

## ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ ТЕХНОГЕННОГО РОДОВИЩА НОВОТРОЇЦЬКОГО РУДОУПРАВЛІННЯ

## SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGY OF DEVELOPMENT OF TECHNOGENIC DEPOSIT OF NOVOTROITSKY ENTERPRISE

**Мета.** Вибір раціональної технологічної схеми розробки і обґрунтування економічної доцільності виробництва товарної продукції < 25 мм з відходів ДЗФ на базі Новотроїцького рудоуправління.

**Методика.** В роботі використаний метод аналізу і синтезу, для дослідження наукових джерел та дослідження будови відвалів. Також був застосований графоаналітичний метод для моделювання робочого процесу різних технологічних схем. Був використаний математико-економічний метод у встановленні доцільної та більш економічної технології розробки техногенного родовища вапняків.

**Результати.** В роботі проаналізовані наукові джерела склад відвалу відходів переробки корисної копалини, що дало можливість визначити доцільність їхнього використання в якості техногенного, яке може бути сировиною для виробництва металургійних флюсів, цементу, вапна, щебню, мінерального борошна.

Розглянута можливість застосування технологій розробки техногенного родовища різноманітним гірничим обладнанням з використанням мобільних грохотів, та порівняні геометричні і технологічні параметри. Це дозволило установити: найбільш доцільна технологія розробки з застосуванням колісних навантажувачів Volvo L220 та мобільного грохота Maximus 522, за рахунок менших витрат на інвестиції, поточних витрат та фонду оплати праці.

**Наукова новизна.** Визначена доцільність розробки техногенного родовища. Розглянуті можливі технології розробки родовища, запропонована раціональна схема відпрацювання. Розрахований економічний ефект впровадження технології розробки техногенного родовища.

**Практична цінність.** Розроблена ефективна технологія розробки техногенного родовища, що враховує застосування мобільного устаткування і дозволяє: використовувати ресурсозберігаючі та маловідходні технології; вийти підприємству на нові ринки, розширити область застосування своєї продукції: виробництво мінерального порошку, використання в будівельних матеріалів; підвищити конкурентоздатність підприємства, раціональне використання корисних копалин, підвищити економічні показники роботи підприємства.

**Ключові слова.** техногенне родовище, технологія розробки, формування, мобільний грохот, прв, попит, доцільність.

**Вступ.** Сучасні підходи до оцінки ефективності гірничого виробництва висувають більш жорсткі вимоги до вирішення проблем природоохоронного характеру, в першу чергу, максимального вилучення корисного компонента з надр і як результат збереження земельних ресурсів. Резервом підвищення ефективності виробництва можуть служити заходи щодо комплексного освоєння природних ресурсів, вивчення можливостей використання відходів виробництва в якості техногенних родовищ.

Щорічно з надр землі виймається більше 140 млрд. т гірничої маси, 60–70 % якої накопичується у відвали. За різними оцінками у відвалах на території України знаходиться  $\geq 30$  млрд. т порід відходів, а щорічно складається близько 1,7–1,8 млрд. т нових продуктів індустріальної діяльності. При цьому рівень використання відходів промисловості дуже низький – 12 %, у той час коли в передових країнах світу цей показник не опускається нижче 65 % [1].

**Основні відомості про підприємство.** Новотроїцьке родовище вапняків розташоване на території Волноваського району Донецької області України.

Приватне акціонерне товариство «Новотроїцьке рудоуправління» - гірничовидобувне підприємство з видобутку та переробки вапняків. Основна продукція - вапняк для металургійної, скляної, цукрової та будівельної галузей промисловості.

Система розробки - транспортна з зовнішнім і внутрішнім розташуванням відвалів розкривних порід. Виймання розкривних порід і корисної копалини здійснюється екскаваторами ЕКГ-5А, Volvo EC360BLS, Volvo EC460BLS з навантаженням в автосамоскиди БілАЗ, Caterpillar 772G, вантажопідйомністю 40-45 т. Розробка корисних копалин і скельних розкривних порід ведеться із застосуванням буро-підривних робіт. Буріння вибухових свердловин здійснюється верстатами СБШ-250МН.

**Характеристика техногенного родовища.** Земельна ділянка, зайнята кар'єром «Доломіт», розташована на схилі, орієнтованому в північному напрямку в бік річки Суха Волноваха. Найменші позначки земної поверхні від плюс 151,2 до 158 м відповідають північному кордоні кар'єра, найбільші від 186,0 до 190 м – південній.

Загальний обсяг заскладованих відходів (місткість відвалу) дорівнює 22,46 млн.м<sup>3</sup>. Площа земельної ділянки, яку займає відвал відходів збагачення і його об'єкти - 56,6га. Відвал складений з вапняків фракційного складу 0-25 мм.

Розміщення відходів збагачення у виробленому просторі кар'єру здійснюється консольним відвалоутворювачем. Зрізання гребенів з переміщенням відходів (рис 1.) під укіс здійснюється бульдозером Четра Т-35.01. Для забезпечення безпечної роботи бульдозера висота гребеня на початку і кінці відсипання плавно зменшується до 2,0 м [5].

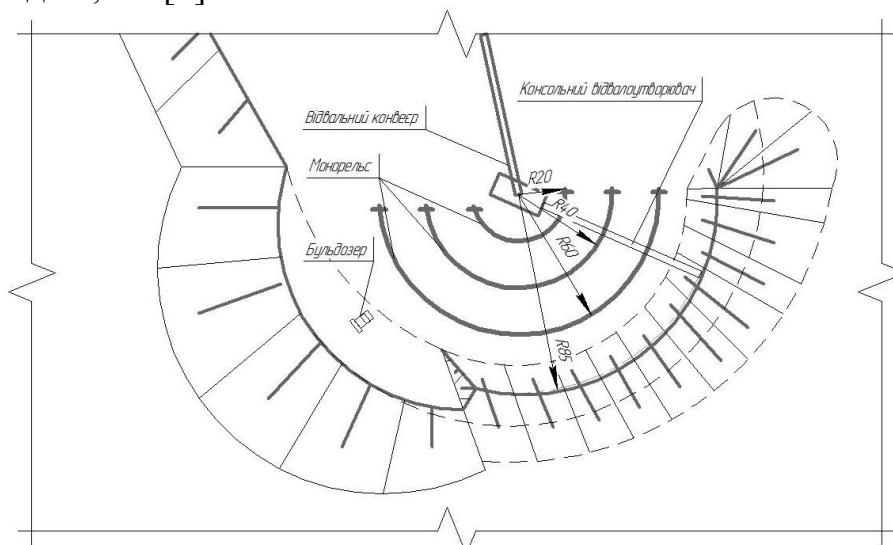


Рис. 1. Формування відвалу ДЗФ консольним відвалоутворювачем

Середній хімічний склад відходів переробки

Вид корисної копалини	Вміст компонентів, %					
	CaO + MgO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P
Щебенево-пісчана суміш	50,5	7,0-9,0	0,3	4,0	0,15	0,06

Хімічний склад корисної копалини (табл.1) і відходів переробки схожі між собою, що дозволяє розглядати їх в якості потенційних корисних копалин. Дослідження останніх років показали, що при сучасній переробці відвалів ДЗФ флюсових підприємств вони можуть бути сировинною базою для виробництва металургійних флюсів, цементу, вапна, щебеню, мінерального борошна.

Після додаткової переробки – грохочення, відходи збагачення придатні для виробництва щебеню для дорожнього будівництва з осадових гірських порід Новотроїцького родовища згідно з ТУ У В.2.7-14.1-00191810-003:2008, Під час роботи підприємства було накопичено більше 35 млн. т. відходів збагачення вапняків і доломітів, які по гранулометричному складу довгий час не були затребувані в якості товарної продукції.

Останнім часом у зв'язку з дефіцитом вапняку на ринку України[6], фракція < 25 мм може використовуватися в агломераційному виробництві, цементній, будівельній, хімічній промисловості, та як закладний матеріал.

При розробці залізрудних родовищ (Запорізький залізрудний комбінат), особливим попитом користується фракція 0-10 мм, яка має добрі цементацийні властивості.

**Вибір технології грохочення і грохота.** Технологія переробки буде складатися з таких етапів: завантаження гірничої маси фракційного складу < 25 мм в приймальний бункер грохота, грохочення на грохоті з наступним розсівом товарної продукції на фракції 0-5 мм; 0-10 мм; 5-15 мм; 5-25 мм.

Вихідні дані для обґрунтування технічного завдання по вибору мобільного грохоту: характеристика транспортуючого матеріалу: вапняк флюсовий фракція 0-25 мм; вихідний фракційний склад, який поступає на грохот – 0-5 мм = 60%, 5-25 мм – 40%; механічна міцність не менше 60 МПа; насипна маса не менше 1,5м<sup>3</sup>/т; вологість до 9%.

Технічні характеристики: виробнича потужність не менше 500 т/год; Кількість дек – 2. Для цих умов виконаємо порівняльний аналіз декількох мобільних грохотів.

Аналіз порівняння мобільних грохотів (рис. 2) показав, що оптимальним варіантом для умов експлуатації в відповідності до технічного завдання, є мобільна сортувальна установка Maximus 522, яка за рахунок менших витрат на поточні ремонти [5], фонд оплати праці і найменших витрат на інвестиції більш доцільна. Окрім того Новотроїцьке РУ має досвід експлуатації Maximus 522 з 2017 року.

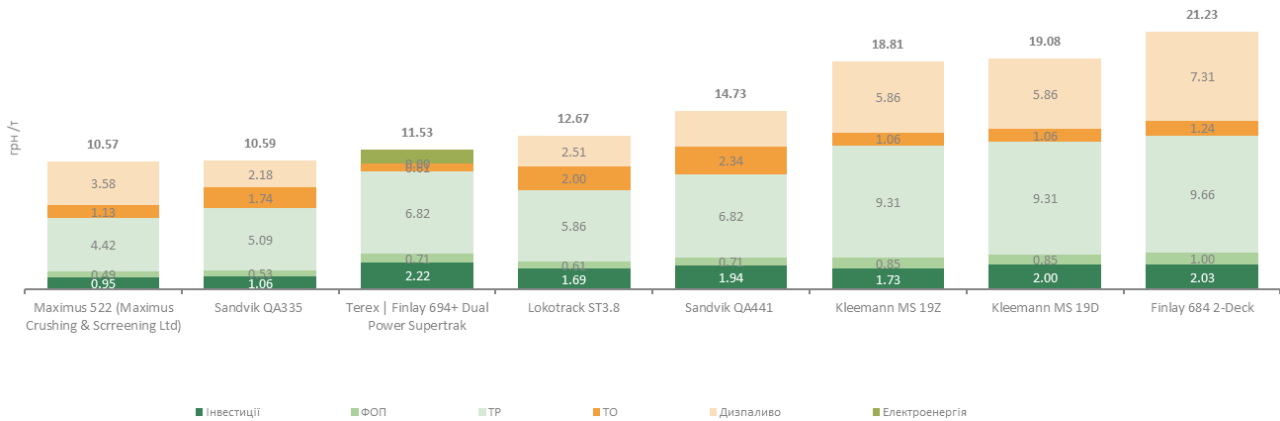


Рис. 2. Приведені питомі витрати на експлуатацію мобільного грохота

Було досліджено три технологічні схеми розробки техногенного родовища: застосування технології розробки роторним екскаватором (рис. 3,а); застосування технології розробки гідравлічним екскаватором (рис.3,б); застосування технології розробки колісними навантажувачами (рис. 4).

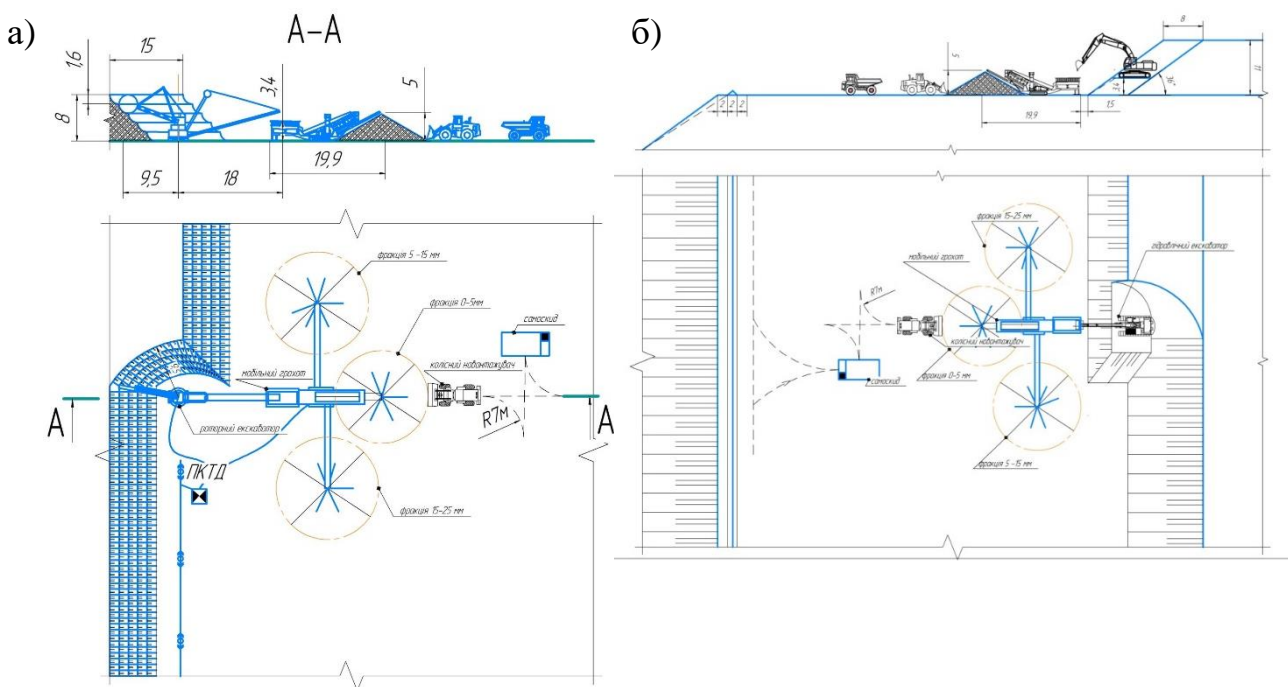


Рис. 3. Технологічна схема розробки техногенного родовища: а – роторним екскаватором; б – гідравлічним екскаватором

**Дослідження показало, що найбільш ефективною є технологія розробки колісними навантажувачами.** Технологічний цикл навантажувача буде складатись з: вийманням гірничої маси з вибою, транспортування до мобільного грохоту, завантаження гірничої маси до приймального бункера грохота. Після процесу грохочення, навантажувач з сформованих конусів товарної продукції заданого фракційного складу, навантажує товарну продукції в автосамоскиди споживачів.

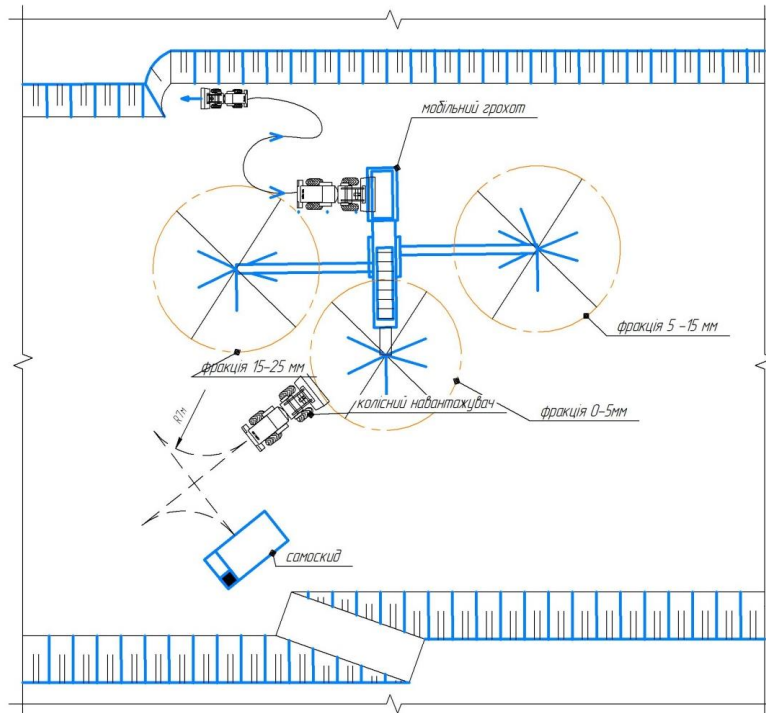


Рис. 4. Технологічна схема розробки техногенного родовища колісними навантажувачами

Висота уступу при розробці сипучих порід  $H_y \leq H_{ч.max}$  і для навантажувача Volvo L220 складе 6 м не повинна перевищувати висоту черпання [2]. Дослідження залежності продуктивності навантаження від відстані транспортування показано на (рис. 5.)

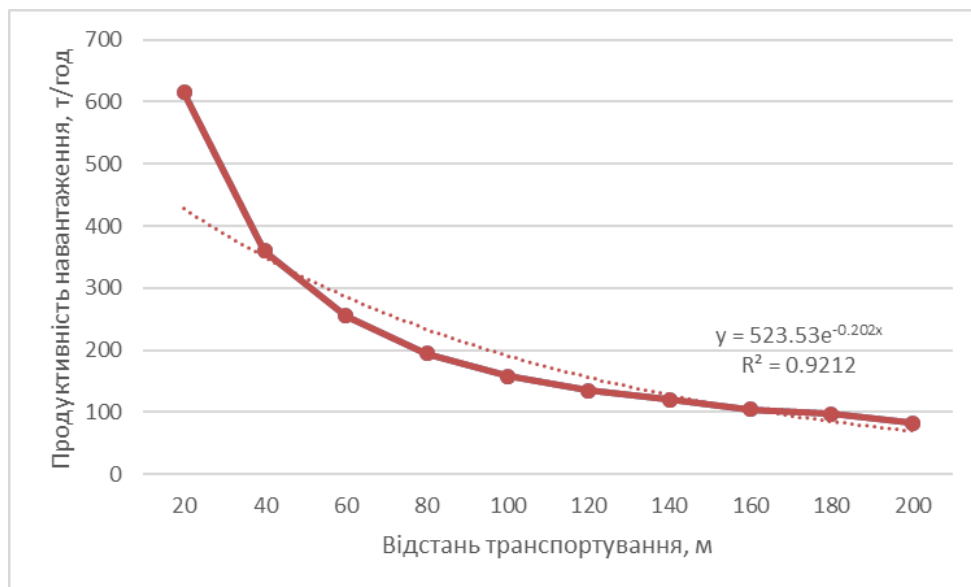


Рис. 5. Графік залежності продуктивності навантаження від відстані транспортування

На графіку видно, що при відстані транспортування 35 м продуктивність навантажувача буде дорівнювати 450 т/год і показує, що для забезпечення річної продуктивності 1 млн. т/рік достатньо 1 (один) навантажувач Volvo L220H.

Для забезпечення реалізації споживачам відсіву фракції 0-25 мм, можлива схема з виймання породи з сформованого конусу з відвалоутворювача і навантаження самоскидів споживачів без процесу грохочення.

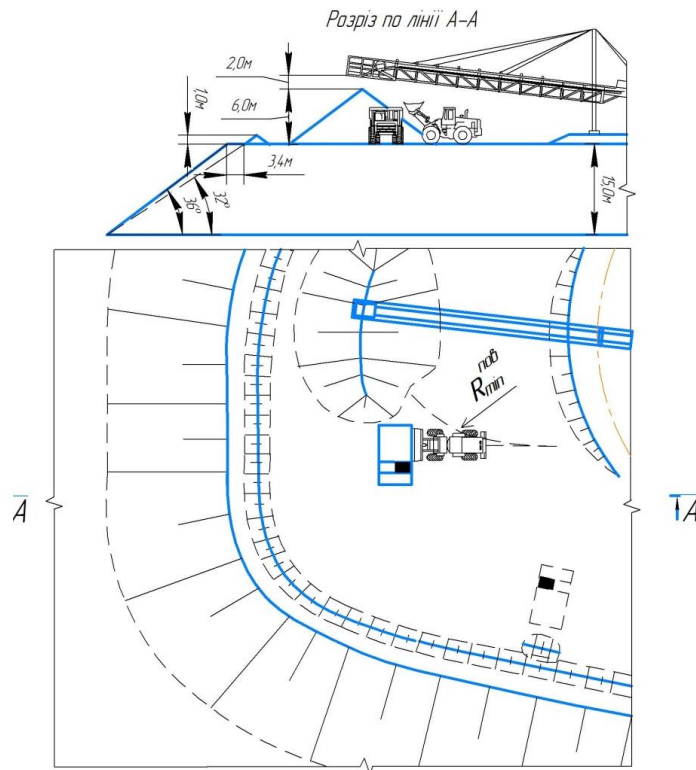


Рис. 6. Технологічна схема розробки техногенного родовища колісними навантажувачами

**Висновок.** При застосуванні даної технології основні переваги будуть:

Мобільність обладнання. Використання навантажувача в якості виймально-навантажувального обладнання виключає необхідність застосування автосамоскидів для доставки сировини до грохота і зменшує кількість технологічних етапів, що позитивно впливає на собівартість продукції та суму капіталовкладень.

Зменшення чисельності обслуговуючого персоналу. Для обслуговування технологічного обладнання необхідно менше персоналу у порівнянні з іншими технологіями.

Мінімальна кількість обладнання у порівнянні інших технологій.

Зменшення кількості пересувань грохота. В даній роботі розрахована залежність відстані транспортування і продуктивності навантажувача і складає до 40 м, що суттєво впливає на продуктивність вузлу розсіву і час простою обладнання.

Можливість навантаження сировини 0-25 мм без стадії грохочення.

Виконані розрахунки очікуваного ефекту від впровадження на підприємстві технології розробки техногенного родовища дозволили встановити:

для забезпечення технологічного циклу необхідні капітальні витрати на впровадження технології (табл. 2) розробки Новотроїцького ТР колісними навантажувачами складають 28087,7 тис. грн.

## Капітальні інвестиції

Обладнання	Од. вим.	Кількість	Ціна, тис. USD	Ціна, тис. грн	Витрати, тис. грн
Коректування робочого проекту	послуга	1	15,1	400	400,0
Навантажувач Volvo L220G	од.	2	425,7	11281	22562,1
Мобільний грохот Maximus 522	од.	1	193,4	5126	5125,6
Разом					28087,7

Собівартість реалізованої продукції (табл. 2) по схемі №3 складе 59,46 грн/т. При розрахунках собівартості виробництва та реалізації вапняку використані показники: вартість дизпалива 23 грн/кг без ПДВ; вартість товарно-матеріальних цінностей та послуг по технічному обслуговуванні та ремонту згідно з пропозицій постачальників; ЕСВ складе 22%; ставка на надра 5 % від ціни реалізації (Податковий кодекс України); амортизаційні відрахування розраховані лінійним способом і складає 20 %. Середня ціна реалізації складе 82,42 грн.

Економічний ефект впровадження заходу складе 37501 тис. грн за 5 років роботи проекту.

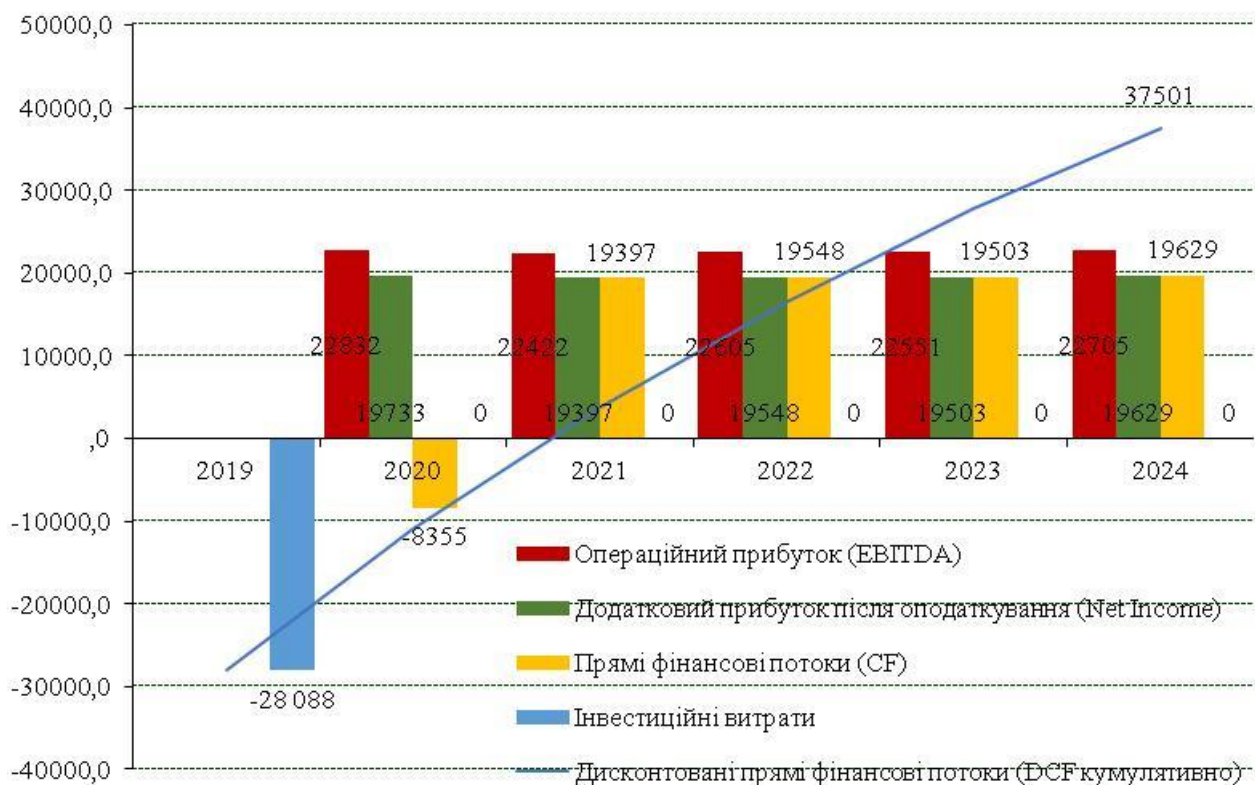


Рис. 7. Діаграма фінансових показників інвестиційного проекту, тис. грн

NPV інвестиційного проекту позитивний (37501 тис. грн > 0). Термін окупності проекту складає РВ (17 місяців), ДРВР (21 місяців), що значно менше від загального терміну життя проекту – 5 років. Індекс прибутковості (PI) складає 2,34 що значно вище одиниці. Для реалізації рекомендують проекти, у яких індекс прибутковості перевищує одиниці. Внутрішня норма прибутковості (IRR)

складе 64%, що значно вище ставки дисконту (15 %).

**Висновки.** Впровадження технології розробки відходів ДЗФ дозволить: розширити номенклатуру продукції, задовольнити попит споживачів на продукцію мілких фракцій (0-25 мм);

вийти підприємству на нові ринки, розширити область застосування своєї продукції: виробництво мінерального порошку, використання в будівельних матеріалів;

підвищити конкурентоздатність підприємства, раціональне використання корисних копалин, підвищити економічні показники роботи підприємства.

#### Перелік посилань

1. Новожилов М.Г., Гуменик И.Л., & Сиротюк В.А. (1996). Комплексное использование минеральных ресурсов на карьерах Кривбасса. *Горный журнал* 1, 15–19.
2. Мельников Н.В., Трубецкой К.Н., & Леонов Е.П. (1971). *Одноковшовые погрузчики на открытых горных разработках*. Москва: Недра.
3. Новожилов М.Г., Хохряков В.С., Пчелкин Г.Д., & Эскин В.С. (1971). *Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых*. Москва: Недра.
4. Ржевский В.В. (1985). *Открытые горные работы. Части 1 и 2*. Москва: Недра.
5. Кустов В.В., & Пчелкин Г.Д. (2014). Влияние особенностей технологического комплекса на свойства техногенных образований. *Металлургическая и горнорудная промышленность* 2, 60-65.
6. *Рынок известняков: импортеры наступают*. Retrieved from: <https://www.minprom.ua/page2/news253816.html>

#### АНОТАЦІЯ

**Цель.** Выбор рациональной технологической схемы разработки и обоснования экономической целесообразности производства товарной продукции <25 мм из отходов ДОФ на базе Ново-троицкого рудоуправления.

**Методика.** В работе использован метод анализа и синтеза, для исследования научных источников и строения отвалов. Также был применен графоаналитический метод для моделирования рабочего процесса различных технологических схем. Был использован математико-экономический метод в установлении целесообразной и более экономичной технологии разработки техногенного месторождения известняков.

**Результаты.** В работе проанализированы научные источники состав отвала отходов переработки полезных ископаемых, что позволило определить целесообразность их использования в качестве техногенного месторождения, которое может быть сырьем для производства металлургических флюсов, цемента, извести, щебня, минеральной муки. Рассмотрена возможность применения технологий разработки техногенного месторождения разнообразным горным оборудованием с использованием мобильных грохотов, и выполнено сравнение геометрических и технологических параметров. Это позволило установить: наиболее целесообразную технологию разработки с применением колесных погрузчиков Volvo L220 и мобильного грохота Maximus 522, за счет меньших затрат на инвестиции, текущих расходов и фонда оплаты труда.

**Научная новизна.** Определена целесообразность разработки техногенного месторождения. Рассмотрены возможные технологии разработки месторождения, предложенная рациональная схема отработки. Рассчитан экономический эффект внедрения технологии разработки техногенного месторождения.



**Практическая ценность.** Разработана эффективная технология разработки техногенного месторождения, учитывающая применение мобильного оборудования и позволяющая: использовать ресурсосберегающие и малоотходные технологии; выйти предприятию на новые рынки, расширить область применения своей продукции: производство минерального порошка, использование в строительных материалов; повысить конкурентоспособность предприятия, рациональное использование полезных ископаемых, повысить экономические показатели работы предприятия.

**Ключевые слова:** *техногенное месторождение, технология разработки, формирование, мобильный грохот, прв, спрос, целесообразность.*

#### ABSTRACT

**Purpose.** Choosing a rational technological scheme for the development and justification of economic feasibility of production of commodity products <25 mm from the waste of the factory on the basis of Novotroitsk enterprise.

**Methodology.** The method of analysis and synthesis was used in the research to study scientific sources and the structure of waste heaps. A graphoanalytic method was also applied to simulate the workflow of various technological schemes. The mathematical and economic method was used in the establishment of expedient and more economical technology of development of technogenic limestone deposit.

**Results** The paper analyzes the scientific sources for determining the composition of the waste heaps of mineral processing, which made it possible to determine the feasibility of their use as technogenic, which can be a raw material for the production of metallurgical fluxes, cement, lime, crushed stone, mineral flour. The possibility of using technologies of development of technogenic field with various mining equipment using mobile screens, and comparative geometrical and technological parameters are considered. This made it possible to establish: the most appropriate development technology using the Volvo L220 wheel loaders and the Maximus 522 mobile screen, at the expense of lower investment costs, running costs and payroll.

**Scientific novelty.** The expediency of development of anthropogenic field has been determined. Possible technologies of development of the deposit are considered, the rational scheme of development was offered. The economic effect of the application for development technology of technogenic limestone deposit was calculated.

**Practical significance.** The effective technology of development of technogenic limestone deposit has been developed. Which takes into account the use of mobile equipment and allows: to use resource-saving and low-waste technologies; to enter the enterprise into new markets, to expand the scope of its products: production of mineral powder, building materials; to increase the competitiveness of the enterprise, the rational use of minerals, to increase the economic feasibility of the enterprise.

**Key words.** *technogenic field, technology of development, formation, mobile screen, npv, demand, expediency.*