьовується з випуском та доставкою відбитої руди через випускні виробки за допомогою віброустановок ВДПУ-4ТМ. Над днищем утворюють відрізну з наступною відбійкою камерного запасу шляхом відбійки вертикальних віял глибоких свердловин.

Річна продуктивність шахти ТЕРНІВСЬКА станом на 2022 р. не перевищувала 1,5 млн.т. На шахті впроваджується застосування імпорного

самохідного гірничого обладнання.

1.2. Сформована зона гірничого відводу при відпрацюванні запасів багатих руд шахтою ТЕРНІВСЬКА

Земельний відвід шахти ТЕРНІВСЬКА розташований в промислово-виробничій зоні Тернівського району міста в межах гірничого відводу та складається з трьох окремих земельних ділянок загальною площею 245,0 Га, рис. 1.2. Розміри і межі земельних ділянок земельного відводу шахти визначені та обґрунтовані в проекті ш. ТЕРНІВСЬКА АТ «Кривбасзалізрудком» [15].

Земельна ділянка №1 використовується для обслуговування проммайданчиків шахт ТЕРНІВСЬКА та ПІВНІЧНА-ВЕНТИЛЯЦІЙНА, комплекси основних, підсобних й допоміжних будівель та споруд, складів руди, відвалів та зони обвалення загальною площею 233,0 Га (див. рис 1.3).

Рис. 1.3. Земельна ділянка №1 земельного відводу ш. ТЕРНІВСЬКА

У північній частині земельної ділянки №1 земельного відводу шахти ТЕРНІВСЬКА розташовано житловий масив «Горького». Частина відчужених земельних ділянок зазначеного житлового масиву увійшла до її складу.

Земельна ділянка №2 площею 10 Га, див. рис 1.2, використовується для розміщення частини недіючого кар'єру №1, який розділений між гірничими відводами ш. ТЕРНІВСЬКА та ш. ім. КОЛАЧЕКСЬКОГО ПРАТ «ЦГЗК». Дана земельна ділянка вільна від забудови, та на ній виконується гірничотехнічна рекультивация кар'єру, рис. 1.4. [17].

Рис. 1.4. Земельна ділянка №2 земельного відводу ш. ТЕРНІВСЬКА

Земельна ділянка №3 площею 2,0 Га (рис 1.2), використовується для розміщення проммайданчика шахти ФЛАНГОВА, на якій розташовано основні, підсобні й допоміжні будівлі та споруди, які забезпечують діяльність шахти, рис. 1.5.

Земельні ділянки №1, 2 та 3, надані в користування шахти ТЕРНІВСЬКА із земель комунальної власності міста Кривого Рогу, які відносяться до земель енергетики, зв'язку, оборони, промисловості, транспорту та іншого.

Рис. 1.5. Земельна ділянка №3 земельного відводу ш. ТЕРНІВСЬКА

1.3. Перспективи подальшої розробки родовища залізних руд в полі шахти ТЕРНІВСЬКА

На теперішній час розробка залізної руди шахтою ТЕРНІВСЬКА здійснюється у поверсі 1275-1350 м системами поверхового (підповерхового) примусового обвалення. Даний клас систем розробки обумовлює розвиток процесу зсуву гірських порід в зоні висячого боку та призводить до формування на земній поверхні зони зсуву.

При подальшому відпрацюванні природно-багатих руд родовища шахти у поверсі 1350-1500 м зона зсуву гірських порід буде суттєво збільшуватись. До новосформованої проєктної зони зсуву потрапить частина території житлового масиву «Горького».

Згідно правил безпеки, існуючі об'єкти, які потрапляють в проєктну зону зсуву підлягають виносу за межі цієї зони або збереження земної поверхні [34]. Виконаним техніко-економічним розрахунком розробленим на основі

прогнозних даних про розвиток процесу зрушення гірських порід і земної поверхні розглянуто два варіанти: - з винесення об'єктів із зони небезпечних деформацій; - збереження земної поверхні та розташованих об'єктів у цій зоні, [34, 36].

З метою отримання основних техніко-економічних показників було розроблено «Техніко-економічне обґрунтування доцільності відпрацювання природно-багатих руд у поверсі 1350-1500 м шахти ТЕРНІВСЬКА (далі – ТЕО) [37].

Згідно «Правил охорони споруд і природніх об'єктів від тимчасового впливу підземних гірничих робіт в Криворізькому залізорудному басейні» [33] у ТЕО за двома варіантами визначені проектні зони зсуву на земній поверхні від підземної розробки горизонту 1500 м:

- I варіант – відробка всіх запасів до горизонту 1500 м;
- II варіант – відробка запасів з залишенням частини руди в запобіжних ціликах для збереження поверхні житлового масиву від підробки.

Проектні межі зон зсуву земної поверхні за двома варіантами приведені на рис.1.6.

При визначенні зон зсуву від розробки покладів до горизонту 1500 м кути зсуву і розривів порід за простяганням прийняті рівним 80° , а зі сторони висячого боку покладу – 60° , ширина зсуву пачки порід лежачого боку – 10 м. Межі зони зсуву на земній поверхні визначені за допомогою графо-аналітичного методу для покладів «Основна кар'єра-1», «Основна кар'єра-2» та «Пужмерки-1» від горизонту 1500 м. Слід зауважити що існуючі безрудні цілики, які розташовані в одному простяганні мають незначні розміри, що дозволяють розглядати і поклади відносно зони зсуву як єдиний.

Згідно *першого варіанту* в проектну зону зсуву при відпрацюванні всіх запасів до горизонту 1500 м, див. рис. 1.6, потрапляє значна частина житлового масиву «Горький» та ставки.

Рис. 1.6. Формування зони зсуву в межах
шахти ТЕРНІВСЬКА АТ «Кривбасзалізрудком»

За даним варіантом передбачається відселення мешканців житлових будинків та об'єктів соціальної сфери обслуговування.

Другий варіант передбачає відпрацювання запасів родовища з залишенням частини руди в запобіжних ціликах для збереження земної поверхні житлового масиву від підробки, див. рис. 1.6. Для цього залишаються цілики в маркшейдерських вісях 70-78 та 109-117 а зона зсуву відбудовуються від горизонту 1350 м з розширенням до горизонту 1500 м під кутом 85°. Ширина ціликів за простяганням становить: на горизонті 1350 м – 90 м, на горизонті 1500 м – 110-130 м.

Завдяки залишенню ціликів земна поверхня від розробки покладів до горизонту 1500 м буде збережена. Залишення зазначених ціликів у поверсі 1350-1500 м сумісно з існуючими ціликами у поверсі 1200-1350 м забезпечить локалізацію зони зсуву, яка буде утворена від розробки покладу до горизонту 1500 м.

Площі зон зсуву земної поверхні від відпрацювання покладів залізних руд до горизонту 1500 м шахтою ТЕРНІВСЬКА за двома варіантами ТЕО наведені в табл. 1.1, за II варіантом відробки родовища в порівнянні з площею відчуження I варіанту значно менша, див. рис. 1.6.

Таблиця 1.1

Площі зон зсуву земної поверхні від розробки покладів природно-багатих залізних руд ш. ТЕРНІВСЬКА до горизонту 1500 м

Назва зони	Площа зони, Га	
	I варіант без залишення ціликів	II варіант з залишенням ціликів
Зона зсуву поверхні	269,0	153,0
в тому числі:		
зона зсуву та тріщин гірських порід	149,0	61,0
зона можливого утворення воронки	120,0	92,0

Отже, згідно розробленого техніко-економічного обґрунтування [37] для подальшої розробки запасів руд у поверсі 1350-1500 м шахти ТЕРНІВСЬКА прийнятий II варіант відпрацювання запасів багатих залізних руд із залишенням частини руди в запобіжних ціликах.

Проектна межа зони зсуву від розробки поверху 1350-1500 м за II варіантом ТЕО визначає межу території формування меншої зони воронкоутворення на земній поверхні, рис. 1.6.

Даний варіант забезпечує локалізацію зони зсуву земній поверхні та збереження від порушення земної поверхні решти території житлового масиву «Горького», що знаходиться поза її межами при відпрацюванні запасів залізних руд горизонту 1500 м.

Слід зауважити, що при застосуванні по другому варіанту камерної системи розробки призведе до значних втрат руди до 50%. Тому для зменшення втрат руди пропонується варіант системи розробки зі закладкою виробленого простору.

1.4. Аналіз застосування системи розробки зі закладкою при підземному видобутку корисних копалин

Твердію закладку при розробці залізрудних, родовищ серед перших почали застосовувати наприкінці 50-х років на руднику Первомайський, що відпрацьовував потужне круте рудне тіло. Особливістю родовища, що зумовила перехід на системи з закладкою, стала наявність двох сортів руд і необхідність роздільної їх виїмки.

Першосортні руди відпрацьовували системою підповерхових штреків на глибині 600-850 м з випередженням по висоті до 400 м щодо фронту робіт з видобутку другосортних руд. Внаслідок цього велика руд другого сорту потрапляла в зону підробку першосортних руд дорівнювала потужності рудного тіла, довжина коливалася від 40 до 70 м.

Руди другого сорту розробляють системами поверхового та підповерхового примусового обвалення з відбійкою глибокими свердловинами та розташуванням камер навхрест простягання рудного тіла. Ширина камер становила 15-20 м, ціликів 10-15 м.

Спочатку камери в рудах першого сорту закладали породю, що перепускається з горизонтів, що лежать вище, при масовому обваленні міжкамерних ціликів. Останні на початок виїмки сильно руйнувалися, і вилучення їх супроводжувалося значними втратами і розбурюванням руди до 30-35%. Зі збільшенням глибини розробки виїмка ціликів ще більше ускладнювалась, підроблені масиви другосортних руд обвалювались.

Застосування закладки дозволило:

- 1) відпрацьовувати руди першого сорту камерами через одне хрест простягання рудного тіла без залишення міжкамерних і міжповерхових ціликів, забезпечивши найповніше вилучення і найменше розубоювання руди;
- 2) перейти на безціликову схему відпрацювання нижніх поверхів;
- 3) створити сприятливі гірничо-технічні умови для випереджальної виїмки руд першого гатунку з урахуванням надійної підтримки та збереження для подальшої розробки руд другого гатунку;
- 4) отримати значний економічний ефект за рахунок зниження втрат та розубоювання руди та скорочення обсягу гірничопідготовчих робіт.

Відпрацювання міжповерхових і міжкамерних ціликів між камерами, заповненими закладкою, ведеться дуже ефективно з 1961 р. Найбільш поширена на руднику система з відбійкою руди з підповерхових виробок для виїмки ціликів при закладених суміжних камерах. При вилученні деяких міжкамерних ціликів зазначеною системою можливе одностадійне відпрацювання розташованих вище міжповерхових ціликів з перепуском руди на горизонт, що лежить нижче, через вироблений простір від міжкамерного цілика (рис.1.7).

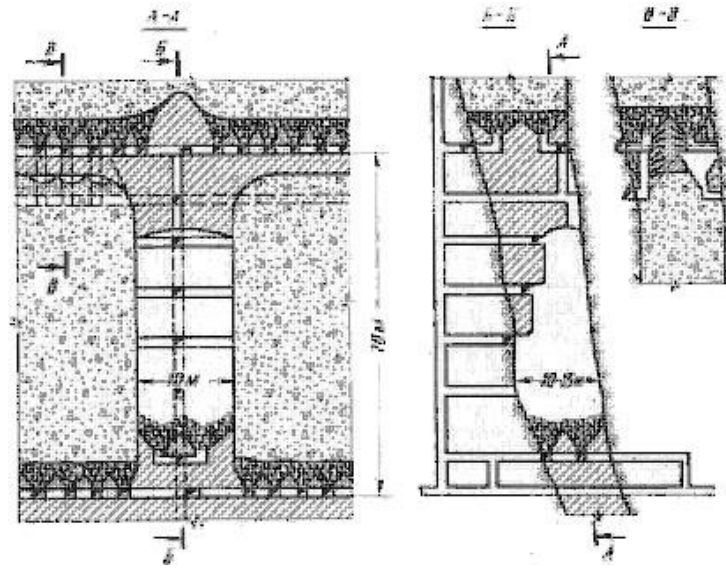


Рис. 1.7. Схема відпрацювання щіликів

Невеликі за розмірами міжкамерні щілики на гор.-430 м відпрацьовували системою розробки з масовою відбійкою руди незакладеної сусідньої камери.

Великий інтерес представляє безщеликова схема відпрацювання першосортних руд у рудних тілах потужністю від 3 до 15 м на глибоких горизонтах, починаючи з гір. -710 м (рис. 1.8).

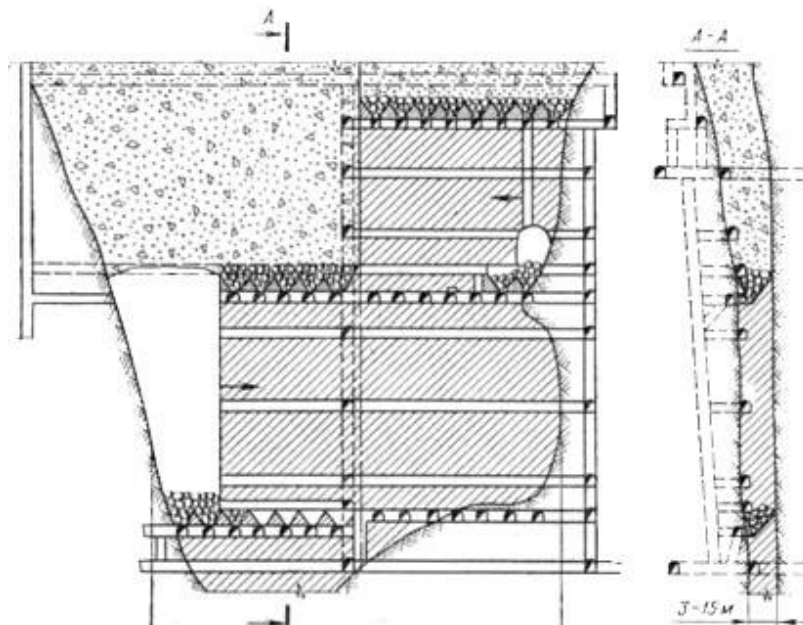


Рис. 1.8. Безщеликова система розробки зі застосуванням закладального матеріалу

Система розробки підповерхових штреків з безціликовою схемою виїмки руди і подальшою закладкою сумішами, що твердіють при розташуванні камер по простяганню і падінню в шаховому порядку, дозволяє вести очисні роботи в декількох поверхах.

В результаті застосування твердіючої закладки замість породної втрати руди знизилася з 7,4% до 1,8% при відпрацюванні основних запасів і з 30,2% до 4,4% при відпрацюванні ціликів, а розбиття - відповідно з 27% до 23,6%. та з 35 до 29,7%. Собівартість очисних робіт за прямими витратами з урахуванням підготовчо-нарізних робіт, незважаючи на збільшення витрат по закладці собівартість 1 т видобутку, дещо знизилася.

На шахті ім. Ілліча у Кривбасі через забудованість території гірського відведення житловими будинками, промисловими будинками та спорудами в охоронних ціликах до середини 60-х років перебувало понад 65% усіх запасів, а нижче за гор. - 283 м у цілком необхідно було залишити практично всі запаси та гірничі роботи припинити.

Подальше застосування систем розробки з обваленням потребувало б знесення будівель та споруд. Нове будівництво та відведення русла, що протікає по родовищу р. Інгулець обійшлося б у 152 млн. долл. У цих умовах кардинальним вирішенням проблеми стало застосування закладки, що твердіє.

Охоронний цілик шахти «Валявко-Скіпова» розділили на блоки довжиною 50-60 та шириною 6-8 м. Кожен блок розбили по довжині на дві камери, які відпрацьовували через одну (камери першої черги). Після заповнення закладкою цих камер відпрацьовували проміжні запаси, рис.1.9. Блоки відпрацьовували варіантом розробки камерного підповерхового обвалення. При цьому об'єм камер становив 4-7 тис. м³.

Перед заповненням камер закладним матеріалом їх ізолювали від навколишніх гірничих виробок дерев'яними перемичками б. Міцність зведеного із закладки масиву визначали за зразками, отриманими із спеціально пробурених свердловин 7. У віці 3-6 міс. міцність масиву становила 60 кгс/см².

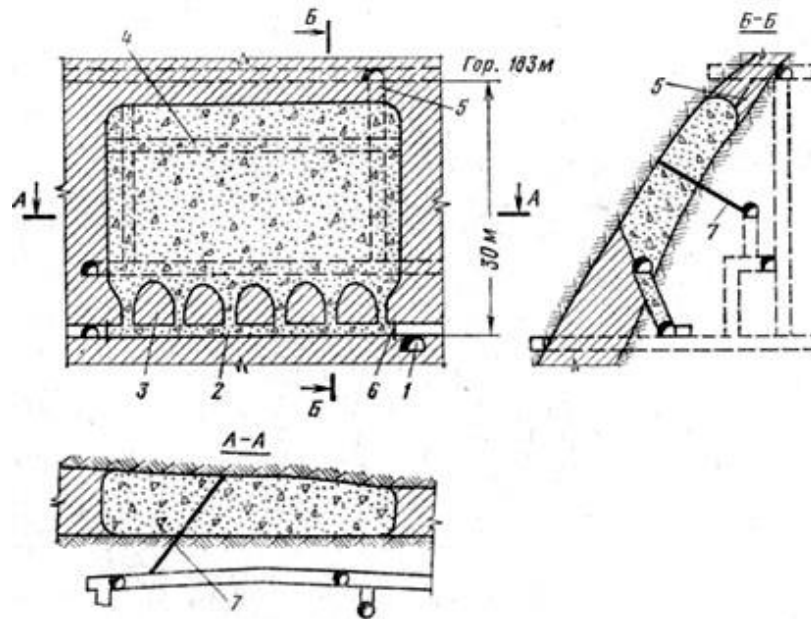


Рис. 1.9. Камерна система розробки з закладкою

Закладковий комплекс продуктивністю 25-30 м³/год розташований безпосередньо біля ствола шахти «Валявко-Скіпова». Матеріалами для приготування закладки служили мелений гранульований доменний шлак місцевого металургійного заводу (400 кг/м³) та пісок із найближчого кар'єру (1200 кг/м³). Витрата води становила 380 л/м³.

На шахті ПОКРОВСЬКА (ім. Комінтерну), де змушені застосовувати вже в даний час систему із закладкою через розташований у висячому боці залізорудного кар'єру Центрального гірничо-збагачувального комбінату (ЦГЗК), варіант системи має вигляд, зображений на рис. 1.10.

Блоки ділять за простяганням на п'ять рівних камер, які мають хрест простягання. Підготовку та відпрацювання камер проводять через одну (камери першої черги) за звичайно прийнятою на руднику схемою. Відбиту руду випускають або на горизонт скреперування, або на орти-заїзди під час машинного навантаження руди з підшви виробок. До виїмки камер другої черги приступають не раніше, ніж через 3-6 місяців, коли міцність закладного масиву досягне необхідної величини.

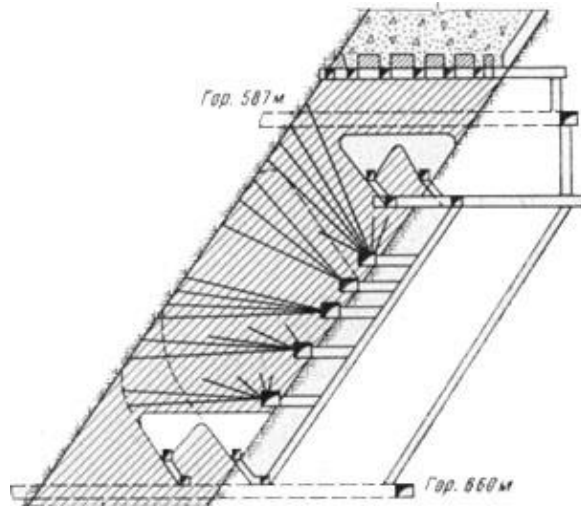


Рис. 1.10. Камерна система розробки з закладкою при відпрацюванні покладу шахти ПОКРОВСЬКА

Для приготування закладної суміші використовують місцеві матеріали: доменні шлаки Криворізького металургійного заводу та хвости збагачення, які можна транспортувати безпосередньо з збагачувальної фабрики ЦГЗК або з його шламосховища.

Успішне освоєння технології закладних робіт на рудниках «Первомайський» та ім. Ілліча дозволило застосувати систему із закладенням, що твердіє, на Запорізькому залізорудному комбінаті (ЗЗРК).

Південно-Білозерське родовище, що розробляється ЗЗРК, складається з трьох крутих ($65-70^\circ$) плаstopодібних покладів потужністю від 10 до 115 м.

Необхідність виїмки високоякісної руди з мінімальними втратами та розгубленням спричинила застосування системи розробки із закладкою виробленого простору. Це дало можливість зберегти обводнені породи, що налягають, у непорушеному стані і відмовитися від осушення водоносних горизонтів. Крім того, при цьому підвищилася безпека робіт порівняно з системою, що конкурувала при виборі, з обваленням руди і вміщуючих порід, застосування якої містило загрозу прориву в гірські вироблення плавунів. Частина камер розбивали на підповерхі заввишки 40 м (рис. 1.11).

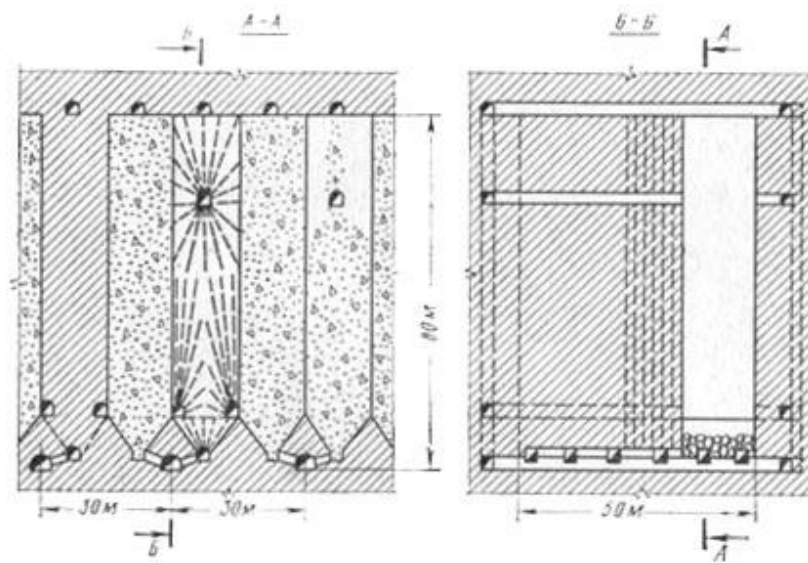


Рис.1.11. Варіант поверхово-камерної системи розробки
Південно-Білозерського родовища

Закладний комплекс продуктивністю $300 \text{ м}^3/\text{год}$ розташований на поверхні у центрі рудного покладу. Складові закладки: доменний гранульований шлак заводу "Запоріжсталь" (400 кг), пісок з кар'єру "Балки" (135 кг), золошлаки Ново-Дніпровської ДРЕС (1070 кг) та цемент (50 кг).

Багатоярусний спосіб спільної розробки потужних рудних родовищ з великими розмірами по простяганню та на глибину для умов КМА та Кривбасу. При використанні звичайних способів спільної розробки передбачається незалежне проведення відкритих і підземних робіт або відкритих і відкрито-підземних робіт у двох ярусах. Протяжність робочої зони по вертикалі при цьому невелика, а породи експлуатаційної розкрити та хвости збагачення укладають у зовнішні відвали. Це веде до наростаючого відчуження земельних площ. Пропонований багатоярусний спосіб дозволяє різко підвищити темпи відпрацювання родовищ при скороченні земельних площ, які щорічно займаються гірничими роботами, відвалами та хвостосховищами.

Це досягається тим, що на родовищі одночасно проводять відкриті, відкрито-підземні, підземно-відкриті та підземні гірничі роботи з утворенням єдиного виробленого простору.

робіт укласти туди відомими способами породи експлуатаційної розкриви 13 та хвосту збагачення 14.

Після затвердіння хвостів збагачення можна вилучати міжкамерні цілики та стелину.

1.5. Мета та завдання дослідження

На підставі проведеного аналізу метою магістерської роботи є дослідження та техніко-економічне обґрунтування застосування закладального матеріалу для умов шахти ТЕРНІВСЬКА АТ «Кривбасзалізрудком» для забезпечення земної поверхні.

Ідея роботи: врахування фактору часу при визначенні капітальних вкладень.

Методика дослідження включає в себе аналіз літературних джерел, аналітичні методи, методи техніко-економічного аналізу.

Задачі дослідження.

1. Виконати аналіз гірничо-геологічних умов покладів багатих залізних руд у полі шахти ТЕРНІВСЬКА АТ «КРИВБАСЗАЛІЗРУДКОМ».
2. Дослідження формування зони зсуву порід висячого боку.
3. Виконати техніко-економічні розрахунки запропонованих варіантів системи розробки у полі шахти КРИВОРІЗКА.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Дослідження процесу зсуву гірських порід при підземній розробці родовищ корисних копалин

Дослідження процесів зсуву гірських порід від підземних гірничих робіт займались багатьох вчених: І.М. Батугіна, С.Р. Авершин, М.І. Бахурін, В.А. Букринський, Ю.М. Гавриленко, В.М. Замесов, В.І. Стрельцов, О.М. Кузьменко, А.М. Кулібаба, В.А. Назаренко, В.І. Бондаренко, В.М. Окаєлов та інших.

Значний вклад в науку про процеси зсуву гірських порід на залізородних родовищах внесли І.А. Турчанінов, А.Ф. Булат, М.С. Четверик, Н.А. Кузнєцов, В.В. Цариковский та інші [19-22].

З точки зору дослідження родовищ Кривого Рогу великої уваги заслуговують роботи Г.М. Малахова, А.І. Денисова, П.Й. Федоренка, В.Д. Сидоренка, А.Г. Бондарука, М.І. Ступніка та інших вчених [23-32].

За результатами досліджень доведено, що величина і характер зсуву гірських порід і земної поверхні залежать в першу чергу від гірничо-геологічних та гірничо-технологічних факторів.

В залежності від дії або поєднання гірничо-геологічних і гірничо-технологічних технологічних факторів процес зсуву порід діє по різному та проявляється у різних формах: локалізуються на глибині, або в різних формах зсув порід всячого боку, формування на земній поверхні воронки провалу та інше.

Внаслідок ведення гірничих робіт встановлено, що при вилученні корисних копалин зі застосуванням системи примусового обвалення руди і вміщуючих порід на земній поверхні формуються значні техногенні порушення геологічної структури надр. Межі розповсюдження деформацій визначаються з

урахуванням умов залягання порід і наявності тектонічних порушень [33].

В області зсуву гірських порід виділяються наступні локальні області і зони, зображені на рис. 2.1.

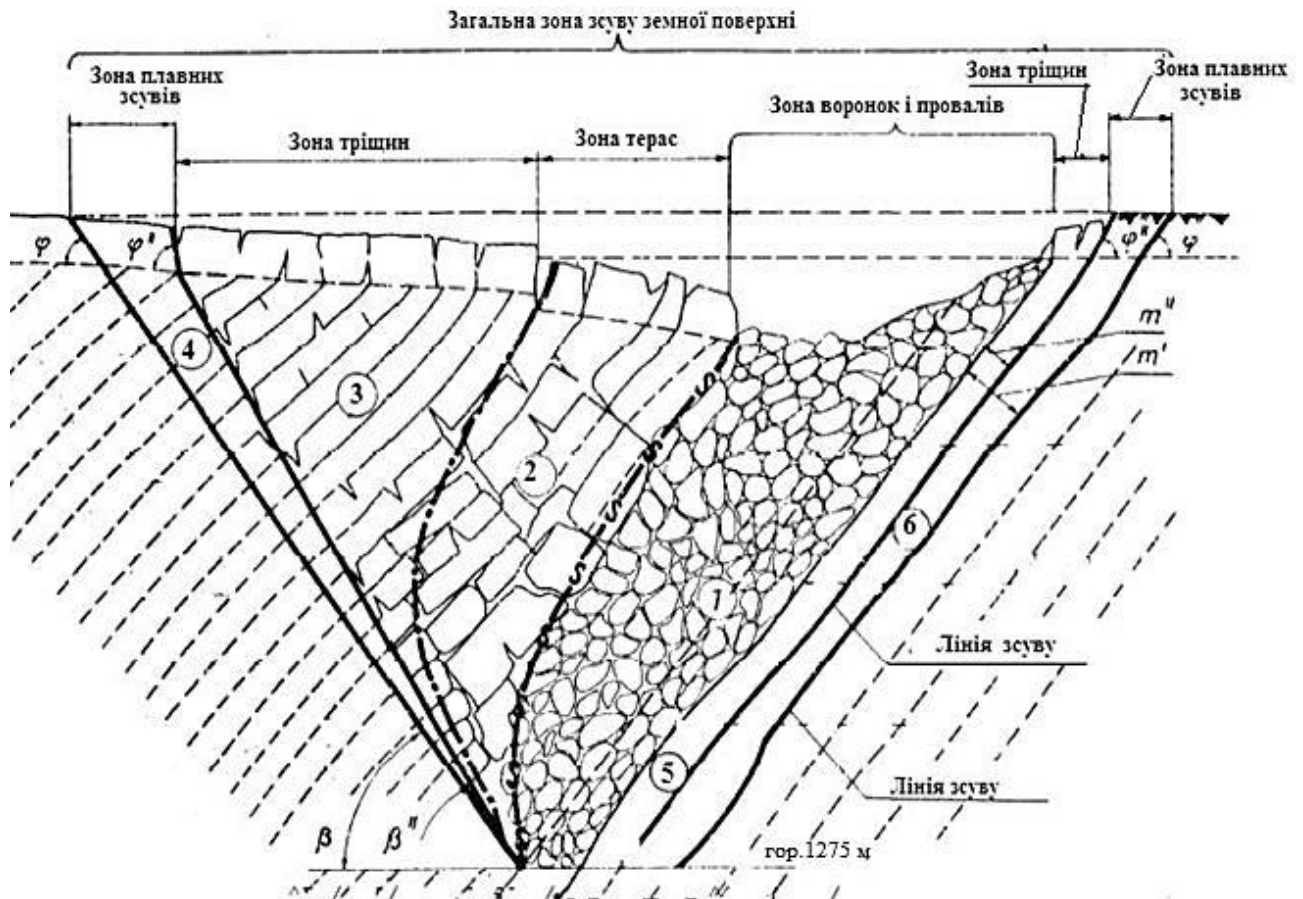


Рис. 2.1. Области зони деформування масиву:

1 – зона обвалення; 2 – зона зсуву; 3 – зона тріщин; 4 – зона прогинів; 5 – зона нашарувань; 6 – зона плавних зсувів та нашарувань.

Загальна тривалість процесу зсуву передбачає наступні періоди: розвитку і затухання активних зсувів, які залежать від класу, групи покладів, глибини розробки та системи розробки, що застосовується [17, 33].

Розробка родовищ рудних покладів пов'язана зі зсувами земної поверхні та загрозою раптових провалів, які не прогножуються в часі. Тому всі промислові і громадські наземні і підземні об'єкти, штучні і природні водойми, які

потрапляють в зони впливу підземних виробок, зазнають зміни, підлягають пошкодженням, руйнуванням, ускладненням, що порушують їх нормальний режим.

Згідно норм технологічного проектування [34] існуючі об'єкти, які потрапляють в проектну зону зсуву, підлягають виносу за межі цієї зони або охорони від шкідливого впливу. Будинки, споруди та природні об'єкти можуть експлуатуватися в зонах зсуву за умови, що їх деформації не перевищать допустимих величин.

В якості заходів щодо охорони об'єктів від шкідливого впливу підземних робіт можуть бути:

- 1) гірничо-технологічні (зменшення деформацій за рахунок застосування камерних систем розробки або зі закладкою відробленого простору, тощо);
- 2) конструктивні заходи (посилення несучих конструкцій, штучне укріплення фундаментів, створення підпірних стінок, відрізних щілин, тампонажу, тощо);
- 3) проведення спеціальних спостережень та обстежень;
- 4) проведення ремонтно-відновлювальних робіт;
- 5) тимчасова зміна характеру експлуатації об'єкту, що зазнає впливу гірничих робіт;
- 6) залишення запобіжного цілика під об'єктом.

З метою контролю за станом об'єктів згідно «Інструкції зі спостережень за зсувом гірських порід і земної поверхні при підземній розробці рудних родовищ» здійснюються систематичні спеціальні інструментальні спостереження зсуву гірських порід. Закладання спостережної станції та проведення спостережень маркшейдерською службою підприємства. [35].

За результатами проведення інструментальних спостережень розробляються рекомендації щодо їх практичного використання для вирішення питань охорони об'єктів.

При проектуванні розробки родовищ підземним способом необхідне визначення доцільності освоєння нових ділянок родовищ на глибинах нижче за підйомні можливості шахтних стволів. Визначення зон, в яких деформації земної поверхні не перевищують допустимих для відповідної категорії споруд та природних об'єктів [34, 36].

Основні питання раціонального використання родовища при видобутку корисних копалин вирішуються під час проектування. Вибір способу розробки, схеми розкриття, підготовки та систем розробки впливають на інтенсивність порушення гірських порід.

2.2. Економіко-математичний метод дослідження

Ефективність відпрацювання родовища, а також оцінка системи розробки залежить від інвестування того чи іншого процесу при подальшій діяльності гірничодобувного підприємства.

Інвестиції при підземній розробці родовища належать до довгострокових *виробничих інвестицій* підприємства, оскільки вони спрямовані у виробництво, а саме на забезпечення подальшої діяльності підприємства. Найчастіше виробничі інвестиції називають *капітальними вкладеннями* які реалізуються на протязі досить тривалого часу (понад 5-10 років).

Виробничі інвестиції (капітальні вкладення) – це кошти, спрямовані на розширення відтворення основних фондів виробничого і невиробничого призначення. Вони складаються із витрат на розширення, реконструкцію, технічне переоснащення підприємства [47, 48].

Планування капітальних вкладень на підприємстві полягає в обчисленні необхідного обсягу виробничих інвестицій на розрахунковий період та визначенні джерел фінансування.

Необхідною умовою ефективності інвестиційної діяльності підприємства є розробка його інвестиційної стратегії, що включає:

- формування напрямів інвестиційної діяльності;
- вибір ефективніших шляхів для досягнення поставлених цілей.

Методика оцінки економічної ефективності передбачає визначення загальної або порівняльної економічної ефективності. Основою оцінки доцільності капітальних вкладень є порівнювання того чи іншого процесу за умови обмеженості капіталу при забезпеченні максимального прибутку шляхом реалізації найліпшого варіанту.

Абсолютна ефективність капітальних вкладень показує загальну величину віддачі підприємства від реальних інвестицій за певний період часу.

Порівняльна ефективність капітальних вкладень визначається лише тоді, коли є кілька інвестиційних проектів, а розрахунки ефективності здійснюють з метою визначення ліпшого з можливих варіантів проекту.

Оскільки процес інвестування є досить тривалим, інвестиційні проекти можуть відрізнятися як термінами реалізації, так і розподілом коштів за роками здійснення капіталовкладень. У такому випадку економічну ефективність капітальних вкладень визначають з урахуванням *фактору часу*, тобто приведення різночасових капітальних вкладень до одного періоду.

Приведені капітальні вкладення (витрати) – це капітальні вкладення приведені до одного періоду через нормативний показник їх ефективності.

Показником порівняльної ефективності капітальних вкладень є *мінімум приведених витрат* (B_{np}):

$$B_{np} = E_n \times K_i + C_i \rightarrow \min \quad (2.1)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

K_i – капіталовкладення за i -тим варіантом, грн;

C_i – собівартість річного випуску продукції за i -тим варіантом капіталовкладень, грн.

Приведені витрати визначаються в розрахунках на одиницю продукції *питомі приведені витрати*. З економічної точки зору проект інвестування вважається найкращим, при якому сума приведених витрат є мінімальною [47].

Для оцінки економічної ефективності сценарію інвестування доцільно використовувати порівняльну ефективність капітальних вкладень за кожним сценарієм з урахуванням фактору часу. При цьому, критерієм оптимальності є мінімум приведених капітальних витрат з урахуванням його динамічність у часі та просторі.

Тому, економічний характер того чи іншого технологічного процесу обумовлює доцільність застосування економіко-математичного методу дослідження.

Процес інвестування є досить тривалим тому необхідно адекватно враховувати величину зміни вартості грошей у часі за рахунок [47, 48]: інфляційні процеси, комерційна надійність та віддання підприємствами переваги наявним грошам.

Усі суб'єкти господарювання віддають перевагу наявним грошам перед очікуваними у майбутньому. При цьому необхідно зазначити, що переважна більшість чинників сприяє саме зниженню корисності грошей, отже: сьогодні гроші дорожчі, ніж завтра; гроші втрачають свою вартість через інфляцію, ризик, схильність до ліквідності.

Часова вартість грошей, може розглядатися з позицій: теперішньої вартості майбутніх грошових потоків або майбутньої вартості грошей на поточний момент часу [48].

Однією із форм визначення часової вартості грошових потоків є *метод дисконтування* (англ. – *discounting*). Дисконтування є економіко-математичною моделлю визначення поточної вартості грошових потоків у майбутньому протягом певного планового періоду, рис. 2.2.

Тому, теперішня вартість майбутнього грошового потоку дорівнює абсолютній величині грошових коштів, інвестування яких визначається проміжком часу на еквівалентну вартість майбутнього грошового потоку, який аналізується [48].



Рис. 2.2. Структурно-логічна схема зв'язку вартості коштів у часі

Різниця у часі капітальних вкладень враховується приведенням їх до одного періоду часу за допомогою *коефіцієнта дисконтування (приведення)*, який визначається за виразами:

- а) для приведення більш ранніх витрат до будь-якого пізнішого року

$$e_p = (1 + E_n)^{t_k} \quad (2.2)$$

- б) для приведення більш пізніх витрат до будь-якого раннього року

$$e_n = \frac{1}{(1 + E_n)^{t_k}} \quad (2.3)$$

де E_n – норма дисконтування або нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень [49, 50];

t_k – показник ступені коефіцієнта дисконтування, який дорівнює інтервалу часу між роком зведення і роком вкладання коштів, років

Показник ступені коефіцієнта дисконтування визначається за виразом

$$t_k = t_d - t_i \quad (2.4)$$

де t_d – порядковий номер року дисконтування капітальних витрат;

t_i – будь-який i -й рік вкладення капітальних витрат, що відраховується від початку процесу відчуження і змінюється від 1 до t років.

Практичне застосування дисконтування для визначення приведеної теперішньої вартості грошових потоків вимагає відповідної фінансово-математичної формалізації моделі дисконтування – визначення абсолютної

величини дисконту.

Значення *коефіцієнта дисконтування* для заданого періоду (інтервалу) реалізації проекту інвестування коштів визначається вибраним значенням норми дисконтування.

В типовій методиці визначення економічної ефективності капітальних вкладень для підприємств чорної металургії розмір ставки дисконту змінюється в межах $0,08 \div 0,15$ [49, 50]. Гірничодобувні підприємства самі проводять розвідку корисних копалин, тому самі визначають розмір підприємницького ризику та обирають ставку дисконту [51].

Однак вибір ставки дисконту залежить від:

- ступеня геологічної вивченості родовища;
- складності геологічної будови родовища;
- строку експлуатації родовища;
- фактору часу;
- стадії вивчення і освоєння надр та інших факторів;
- кон'юнктури грошового ринку, що визначається рівнем інфляції;
- банківського відсотку за вкладаннями.

Капітальні вкладення можуть здійснюватися в декілька етапів з різними термінами реалізації. За момент оцінки ефективності капітальних вкладень у межах терміну реалізації проекту інвестування можна взяти будь-який рік від його початку. Отже, сумарні приведені капітальні витрати з урахуванням формул (2.8), (2.9) розраховуються за формулами

$$K_{np,p} = K_1 \times (1 + E_n)^{t_0-1} + K_2 \times (1 + E_n)^{t_0-2} + \dots + K_{di} = \sum_1^t K_i \times (1 + E_n)^{t_0-t_i} \quad (2.5)$$

$$K_{np,n} = \frac{K_1}{(1 + E_n)} + \frac{K_2}{(1 + E_n)^2} + \dots + \frac{K_i}{(1 + E_n)^{t_i-t_i}} = \sum_1^t \frac{K_i}{(1 + E_n)^{t_0-t_i}} \quad (2.6)$$

де $K_{np,p}$, $K_{np,n}$ – приведені капітальні витрати відповідно більш ранні до будь-яких більш пізніх до будь-якого раннього року, млн. грн.;

t – загальна тривалість проекту інвестування, $t = t_I + t_{II} + \dots + t_N$, років;

t_I, t_{II}, \dots, t_N – тривалість періоду інвестування відповідно першого, другого, ..., N -го, років;

K_i – початкові капітальні витрати будь-якого i -го календарного року проекту інвестування, грн.

Таким чином, за допомогою методу дисконтування майбутні капітальні вкладення (інвестиції) приводяться до теперішньої вартості, у результаті чого отримуємо зіставні абсолютні величини вартості майбутніх капітальних витрат.

2.3. Висновки

1. Для вирішення завдань роботи використовувався комплексний метод досліджень

2. Порівняльну ефективність капітальних вкладень за кожним розробленим сценарієм інвестицій виконуємо з урахуванням фактору часу.

3. Приведення майбутніх капітальних вкладень до теперішньої вартості здійснюємо за допомогою методу дисконтування, який базується на концепції визначення вартості капіталовкладень з урахуванням фактору часу.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЗСУВУ ПОРІД ВИСЯЧОГО БОКУ ПРИ ПОДАЛЬШІЙ РОЗРОБЦІ ЗАПАСІВ ЗАЛІЗНИХ РУД В УМОВАХ ШАХТИ ТЕРНІВСЬКА АТ «КРИВБАСЗАЛІЗРУДКОМ»

3.1. Дослідження формування зони зсуву порід висячого боку від систем розробки які застосовуються на шахті Тернівська АТ «Кривбасзалізрудком»

У першому розділі роботи визначено, що при застосуванні систем розробки з примусовим обваленням руди і вміщуючих порід в умовах шахти ТЕРНІВСЬКА зі збільшенням глибини розробки до 1500 м призведе до збільшення зони зсуву земної поверхні [52, 53].

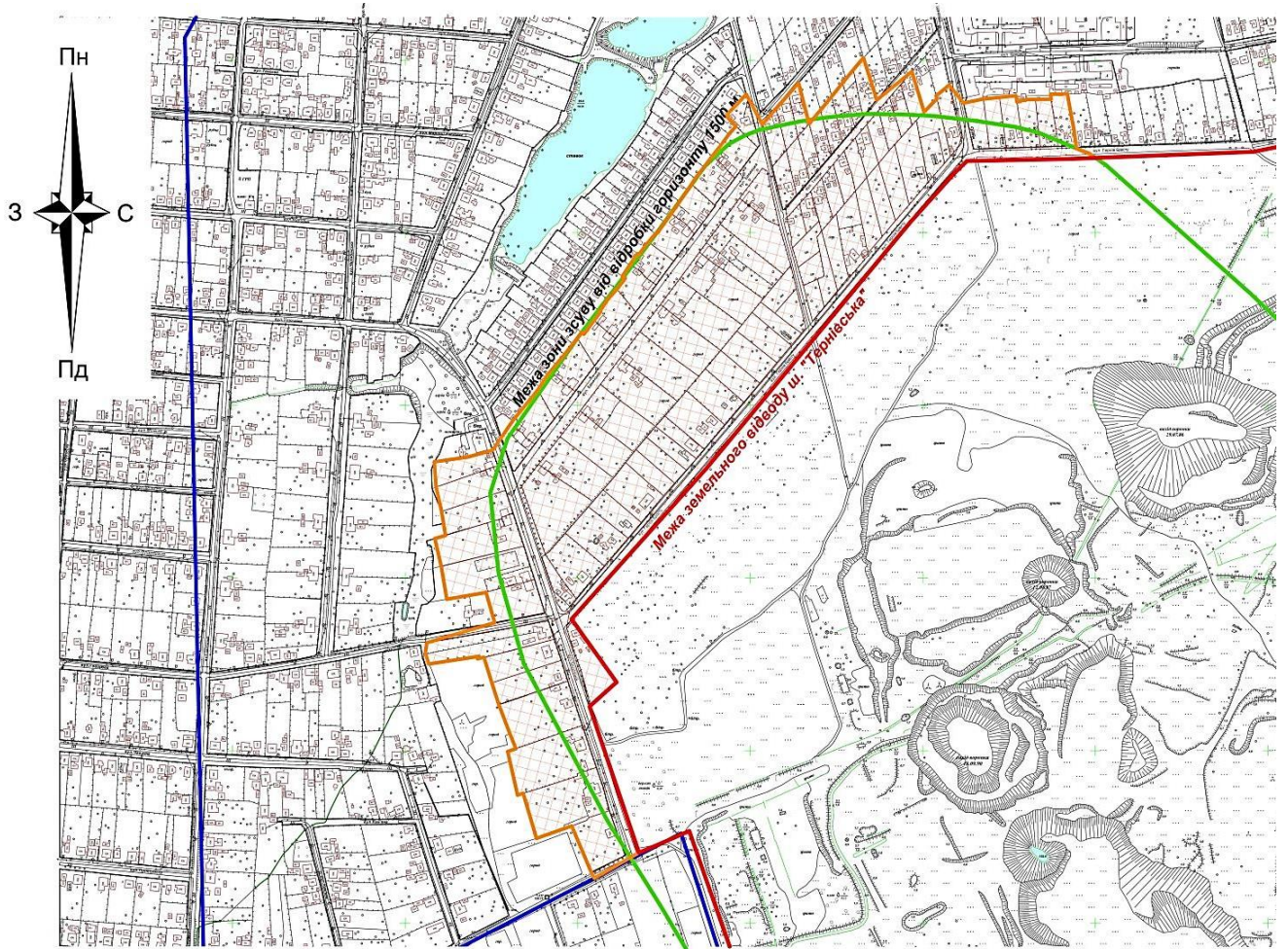
Згідно ТЕО [37] при відпрацюванні запасів залізних руд у поверсі 1350-1500 м шахти ТЕРНІВСЬКА прийнято варіант розробки багатих залізних руд із залишенням запобіжних ціликів.

В межі зони зсуву, що проєктується потраплять землі двох форм власності – приватної та комунальної, рис. 3.1. Загальна площа зони зсуву (рис. 3.1) становить 20,2 га, з них приватної власності – 16,7 га, а комунальної 3,5 га.

Згідно ТЕО [36] підприємству АТ «Кривбасзалізрудком» необхідно здійснити відчуження всіх земельних ділянок приватної власності громадян до початку відпрацювання поверху 1350-1500 м.

Процес відчуження земельних ділянок, як наслідок ведення гірничих робіт, є динамічним у просторі і часі з урахуванням прийнятої технології відпрацювання родовища у просторі. Ці характеристики є основою планування процесу відчуження.

Відчуження загальної кількості земельних ділянок від зони зсуву поверху 1275-1350 м на теперішній час вважаємо недоцільним, але необхідним до моменту завершення відпрацювання запасів до горизонту 1350 м.



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ





-  Межа гірничого відводу ш. "Тернівська"
-  Межа існуючого земельного відводу ш. "Тернівська"
-  Проектна межа зони зсуву земної поверхні при розробці горизонту 1500 м ш. "Тернівська" з залишанням ціликів (II варіант ТЕО)
-  Запроектоване нове землекористування між проектною межею зони зсуву (II варіант ТЕО) і межею земельної ділянки №1 існуючого земельного відводу ш. "Тернівська"

Рис. 3.1. Запроектована зона зсуву порід шахти ТЕРНІВСЬКА

На теперішній час шахта веде гірничі роботи у поверсі 1275-1350 м. Після відпрацювання запасів до глибини 1500 м передбачається будівництво двох горизонтів у поверхах 1350-1425 м та 1425-1500 м, які сформуєть відповідно на земній поверхні відповідні зони зсуву від поверху 1350-1425 м, а в майбутньому від поверху 1425-1500 м, рис. 3.2.

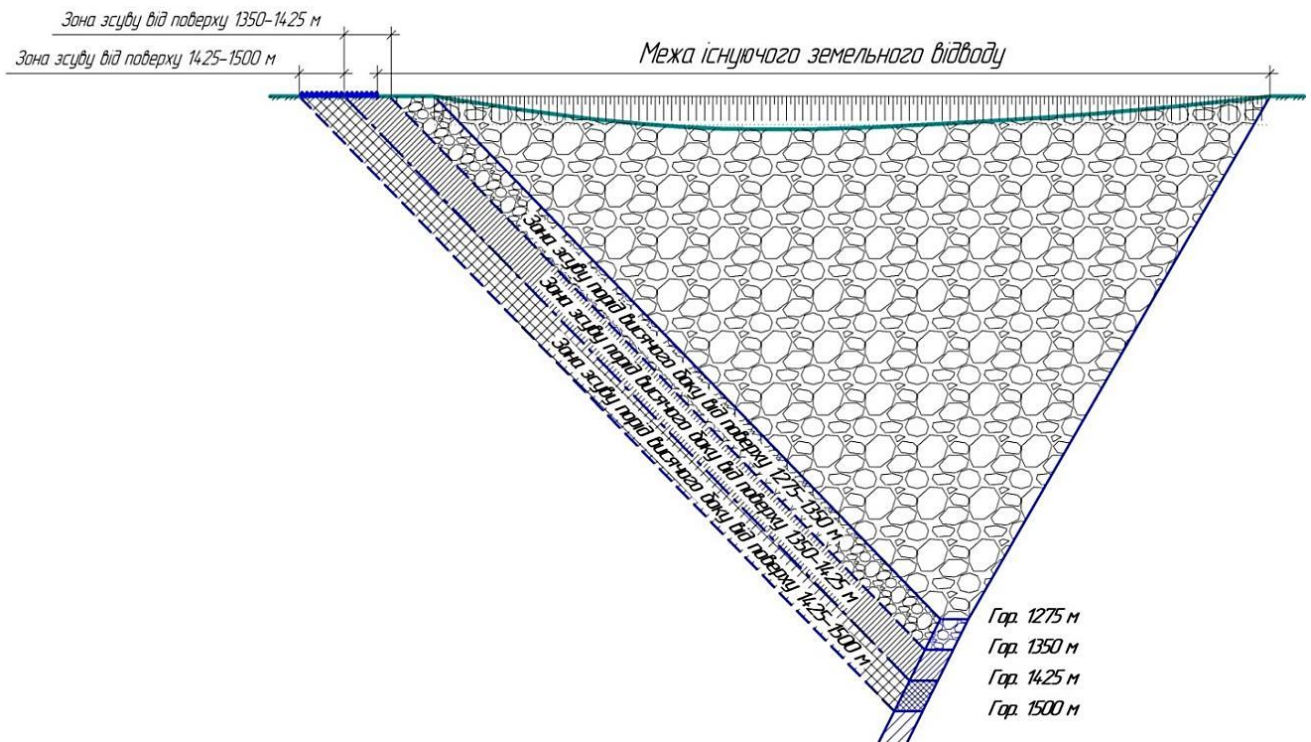
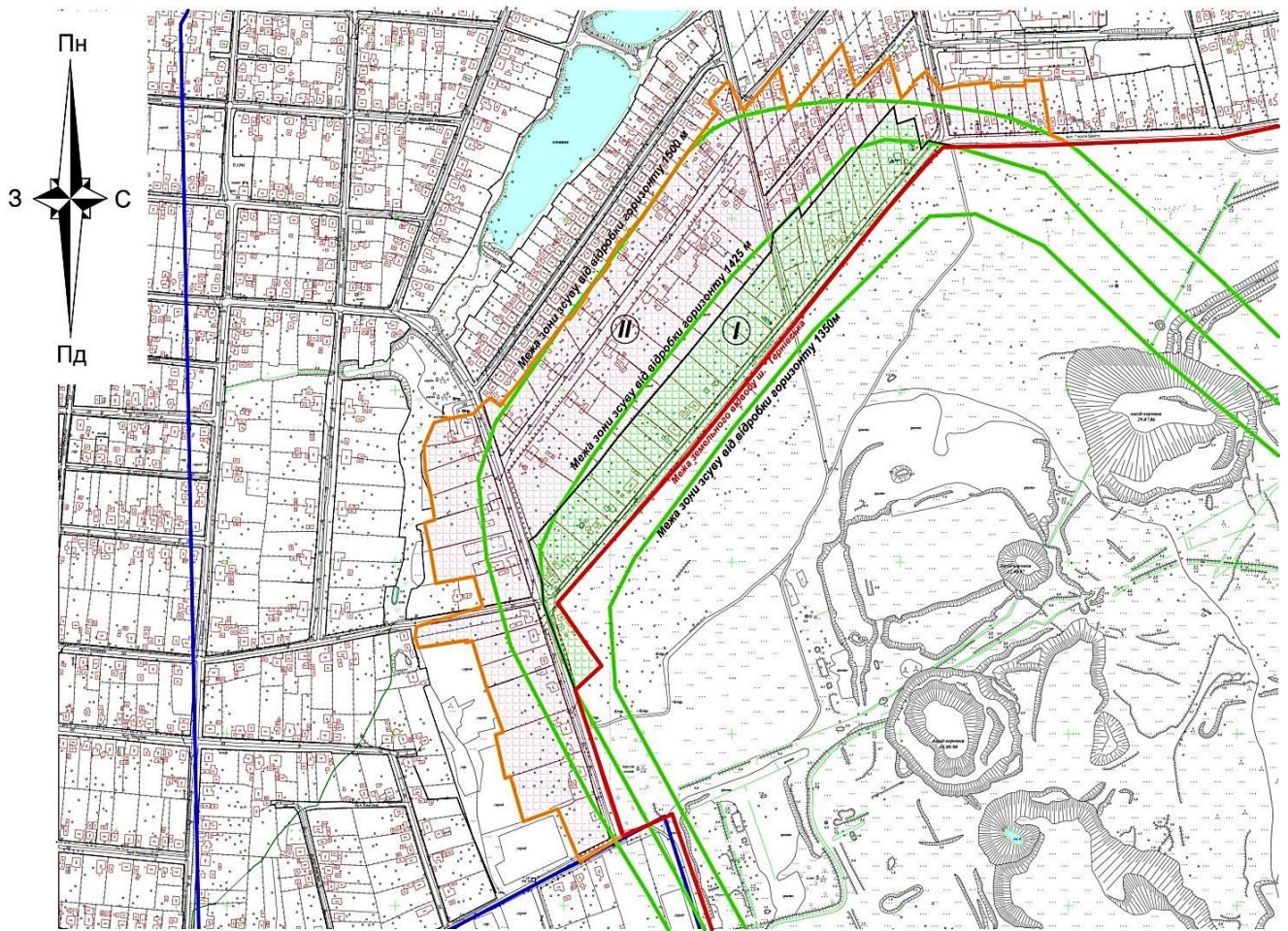


Рис. 3.2. Зони зсуву гірських порід та земної поверхні від розробки поверхів 1350-1425 м та 1425-1500 м

На рис. 3.3 показано межі зон зсуву при відпрацюванні горизонтів 1350 м, 1425 м, 1500 м. Зону зсуву умовно поділяємо на дві частини: перша від відробки горизонту 1425 м (I зона), а друга від горизонту 1500 м (II зона). Графічним методом визначаємо площі зон зсуву від відпрацювання поверхів в межах 1350-1425 м та 1425-1500 м, рис. 3.3.

Таким чином, площа I зони становить 4,2 га, а II зони 12,5 га.



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- Межа гірничого відводу ш. "Тернівська"
- Межа існуючого земельного відводу ш. "Тернівська"
- Новоутворене землекористування між проектною межею зони зсуву (II варіант ТЕО) і межею існуючого земельного відводу ш. "Тернівська"
- Межі зон зсуву земної поверхні від відробки горизонтів 1350 м, 1425 м, 1500 м ш. "Тернівська"
- I зона відчуження - земельні ділянки, що потрапляють у зону зсуву при відпрацюванні поверху 1350-1425 м
- II зона відчуження - земельні ділянки, що потрапляють у зону зсуву при відпрацюванні поверху 1425-1500 м

Рис. 3.3. Зони зсуву порід на земній поверхні при відпрацювання відповідних поверхів шахтою ТЕРНІВСЬКА

Таким чином, послідовність відпрацювання поверхів визначає розвиток зони зсуву, а як наслідок необхідно на момент завершення відпрацювання горизонту 1350 м здійснити відчуження I зони, а для відпрацювання поверху 1425-1500 м здійснити відчуження II зони, див. рис. 3.2.

Тривалість відчуження (t_g) зони можна визначити за формулою при визначенні тривалості відпрацювання поверху [54]

$$t_g = \frac{Q_3}{A_p} + t_p + t_3 \quad (3.1)$$

де Q_3 – кількість запасів у поверсі, млн. т; A_p – річна продуктивність підприємства, млн. т/рік; t_p – час розвитку (будівництва) горизонту, рік; t_3 – час затухання (завершення) відпрацювання горизонту, рік;

Кількість запасів у поверхах 1275-1350 м та 1350-1425 м становить відповідно 11,923 млн. т та 11,359 млн. т, річна продуктивність шахти ТЕРНІВСЬКА приймається 1,161 млн. т. [36].

Дослідимо залежність тривалості відчуження земельних ділянок кожної зони від зміни об'ємів видобутку товарної продукції Виконавши розрахунки за формулою (3.1), при умові відпрацюванні запасів у поверхах 1275-1350 м та 1350-1425 м. побудуємо залежності тривалості відчуження від річної продуктивності шахти, рис. 3.4.

З графіків приведених на рис. 3.4, видно, що при збільшенні річної продуктивності з 1,0 до 2,5 млн.т/рік тривалість відчуження I та II зони зменшується відповідно з 14,9 до 7,8 років та з 14,4 до 7,5 років.

Таким чином встановлено, що тривалість відчуження I зони (зона зсуву від поверху 1350-1425 м) дорівнює тривалості відпрацювання поверху 1275-1350 м, відчуження II зони (зона зсуву від поверху 1425-1500 м) – тривалості відпрацювання поверху 1350-1425 м.

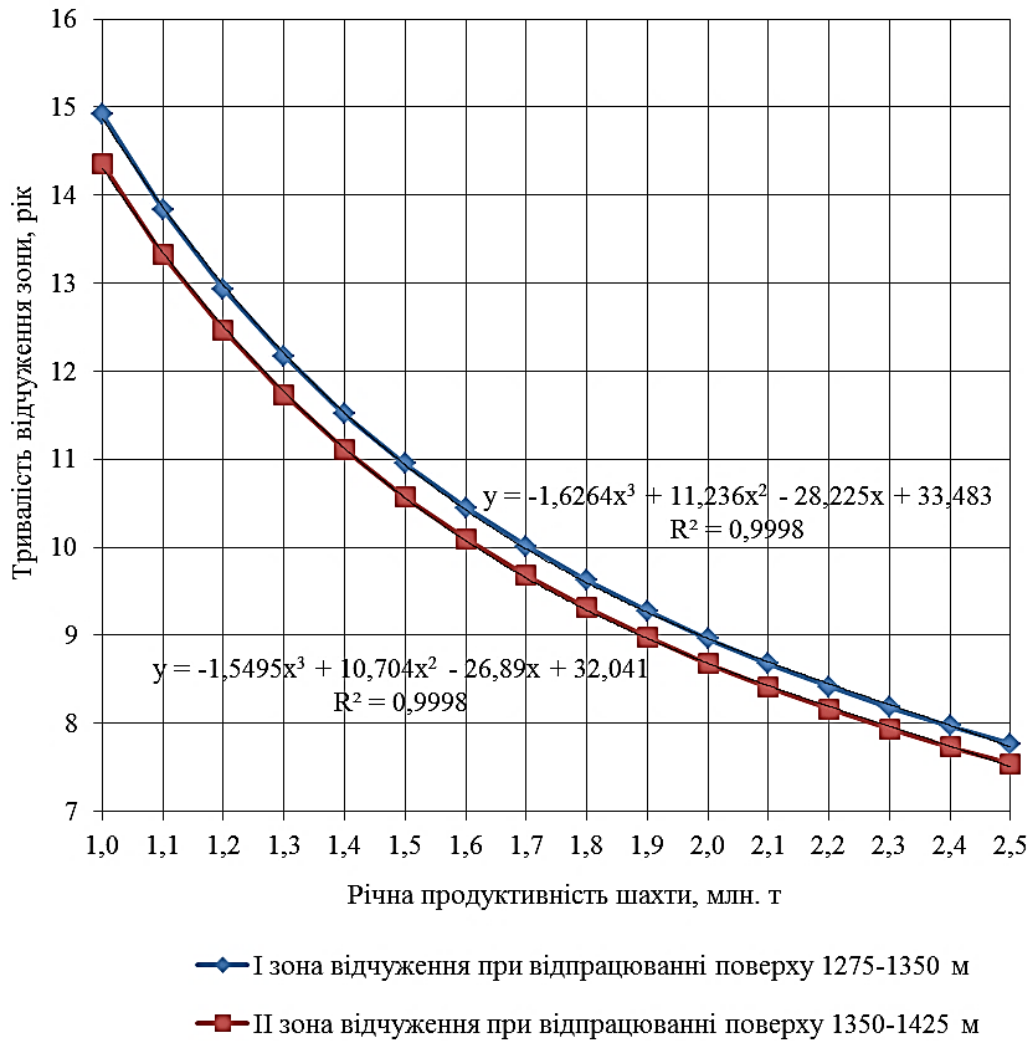


Рис. 3.4. Графіки залежності тривалості відчуження земельних ділянок від річної продуктивності

Використовуючи вищенаведені фактичні значення кількості запасів, зосереджених у поверхах 1275-1350 м та 1350-1425 м, та річної продуктивності шахти станом на 2025 р., за формулою (3.1) визначаємо тривалість процесу відчуження земельних ділянок кожної зони, розрахунки наводимо в табл. 3.1.

З приведеної табл. 3.1. видно, що при річній продуктивності 1,6 млн.т/рік поверхи 1275-1350 м та 1350-1425 м можуть бути відпрацьовані за 26 років, тобто до 2050 року необхідно підготувати горизонт 1425-1500 м.

Таблиця 3.1

Розрахунок тривалості процесу відчуження земельних ділянок за зонами

Зона зсуву	Поверх, м	Кількість запасів у поверсі, млн. т	Термін відпрацювання поверху, рік	Тривалість відчуження, роки	
				Час	Період
I	1275-1350	11,923	13	13	2025-2037
II	1350-1425	11,359	13	13	2038-2050
Всього	1275-1425	23,281	26	26	2025-2050

3.2. Економіко-математичне дослідження витрат від формування зон зсуву земної поверхні

Для забезпечення ефективної діяльності шахти зі збереженням її продуктивної потужності необхідно забезпечити безпечні умови праці, в даному випадку відчуження земельних ділянок приватної власності зі зони зсуву при відпрацюванні родовища системами з масовим обваленням руди.

Джерелом фінансування процесу відчуження виступають власні кошти підприємства. Тому планування капітальних вкладень на розрахунковий період та визначення джерел фінансування забезпечить стабільну роботу підприємству. Оцінка порівняльної ефективності інвестицій є мінімум приведених витрат.

В умовах гірничодобувного підприємства мінімум питомих приведених витрат на видобуток 1 т руди визначається за формулою [33, 34]

$$B_{np} = C + E_n \times K \rightarrow \min \quad (3.2)$$

де C – питомі експлуатаційні витрати, млн. грн./т; E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень; K – питомі капітальні витрати, млн. грн./т.

Для вибору кращого сценарію інвестицій використовуються показники порівняльної економічної ефективності, які враховують лише ті вартісні частини, які змінюються за порівнюваними варіантами. Тому, критерій

оптимального сценарію інвестування процесу відчуження земельних ділянок визначаємо за формулою

$$B_{np.з} = \frac{K_{np.з}}{Q_з} \rightarrow \min \quad (3.3)$$

де $K_{np.з}$ – приведені капітальні вкладення (витрати) на відчуження земельних ділянок, млн. грн.; $Q_з$ – кількість запасів у поверсі, до якого віднесені капітальні вкладення відповідної зони зсуву, млн. т.

Для планування інвестицій визначаємо основні характеристики процесу відчуження: послідовність відчуження земельних ділянок; загальну тривалість процесу для кожної зони; початковий розмір інвестицій згідно ТЕО складає 770,0 млн. грн.

Розглянемо два сценарії інвестування, які різняться за термінами їх реалізації:

1. *Одночасне інвестування* процесу відчуження земельних ділянок I та II зони зсуву порід при відпрацюванні поверху 1275-1350 м протягом 13 років (період 2025 – 2037 рр.).
2. *Поетапне інвестування* процесу відчуження земельних ділянок I та II зони на протязі 26 років (період 2025 – 2037 – 2050 рр.).

При розробці поверху 1275-1350 м, протягом 13 років (період 2025 – 2037 рр.) інвестуються кошти на відчуження земельних ділянок I зони зсуву, а на другому етапі при розробці поверху 1350-1425 м – II зона – протягом наступних 13 років (період 2038 – 2050 рр.).

По кожному сценарію інвестицій для здійснення процесу відчуження передбачаємо рівномірні та нерівномірні (зі зростанням та зменшенням обсягів фінансування) варіанти розподілу капітальних вкладень за роками, табл. 3.3-3.4.

Таблиця 3.3

Розподіл початкових капітальних вкладень за роками для першого сценарію

Рік інвестування відчуження земельних ділянок		Початкові капітальні вкладення, млн. грн.		
		Варіанти розподілу		
		Рівномірний	Нерівномірний	
			зі збільшенням обсягів фінансування	зі зменшенням обсягів фінансування
1	2025	59,23	4,56	113,91
2	2026	59,23	13,67	104,80
3	2027	59,23	22,78	95,68
4	2028	59,23	31,89	86,57
5	2029	59,23	41,01	77,46
6	2030	59,23	50,12	68,34
7	2031	59,23	59,23	59,23
8	2032	59,23	68,34	50,12
9	2033	59,23	77,46	41,01
10	2034	59,23	86,57	31,89
11	2035	59,23	95,68	22,78
12	2036	59,23	104,80	13,67
13	2037	59,23	113,91	4,56
Всього за 1 сценарієм		770,02	770,02	770,02

Таблиця 3.4

Розподіл початкових капітальних вкладень за роками для другого сценарію

Рік інвестування відчуження земельних ділянок		Початкові капітальні вкладення, млн. грн.		
		Варіанти розподілу		
		Рівномірний	Нерівномірний	
			зі збільшенням обсягів фінансування	зі зменшенням обсягів фінансування
<i>1 етап</i>				
1	2025	14,96	1,15	28,77
2	2026	14,96	3,45	26,47
3	2027	14,96	5,75	24,17
4	2028	14,96	8,06	21,86
5	2029	14,96	10,36	19,56
6	2030	14,96	12,66	17,26
7	2031	14,96	14,96	14,96
8	2032	14,96	17,26	12,66
9	2033	14,96	19,56	10,36
10	2034	14,96	21,86	8,06
11	2035	14,96	24,17	5,75
12	2036	14,96	26,47	3,45
13	2037	14,96	28,77	1,15
Всього		194,48	194,48	194,48
<i>2 етап</i>				
1	2038	44,27	30,46	58,08
2	2039	44,27	32,76	55,78
3	2040	44,27	35,07	53,48

Рік інвестування відчуження земельних ділянок		Початкові капітальні вкладення, млн. грн.		
		Варіанти розподілу		
		Рівномірний	Нерівномірний	
зі збільшенням обсягів фінансування	зі зменшенням обсягів фінансування			
4	2041	44,27	37,37	51,18
5	2042	44,27	39,67	48,88
6	2043	44,27	41,97	46,57
7	2044	44,27	44,27	44,27
8	2045	44,27	46,57	41,97
9	2046	44,27	48,88	39,67
10	2047	44,27	51,18	37,37
11	2048	44,27	53,48	35,07
12	2049	44,27	55,78	32,76
13	2050	44,27	58,08	30,46
Всього		575,54	575,54	575,54
Всього за 2 сценарієм		770,02	770,02	770,02

Оскільки процес інвестування відчуження земельних ділянок є досить тривалим, а інвестиційні сценарії відрізняються як термінами реалізації, тому економічну ефективність капітальних вкладень визначаємо з урахуванням фактору часу.

На показник ефективності капітальних вкладень суттєво впливають інфляція та ризик, але в подальшому використовуватимемо поняття ставка дисконту.

Вважаємо за доцільне приведення капітальних вкладень на відчуження земельних ділянок здійснювати на момент завершення відчуження I зони (2037–2038 рр.), який відповідає періоду завершення відпрацювання поверху 1275-1350 м та початку відпрацювання поверху 1350-1425 м.

Стаття капітальних вкладень на відчуження земельних ділянок I зони зсуву належить до капітальних витрат на відпрацювання поверху 1350-1425 м, а стаття капітальних вкладень на відчуження земельних ділянок II зони належить до капітальних витрат на відпрацювання поверху 1425-1500 м.

Розрахунки виконуємо за формулами (2.5-2.6), результати приведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Розподіл приведених капітальних вкладень за роками
для першого сценарію інвестування

Рік інвестування відчуження земельних ділянок		Приведені капітальні вкладення, млн. грн.		
		Варіанти розподілу		
		Рівномірний	Нерівномірний	
зі збільшенням обсягів фінансування	зі зменшенням обсягів фінансування			
1 сценарій				
1	2025	149,16	11,47	286,84
2	2026	138,11	31,87	244,35
3	2027	127,88	49,18	206,57
4	2028	118,41	63,76	173,05
5	2029	109,63	75,9	143,37
6	2030	101,51	85,9	117,13
7	2031	93,99	93,99	93,99
8	2032	87,03	100,42	73,64
9	2033	80,58	105,38	55,79
10	2034	74,62	109,05	40,18
11	2035	69,09	111,6	26,57
12	2036	63,97	113,18	14,76
13	2037	59,23	113,91	4,56
Всього за 1 сценарієм		1273,21	1065,61	1480,8

Для другого сценарію інвестування здійснюється у два етапи: на першому етапі приводимо більш ранні капіталовкладення до пізнішого року інвестування тобто на кінець 2037 р., а на на другому етапі приводимо більш пізні капіталовкладення до раннього року інвестування на початок 2038 р., результати приведені в табл. 3.6.

Таким чином, за кожним із досліджуваних варіантів розподілу капіталовкладень за роками для двох сценаріїв інвестування процесу відчуження виконано приведення різночасових капітальних вкладень до одного періоду 2037–2038 рр. через нормативний показник їх ефективності (ставку дисконту) 0,08.

Таблиця 3.6

Розподіл приведених капітальних вкладень за роками

для другого сценарію інвестування

Рік інвестування відчуження земельних ділянок		Приведені капітальні вкладення, млн. грн.		
		Варіанти розподілу		
		Рівномірний	Нерівномірний	
			зі збільшенням обсягів фінансування	зі зменшенням обсягів фінансування
2 сценарій				
<i>Перший етап</i>				
1	2025	37,67	2,9	72,45
2	2026	34,88	8,05	61,71
3	2027	32,3	12,42	52,17
4	2028	29,91	16,1	43,71
5	2029	27,69	19,17	36,21
6	2030	25,64	21,69	29,58
7	2031	23,74	23,74	23,74
8	2032	21,98	25,36	18,6
9	2033	20,35	26,62	14,09
10	2034	18,85	27,54	10,15
11	2035	17,45	28,19	6,71
12	2036	16,16	28,59	3,73
13	2037	14,96	28,77	1,15
Всього		321,58	269,14	374,00
<i>Другий етап</i>				
1	2038	40,99	28,21	53,8
2	2039	37,96	28,09	47,8
3	2040	35,14	27,84	42,5
4	2041	32,54	27,47	37,6
5	2042	30,13	27	33,3
6	2043	27,9	26,45	29,3
7	2044	25,83	25,83	25,8
8	2045	23,92	25,2	22,7
9	2046	22,15	24,4	19,8
10	2047	20,51	23,7	17,3
11	2048	18,99	22,9	15
12	2049	17,58	22,2	13
13	2050	16,28	21,4	11,2
Всього		349,92	330,69	369,1
Всього за 2 сценарієм		671,50	599,83	743,10

За результатами виконаних досліджень (табл. 3.5-3.6) побудовані залежності динаміки розмірів приведених капіталовкладень за різними варіантами їх розподілу, рис. 3.5, 3.6.

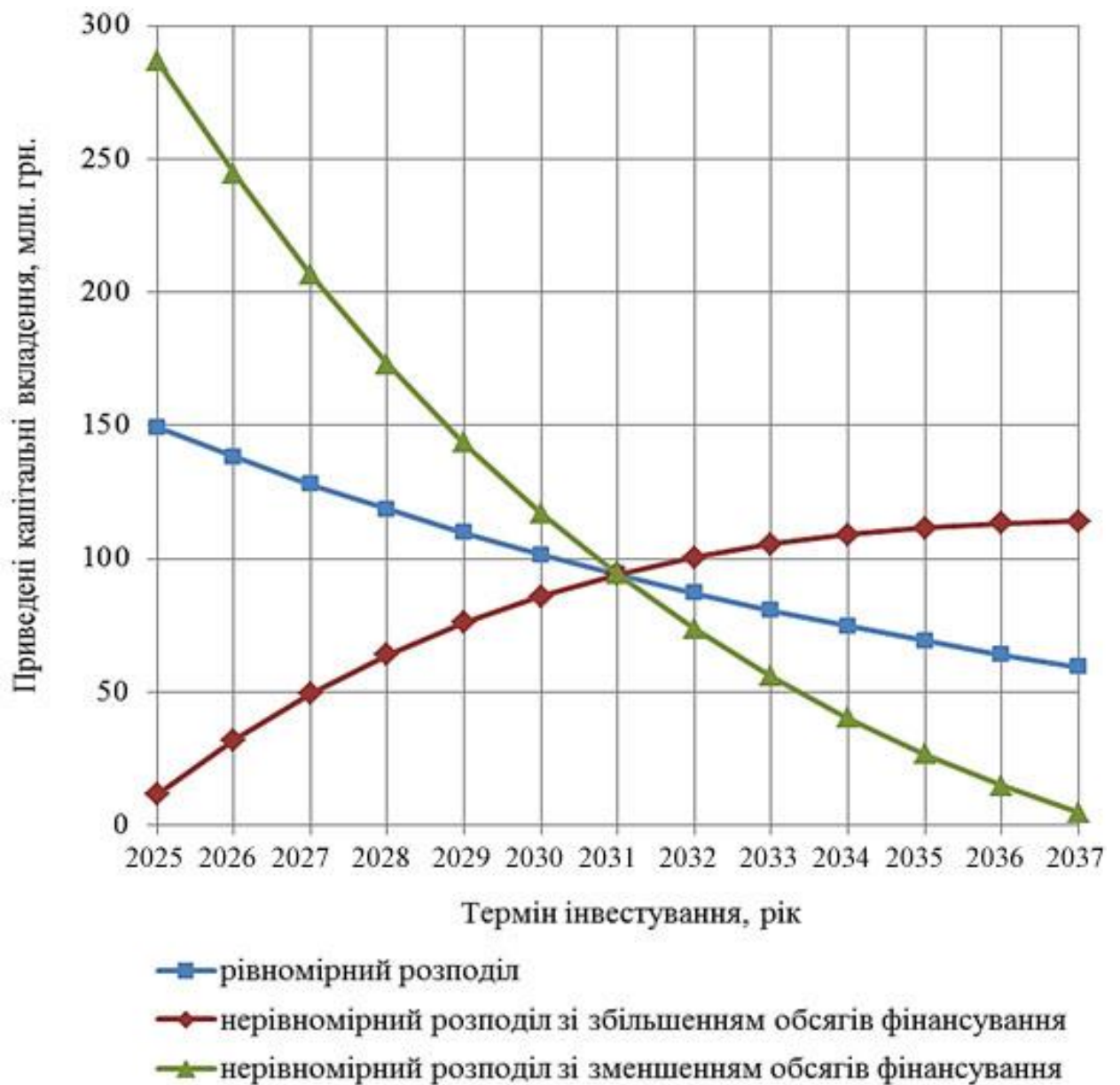


Рис. 3.5. Динаміка обсягів приведених капіталовкладень за різними варіантами їх розподілу за роками першого сценарію інвестування

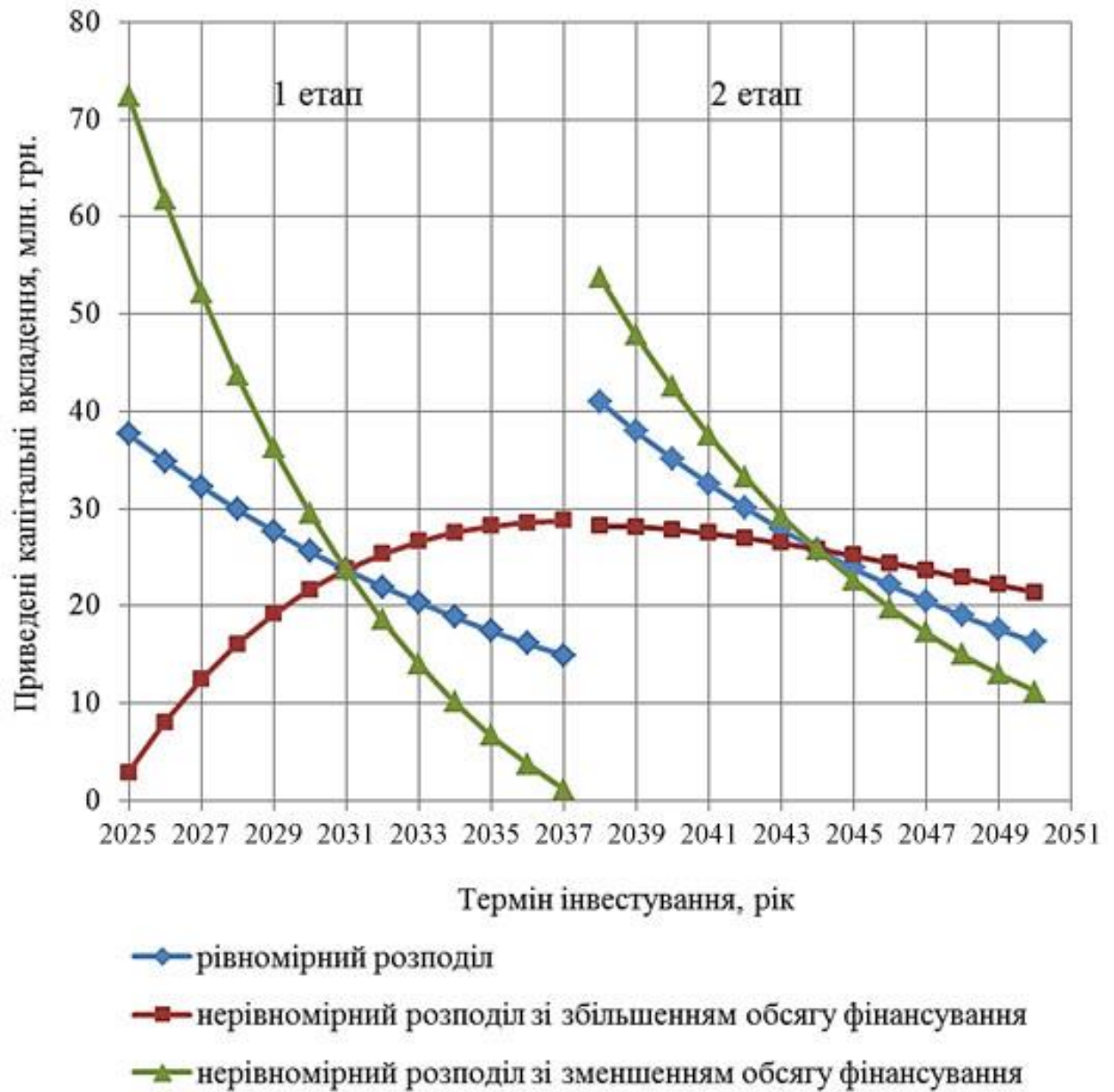


Рис. 3.6. Динаміка обсягів приведених капіталовкладень за різними варіантами їх розподілу за роками другого сценарію інвестування

Порівнюючи сумарні значення розмірів початкових та приведених капітальних вкладень за двома сценаріям інвестицій при різних варіантах

розподілу встановлено:

при рівномірному розподілі капіталовкладень за роками сума приведених капітальних вкладень за першим сценарієм збільшується з 770,02 млн. грн. до 1273,21 млн. грн., а за другим зменшується з 770,02 млн. грн. до 671,5 млн. грн.

При нерівномірному розподілі капіталовкладень за роками, розглянутому у двох варіантах: зі зростанням та зменшенням обсягів фінансування, сума приведених капітальних вкладень за першим сценарієм збільшується з 770,02 млн. грн. відповідно до 1065,61 млн. грн. та 1480,80 млн. грн., а по другому зменшується з 770,02 млн. грн. відповідно до 599,83 млн. грн. та 743,10 млн. грн.

Отже, розмір приведених капіталовкладень на відчуження земельних ділянок залежить від терміну їх реалізації та обраного розміру нормативного показника їх ефективності (ставки дисконтування).

Оцінку економічної ефективності капітальних вкладень на відчуження земельних ділянок завершуємо визначенням економічно кращого (оптимального) сценарію інвестування процесу відчуження, який повинен відповідати встановленому критерію оптимальності – мінімуму питомих приведених капітальних вкладень у межах терміну його реалізації.

Питомі приведені капітальні вкладення на відчуження земельних ділянок при всіх варіантах їх розподілу за роками (рівномірний та нерівномірний), віднесені до капітальних витрат поверху 1350-1500 м, запаси якого становлять 21,816 млн. т [20] згідно розрахунків приведені в табл. 3.7.

За результатами виконаних розрахунків, видно, що мінімальні питомі приведені капітальні витрати становлять 27,49 грн./т при здійсненні інвестування за другим сценарієм з застосуванням нерівномірного розподілу капіталовкладень зі збільшенням обсягів фінансування за роками.

Таблиця 3.7

Питомі приведені капітальні вкладення

першого та другого сценаріїв інвестування

Сценарій інвестування	Приведені капітальні вкладення, млн. грн.			Кількість запасів у поверсі, 1350-1500 м, млн. т	Питомі приведені капітальні вкладення, грн./т		
	Варіанти розподілу				Варіанти розподілу		
	Рівномірний	Нерівномірний			Рівномірний	Нерівномірний	
		зі збільшенням обсягів фінансування	зі зменшенням обсягів фінансування			зі збільшенням обсягів фінансування	зі зменшенням обсягів фінансування
1	1273,21	1065,61	1480,80	21,816	58,36	48,85	67,88
2	671,50	599,83	743,10	21,816	30,78	27,49	34,06

Отже, критерію оптимального сценарію інвестування процесу відчуження земельних ділянок (мінімум питомих приведених капітальних вкладень на відчуження) відповідає другий сценарій інвестицій з нерівномірним варіантом розподілу капіталовкладень зі збільшенням їх обсягу за роками.

Таким чином, в результаті дослідження ми встановили, що планування інвестицій в процес відчуження, що потрапляють в зону зсуву земної поверхні при подальшій розробці родовища залізних руд ш. ТЕРНІВСЬКА до глибини 1500 м доцільно здійснювати за другим сценарієм, який є економічно ефективнішим у порівнянні з першим.

При застосуванні технології зі закладкою виробленого простору на земній поверхні не виникає воронка провалу, а річне пониження земної поверхні не перевищує 0,15 м. Це дозволить гірничому підприємству не здійснювати відчуження земель, а також збільшити об'єм видобутої руди з 21,816 млн. т до 23,282 млн. т зі вмістом корисного компоненту 64,3%.

Згідно даних роботи підприємства за 2021 рік ціна відпускної товарної продукції зі вмістом 61,8% складає 285 долл./т, а зі вмістом 64,3% - 375 долл. т.

Для реалізації системи з закладкою виробленого простору пропонується варіант системи розробки ЗАТ «Запорізький залізорудний комбінат», рис. 3.7.

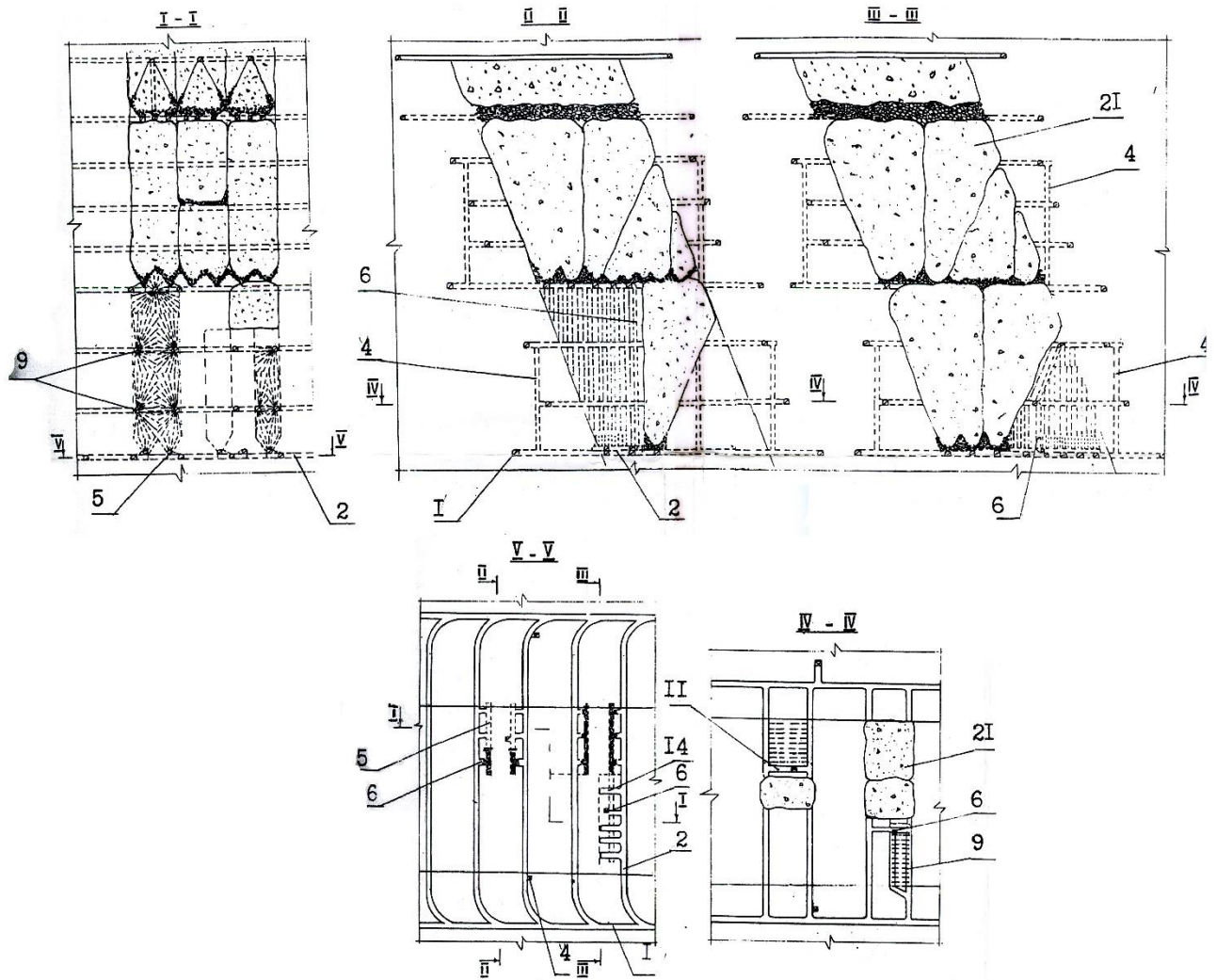


Рис. 3.7. Поверхово-камерна система розробки з твердіючою закладкою:

1 – відкотний штрек; 2 – відкотний орт; 3 – вентиляційно-ходовий підняттявий; 4 – рудоперепускний підняттявий; 5 – транспортний орт; 6 – відрізний підняттявий; 7 – дучки; 8 – доставна виробка; 9 – буровий орт; 10 – буровий штрек; 11 – відрізний штрек; 12 – відрізний орт; 13 – збійка; 14 – шаровий штрек; 15 – вібродоставні виробки; 16 – очисні заходки; 17, 18, 19 та 20 – закладальний відповідно штрек, орт, відняттявий та свердловини; 21 – закладка; 22 – транспортно-доставний штрек; 23 – контрольно-закладальний орт; 24 – буродоставна виробка; 25 – навантажувальний штрек; 26 – панельний орт.

Застосування закладки надає переваги при порівнянні з системою з відкритим очисним простором: по-перше, спостерігається значно менші втрати

та розбіжності руди, а по-друге, при її застосуванні зберігається зитивна екологічна обстановка в регіоні, що дозволяє ефективно відпрацьовувати родовище. Крім цього, закладка виробленого простору дозволяє знизити коефіцієнт фільтрації який становить 0,0001-0,0208 м/добу, що дозволяє виключити осушення масиву.

Порядок відпрацювання по вертикалі поверхів застосовується як висхідний, так і низхідний. Відпрацьовані камери у суміжних поверхах повинні завжди знаходитися за створом зон загального впливу простору камер, що відпрацьовуються.

Відбійка основних камерних запасів проводиться на компенсаційні вертикальні або похилі відрізни щілини віяловими комплектами висхідних і низхідних свердловин діаметром 105 мм. Формування відрізних щілин проводиться на відрізни підняттеві паралельними висхідними та низхідними свердловинами, бурими з підповерхових бурових ортів та відрізних буровими верстатами НКР-100М, рис. 3.7.

Камерний запас розбурюється висхідними віялами глибоких свердловин довжиною до 35 м бурової установкою «Simba H1352», яка на відміну від верстата НКР-100М дозволяє досягти високої точності та високої швидкості буріння. Висхідне розташування свердловин дозволяє звести до мінімуму ручну працю із зачистки свердловин від закидів руди у виробки.

Відрізни підняттеві проходять комплексами КПВ або самохідним буровим обладнанням «Роббінс».

Траншейна підсічка камер розбурюється верстатами НКР-100М з підсічних ортів, а випуск здійснюється віброживильниками типу ВВДР-5. Відкатка руди здійснюється великовантажними партіями зі спареними електровозами К-14 у вагонетках ВГ-9, ВГ-4,5.

Очисні роботи в камерах виконуються після набрання закладкою розрахункової міцності. Очисні роботи і проходка виробок здійснюється із застосуванням самохідних гірничих машин. Буріння свердловин проводиться

пневмоударними верстатами НКР-100м та самохідними установками «Simba H1352», заряджання свердловин - доставно-зарядними машинами МТЗ-3.

На шахті ТЕРНІВСЬКА, згідно гірничо-геологічним умовам також може бути застосовано камерний варіант системи розробки зі використанням твертіючої закладки.

Загальні економічні показники від застосування системи розробки зі закладкою приведені в табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Загальні укрупнені економічні показники

Найменування показників	Система розробки	
	камерна зі залишенням ціликів	камерна зі закладкою
Вилучасний запас руди у поверху 1350-1500 м, млн.т	21,816	23,282
Вміст заліза у видобутій рудній масі, %	61,8	64,3
Відпускна ціна товарної продукції, грн./т (долл./т)	7125 (285)	9500 (380)
Капітальні вкладення на вилучення земель у зоні обвалення, млн.грн	599,83	-
Капітальні вкладення на вилучення земель у зоні обвалення, грн/т	27,49	-
Собівартість видобутку руди (франко-люк), грн/т	350	480
Невраховані загально-шахтні витрати, грн/т	2500	2500
Питомі витрати на будівництво та утримання закладального комплексу, грн/т	-	2000
Загальні питомі витрати, грн/т	2877,49	4980,0
Прибуток, грн/т	4247,51	4520,0
Рентабельність, млрд.грн	92,663	105,235
Економічний ефект, млрд.грн		12,572

Згідно виконаних розрахунків встановлено, що при застосуванні камерної системи розробки проєктні загальні питомі витрати складають 2877,49 грн., що на 2102,51 грн. менше ніж від застосування камерної системи розробки зі закладкою. Однак, за рахунок кількості та вартості видобутої корисної копалини станом на 2021 рік прибуток від застосування системи розробки зі закладкою більше на 272,49 грн.

При цьому, розрахунковий економічний ефект складає 12,572 млрд.грн

при вилученні 23,282 млн.т руди зі середнім вмістом у видобутій рудній масі 64,3%. Слід зауважити, що не можливо розрахувати соціальний та екологічний ефект від збереження земної поверхні та подальшої можливості відпрацювання залізистих кварцитів першого, другого, третього та четвертого залізистих горизонтів розташованих в межах шахтного поля шахти ТЕРНІВСЬКА.

3.3. Висновки

Встановлено, що послідовність відчуження земельних ділянок у зв'язку з розвитком зони зсуву при подальшому відпрацюванні поверхів 1350-1425 м та 1425-1500 м.

Ця залежність дозволяє визначити тривалість процесу відчуження земельних ділянок кожної зони відчуження при відпрацюванні поверхів 1275-1350 м та 1350-1425 м з відповідною кількістю запасів в них при різній річній продуктивності. При збільшенні річної продуктивності шахти тривалість процесу відчуження скорочується.

Запропоновано два сценарії здійснення та інвестування процесу відчуження земельних ділянок, які різняться за термінами їх реалізації (одночасний та поетапний).

Розрахунковий економічний ефект складає 12,572 млрд.грн при вилученні залізної руди зі середнім вмістом у видобутій рудній масі 64,3% в об'ємі 23,282 млн.т руди.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

Магістерська робота є завершеною науково-дослідною роботою, у якій виконано дослідження та техніко-економічне обґрунтування застосування закладального матеріалу для умов шахти ТЕРНІВСЬКА АТ «Кривбасзалізрудком» за рахунок зменшення зони зсуву порід висячого боку з урахуванням якості видобутої рудної маси.

За результатами досліджень зроблено наступні висновки:

1. Згідно виконаного аналізу гірничо-геологічних умов шахти ТЕРНІВСЬКА та аналізу застосування систем розробки з закладкою встановлено, що застосування даного класу систем розробки дозволить суттєво зменшити зону зсуву порід висячого боку при подальшій розробці родовища до глибини 1500 м.

2. Доведено, що зона зсуву формується на протязі всього часу відпрацювання родовища при застосуванні систем розробки з обваленням налягаючих порід. Таким чином, необхідний об'єм капітальних вкладень на ліквідацію наслідків від підземної розробки доцільно здійснювати з урахуванням фактору часу.

3. Встановлено, що при застосуванні камерної системи розробки проектні загальні питомі витрати на 2102,51 грн. менше ніж від застосування камерної системи розробки зі закладкою, однак, прибуток від застосування системи розробки зі закладкою більше на 272,49 грн. за рахунок кількості та вартості видобутої корисної копалини станом на 2021 рік.

Також слід відмітити, що камерної системи розробки зі закладкою дозволить покращити екологічну ситуацію в регіоні та дасть можливість у подальшому вести розробку залізистих кварцитів першого, другого, третього та четвертого залізистих горизонтів розташованих в межах шахтного поля шахти ТЕРНІВСЬКА.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Офіційний сайт АТ «Кривбасзалізрудком» [Електронний ресурс]. – Режим доступу <http://www.krruda.dp.ua>.
2. Проект землеустрою щодо відведення Публічному акціонерному товариству «Криворізький залізрудний комбінат» земельних ділянок в Тернівському районі м. Кривого Рогу Дніпропетровської області для розміщення існуючих об'єктів шахти ім. Леніна – Кривий ріг: ТОВ «Крікон-ГЕО», 2013 – 67 с.
3. Проект долгосрочной горнотехнической рекультивации зон обрушения шахт «Родина», «Гвардейская», им. Ленина» – Днепропетровск : НПП «Геотехнология» , 2000. – 89 с.
4. Villegas T. Investigation of surface subsidence due to sublevel caving / T. Villegas, E. Nordlund // Proceedings of the second International Seminar on Block and Sublevel Caving [Caving 2010], (Perth, Australia, 20–22 April 2010) – Perth, Australian Centre for Geomechanics, 2010. – Pp. 181 – 188.
5. Комбінований спосіб доставки рудної маси при відпрацюванні потужних рудних покладів / Д. Ф. Зенюк, О. Я. Хівренко, В. М. Тарасютін, М. Б. Федько // Гірничий вісник. – 2012. – Вип. 95. – С. 165–168.
6. Федько М.Б. Удосконалення системи розробки з під поверховим обваленням руди / М.Б Федько, Д.Ф. Зенюк // Вісник КТУ. – №29. – 2011. – С. 4–6.
7. Rock-breaking mechanism and experimental analysis of confined blasting of borehole surrounding rock / L.Changyou, Y.Jingxuan, Yu. Bin // International Journal of Mining Science and Technology. – 2017. – Issue 27. – P. 795–801.
8. Discrete element modeling of explosion-induced fracture extension in jointed rock masses / M.Lak, M.Fatehi Marji, A.R. Yarahmadi Bafghi, A.Abdollahipour // Journal of Mining and Environment. – 2019. – Vol. 10. – P. 125–138.

9. Lak M. A finite difference modelling of crack initiation in rock blasting / M.Lak, M.Fatehi Marji, A.Yarahmadi Bafghi // The 2018 World Congress on Advances in Civil, Environmental, & Materials Research (ACEM18). – Songdo Convensia, Incheon, Korea. – 2018.
10. Визначення та контроль допустимих розмірів конструктивних елементів систем розробки залізних руд. Інструкція по застосуванню / Є.К. Бабець та ін.- Кривий Ріг: Ротапринт ДП «НДГРІ», 2010. – 122 с.
11. Кузнецов М.А. Основные результаты исследований сдвижения горных пород и земной поверхности на рудных месторождениях / М.А. Кузнецов, В.С. Троицкий // Труды ВНИМИ, 1970. – Сб. №76. – С. 43–45.
12. Турчанинов И.А. Тектонические напряжения в земной коре и устойчивость горных выработок / И.А. Турчанинов. – Д. : Наука, 1978. – 256 с.
13. Четверик М.С. Сдвижение земной поверхности и подработанного массива и их взаимосвязь с фильтрационными процессами / М.С. Четверик // Геотехническая механика. – Днепропетровск : НАН ИГТМ, 1998. – Вып. 10. – С. 183–187.
14. Денисов А.И. Современные движения земной поверхности района Криворожья и их выраженность в рельефе / А.И. Денисов // Материалы научно-технической конференции КГРИ. – М. : ВИНТИ, 1981. – №268-81. – С. 59–69.
15. Бондарук А.Г. О некоторых особенностях вертикальных движений земной коры в Криворожье / А.Г. Бондарук, А.И. Денисов // Современные движения земной коры. – № 5. – Тарту: АН ЭССР, 1973.–С. 71–73.
16. Малахов Г.М. Управление горным давлением при разработке рудных месторождений Криворожского бассейна / Г.М. Малахов. – Киев : Наукова думка, 1990. – 202 с.
17. Ступник Н.И. Проблемы мониторинга дневной поверхности в полях закрытых и действующих шахт Криворожского железорудного бассейна / Н.И. Ступник, В.А. Калиниченко // Збірник наукових праць Науково-дослідного гірничорудного інституту Державного вищого навчального закладу

«Криворізький національний університет». – Кривий Ріг. – 2013. - №54. - С. 17-22.

18. Нормы технологического проектирования горнорудных предприятий черной металлургии с подземным способом разработки. – Л. : Гипроруда, 1984. – 264 с.

19. Инструкция по наблюдению за сдвижением горных пород и земной поверхности при разработке рудных месторождений – М.: Недра, 1988. – 112 с.

20. Кучерявенко І.А., Вілкул Ю.Г., Ступнік М.І. Проектування підземних рудників : підручник для студентів ВНЗ. – Кривий Ріг : Видавничий центр КТУ, 2010. – 322 с.

21. Техничко-економическое обоснование целесообразности отработки природно-богатых руд в этаже 1350-1500 м шахты им. Ленина (пояснительная записка и чертежи 02405-9101-ПЗ) – Кривой Рог : Государственный институт по проектированию предприятий горнорудной промышленности «Кривбаспроект», 2005 – 118 с.

22. Кучерявенко І.А. Основи автоматизованого проектування підземних рудників : навч. посіб. / І. А. Кучерявенко, М. І. Ступнік, М. В. Назаренко, С. О. Попов. – Кривий Ріг : ВЦ КНУ, 2013. – 367 с.

23. Корж В.А. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін «Проектування рудників та САПР», «Проектування гірничих підприємств» для студентів спеціальності 7.090301 «Підземна розробка родовищ корисних копалин» денної та заочної форм навчання / В. А. Корж, М. І. Ступнік. – Кривий Ріг : КТУ, 2001. – 43 с.

24. Сухіна О. М. Розвиток методологічних підходів до економічної оцінки мінерально-сировинних ресурсів / О. М. Сухіна, О. П. Лобасов, М. І. Жишко // Економіка України. – 2013. – №2 (615) – С. 67–80.

25. Письменна Т.Г. Дослідження процесу відчуження земельних ділянок на користь гірничодобувного підприємства з підземним способом видобутку в умовах землекористування шахти «Тернівська» ПАТ «Кривбасзалізрудком» /

Т.Г. Письменна, С.В. Письменный, О.Є. Куліковська // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2017.– № 6. – С. 43–53.

26. Фролов О.О. Особливості руйнування природно порушених гірських порід : матеріали V-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів» / О.О. Фролов, О.В. Довганюк, В.Т. Моденко. – Ж. : ЖДТУ, 2018. – С. 38–41.

27. Фролов О.О. Вплив межі поділу різноміцнісних масивів гірських порід на розподіл напружень при вибуху свердловинного заряду / Фролов О.О., Терентьев О.М., Котенко В.В. // *Вісник ЖДТУ. Технічні науки*. – 2014. – № 1 (68). – С. 133–137.

28. Testing complex-structural magnetite quartzite deposits chamber system design theme / Stupnik N.I., Kolosov V.A., Kalinichenko V.O., Pismennyi S.V., Fedko M.B. // *Metallurgical and mining industry*, No.2. – 2014. – pp. 89-93.

29. The research of strain-stress state of magnetite quartzite deposit massif in the condition of mine “Gigant-Gliboka” of central iron ore enrichment works (CGOK) / Stupnik N.I., Kalinichenko V.O., Kalinichenko O.V, MuzikaI.O., Fedko M.B., Pismennyi S.V. // *Metallurgical and mining industry*, No.7. – 2015. – pp. 83 – 88.

30. Кононенко М.М. Вибір і розрахунок систем підземної розробки рудних родовищ: навч. посіб. / М.М. Кононенко, О.Є. Хоменко, В.Ю. Усатий. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 217 с.