

УДК 622.271.322.23

Літвінов Ю.І., асистент
(Державний ВНЗ «НГУ»)**ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ РОЗРОБКИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО
РОДОВИЩА ПРИ ВНУТРІШНЬОМУ РОЗМІЩЕННІ
ТИМЧАСОВИХ ТРАНШЕЙ**Литвинов Ю.И., ассистент
(Государственный ВУЗ «НГУ»)**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИ ВНУТРЕННЕМ РАЗМЕЩЕНИИ
ВРЕМЕННЫХ ТРАНШЕЙ**Litvinov Y.I., M.S (Tech.)
(State HEI «NMU»)**TECHNOLOGICAL VALIDATION OF HORIZONTAL DEPOSIT DEVEL-
OPMENT WITH THE INSIDE TEMPORARY TRANCHES**

Анотація. Проаналізовано негативний вплив розробки родовищ корисних копалин на природне середовище, передусім на ощадливе використання земельних ресурсів, що відведені під кар'єри. Визначена відсутність необхідних технологій гірничих робіт, які можуть збільшити обсяг повернення земельних ресурсів, що підлягають відновленню. Розроблена технологія відпрацювання рудного пласту, яка спрощує ведення розкривних та відвальних робіт, дозволяє знизити обсяг використання земельних ресурсів та реалізується шляхом продовження виїзної траншеї, поступовим переміщення тимчасових траншей на неробочому борту та засипкою і благоустроєм попередніх траншей у міру посування фронту видобувних та відвальних робіт. Встановлені параметри технологічної схеми розробки родовища, що визначають раціональну відстань між тимчасовими траншеями, виходячи з витрат на видобування руди.

Ключові слова: відкрита розробка родовища; внутрішні авто'їзди; технологічна схема; параметри технологічної схеми; витрати на видобуток руди.

Вступ. Розвиток технології гірничих робіт при експлуатації родовища супроводжується дедалі значними порушеннями рівноваги між господарською діяльністю гірничодобувних підприємств та станом довкілля.

Збільшуючи обсяги видобутку корисної копалини, підприємства намагаються якомога швидше отримати найбільший прибуток, нехтуючи катастрофічними для довкілля наслідками виробничої діяльності. Проте усунення цих наслідків потребує значних коштів, зокрема для відновлення ландшафту порушеного гірничими розробками, що є вельми складною проблемою для підприємства з урахуванням його сучасного економічного стану.

Тому метою статті є обґрунтування технологічного підходу до розкриття й розробки горизонтального родовища, який спрощує технологічну схему та знижує вартість розкривних і відвальних робіт, а також дозволяє зменшити обсяг використаних земельних ресурсів.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети використані методи: узагальнення та систематизація - для огляду результатів науково-дослідних робіт, постановки задач і формулювання висновків; техніко-економічне обґрунтування - при визначенні ефективності запропонованих технологічних рішень щодо розробки родовища; графоаналітичний - для визначення параметрів технологічної схеми.

Основна частина. Ефективність розвитку гірничодобувних робіт на кар'єрах обмежена наявністю транспортних комунікацій у виїзній траншеї, для доставки корисної копалини на денну поверхню. Ці комунікації використовують частіше протягом всього періоду експлуатації кар'єру, тобто, траншеї у міру посування уступів не засипаються, отже зайняті ними земельні площі вважаються втраченими для господарського використання. Саме присутність капітальних та розрізних траншей відбивається на обсягах порушених природних земель в межах та поза межами гірничого відводу. Їх обсяг, за даними [1], складає: капітальна траншея – 8,4-8,6%, розрізна – 56,1-57,0%. Таким чином не дотримуються принципи раціонального природокористування, а саме, наслідки експлуатації кар'єру є джерелом значного порушення земельних ресурсів.

Також, слід відзначити, що просторовий обсяг траншей не може бути використаний для відвалоутворення розкривних порід. Він, за розрахунком автора, складає 15% обсягу кар'єру, що призводить до необхідності задіяння додаткового устаткування для утворення траншеї в торці розкривної заходки та підвищення внутрішнього відвалу з метою компенсації скорочення фронту відвальних робіт. Це скорочення виникає у разі застосування перевантажувачів зі збільшеними технічними параметрами для перевантаження порід з торцевого конвеєра на відвальний та відсипання відвального борту із зменшеним кутом укусу. При традиційній схемі корисні копалини спочатку транспортуються вздовж розрізної траншеї - а потім по виїзній траншеї, тому остання у більшості випадків не засипається, що збільшує відстань транспортування копалини з кар'єру на поверхню.

Аналізуючи роботу Барсукова М.І. [2], визначено, що в існуючих технологічних схемах поверхня внутрішніх відвалів кар'єру може відновлюватись в процесі видобування корисної копалини, а виїзна траншея може бути засипана та рекультивована тільки після завершення етапу експлуатації родовища. Такий підхід, на думку автора, є недосконалим, оскільки названі схеми не відповідають принципам раціонального природокористування та еколого-орієнтованого розвитку гірничодобувних територій.

У роботі [3] Новожилова М.Г. пропонується розробляти розкривні уступи відокремленими внутрішніми траншеями. На кожний уступ розкривних порід і корисної копалини проводять стаціонарну виїзну траншею або з'їзд, за допомогою яких розкривні породи доставляють на внутрішній відвал, а корисні копалини – на поверхню кар'єру, застосовуючи конвеєрний або автомобільний

транспорт. Але цей спосіб розробки пов'язаний з великим обсягом гірничих робіт щодо проведення траншей та з'їздів. За умов недостатньої приймальної ємності внутрішнього відвалу, виникає завдання транспортування розкритих порід у зовнішній відвал, викликаючи додаткові втрати земельної площі та коштів.

Автори патенту [4] пропонують відпрацювання горизонтального родовища здійснювати із застосуванням тимчасових внутрішніх з'їздів на робочому борту кар'єра, постійної транспортної траншеї, тимчасових внутрішніх з'їздів на внутрішньому відвалі та постійних з'їздів на денну поверхню. Уступи розкритих порід, що не можуть бути відпрацьовані за цією схемою, розробляють однокіштовими екскаваторами, а породи відвантажують в засоби автотранспорту. Зазначена схема має наступні недоліки: недостатня приймальна ємність для складування розкритих порід, що обмежує висоту уступу, який відпрацьовують за ефективною безтранспортною схемою; розробка родовища здійснюється за транспортною схемою із застосуванням автосамоскидів (висока вартість транспортування); має значну відстань транспортування корисної копалини на поверхню кар'єру, що підвищує витрати на процес транспортування; значно скорочується площа поверхні внутрішнього відвала для гірничотехнічної рекультивації.

В статті [5] запропонована методика встановлення раціональної технологічної схеми відпрацювання родовища при внутрішньому розташуванні полустаціонарних з'їздів, що дозволяє визначати параметри розкриття родовища з урахуванням ступеня екологічності для кожної схеми. Але ця методика не враховує організацію відвальних робіт щодо збільшення ємності внутрішніх відвалів та їх площ по поверхні.

Перспективним напрямом раціонального природокористування з позиції мінімальних негативних наслідків виробничої діяльності кар'єру є заповнення залишкових гірничих виробок розкритими породами, що надходять з суміжних кар'єрів, та відновлення рельєфу земної поверхні [6]. Але, на думку автора статті, цей підхід не вирішує проблеми заповнення виробленого простору при наявності лише одного кар'єру.

Дослідник Терехов Є.В. [7] займався питанням визначення доцільності більш повного за масштабами та якістю відтворення земель, порушених в умовах відкритих гірничих розробок за напрямками господарювання з позиції дотримання екологічних та економічних критеріїв ефективного післяпромислового землекористування. Підкреслюючи актуальність створення напрямів раціонального природокористування, пропонується відновлювати геологічну середу, при ліквідації техногенних провалів, шляхом їх засипки пустими породами та рекультивацією зі створенням штучного гідрогеологічного режиму, що дозволить знизити техногенне навантаження в регіоні [8]. Але, при цьому, недостатньо уваги приділяється узгодженню темпів порушення та відтворення земель в залежності від інтенсивності посуювання фронту видобувних робіт.

Видатний вчений Шапар А.Г. визначив шлях сталого розвитку економіки

держави, який ґрунтується на принципах мінімізації споживання природних ресурсів та наслідків виробничої діяльності гірничо-збагачувальних підприємств, що в майбутньому зупинить деградацію навколишнього середовища та позначиться на гармонійній взаємодії людства з природою [9].

Наведені недоліки розглянутих досліджень підкреслюють актуальність впровадження еколого-орієнтованої технології відкритих гірничих розробок, які забезпечують найменший вплив на природне середовище. Одним з варіантів вирішення цього завдання є розробка технології гірничих робіт, яка передбачає подовження виїзної траншеї та її переміщення вслід за посуванням фронту видобувних робіт, засипку і благоустрій попередніх траншей у міру посування фронту відвальних робіт. Тобто, періодичне переміщення траншей відбувається по мірі посування розкривних і видобувних уступів з одночасним транспортуванням корисної копалини на денну поверхню кар'єру. Суть розробки полягає в тому, що на неробочому борту розташовують тимчасові з'їзди, які кожного разу при формуванні наступного з'їзду, переносяться вслід за посуванням фронту гірничих робіт. Завдяки їм створюється можливість більш повного заповнення виробленого простору та скорочення відстані транспортування корисної копалини на денну поверхню. Технологія передбачає наявність двох з'їздів: попереднього робочого та нового (наступного), що створюється. З'їзди розташовуються на неробочому борту на раціональній відстані один від одного.

У міру посування фронту робіт на неробочому борту кар'єру уздовж виїзної траншеї формуються автомобільні з'їзди 1 і 2 (рис. 1), відповідно, на нижньому й верхньому уступах із загальним з'єднувальним майданчиком, які розташовані ближче до робочого борту кар'єру.

Оскільки, при засипці капітальних і виїзних траншей фронт відвальних робіт за довжиною наближається до розкривного фронту, конвеєрний відвал може відсипатися в один ярус. Фронт відвальних робіт по засипці траншеї та з'їзду посувають з випередженням відносно посування фронту верхнього ярусу відвальних робіт. Далі, в напрямку посування фронту робіт розкривних уступів підготовлюють нові автомобільні з'їзди, а попередні з'їзди засипають.

Описаний вище порядок розташування виробок для транспортування корисної копалини при розробці горизонтального родовища передбачає одночасне та безперервне подовження в торці кар'єру виїзної траншеї, а на його неробочому борту – проведення автомобільного з'їзду на укосах уступів 3 і 4 та наступне, після завершення цих гірничопідготовчих робіт, засипання розкривними породами за рахунок відвальних заходок попередньої частини виїзної траншеї та з'їзду, що були використані раніше для транспортування корисної копалини.

Мінімальна відстань для забезпечення одночасного та безперервного ведення гірничих робіт між новоствореними та попередніми автоз'їздами визначається параметрами технологічної схеми, які забезпечують можливість видобування рудного пласту, а максимальна – економічною доцільністю. Із збільшенням цієї відстані збільшуються витрати на транспортування корисної копалини, проте зменшуються сумарні витрати на проведення з'їздів порівняно з традиційною

технологічною схемою.

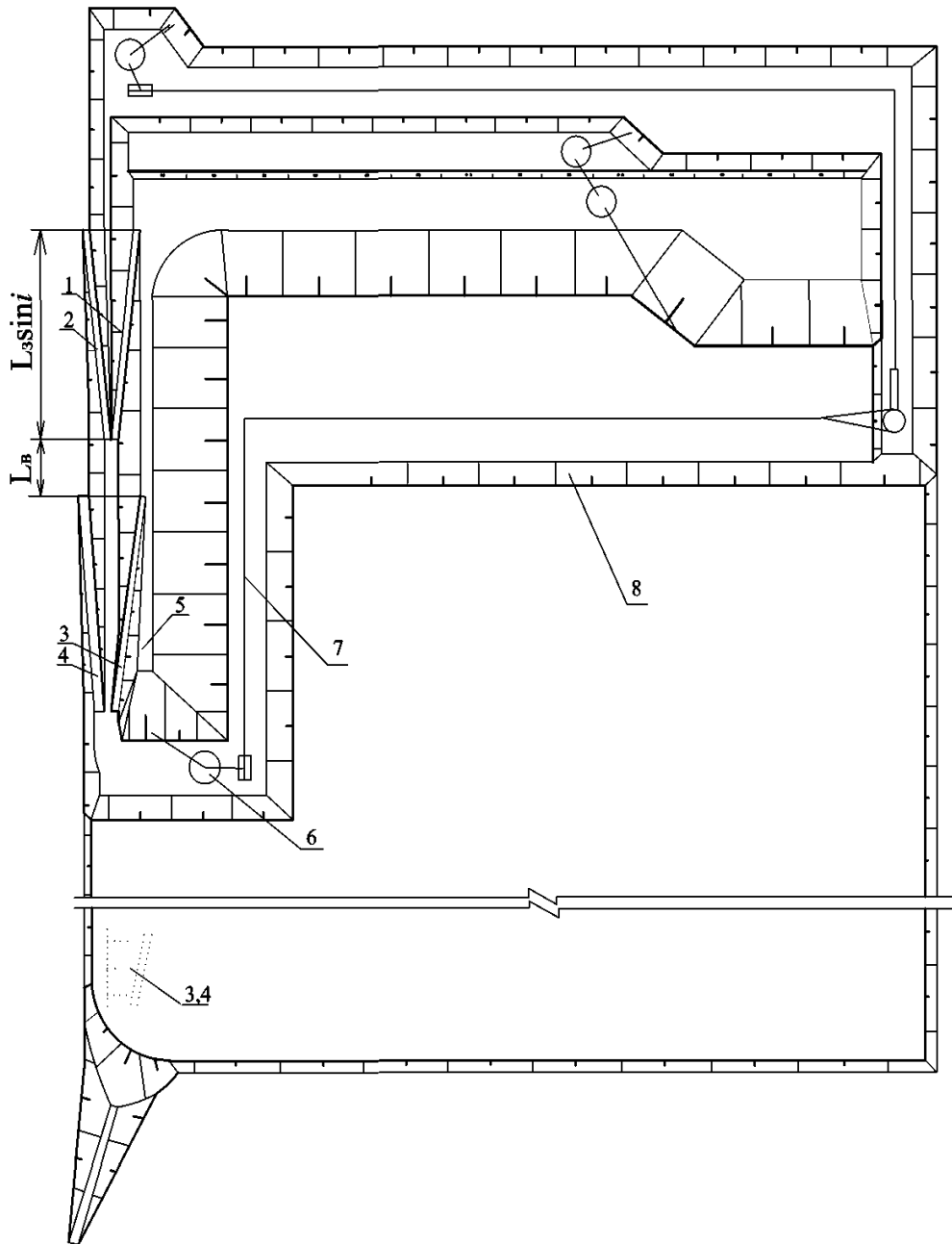


Рисунок 1 – Запропонована технологічна схема

У цілому запропонована технологія має такі переваги:

- скорочується відстань транспортування корисної копалини всередині кар'єру, унаслідок чого підвищується продуктивність автосамоскидів та знижуються витрати на доставку корисної копалини на поверхню кар'єру;
- збільшується відвальна ємність внутрішнього відвалу, що дозволяє розміщати в ньому більший обсяг розкривних порід, а значить, відсипати їх у відвал з верхнього уступу за допомогою стрічкових конвеєрів, котрі, порівняно з автосамоскидами, потребують менших витрат на доставку цих порід у верхній ярус відвалу;

- збільшується площа відвальної поверхні для гірничотехнічної рекультивації, що дозволяє збільшити площу рекультивованих земель, які повертаються для сільськогосподарського використання;

- поліпшуються умови виконання робіт для підтримання виїзної траншеї у робочому стані, що обумовлює меншу вартість цих робіт.

При розрахунку параметрів технологічної схеми виходимо з такого. За час роботи введеного в експлуатацію автоз'їзду (що діє) до введення наступного з'їзду (що будується) відставання верхнього ярусу відвалу від нижнього ярусу має бути усунуто. Тому протягом певного часу верхній ярус буде рухатися швидше, ніж нижній, та працюватиме введений в роботу автоз'їзд. Число відпрацьованих за цей час розкривних заходок визначається часткою:

$$n_{з.р} = \frac{L_3 \sin i + L_6}{A_3},$$

де L_3, L_6 - відповідно, довжина основи попереднього автоз'їзду і виїзної траншеї (відстань між з'їздами), які засипаються при введенні наступного з'їзду в експлуатацію; i - ухил автоз'їзду; A_3 - ширина розкривної (відвальної) заходки.

При числі відпрацьованих заходок $n_{з.р}$ нижній розкривний уступ (і нижній ярус відвалу) посунеться на відстань, яка дорівнює:

$$L_{н.я} = n_{з.р} A_3, \text{ м.}$$

На відстань, рівну сумі $L_{н.я} + B$, (B - відставання верхнього ярусу відвалу від нижнього) повинен посунутися верхній ярус, в той же час розкривні уступи (верхній і нижній) посунуться тільки на відстань $L_{н.я}$. У такому разі швидкість посування верхнього ярусу буде визначатися його висотою та довжиною його фронту відвальних робіт. Випередження фронту відсипання нижнього ярусу по відношенню до фронту відсипання верхнього ярусу (відставання) визначається за виразом:

$$B = n_{з.в} A_3, \text{ м,}$$

де $n_{з.в}$ - число відвальних заходок, що відсипаються за час посування фронту робіт по розкривним і видобувним уступам на довжину автоз'їзду:

$$n_{з.в} = L_3 \cdot \sin i / A_3.$$

Відставання B буде усунуто за час відпрацювання розкривних заходок і відсипання нижнього ярусу відвалу. Обсяг верхнього розкривного уступу $V_{р.в}$,

що буде відпрацьований складі:

$$V_{p.в} = L_{p.ф} H_{p.в} (L_3 \sin i + L_6), \text{ м}^3, \quad (1)$$

де $L_{p.ф}$, $H_{p.в}$ - відповідно, довжина фронту робіт по верхньому розкривному уступу та його висота.

Частину обсягу $V_{p.в}$ верхнього уступу використовують для засипання попереднього автоз'їзду і виїзної траншеї в зоні цього з'їзду. Розкривні породи, що залишились, розміщують у верхньому ярусі відвалу. Їх обсяг складе:

$$V_{в.в} = L_{p.в} H_{p.в} (L_3 \sin i + L_6) - V_3 - V_{в.з}, \text{ м}^3, \quad (2)$$

де V_3 - обсяг розкривних порід з проведення автоз'їзду; $V_{в.з}$ - обсяг в'їзної траншеї в зоні автоз'їзду, який засипається. Зазначені обсяги розраховуються:

$$V_3 = S_3 \cdot L_3; V_{в.з} = S_6 \cdot L_6, \text{ м}^3,$$

де S_3, L_3, S_6, L_6 - площа перетину, м^2 , та довжина, м, відповідно автоз'їзду та виїзної траншеї в його зоні.

З рівності обсягів розкривних порід верхнього уступу і нижнього ярусу відвалу разом з обсягом порід, що засипаються в попередній з'їзд і виїзну траншею, які виражаються формулами (1) та (2), витікає:

$$H_{в.в} = \frac{L_{p.в} H_{p.в} - S_3 \cdot L_3 / (L_3 \cdot \sin i + L_6) - S_{в.з}}{L_{в.в}}, \text{ м}. \quad (3)$$

Формула (3) відображає висоту верхнього ярусу відвалу, залежно від якої встановлюється співвідношення за довжиною фронтів роботи розкривних і відвальних уступів. Це співвідношення обумовлює можливість розміщення розкривних порід у виробленому просторі, а отже, й витрати на розкривні роботи. Витрати на видобувні роботи визначаються більшою мірою витратами на транспортування руди всередині кар'єру. Витрати на транспортування рудної сировини по з'їзду та на поверхні кар'єру при посуванні розкривних уступів для розміщення наступного автомобільного з'їзду будуть постійними, оскільки ці витрати будуть обумовлені відстанню доставки руди на поверхні кар'єру та змінними параметрами довжиною автоз'їзду. При цьому виходимо з того, що рудний пласт відпрацьовується блоками, довжина яких вимірюється довжиною L_p фронту видобувних робіт, а ширина – відстанню між діючим та наступним, що будується, автоз'їздами. На підставі вищезазначеного:

$$B_m = (L_6 + \frac{L_p}{2}) \cdot C_{1m.км}, \text{ грн./т}, \quad (4)$$

де B_m - витрати на доставку руди до автоз'їзду, грн./т; L_p - довжина блоку рудного пласту; $C_{1m.км}$ - собівартість перевезення руди, грн./1 т км.

Витрати на проведення з'їзду розраховують:

$$B_{n.з} = \frac{B_3}{L_6 \cdot m \cdot \gamma_p \cdot L_p}, \text{ грн./т}, \quad (5)$$

де B_3 - витрати на будівництво та облаштування автоз'їзду, грн.; m - потужність рудного пласту, м; γ_p - щільність руди, м³/т.

У такому разі сумарні витрати на гірничо-транспортні роботи, видобування й перевезення руди усередині кар'єру розраховують:

$$B_m = \left(L_6 + \frac{L_p}{2}\right) \cdot C_{1m.км} + \frac{B_3}{L_6 \cdot m \cdot \gamma_p \cdot L_p}, \text{ грн./т}. \quad (6)$$

Функція $B_m = f(L_6)$ є екстремальною, оскільки, з одного боку, питомі витрати на транспортування при збільшенні відстані L_6 будуть знижуватись за рахунок збільшення обсягу видобутку руди з блоку, з іншого, - будуть зростати через збільшення відстані L_6 транспортування руди.

Оптимальне значення відстані L_6 визначатиметься, виходячи з умови:

$\frac{\partial B_m}{\partial L_6} = 0$. Встановимо це значення, при якому сумарні витрати B_m дорівнюють мінімуму.

$$\frac{\partial B_m}{\partial L_6} = C_{1m.км} - \frac{B_3}{L_6^2 \cdot m \cdot \gamma_p \cdot L_p} = 0; \quad C_{1m.км} \cdot L_6^2 \cdot m \cdot \gamma_p \cdot L_p - B_3 = 0. \quad (7)$$

З виразу (7) витікає:

$$L_6 = \sqrt{\frac{B_3}{C_{1m.км} \cdot m \cdot \gamma_p \cdot L_p}}, \text{ м.}$$

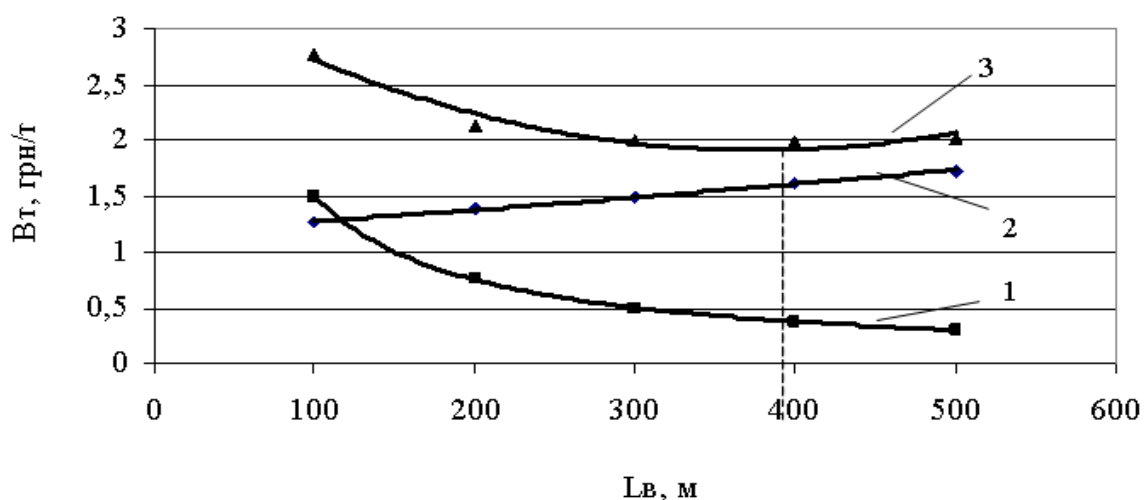
Витрати на будівництво з'їзду, урахувавши додаткові витрати $B_{об}$ (грн.), на його облаштування в зоні виїзної траншеї розраховують:

$$B_3 = C_3 \cdot V_3 + B_{об}, \text{ грн.},$$

де C_3 - собівартість робіт з будівництва автоз'їзду (будується за допомогою

драглайна, скрепера, іншого відвально-навантажувального устаткування), грн./м³.

З використанням формул (4)-(6) встановлена оптимальна відстань між автоз'їздами в умовах відпрацювання горизонтального марганцеворудного пласта (для кар'єрів Орджонікідзевського ГЗК). З'їзди створюють за допомогою драглайна на неробочому борті висотою 30 м. Довжина фронту видобувних робіт – 1800 м. Як витікає з рис. 2, при збільшенні відстані між з'їздами питомі витрати на транспортування руди зростають, а на будівництво з'їзду – зменшуються. Мінімальна сума цих витрат (1,8 грн./т) визначає оптимальну відстань між з'їздами (385 м).



1 – витрати на будівництво з'їздів; 2 – витрати на транспортування руди; 3 – сумарні витрати

Рисунок 2 – Залежність витрат на гірничо-транспортні роботи від відстані між автоз'їздами

Висновки: 1. Розроблена технологія видобування горизонтального рудного пласту шляхом утворення тимчасових автоз'їздів на неробочому борті кар'єру та погашенням виїзної траншеї відповідно посуванню фронту гірничих робіт. Ця технологія дозволяє скоротити відстань транспортування рудної сировини, збільшити відвальну ємність внутрішнього відвалу та площу його поверхні для гірничотехнічної рекультивациі.

2. Визначена раціональна відстань між автоз'їздами, виходячи з мінімальних витрат на їх будівництво та облаштування, а також витрат пов'язаних з транспортуванням рудної сировини. Для умов марганцевих кар'єрів Орджонікідзевського ГЗК відстань між з'їздами слід приймати рівною 385 м.

3. Технологія відпрацювання горизонтального рудного пласта, яка забезпечує повну засипку виробленого простору розкривними породами, має суттєві еколого-економічні переваги порівняно з традиційною. Саме в цьому напрямку слід продовжувати наукові дослідження системи розкриття та розробки кар'єрних полів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мормуль, Т. Н. Выбор землесберегающей технологии вскрытия и системы разработки месторождений в зависимости от их формы и размеров / Т. Н. Мормуль, Ю. И. Литвинов // *Екологія і природокористування*. - 2013. - Вип. 17. - С. 145-151. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecolpr_2013_17_19.
2. Барсуков, В.И. Охрана земель, при открытой разработке месторождений / В.И. Барсуков, И.М. Барсуков // К.: Техника. – 1987г. – 150 с.
3. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых / Новожилов М.Г., Хохлаков В.С., Пчелкин Г.Д., Эскин В.С.. – М.: Недра, 1971. – 552 с.
4. Пат. № SU 1681000 А1, МКП Е21С 41/28. Способ открытой разработки горизонтальных и пологих месторождений / В.Б. Кульбацкий, Л.А. Мельник, Е.И. Коротков, В.А. Окулов, Ю.П. Громов, В.Ф. Воробьев, Л.С. Шкварцова / Заявитель: Государственный союзный институт по проектированию предприятий горнорудной промышленности. Заявл. 05.04.88; опубл. 30.09.91, Бюл. №36.
5. Гуменик, И.Л. Эколого-экономическая оценка способов вскрытия горизонтальных месторождений / И.Л. Гуменик, А.И. Панасенко, В.В. Летучий // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. Москва. – 2009. – №11. – с. 335-341.
6. Прокопенко В.І. Облаштування земної поверхні після відкритої розробки горизонтального родовища. В. І Прокопенко, А. Ю Череп // *Металургическая и горнорудная промышленность*. -2015. – №4. – с. 101-105.
7. Terehow E. Entwicklung des ökonomisch-ökologischen Potenzials von Böden nachtagebaulicher Entstehung zu nachhaltiger Bewirtschaftung technogener Landschaften // E. Terehow / *Науковий журнал «Економічний форум» Луцького національного технічного університету*. – 2014. – №2. – С. 78-85.
8. Четверик М. С. Причины образования и направления ликвидации провалов от горных выработок / М. С. Четверик, Е. А. Бубнова, Ю. Н. Сорока // *Геотехнічна механіка*. - 2013. - Вип. 111. - С. 193-205.
9. Шапарь А.Г. «Порядок дня на XXI столетие» - устойчивое развитие. А что дальше? / А.Г. Шапарь // *Екологія і природокористування*. – 2013. – №6. – с. 11-16.

REFERENCES

1. Mormul, T.M. and Litvinov, Yu. I. (2013), «The choice of ground-preserving technology of uncovering and of the system of deposits development depending on their form and sizes», *Ecology and nature management*, no. 17. pp. 145-151.
2. Barsukov, V.I. and Barsukov, I. M. (1987), «*Ohrana zemel, pri otkrytoy razrabotke mestorozhdeniy*» [Land protection, in open mining], Tekhnika, Kiev, Ukraina.
3. Novozhilov, M.G., Khokhryakov, V.S., Pchelkin, G.D. and Eskin, V.S. (1971), «*Technologia otkrytoy razrabotki mestorozhdeniy poleznyh iskopaemyh*» [Technology of open development of mineral deposits], Nedra, Moscow, Russia.
4. Kulbatskiy, V.B., Melnik, L.A., Korotkov, E.I., Okulov, V.A., Gromov, Yu.P., Vorobev, V.F. and Shkvartsova L.S. (1991), State Union Institute for the Design of the mining industry enterprises, *Sposob otkrytoy razrabotki gorizontalnyh i plogih mestorozhdeniy* [The method of opencast mining of flat and flat pitch deposits], Moscow, SU, № SU 1681000 A1.
5. Gumenik I.L., Panasenko, A.I. and Letuchiy V.V. (2009), «Ecological and economic evaluation of stripping methods of flat deposits», *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten*, no. 11. pp. 335-341.
6. Prokopenko, V.I and Cherep A.Yu. (2015), «Construction of the earth's surface after the surface mining of the flat deposit», *Metallurgical and Mining Industry*, no. 4. pp. 101-105.
7. Terehow, E. (2014), «Entwicklung des ökonomisch-ökologischen Potenzials von Böden nachtagebaulicher Entstehung zu nachhaltiger Bewirtschaftung technogener Landschaften», *Naukoviy zhurnal «Ekonomichniy forum»*, no. 2. pp. 78-85.
8. Chetverik, M.S., Bubnova, Ye.A. and Soroka, Yu.N. (2013), «Reasons for mining-induced cave formation and ways of the cave liquidation», *Geo-Technical Mechanics*, no. 111. pp. 193-205.
9. Shapar, A.G. (2013), «The daily schedule in the XXI century? - sustainable development. What's next?», *Ekologiya i prirodokoristuvannya*, no. 6. pp. 11-16.

Про автора

Літвінов Юрій Ігоревич, асистент кафедри прикладної економіки, Державний ВНЗ

«Національний гірничий університет» (ДВНЗ «НГУ»), Дніпропетровськ, Україна, litvinov_yura@ua.fm.

About the author

Litvinov Yuriy Igorevich, Master of Science, Assistant of the Department of Applied Economics, State High Educational Institution “National Mining University” (SHEI “NMU”), Dnepropetrovsk, Ukraine, litvinov_yura@ua.fm.

Аннотация. Проанализировано негативное влияние разработки месторождений полезных ископаемых на окружающую среду, прежде всего на бережное использование земельных ресурсов, отведенных под карьеры. Установлено, что отсутствуют необходимые технологии горных работ, которые позволят увеличить объем возврата земельных ресурсов, подлежащих восстановлению. Разработанная технология отработки рудного пласта, которая упрощает ведение вскрышных и отвальных работ, позволяет снизить объем использования земельных ресурсов и реализуется путем продолжения выездной траншеи, постепенным перемещением временных траншей на нерабочем борте и засыпкой, благоустройством предыдущих траншей в меру перемещения добычных и отвальных работ. Установленные параметры технологической схемы разработки месторождения, которые определяют рациональное расстояние между временными съездами, на основании затрат на добычу руды.

Ключевые слова: открытая разработка месторождения; внутренние автосъезды; технологическая схема; параметры технологической схемы; затраты на добычу руды.

Abstract. The negative influence of mineral deposit development on environment and, mostly, on economical use of land resources in the quarries is analyzed. The article focuses on absence of necessary technologies for mining operations, which could increase volume of returned land resources that are subject to restoration. The technology is proposed for the ore layer mining, which simplifies execution of overburden and dump operations, decreases land resources usage, and is realized by means of extension of the entry trench, gradual advancing of temporary trench in the spoil bank and by backfilling and landscaping of previous trenches as the front of mining and dump operations advances. The parameters are specified for the technological scheme of deposit development, which help determining rational distance between the temporary trenches with taking into account costs of the ore extraction.

Key words: open field development; inside ramp for vehicles; technological scheme; parameters for technological scheme; costs of the ore extraction.

Статья поступила в редакцию 28.01.2016

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук М.С. Четвериком