

The originality. The trends in steel production and consumption in the world are analyzed, which determine the upward trend according to consumption of manganese ore are increasing in direct proportion to the increase in steel production. Moreover, the production of manganese ore and concentrate in terms of volumes depends on fluctuations in demand and production of the world metallurgical industry.

Practical implications. Sales volumes of manganese ore products indicate its high global demand from the side of metallurgical plants. The competitive advantage of manganese ore and concentrate produced by Ukrainian mining enterprises is their close location with ferroalloy plants, which increases the technological potential of the mining enterprises and their economic reliability in a competitive environment.

Keywords: *mining of manganese ore, technological schemes of mining, market conditions, the adaptation of enterprises, the potential of the mining industry, steel production.*

УДК 622.271

© В.І. Симоненко, О.В. Черняєв, Л.С. Гриценко, О.В. Черняєва

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ РОЗРОБКИ НЕРУДНИХ КАР'ЄРІВ З ВИВЕЗЕННЯМ СИРОВИНИ КОНВЕЄРНИМ ТРАНСПОРТОМ ПРИ ВНУТРІШНЬОМУ ВІДВАЛОУТВОРЕННІ

© V. Symonenko, O. Cherniaiev, L. Hrytsenko, O. Cherniaieva

TECHNOLOGICAL PARAMETERS FOR THE DEVELOPMENT OF NON- METALLIC CAREERS WITH CONVEYOR TRANSPORT OF RAW MATERIALS IN THE INTERNAL ENTERTAINMENT

Мета дослідження – встановлення раціональних технологічних параметрів екологізберігаючої розробки нерудних кар'єрів при вивезенні корисних копалин на поверхню конвеєрним транспортом та внутрішньому відвалоутворенні порід розкриття.

Методика. Для отримання результатів використовувалися методи: техніко-економічний аналіз - при виявленні раціональних технологічних схем розробки родовищ та визначенні їх основних параметрів: глибини введення конвеєрного транспорту, кроку пересування обладнання на робочому борті; графічний – побудова графічних залежностей між економічним показником та технологічними параметрами; аналітичний – при визначенні параметрів за їх величинами.

Результати. Обґрунтовані технологічні схеми і їх основні параметри екологізберігаючої розробки нерудних родовищ з внутрішнім відвалоутворенням порід розкриття та застосуванням конвеєрного транспорту для доставки сировини з кар'єрів.

Наукова новизна. На основі порівняння різних способів розробки нерудних родовищ визначені раціональні екологізберігаючі технологічні схеми видобутку мінеральної сировини та її переробки в готову продукцію; економіко-математичним методом уточнені основні технологічні параметри схем, які встановлюють доцільні межі застосування конвеєрного транспорту на кар'єрах різної продуктивності, площі і глибини.

Практичне значення. Дослідження виконані в рамках виконання науково-дослідних робіт з держбюджетної тематики «Розробка технологічних основ екологічнобезпечного видобутку корисних копалин в техногенно-навантажених гірничопромислових регіонах України». полягає в обґрунтованих технологічних параметрах застосування комплексів обладнання з видобутку й переробки нерудної мінеральної сировини при вивезенні її з кар'єрів конвеєрним транспортом.

Ключові слова: технологічна схема; дробильно-сортувальне устаткування; перевантажувально-складські комплекси; технологічні параметри розробки; економічні витрати.

Вступ. Нерудні кар'єри з розробки твердих корисних копалин (граніти, мігматити, гнейси, вапняки, пісковики, діорити, андезити та ін.) досить розгалужено розташовані по регіонам України: Закарпаття і Прикарпаття, Прибужжя, Придніпров'я, південно-східний Донбас, середня частина українського Полісся. Характерною особливістю таких підприємств є поєднання гірничодобувного виробництва з переробним комплексом, де здійснюється виготовлення щебеневої продукції переважно для будівельних галузей. При цьому на більшості підприємств цех з переробки корисної копалини (дробильно-щебеновий завод (ДЩЗ), камне-дробильний завод (КДЗ), дробильно-сортувальний завод (ДСЗ) чи фабрика (ДСФ)) розташований на борту кар'єрів за 200-300 м і більше від виїзної траншеї. Перевезення добутої в кар'єрі корисної копалини здійснюється автомобільним транспортом.

Стан питання. Крім значних матеріальних і фінансових витрат на транспортування розробка мінеральної сировини в зазначених технологічних схемах виробництв пов'язана із значним забрудненням екологічного середовища викидами шкідливих продуктів від роботи дизельних двигунів. Свою частку в забрудненні вносять також процеси переробки корисної копалини на ДСЗ, КДЗ, ДЩЗ в основному у вигляді запиленості атмосфери.

Зменшення ступеня забрудненості середовища може досягатися різними способами: провадженням підричних робіт із застосуванням водонаповнених вибухових речовин (ВР) за спеціальними технологіями і ініціюванням зарядів неелектричними системами типу «Імпульс», «Нонель»; використанням гірничо-транспортного обладнання з електричним приводом або ж з вузлами для нейтралізації викидних шкідливих газів дизельних двигунів; застосуванням сучасних передових засобів пилоподавлення в місцях утворення пилу (вибої, автошляхи кар'єрів, відвали, дробильне, грохотильне та відвантажувальне обладнання ДСЗ, ДСФ, КДЗ); концентрацією в одному місці (переважно у внутрішньокар'єрному просторі) основного переробного обладнання з інтенсифікованим подавленням пилу та шкідливих газів сучасним ефективним обладнанням.

Відповідно до вищезазначеного результатами раніше виконаних наукових досліджень рекомендовано запроваджувати на нерудних кар'єрах технологічні схеми, в яких використовуються напівстаціонарні або пересувні (мобільні) дробильно-сортувальні установки (ПДСУ, МДСУ) заведені в кар'єр на робочу площадку [1] з доставкою до них гірничої маси фронтальними колісними навантажувачами [2-3] та видачею подрібнених і відсортованих гірських порід на поверхню конвеєрним транспортом [4, 5]. При цьому розрахункові величини

концентрації забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферних простір навіть на межі зменшеної санітарно-захисної зони (СЗЗ) шириною 300-500 м є меншими за гранично-допустимі концентрації (ГДК) і становлять (0,72-0,94) ГДК [3-8].

Таким чином технології відпрацювання нерудних родовищ доцільно застосовувати на основі використання такого основного обладнання [2, 5]: фронтальні колісні навантажувачі в вибоях і на завантаженні пересувних дробильних устаткувань (ПДУ) конвеєрних систем та МДСУ (ПДСУ), а також кузовів авто-транспорту; конвеєрні системи на перевезенні порід або готової продукції з кар'єра на поверхню до перевантажувально-складського комплексу (ПСК) в комплектації ПДУ, пересувних конвеєрних перевантажувачів (ПКП), конвеєрного підймача (КП) і з'єднувальних конвеєрів на поверхні (між ПСК та КП) [6, 9]; дробильно-сортувального устаткування на поверхні (грохотильні, дробильні установки, завантажувальні конвеєри (стакери)) і вузли ПСК; комплекси ПДСУ, МДСУ в кар'єрі на робочих площадках [1, 2, 7, 10]. Відвалоутворення порід розкриття здійснюється на першому етапі в тимчасовий приконтурний відвал, а затим у внутрішній відвал [6, 8, 11]. Технологічні параметри, які стосуються внутрішнього відвалоутворення, відпрацювання ціликів корисної копалини під напівтраншеєю конвеєрного підймача та прирощених запасів мінеральної сировини нижче проектного дна кар'єра першої черги визначені раніше [5, 6, 9, 12-14].

Мета роботи. Робота спрямована на дослідження технологічних параметрів розробки кар'єрів щодо вивезення порід конвеєрним транспортом з базових кар'єрів різних типів.

Основна частина. З урахуванням вищезазначеного, коли сучасні передові технології видобутку нерудної мінеральної сировини передбачають застосування МДСУ (ПДСУ) в кар'єрі, а також ПДУ в комплексі з конвеєрними лініями та поверхневими комплексами дробильно-сортувального устаткування (ДСУ) (дробарки вторинного дроблення і грохотильні установки з необхідними з'єднувальними конвеєрами) необхідно розглядати дві технологічні схеми. В одній з них ПДУ розташовують на робочому горизонті і з'єднують його через ПКП з КП, яким подрібнені корисні копалини видаються на поверхню до поверхневого ДСУ для подальшої переробки (схема 1) [6, 15]

Бункер ПДУ завантажується фронтальними колісними навантажувачами. Дані навантажувачі виймають гірські породи у вибоях і перевозять до ПДУ. При цьому у верхніх уступів на горизонт з ПДУ (концентраційний горизонт) породи переміщують з використанням перепускних породоскатів [2-7, 10, 15].

Друга технологічна схема [16] з використанням (ПДСУ) МДСУ також комплектується підймальним конвеєром, яким готова продукція (по сортах) видається на поверхню. Для цього КП споруджують на неробочому борті, з'єднуючи ним внутрішньокар'єрний перевантажувально-складський комплекс (ВПСК) з поверхневою площадкою для завантаження магістрального транспорту (залізничних потягів, автомобільних поїздів). МДСУ (ПДСУ) розташовують

в кар'єрі на робочій площадці нижнього добувного горизонту (концентраційному горизонті).

Корисні копалини в його бункер від вибоїв доставляють і завантажують фронтальними колісними навантажувачами. Тут також використовують, як і в схемі 1, перепускні породоскати при відпрацюванні 2-3х добувних уступів. Від МДСУ (ПДСУ) виготовлену продукцію колісними навантажувачами (при відстані перевезень до 0,6 км) або автосамоскидами перевозять на ВПСК і складують по фракціям щебеню в штабелях цього комплексу.

Відповідно до описаної вище технології важливо знати такі технологічні параметри розробки: а) щодо схеми 1 – глибина введення конвеєрного підйима в кар'єр $H_{КП}$, крок пересування ПДУ на концентраційному горизонті, $L_{ДУ}$; б) щодо схеми 2 – глибина розташування під неробочим бортом кар'єра ВПСК, $H_{ПСК}$, крок пересування по горизонті МДСУ, ПДСУ, $L_{МДСУ}$, об'єм готової продукції в штабелях ВПСК, $V_{ПСК}$. Параметри $H_{КП}$, $L_{ДУ}$, $H_{ПСК}$ будуть залежати від довжини шляхів перевезення порід і продукції конвеєрними лініями, колісними навантажувачами та автосамоскидами. Вони повинні розраховуватися з урахуванням витрат на перевезення сировини усіма видами транспорту від вибою до поверхневої площадки для завантаження магістрального транспорту. При цьому доцільно порівнювати загальні витрати на перевезення транспортом, задіяним в схемах 1 і 2 з тим, що існує в сучасних умовах роботи нерудних кар'єрів – виключно автотранспортна доставка сировини від вибою до поверхневого ДСУ, ДСФ, КДЗ, з урахуванням витрат на забезпечення нормативних концентрацій викидів в навколишнє середовище шкідливих газів і пилу. Об'єм готової продукції в штабелях ВПСК може бути визначений в залежності від продуктивності кар'єру по готовій продукції та інтенсивності подачі на завантаження магістрального транспорту.

В загальному вигляді витрати на перевезення порід і продукції транспортом:

- Схема 1

$$\sum Z_T = (C_{ФП} \times l_{ФП} + C_{ПКП} \times l_{ПКП} + C_{КП} \times l_{КП} + C_{ЗК} \times l_{ЗК}) + V_{ГМ} \times \rho + Z_{ДСУ} + Z_K, \quad (1)$$

- Схема 2

$$\sum Z_T = (C_{ФП} \times l_{ФП}) \times V_{ГМ} \rho + (C_{КП} \times l_{КП} + C_{ЗК} \times l_{ЗК} + C_{АТ} \times l_{АТ}) \times V_{ГП} \rho + Z_{МДСУ} + Z_K, \quad (2)$$

- Сучасна схема [17]

$$\sum Z_T = C_{ФП} \times l_{ФП} (C_{Э}) \times V_{ГМ} \times \rho + C_{АТ} \times l_{АТ} \times V_{ГМ} \times \rho + Z_{ДСФ} + Z_K, \quad (3)$$

де $C_{ФП}$, $C_{ПКП}$, $C_{КП}$, $C_{ЗК}$, $C_{АТ}$ – вартість перевезення 1 т.-км гірських порід відповідно фронтальними колісними навантажувачами (з урахуванням завантаження ковша і його розвантаження), пересувними конвеєрними перевантажувачами, конвеєрним підйомачем, з'єднувальними конвеєрами поверхневого комплексу ПСК чи ДСЗ (ДСУ), автотранспортом, грн.; $l_{ПКП}$, $l_{КП}$, $l_{ЗК}$ – повна довжина з вантажної сторони конвеєрних стрічок відповідно ПСК, КП та з'єднувальних конвеєрних ліній ПСК, ДСЗ (ДСУ), км; $l_{ФП}$, $l_{АТ}$ – середня (сере-

дньюзважаєна) довжина перевезень порід в кар'єрі від вибою до ПДУ (МДСУ) при застосуванні відповідно фронтальних колісних навантажувачів і автосамоскидів, км; $V_{ГМ}$, ($V_{ГП}$) – об'єм гірських порід чи фракційної готової продукції, які вивозяться з кар'єра, м³; ρ , $\rho_{П}$ – об'ємна вага (щільність) гірських порід та готової продукції, т/м³; $Z_{ДСУ}$, $Z_{МДСУ}$, $Z_{ДСФ}$ – витрати на переробку 1 м³ гірських порід відповідно на дробильно-сортувальному устаткуванні поверхневого комплексу (II стадія), мобільному (пересувному) внутрішньокар'єрному дробильно-сортувальному устаткуванні та дробильно-сортувальному заводі чи установках на поверхні, грн.; $Z_{К}$ – питомі витрати на забезпечення нормативних концентрацій пилогазових викидів в атмосферу кар'єра при переробці та транспортуванні порід і готової продукції, грн./м³.

Довжина кар'єрного підймача $l_{КП}$ в формулах 1, 2 визначається в залежності від глибини введення його в кар'єр $H_{КП}$ та кута нахилу вантажної конвеєрної стрічки до горизонту $\alpha_{КП}$:

$$l_{КП} = \frac{H_{КП}}{\sin \alpha_{КП}}, \quad (4)$$

Довжина з'єднувальних конвеєрів (від КП до ДСУ, ДСТ, ПСК) $l_{ЗК}$ за даними практики не перевищує 200-500 м. Довжина пересувного конвеєрного перевантажувача $l'_{ПКП}$ залежить від висоти уступу в кар'єрі H_y : при $H_y = 10$ м, $l_{ПКП} = 42$ м; $H_y = 12$ м, $l_{ПКП} = 30$ м; $H_y = 15$ м, $l_{ПКП} = 62$ м.

Загальна довжина:

$$l_{ПКП} = l'_{ПКП} \times n_{ПКП}, \quad (5)$$

де $n_{ПКП}$ – кількість ПКП встановлених між підйомним конвеєром та ПДУ в схемі 1.

Довжина $l_{ФП}$ при реалізації схеми 1 не перевищує 800 м; в схемі 2 – $l_{ФП} \approx 100$ м; в схемі 3 – $l_{ФП} = 50-60$ м.

Відстань перевезення порід і готової продукції автосамоскидами (схема 2):

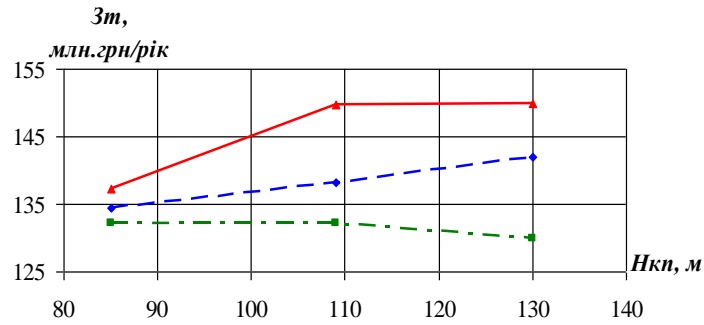
$$l_{АТ} = \frac{1}{2} [(B_{к} + L_{к} + B_{д}) - H_{ПСК} (ctg \alpha_{н} + ctg \alpha_{рб}) + H_{К} - H_{ПСК}], \quad (6)$$

де $B_{к}$, $B_{д}$, $L_{к}$ – відповідно ширина кар'єра по поверхні і по дну, та довжина його по поверхні, м; $\alpha_{н}$, $\alpha_{рб}$ – результуючий кут укосу відповідно неробочого борту (торцевого і бокових) та борту в робочій зоні крутого виймального шару, град; $H_{К}$ – кінцева (гранична) глибина кар'єра, м.

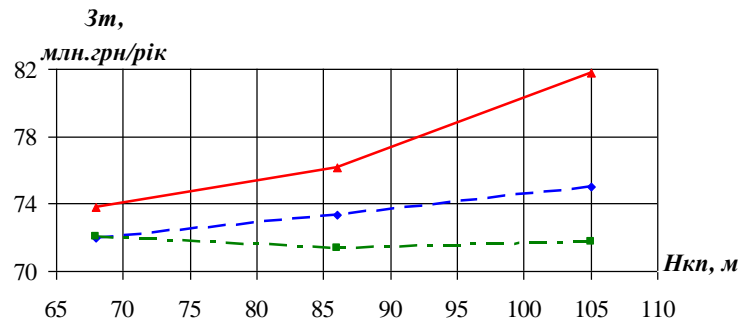
З урахуванням вищевикладеного, підставляючи в формули 1-6 відповідні показники і параметри для типових базових нерудних кар'єрів [2, 4-6, 18-20] великої площі глибоких (тип 1), середньої площі глибоких (тип 2) та середньої глибини (тип 3) і малої площі середньої глибини (тип 4) визначені витрати на перевезення корисних копалин і готової продукції за технологічними схемами

1, 2, 3, що розглядаються. Результати розрахунків наведені на рис., на графіках залежностей $\Sigma Z_T = f(H_{КП})$, $\Sigma Z_T = f(H_{ПСК})$.

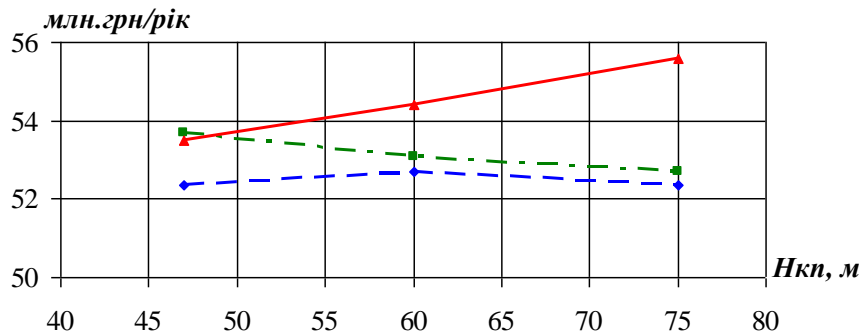
I



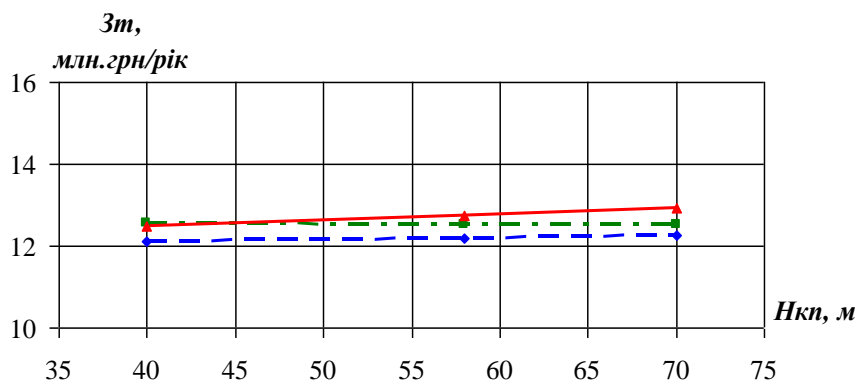
II



III



IV



—◆— Схема 1 —■— Схема 2 —▲— Схема 3

Рис. Залежність витрат на переробку продукції та перевезення її з кар'єра на поверхню базових нерудних кар'єрів ΣZ_T від глибини введення конвеєрного підіймача $H_{КП}$ і розташування на борту перевантажувально-складського комплексу $H_{ПСК}$: I, II, III, IV – типи базових кар'єрів

При цьому, кількість пересувних конвеєрних перевантажувачів приймалась такою, щоб кількість уступів, що знаходяться в одночасному відпрацювання, складала 3 горизонти в виймальному шарові, а висоту уступів в кар'єрах приймали в межах $H_y = 10$ м. Це забезпечує формування розвалу підірваних порід у вибоях висотою до 6-7 м, що дозволяє застосовувати на вийманні і перевезенні гірських порід до ПДУ, МДСУ колісних навантажувачів з місткістю ковша 5-8 м³.

Висновки. Аналіз отриманих залежностей (див. рис.) показує наступне. На типових кар'єрах схему 1 доцільно застосовувати до глибини введення КП: базові кар'єру типу 1 - 80÷82 м; типу 2 - 68÷70 м; типу 3 - 65÷75 м; типу 4 - 60÷62 м. Якщо КП функціонує на глибинах більших вищезазначених величин вигідніше транспортування сировини та готової продукції, а також переробку гірських порід реалізовувати за схемою 2. Тобто ПСК розмішують під бортом (боковим неробочим) за цими глибинами, а отриману продукцію від МДСУ доставляють до ПСК за допомогою автосамоскидів або ж колісних навантажувачів. Навантажувачі в схемі 2, як виймально-транспортне обладнання, можуть конкурувати з автотранспортом на відстанях до 0,5-0,6 км.

При досягненні глибини $H_{кп}$ ($H_{пск}$), які перевищують зазначену величину, витрати на перевезення гірських порід і переробку їх на готову продукцію та доставку продукції до площадки завантаження магістрального транспорту будуть меншими на 4÷8 % в технологічній схемі 2 порівняно зі схемою 1. Виключенням становляться базові кар'єри малої площі, середньої глибини (тип 4). На них технологічні схеми 1 і 2 практично рівноцінні. Необхідно зазначити, що згадані технологічні схеми на усіх типових нерудних кар'єрах за витратними показниками менші відповідно щодо існуючої схеми з доставкою гірничої маси від вибою до поверхневого стаціонарного ДСЗ (ДСУ) автомобільним транспортом на 3,6÷5 % (див. рис. 3). Така існуюча нині технологічна схема може конкурувати із схемою 2 на кар'єрах типу 4, переважно при досягненні глибини до 40 м.

Показники в технологічній схемі 1 на глибинах 60-80 м дещо менші ніж в схемі 2, що свідчить про доцільність застосування схем з первинним подрібненням корисних копалин в кар'єрі на ПДУ і конвеєрною видачею сировини на подальшу переробку її на поверхневих вузлах ДСЗ (ДСУ) (вторинне дроблення, сортування і виділення фракцій готової продукції) переважно на кар'єрах типів 1, 2 і 3. З поглибленням же гірничих робіт конвеєрний підіймач нарощують, а всі процеси переробки мінеральної сировини здійснюють в кар'єрі на МДСУ, ПДСУ та на поверхню доставляють фракції готової продукції системою КП.

Пересування ПДУ та МДСУ, ПДСУ в кар'єрі доцільно виконувати на концентраційному горизонті таким чином, щоб відстань доставки порід фронтальними колісними навантажувачами не перевищувала 250-300 м в кар'єрах типу 3 і 4 та 350-400 м типів 1, 2. Тобто крок пересування їх $L_{дв}$, $L_{мдсв}$ не перевищить половини довжини фронту гірничих робіт на концентраційному горизонті: спе-

ршу ПДУ, МДСУ (ПДСУ) можна розташовувати в торцовій частині горизонту, а потім – в його центральній частині.

Нарощування конвеєрного підіймача доцільно здійснювати на довжину, яка буде дорівнювати довжині ПКП. Відповідно і перенесення внутрішньо-кар'єрного ПСК за глибиною можна виконувати один-два рази. Так на кар'єрах 1 і 2 типів – через 20-22 м (2 рази), 3 і 4 типів – через 12-15 м (1 раз).

Перелік посилань

1. Симоненко, В.І., Мостика, А.В., Гриценко, Л.С. (2014). Организация горных работ на каменных карьерах при использовании мобильного оборудования. Горный информационно-аналитический бюл. МГГУ, (8), pp 68-72. <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-gornyh-rabot-na-kamennyh-karierah-pri-ispolzovanii-mobilnogo-oborudovaniya>.
2. Симоненко, В.І. (2013). Розробка технологічних, управлінських рішень, нормативної документації, системи екологічного моніторингу щодо природоохоронної діяльності гірничих підприємств. Звіт НДР. Державний ВНЗ «НГУ». Керівник В.І. Симоненко. №ДР 0112U000875. Дніпропетровськ, 368 с. https://www.researchgate.net/publication/311966670_Organization_of_non-metallic_deposits_development_by_steep_excavation_layers.
3. Симоненко, В.І., Черняев, А.В. (2017). Оптимизация применения технологических схем транспортирования горной массы при разработке гранитных месторождений. *Збірник наукових праць НГУ*. Дніпро: ДВНЗ «НГУ». (52), 109-114. <http://znp.nmu.org.ua/pdf/2017/52/15.pdf>
4. Симоненко, В.І. (2011). Розробити технологічні основи еколого- й енергозберігаючого виробництва при видобутку твердої нерудної сировини в межах санітарно-захисних зон. Звіт НДР. Державний ВНЗ «НГУ». Керівник В.І. Симоненко. №ДР 011U000532. Дніпропетровськ, 315 с. <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/1205>.
5. Симоненко, В.І. (2016). Розробка екологобезпечних технологій ведення гірничих робіт з урахуванням потреб в ліквідації та консервації гірничодобувних підприємств. Звіт НДР. Державний ВНЗ «НГУ». Керівник В.І. Симоненко. № держреєстрації 0115U002301. Дніпро. 301 с.
6. Симоненко, В.І., Павличенко, А.В., Черняев, О.В., Гриценко, Л.С. (2016). Технологічні аспекти екологозберігаючої доробки нерудних кар'єрів при їх ліквідації та консервації. *Вісник національного університету водного господарства та природокористування: Зб. наук. пр.* Рівне. (2), pp. 148-158. <http://visnyk.nuwm.edu.ua/index.php/tehn/article/viewFile/86/87>.
7. Симоненко, В.І., Анісімов, О.О., Руденко, Б.В., & Стріха В.А. (2014). Щодо оцінки пилоутворення при переробці сировини і відвантаженню продукції нерудних кар'єрів / *Вісник національного університету водного господарства та природокористування: зб. наук. праць*. Рівне, (65), С. 458-466. <http://ep3.nuwm.edu.ua/1422/>.
8. Symonenko, V., Pavlychenko, A., Cherniaiev, O., & Hrytsenko, L., (2015). *Ecology saving technology of mineral deposit mining in the conditions of the sanitary protection zone. Mining of Mineral Deposits*, 469-476. <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/104671>.
9. Symonenko, V. Cherniaiev, O., and Hrytsenko, L., (2016). Organization of non-metallic deposits development by steep excavation layers. *Mining of Mineral Deposits*, 10 (4), 68-73. http://mining.in.ua/2016vol10_4_10.html.
10. Симоненко, В.І., Черняев, О.В., Гриценко, Л.С., Коротков, П.Р. (2017). Перевантаження готової продукції нерудних кар'єрів в магістральній транспорт споживачів. *Збірник наукових праць НГУ*. Дніпро: ДВНЗ «НГУ», (51). С. 55-64. <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/150357>.

11. Черняев, О.В. (2017). Технологічні аспекти формування стійких приконтурних та внутрішніх відвалів при розробці нерудних родовищ. Збірник наукових праць НГУ. Дніпро: ДВНЗ «НГУ», (51). 84-93. <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/150360?locale-attribute=en>.
12. Симоненко, В.И., Черняев, А.В. (2004). К определению предельной глубины разработки нерудных месторождений строительных материалов. Сборник научных трудов НГУ, (20) 103-106.
13. Симоненко, В.И., Черняев, А.В. (2006). К установлению зависимости между параметрами системы разработки при отработке нерудных месторождений с внутренним отвалообразованием. Геотехническая механика: сб. науч. тр. Ин-т геотехнической механики им. М.С. Полякова НАН Украины. Днепропетровск, (62), 93-97.
14. Черняев, А.В. (2006). Эффективность доработки нерудных месторождений нерудных строительных материалов в глубину ниже границы подсчета запасов. Межвед. сб. науч. тр. Межвед. сб. науч. тр. Институт геотехнической механики им. М.С. Полякова. (65), 172-178.
15. Симоненко, В.І., Павличенко, А.В., Черняев, О.В., Гриценко, Л.С. (2015). Шляхи підвищення рівня екологічної безпеки при розробці родовищ нерудних корисних копалин в умовах зменшеної санітарно-захисної зони. Матеріали міжнародної конференції Форум гірників - 2015. – Д.: ДВНЗ Національний гірничий університет, (1), С. 227-232. <http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/149832/58-64.pdf?sequence=1>.
16. Пат. № 99373 Україна. МПК E21C 41/26. Спосіб відкритої розробки нерудних скельних корисних копалин. Симоненко, В.І., Черняев, О.В. та ін. заявник і патентовласник ДВНЗ «Національний гірничий університет». А 2010 15328, опубл. 10.08.2012, Бюл. № 15.
17. Симоненко, В.І., Гриценко, Л.С. (2013). Технологічні схеми відкритої розробки гранітних кар'єрів, що забезпечують безпеку території у зменшеній санітарно-захисній зоні. Матеріали міжн. конф. «Форум гірників 2013», Відкриті гірничі роботи. Державний ВНЗ «НГУ», С.124-129.
18. Simonenko, V.I., Chernyaev, A.V., and Mostika, A.V. (2007). Systematization of granite and stoneopen-cast for the study of resource-saving technologies for their development. Zbirnik naukovih prats natsionalnoho hirnychoho universytetu, (27), 47-51.
19. Черняев, О.В. (2015). Систематизация нерудных месторождений скальных полезных ископаемых по добычи сырья для производства щебеночной продукции. Матеріали міжнародної конференції Форум гірників 2015. ДВНЗ «Національний гірничий університет», (1) 219-225. <http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/150533/219-225.pdf?sequence=1>.
20. Симоненко, В.И., Черняев, А.В., Мостыка, А.В. (2007). Систематизация гранитных и каменных карьеров для исследования ресурсосберегающей технологии их разработки. Збірник наукових праць НГУ. Дніпропетровськ: РВК НГУ, (27), 47-51.

АННОТАЦИЯ

Цель исследования – установление рациональных технологических параметров экологосберегающей разработки нерудных карьеров при вывозе полезных ископаемых на поверхность конвейерным транспортом и внутреннем отвалообразованием пород вскрыши.

Методика. Для получения результатов использовались методы: технико-экономический анализ – при определении рациональных технологических схем разработки месторождений и определении их основных параметров: глубины введения конвейерного транспорта, шага передвижения оборудования на рабочем борту; графический – построение графических зависимостей между экономическим показателем и технологическими параметрами; аналитический - при определении параметров с их величинами.

Результаты. Обоснованы технологические схемы и их основные параметры экологосберегающей разработки нерудных месторождений с внутренним отвалообразованием пород вскрыши и применением конвейерного транспорта для доставки сырья с карьеров.

Научная новизна. На основе сравнения различных способов разработки нерудных месторождений определены рациональные экологосберегающие технологические схемы добычи минерального сырья и его переработки на готовую продукцию; экономико-математическим методом уточнены основные технологические параметры схем, которые устанавливают целесообразные пределы применения конвейерного транспорта на карьерах различной производительности, площади и глубины.

Практическое значение. Исследования выполнены в рамках выполнения научно-исследовательских работ по госбюджетной тематике «Разработка технологических основ экологобезопасной добычи полезных ископаемых в техногенно-нагруженных горнопромышленных регионах Украины», заключается в обоснованных технологических параметрах применения комплексов оборудования по добыче и переработке нерудного минерального сырья при вывозе ее из карьеров конвейерным транспортом.

Ключевые слова: *технологическая схема; дробильно-сортировочное оборудование; перегрузочно-складские комплексы; технологические параметры разработки; экономические затраты.*

ABSTRACT

The study purpose. establishment of rational technological parameters of ecologically safe development of nonmetallic quarries at the delivery of minerals to the surface by conveyor transport and internal decommissioning of rocks of the openings.

Methodology. To obtain the results used methods: technical and economic analysis - in identifying rational technological schemes for the development of deposits and determining their main parameters: the depth of the introduction of conveyor transport, the step of moving equipment on the working side; graphic - construction of graphic dependencies between economic index and technological parameters; analytical - for determining the parameters by their values.

Results. The substantiated technological schemes and their main parameters of ecologically development of nonmetallic deposits with internal dump formation of open rocks and application of conveyor transport for delivery of raw materials from quarries.

Scientific novelty. On the basis of comparison of different ways of developing non-metallic deposits, rational ecological-saving technological schemes of mining of mineral raw materials and their processing into finished products are determined; the economic and mathematical method specifies the main technological parameters of the schemes, which establish the appropriate limits of the use of conveyor transport on quarries of various productivity, area and depth.

Practical significance. Studies are carried out during the implementation of research work on state budget subjects "The development of technological foundations for environmentally friendly mining in the context of technogenically loaded mining regions of Ukraine". Is based on the substantiated technological parameters of the application of equipment complexes for the extraction and processing of non-metallic mineral raw materials when it is exported from the quarries by conveyor transport.

Key-words: *technological scheme; crushing and sorting equipment; reloading and storage complexes; technological parameters of development; economic costs.*