

Міністерств освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»
Інститут Природокористування
Кафедра відкритих гірничих робіт

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
дипломної роботи
магістра

Галузь знань – 0401 «Природничі науки»

Спеціальність – 184 «Гірництво»

Освітній рівень – магістр

кваліфікація – 284 «Інженер з гірничих робіт»

на тему: «Обґрунтування технології розробки техногенного родовища Новотроїцького рудоуправління»

Виконавець:

Студент 2 курсу, групи 184м-18-8ГФ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
Роботи			
розділів:			

Рецензент			
-----------	--	--	--

Нормоконтроль			
---------------	--	--	--

Дніпро
2019

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 86 с., 21 рис., 17 табл., 46 літературних джерел.

Об'єкт дослідження. Технологія розробки техногенного родовища.

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

У вступі підкреслюється актуальність проблематики сучасного стану техногенних родовищ і наведена оцінка впливу гірничих робіт на довкілля в Україні.

Перший розділ містить огляд літературних джерел та аналіз даних щодо чинників, які впливають на проблематику ринку вапняку в Україні. Наведені основні відомості про підприємство, геологічна характеристика родовища, характеристика техногенного родовища.

У другому розділі наведено аналіз формування родовища, визначено доцільність застосування техногенного родовища, обґрунтовано застосування комплексів гірничовидобувного обладнання для розробки техногенного родовища.

У третьому розділі запропонована технологія грохочення і грохот. Систематизовані фактори впливу параметрів родовища на вибір видобувного обладнання. Досліджені технології розробки різними типами обладнання і запропонована раціональна технологія розробки.

У економічній частині розрахований економічний ефект від впровадження запропонованої технологічної схеми розробки родовища колісними навантажувачами.

У висновках приведені результати магістерської роботи та визначені перспективи реалізації запропонованих технологічних рішень.

ТЕХНОГЕННЕ РОДОВИЩЕ, ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ, ФОРМУВАННЯ, МОБІЛЬНИЙ ГРОХОТ, NPV, ПОПИТ, ДОЦІЛЬНІСТЬ

Зміст

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕХНОГЕННИХ РОДОВИЩ. ХАРАКТЕРИСТИКА РОДОВИЩА	8
1.1 Аналіз досліджень в області формування і розробки техногенних родовищ	8
1.2 Аналіз проблематики ринку вапняку в Україні.....	12
1.3 Основні відомості про підприємство	16
1.4 Геологічна характеристика Новотроїцького родовища	18
1.5 Речовинний склад корисної копалини	22
1.6 Характеристика техногенного родовища	24
Висновки	28
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ І ДОЦІЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ ТЕХНОГЕННОГО РОДОВИЩА	29
2.1 Технологія формування техногенного родовища	29
2.2 Аналіз формування техногенного родовища.....	31
2.3 Визначення доцільності застосування техногенного родовища.....	37
2.4 Обґрунтування застосування комплексів гірничовидобувного обладнання для розробки техногенного родовища.....	40
Висновки	43
РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ	44
3.1 Вибір технології грохочення і грохота	44
3.2 Систематизація факторів впливу параметрів техногенного родовища на вибір гірничовидобувного устаткування.....	47
3.3 Дослідження застосування технології розробки роторним екскаватором	48
3.4 Дослідження застосування технології розробки гідравлічним екскаватором	54
3.5 Дослідження застосування технології розробки колісними навантажувачами	60
Висновки	73
ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	74
ВИСНОВКИ.....	77
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	79
Додаток А. Відгук керівника кваліфікаційної роботи	
Додаток Б. Зовнішня рецензія	

ВСТУП

Закон України «Про надра» [8] серед основних принципів державної політики у сфері користування надрами спонукає користувачів надр до «раціонального, комплексного використання надр, забезпечувати безпеку навколишнього природного середовища».

У Концепції Загальнодержавної цільової економічної програми розвитку промисловості на період до 2020 року [9] розв'язання сучасних економічних проблем вбачається в «мінімізації утворення відходів та комплексного використання матеріально-сировинних ресурсів» як одного з основних кроків.

Гірничий закон України зазначає [10], що державна політика в гірничодобувній промисловості будується на принципах «раціонального використання корисних копалин» та «розвитку конкурентних відносин на ринку мінеральних ресурсів».

Ці та низка інших законодавчих документів [11,12] спонукають гірничодобувні підприємства до комплексного, раціонального використання мінеральних ресурсів, що є одним із головних завдань у вдосконаленні ведення відкритих гірничих робіт.

У Кодексі України «Про надра» [13] дається визначення, що техногенні родовища корисних копалин - це місця, де накопичилися відходи видобутку, збагачення та переробки мінеральної сировини, запаси яких оцінені і мають промислове значення. Такі родовища можуть виникнути також внаслідок втрат при зберіганні, транспортуванні та використанні продуктів переробки мінеральної сировини.

Усі родовища корисних копалин, у тому числі техногенні, з запасами, оціненими як промислові, становлять Державний фонд родовищ корисних копалин, а всі попередньо оцінені родовища корисних копалин - резерв цього фонду.

Невід'ємною рисою технологічних процесів видобутку і збагачення корисних копалин є утворення відходів і попутних продуктів, значна частина яких може являти собою сировину для різних галузей народного господарства.

Мінеральна сировина з відходів гірничої промисловості - попутні корисні копалини (ППК), органічно містять в собі дві функціональні призначення. З одного боку, є джерелом природних ресурсів, який може бути використаний нарівні з первинною сировиною родовищ, тобто як рівноправний ресурсний потенціал народного господарства. З іншого - екологічний потенціал, який би забезпечував функціонування народного господарства, так і саму ступінь можливого залучення в експлуатацію ресурсів, їх переробку та використання. Необхідність обліку подвійності попутних корисних копалин вимагає одночасного вирішення двох видів проблем на рівні взаємодії виробництва з природним середовищем: ресурсних та екологічних, а, отже, визначає і концептуальні положення регулювання процесу утилізації мінеральних ресурсів

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 2 млрд. т гірничої маси, 60–70 % якої накопичується у відвали. За різними оцінками у відвалах на території України знаходиться ≥ 30 млрд. т порід відходів, а щорічно складається близько 1,7–1,8 млрд. т нових продуктів індустриальної діяльності. При цьому рівень використання відходів промисловості дуже низький – 12 %, у той час коли в передових країнах світу цей показник не опускається нижче 65 % [14].

Оцінка впливу гірничих робіт на довкілля в Україні. У своїй праці [1] автор зазначив, що на теперішній час проблема раціонального використання природних ресурсів та охорони навколишнього середовища при видобуванні і переробки корисних копалин в Україні набуло державного значення.

Причини зумовлюється не тільки в високій концентрації гірничих робіт на обмеженій території, великими обсягами відходів виробництва, а також пов'язані з специфікою територіального розміщення виробничих сил і природо-місткою моделлю економічного розвитку гірничопромислових регіонів.

Відкриті гірничі роботи здійснюють різноманітний і специфічний вплив на літосферу. Це пов'язано, насамперед, з проникненням в земну кору, витяганням з надр великих обсягів гірської породи, порушенням земної поверхні і інші.

Існують 3 види порушень:

- Фізичні – пов'язані з зміною рельєфу місцевості і перетворення ландшафту, деформацією земної поверхні, зміна структури ґрунтів, осушення, розвиток ерозії і інші...
- Хімічні – пов'язані з забрудненням технологічними відходами і викидами забруднюючих речовин з хвостосховищ, відвалів і інших техногенних об'єктів.
- Механічні – обумовлені процесами транспортування порід, відвалоутворення, ерозії відвалів, пилових викидів від технологічних процесів.

Основними джерелами техногенного забруднення на довкілля є: пил, який утворюється в результаті ведення гірничих робіт; ерозійні поверхні неробочих бортів і розпушені маси гірських порід в вибоях, а також нафтопродукти, феноли, біогенні і інші речовини.

Інтенсивний видобуток і переробка корисних копалин на гірничих підприємствах України зумовлюють ряд соціально-економічних і екологічних проблем, пов'язаних з великим техногенним навантаженням і накопиченням величезних обсягів твердих відходів, а також відчуженням і порушенням значних площ сільськогосподарських земель.

Основні причини негативного впливу на довкілля є:

1) Низький рівень комплексного використання мінеральної сировини. Рівень використання корисних компонентів з всього обсягу, який щорічно виймають з гірничої маси, становить < 30-40 %. Інша частина, як попутний продукт видобутку, складують у відвал. Між тим, серед них є різноманітні види кондиційної сировини: будівельної, вогнетривкої, формувальної, флюсової та інше;

2) Великі втрати корисного компоненту при веденні видобутку. Втрати вугілля становлять 19-21%, залізної руди – близько 15%, вогнетривкої сировини – 8-10%, гірничо-хімічної сировини – близько 50-60 %. Коефіцієнт розубожіння дорівнює – 9-10%.

3) Низький рівень комплексного використання мінеральної сировини (не перевищує 2-5%). Багато родовищ розроблялися не комплексно, що привело не тільки до втрати корисного компоненту, а також до відчуження значних обсягів земельних угідь;

4) Відносно висока питома землеємність при видобутку к.к. (від 6 до 35 га на 1 млн. т видобутку);

5) У відвалах і шламосховищах накопичено більше 1 млрд. м³ промислових відходів, які значно впливають на техногенне навантаження на довкілля.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕХНОГЕННИХ РОДОВИЩ. ХАРАКТЕРИСТИКА РОДОВИЩА

1.1 Аналіз досліджень в області формування і розробки техногенних родовищ

Освоєння і формування техногенних родовищ [15 - 17] є одним з найбільш актуальних питань сучасної гірничодобувної промисловості і гірничої науки. Розробка техногенних родовищ є частиною комплексного використання мінеральної сировини, рентабельним шляхом збільшення його поставок на ринок і одночасно вирішує дві задачі: збереження природних багатств в земних надрах за допомогою залучення сировини з техногенних джерел, і поліпшення екологічної ситуації в районах вугільних підприємств.

Варіанти освоєння техногенних мінеральних ресурсів можуть бути різні від часткової або повної заміни первинної мінеральної сировини відходами в рамках існуючого підприємства, до створення нового виробництва на основі більш ефективної техніки і технології. Розробку старих (недіючих) хвостосховищ з витяганням корисних компонентів успішно ведуть по всій Україні і світі в цілому. Розбирання породних відвалів в даний час ведуть в основному для використання порід в якості будівельного матеріалу або сировини для виробництва будівельних матеріалів.

Багатоплановість проблеми оцінки техногенних утворень знайшла відображення в різноманітті підходів до їх класифікації. Питання класифікації техногенної мінеральної сировини, гірничопромислових відходів і техногенних родовищ розглядаються в численних публікаціях Трубецького К.М. [18] Шегая Г. [19, 20], Наркелюна Л.Ф. [21], Едільбаєва А.І. [22], Секісова Г.В. [23] та ін. В якості основних ознак при побудові класифікацій техногенної мінеральної сировини використані: родовища в галузях промисловості, технологічні стадії виробничого циклу, час накопичення, фізичний стан сировини, морфологія тіл, гранулометричний склад, вміст корисних компонентів, запаси і т. д.

Автори роботи [24] розглядають техногенні масиви в залежності від типів виробничих і природно-техногенних процесів, в результаті яких вони сформовані. При цьому враховуються тип і вік порід, яке використовується обладнання і спосіб розміщення.

Автор статті [25] пропонує класифікувати техногенні гірничі об'єкти за формою сформованого рельєфу і технологічних процесів, що призводить до його утворення. Вона також враховує ряд геомеханічних процесів, що відбуваються в масиві при формуванні техногенного середовища і вплив на природні об'єкти.

Відповідно до класифікації техногенних формувань, запропонованої проф. Гуменюком І. Л. [26], усі техногенні формування в процесі виробництва гірничих робіт або після їх завершення можна розділити на три види: мінерально-сировинні, ландшафтні, екологічні. Тобто з усіх техногенних гірничих об'єктів автор окремо виділяє ті, які можуть стати техногенними родовищами.

У перерахованих вище роботах не розглядається питання формування техногенних родовищ з метою їх подальшої розробки.

Дослідженнями формування техногенних родовищ стали займатися відносно нещодавно. Найбільший інтерес виявлений до техногенних об'єктів, що містить рідкісні і дорогоцінні метали і елементи, такі як золото, платина, ванадій, цирконій, германій, селен, індій та ін. [19 - 25].

Найбільш інтенсивно розвивається напрямок створення техногенного родовища на базі шламосховищ. Цьому присвячені роботи [26 - 29]. Однак результати цих досліджень не можуть застосовуватися до насипних техногенних утворень.

Автори робіт [30 - 32] пропонують формувати відвали порожніх порід вугільних шахт таким чином, щоб заздалегідь створити зони з підвищеним вмістом необхідного корисного компонента (заліза, фосфору та ін.).

Однак ними не враховуються процеси природного і природно-техногенного характеру, які неминуче супроводжують відсипання відвалів, в тому числі сегрегацію порід.

Варто зазначити, що на сьогоднішній день не існує затвердженої методики завчасного планування техногенного родовища, хоча дослідження в цій області проводяться.

Рішення проблеми промислового використання різних гірничих порід техногенних родовищ пов'язане не тільки з можливістю появи попиту на них на ринку мінеральної сировини з часом, але і з необхідністю цілеспрямованого створення перспективних їх джерел. У зв'язку з цим, питання формування техногенних родовищ набуває першочергового значення.

Вивченням питань моніторингу териконів з метою використання порід шахтних відвалів Донбасу в якості мінеральної сировини для народного господарства, проблемами утилізації порід шахтних відвалів займалися і займаються в даний час багато вчених.

Робота Ю.А. Проскуріні [33] присвячена використанню відходів видобутку і збагачення вугілля. Автор концентрує увагу на тому, що на шахтах Донбасу практично відсутні заходи щодо використання відходів вуглевидобутку - в основному, усі порожні породи шахт накопичуються у відвал. Тим часом, ці породи, особливо глинисті сланці, можуть економічно і екологічно ефективно використовуватися для виготовлення будівельної цегли, керамічних виробів, бетонних заповнювачів і т.д. Останнім часом були проведені всебічні дослідження деяких породних відвалів міста Донецька з метою виявлення можливих напрямків використання порід цих відвалів. Результати досліджень свідчать про те, що породи териконів придатні для виготовлення керамзиту, цегли, насипних ґрунтів і в якості добрив.

Питанням утилізації породних відходів присвячена робота Петенко І.В. [34], в якій автор пропонує створення математичної моделі прогнозованої оцінки впливу порід відвалу. Для виявлення значущих чинників по зібраній інформації автором проведено кореляційний аналіз і оцінена ступінь впливу

факторів. До числа найбільш значущих чинників, які враховувалися при складанні прогнозу, віднесені наступні: висота і вік відвалу, глибина точки зони, параметр рН та вміст SO на відвалі.

Сформульовані проф. Гуменюком І.Л. (Національний гірничий університет м. Дніпро) [35, 36, 37] теоретичні основи і принципи формування техногенних родовищ з відходів гірничого виробництва дозволяють цілеспрямовано вести пошук ефективних технологій по формуванню і подальшого відпрацювання техногенних родовищ. Слід зазначити, що в цих дослідженнях основним постачальником гірничих порід для техногенних родовищ виступають попутні корисні копалини з порід розкриття і некондиційні корисні копалини, тобто не основні, корисні копалини, які витягувалися в процесі видобутку основної корисної копалини.

Однак, в вищеназваних роботах, мало уваги приділено значним обсягам гірничої маси, які представлені відходами переробки збагачувальних фабрик гірничих підприємств і вимушено укладаються в відвали або хвостосховище. При цьому необхідно врахувати те, що ці породи (відходи переробки корисних копалин), пройшовши по всьому технологічному ланцюгу гірничого виробництва і збагачення, на виході, як правило, представляють досить дезінтегровану масу, яка, придбавши нові технологічні характеристики, зберігає при цьому певний зміст корисного компонента. Залежно від технології збагачення відходи розміщуються або в шламосховищах, або в відвали. Так в відвали дробильно-сортувальних фабрик України щорічно складається близько 2.5 млн. м³ сухих відходів переробки флюсів, притому, що хімічний склад корисних копалин і відходів переробки (особливо для фракцій 5 - 15 мм, 5 - 25 мм і більше) досить схожі.

Як показав аналіз існуючих способів складування порід, існують тільки способи управління формуванням відвалів на відкритих гірничих роботах для забезпечення їх стійкості або для вирішення питань рекультивації, проте в більшості питання подальшої розробки таких техногенних утворень не розглядаються.

Таким чином, наукове обґрунтування параметрів раціонального планування формування техногенних родовищ і утворень з метою подальшого використання як техногенного родовища є актуальною науково-технічною задачею.

Сформовані техногенні родовища почали інтенсивно розробляти в останні роки. Це обумовлено незначними витратами на розробку і можливістю збільшення мінерально-сировинної бази підприємств, що здійснюють ці роботи. Як правило, видобуток сировини з техногенних об'єктів ведуть відкритим способом.

У роботах Іванчишин Л.П., Ворон Е.А. [38], і Рижкова Ю.О. [39] було зазначено вплив крупності породи і її вологості на значення кутів природного укосу, а саме, якщо зростання ступеня крупності породи позначається, головним чином, на зменшенні кута природного укосу, то ступінь зволоження відвальних порід - на його збільшенні. У свою чергу гранулометричний склад породи, зв'язність частинок між собою визначають механічну міцність, фільтраційні, теплові та інші властивості насипного об'єкта [40, 41].

У своїй роботі [42] було визначено та систематизовані основні фактори гірничо-збагачувального виробництва, які впливають на показники якості потенційних корисних копалин та обумовлюють шляхи формування технологічного утворення масивів сипучих порід.

1.2 Аналіз проблематики ринку вапняку в Україні

Основним фактором для визначення дефіциту вапняку в Україні – є показник імпорту вапнякового каменю. Вапнякова промисловість, одна з суміжних галузей гірничо-металургійного комплексу України, і в 2019 році ніяк не може вийти з негативного тренду[43]. Падіння видобутку на місцевих кар'єрах металурги змушені компенсувати імпортом - а це і зростання собівартості виплавки сталі, і додатковий відтік валюти з країни по торговому балансу.

Різкий стрибок імпорту вапняку спостерігався в 2017 р., коли в результаті блокади ОРДЛО припинилися поставки з Комсомольського рудоуправління і Докучаєвського флюсоделомітного комбінату.

Імпорт вапняку в 2017 р. виріс на 52%, до рекордних 2,23 млн. т, в 2018 р. збільшився до - 2,7 млн. т. І зараз є всі передумови для того, щоб за підсумками поточного року перевершити і цей показник. Так, за січень-березень 2019 р. закордонні поставки зросли на 12% до того ж періоду 2018 р. до 788 тис. т.

Спочатку велика частина вапняку завозилася з Російської Федерації: її частка в загальному обсязі імпорту в 2016-2017 рр. досягала 41%, в 2018 р - 42%. За прогнозом УАІП, в поточному році виробники з РФ збережуть частку в 42%.

Крім того, активізувалися турецькі конкуренти. Ще в 2017 р. вони задовольнялися більш ніж скромним 1% від усіх закордонних поставок вапняку в Україні. Але вже в 2018 р. це було 10%, а за підсумками 2019 року в УАІП прогнозують збільшення показника до 29%, зазначив виконавчий директор асоціації Роман Гладуненко.

За його даними, основними імпортерами вапняку є Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча і комбінат «Запоріжсталь», на частку яких в 2018 р довелось 44% і 20% всіх зарубіжних поставок відповідно.

У I кв. 2019 р. вони продовжили нарощувати закупівлі, збільшивши свою частку до 53% і 26% від усього імпорту. Тоді як комбінат «АрселорМіттал Кривий Ріг», що замикає топ-3 імпортерів, знизив частку з 19% в 2018 р до 13% в I кв. 2019 року.

В цілому ж після розриву коопераційних зв'язків з українськими підприємствами в ОРДЛО частка металургії в загальному обсязі споживання вапняку знизилася до 66% в 2017 р. в порівнянні з 71% в 2016 р. У 2018 р.

показник зберігся на рівні 66% і, як очікують в УАІП, не зміниться за підсумками 2019 р.

За даними асоціації, топ-5 основних споживачів вапняку складають металургійні підприємства. При цьому АМКР в січні-квітні збільшив свою частку до 21% в порівнянні з 19% за той же період 2018 р, ММКІ - знизив з 23% до 20%, «Запоріжсталь» - з 12% до 10%, Дніпровський меткомбінат - зберіг на рівні 10%, «Азовсталь» - на рівні 7%.

В цілому на закупівлі 9 підприємств (слідом за топ-5 йдуть великий виробник цементу ТОВ «Гейдельберг Україна», об'єднання «Укрспецизвесть», Південний ГЗК і Миколаївський глиноземний завод) припав 81% споживання вапняку за січень-квітень.

Серед основних тенденцій відзначають зменшення частки незалежних виробників в загальному обсязі видобутку вапняку: з 75% в січні-квітні 2018 р до 69% за той же період 2019 року «Тобто спад в поточному році відбувається саме за рахунок вільного ринку, тоді як поставки кептивного ринку зросли на 11%», - сказав він.

Новотроїцьке рудоуправління зміцнило лідируючі позиції, збільшивши частку в загальних продажах на вільному ринку за січень-квітень з 30% до 37%. ТОВ «Гірничо-видобувна промисловість» - знизило з 25% до 24%, ТОВ «Тернопільський кар'єр» - збільшило з 16% до 17%. При цьому зараз галузь перебуває в негативній динаміці, переживаючи другу хвилю кризи.

Перше падіння видобутку почалося в 2013 р. - на 9%, до 18,652 млн. т, далі в 2014 р. воно прискорилося до 17%, впавши до 15,541 млн. т через початок активних бойових дій на Донбасі. У 2015 р. цієї ж причини галузь протестувала дно на позначці 11,733 млн. т, а в 2016 р відновилася до 14,018 млн. т.

Проте в 2017 р. падіння відновилося: до 12,094 млн. т, в 2018 р. - ще на 2%, до 11,872 млн. т. За даними ПАТ «Укрзалізниця», на яке припадає майже

80% перевезень вапняку, за січень-квітень показник знизився на 11% до аналогічного періоду 2018 р. до 3,5 млн. т.

Негативні тенденції спостерігаються всупереч сприятливої цінової кон'юнктури: ціна вапняку на вільному ринку складає зараз близько 300 грн/т у порівнянні з 180 грн/т для гранітної суміші. При цьому видобуток вапняку має меншу собівартість.

Однак прибуток втрачається на етапі транспортування через зростання тарифів (як прямого, так і непрямого) залізничного державного монополіста ПАТ «Укрзалізниця». Наприклад, якщо в 2013 р. перевезення 1 тони металургійної вапна обходилася виробнику в 50 грн/т, то зараз це вже 400 грн/т.

Високі логістичні витрати роблять український вапняк неконкурентоспроможним на зовнішніх ринках. Більш того, високі логістичні витрати (мова насамперед про вартість залізничних перевезень), які для кінцевого споживача складають місцями вже дві третини від повної ціни товару, сприяють підвищенню імпорту каменю в країну, адже різниця в ціні між імпортною та вітчизняною продуктом скорочується.

Причому від такого підвищення внутрішній виробник особливо не виграє, основний бенефіціар - логістичні компанії. Другою проблемою, яка негативно впливає на галузь - є кадровий дефіцит[44].

Вирішенням проблеми є автоматизація і підвищення продуктивності виробництва, які дозволять суттєво оптимізувати персонал і підвищити зарплати працівників високої кваліфікації до європейського рівня.

Але це вимагає значних інвестицій в розвиток, тому не може бути зроблено вже завтра. При цьому підприємство вже почало масштабні інвестиційні програми, які включають як придбання сучасної спеціалізованої техніки, так і будівництво високотехнологічного заводу.

1.3 Основні відомості про підприємство

Новотроїцьке родовище вапняків розташоване на території Волноваського району Донецької області України. Безпосередньо на родовищі розташовано селище міського типу Новотроїцьке, який знаходиться в 40 км на північ від м. Донецьк і в 25 км на південь від м. Волноваха.

Міста і селища району пов'язані між собою асфальтованими дорогами. Станція Велико-Анадоль є пунктом примикання відомчих залізничних колій до шляхів «Укрзалізниці». Електропостачання здійснюється від підстанції 110/35/6кВ «Новотроїцька» системи ТОВ «СЕРВІС-ІНВЕСТ».

Район представляє собою горбкуватий степ, порізаний мережею ярів і балок, із загальним зниженням рельєфу з півночі-сходу на південний захід. Північній водною артерією району є річка Суха Волноваха і її праві витoki – балки: Велика Борсукова і Мала Борсукова; ліві притоки - балки: Кобцева і Безіменний Яр. Річка і притоки мало обводнені, ширина русла досягає 2-6 м.

Клімат району помірно-континентальний. Середньорічна кількість атмосферних опадів становить 401-676 мм. У вигляді снігу випадає 15-17% річних опадів. Промерзання ґрунту становить 0,35-0,70 м. Переважний напрямок вітрів: східний, північно-східний - взимку, південно-західний - влітку.

ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО «НОВОТРОЇЦЬКЕ РУДОУПРАВЛІННЯ» - гірничо-видобувне підприємство з видобутку та переробки вапняків. Основна продукція - вапняк для металургійної, скляної, цукрової та будівельної галузей промисловості.

До складу ПРАТ «НОВОТРОЇЦЬКЕ РУ» входять такі підрозділи:

- вапняковий кар'єр, де видобуваються вапняки, з відвальним господарством;

- дробильно-збагачувальна фабрика з комплексом споруд для переробки та збагачення сировини;

- гірничотранспортного цеху, який забезпечує доставку сировини з кар'єрів на перевантажувальні майданчики і здійснює інші транспортні послуги;

- допоміжні цехи;

- залізничне господарство, яке забезпечує транспортування сировини з перевантажувальних майданчиків на фабрику і відправку готової товарної продукції на станцію Велико-Анадоль «Укрзалізниці» для доставки споживачам.

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.

ПРАТ «НОВОТРОЇЦЬКЕ РУ» поставляє свою продукцію для українських виробників. Постійними замовниками є металургійні комбінати: ПАТ «ММК ім. Ілліча», ПАТ «МК Азовсталь», ВАТ «Запоріжсталь», ПАТ «ДМК» м. Кам'янське, «АрселорМіттал» м. Кривий Ріг, та інші.

Підприємство має таку номенклатуру продукції:

- вапняк флюсовий для конвертерного виробництва, марка С-1, С-2;

- вапняк флюсовий для доменного виробництва, марка Ч-1, Ч-2;

- вапняк звичайний для феросплавного виробництва, марка Ф-1, Ф-2;

- вапняк доломітизований для доменного виробництва, марка ЧД-1, ЧД-2;

- вапняк доломітизований, марка КДУ-1;
- вапняк звичайний для виробництва технологічної вапна, марка Т-1;
- вапняк звичайний для виробництва будівельного вапна, марка Т-2; Т-3;
- щебневий матеріал для дорожнього будівництва.

Продукція ПРАТ «НОВОТРОЇЦЬКЕ РУ» відповідає всім вимогам діючих технічних умов. Проектно-кошторисна документація по кар'єрах підприємства розроблена інститутом «Південгіпроруда» (ВАТ «Укргіпроруда») і затверджена в установленому порядку.

1.4 Геологічна характеристика Новотроїцького родовища

Ділянка Новотроїцького родовища складається докембрійськими породами Приазовського кристалічного масиву, на яких залягають осадові палеозойські і кайнозойські відкладення.

Кристалічні породи архею-протерозою розвинені на півдні і південно-західній ділянці та представлені переважно гранітами, а також жилами і дайками аплітів, трахідацитів, порфірів.

Відкладення верхнього девону (ДЗ) поширені в південно-західній і східній частинах родовища і складені піщаниками, сланцями, вапняками і базальтами Франкського ярусу, конгломератами, пісковиками і сланцями Фаменського ярусу. Загальна потужність девонських відкладень в середньому становить 300м.

Найбільш широко на ділянці родовища розвинені нижнє-кам'яновугільні відкладення, представлені карбонатною (\tilde{N}_1^1) і піщано-сланцевої (\tilde{N}_1^2) товщами. Карбонатна товща (\tilde{N}_1^1) створена відкладеннями Турнейського ярусу і нижнєвізейського під'яруса.

Турнейський ярус складений вапняками, доломітами і доломітизованими вапняками з прошарками сланців. Візейський під'ярус представлений

переважно вапняками з прошарками кременистих сланців, мергелів, глин. Загальна потужність карбонатної товщі досягає 630м.

У східній частині ділянки розвинені пластові тіла пермських андезитів (αР). Розмита поверхня карбону перекрита пухкими палеогеновими утвореннями, представленими глинами, пісками з обламками гравію кременистих порід і лінзами глин.

Четвертинні поклади представлені: на водорозділах - лісовидними і перевідкладеними суглинками, в тальвегах балок і в долині річки - алювіальними піщано-глинистими, гальковими і мулистими накопичення.

У складі карбонатної товщі виділяють наступні горизонти і підгоризонти (знизу наверх):

$$C_1^t a_1, C_1^t a_2, C_1^t B_1, C_1^t B_2, C_1^t c, C_1^t d, C_1^v a, C_1^v B + c, C_1^v d, C_1^v e, C_1^v f, C_1^v q$$

Горизонти $C_1^t a_1$, $C_1^v a$, $C_1^v d$ (в нижній і верхній частині) представлені некондиційними породами. На Новотроїцькому родовищі некондиційним є також підгоризонт $C_1^t a_2$.

По переважаючому типу карбонатних порід некондиційна товща ділиться на 2 частини:

- нижньо-доломітизовану, яка включає підгоризонти $C_1^t a_2$ і $C_1^t B_1$, які складені переважно доломітами і доломітизованими вапняками турнейського ярусу;
- верхньо-вапнякову, я представлена вапняками турнейського і візейського ярусів горизонтів $C_1^t B_2$, $C_1^t c$, $C_1^t d$, $C_1^v B + c$, $C_1^v d$.

Доломітизована товща представлена лише верхнім підгоризонтом $C_1^t B_1$. Потужність її коливається по простяганню і досягає максимально 90 м. Повний розріз вапнякової товщі складена горизонтами (підгоризонтами) $C_1^t B_2$, $C_1^t c$, $C_1^t d$, $C_1^v B + c$, $C_1^v d$.

Продуктивну карбонатну товщу підстиляють породи $C_1^t a_1$. По літологічному складу вони є перехідним з піщано-глинистих відкладень верхнього девону до карбонатних порід низів турнейського ярусу. У складі підгоризонту є вапняки темно-сірого, майже чорного кольору, висококремєніві, бітумні, місцями доломітизовані.

Підгоризонт $C_1^t a_2$ складений п'ятнисто-доломітованими вапняками з рідкими прошарками вапняково-глинистих сланців. Доломітизація має нерівномірний, незакономірний характер.

Підгоризонт $C_1^t B_1$ - представлений мілко - і середньозернистими доломітами з рідкими малопотужними прошарками слабо доломітованими і звичайних вапняків, розвинутих серед доломітів нерівномірно.

Підгоризонт $C_1^t B_2$ - складений напівсланцями і сланцями, приховано-кристалічними вапняками сірого і синьовато-сірого кольору, міцними, з тонкими прошарками вапняково-глинистих сланців.

Горизонт $C_1^t c$ - складений сірими і світло-сірими нерівномірно зернистими вапняками, характерною рисою, яких є великі порфіробласти кальциту, які розміщені в середньозернистій масі. Серед вапняків спостерігається пачка потужністю 6-10 м темно-сірих, майже чорних дрібнозернистих вапняків з кремєністими включеннями.

Горизонт $C_1^t d$ - складений сірими і синьовато-сірими вапняками з тонкими лінзочками кремєнію.

Горизонт $C_1^v B$ - представлений однорідним, витриманим по потужності пачкою середньозернистих темно-сірих і сірих вапняків, з рідкими лінзовидними прошарками вапняково-глинистих сланців потужністю 0.1-0.5 м.

Горизонт $C_1^v d$ - складений сірими і темно-сірими середньо- і дрібнозернистими вапняками, нерівномірно окремненні як по потужності, так і по простяганню. Окремнення проявляється у розвитку

кременистих прошарків, лінз і желваків чорного кольору. Особливе велика кількість їх спостерігається в нижній і верхній 20-метрових пачках. Горизонтом C_1^d завершується серію карбонатних порід нижньокам'яновугільного віку.

Західна і Східна ділянка Новотроїцького родовища входять до складу єдиного тектонічного блоку. Карбонатні породи утворюють пологу монокліналь, нахилену на північ, північ-схід під кутом 7-15°, азимут падіння 280-4°. Розміри кар'єрного поля по Західній ділянці: по простяганню – 1200м; по падінню – 780 м; по Східній ділянці: : по простяганню – 1380м; по падінню – 980 м.

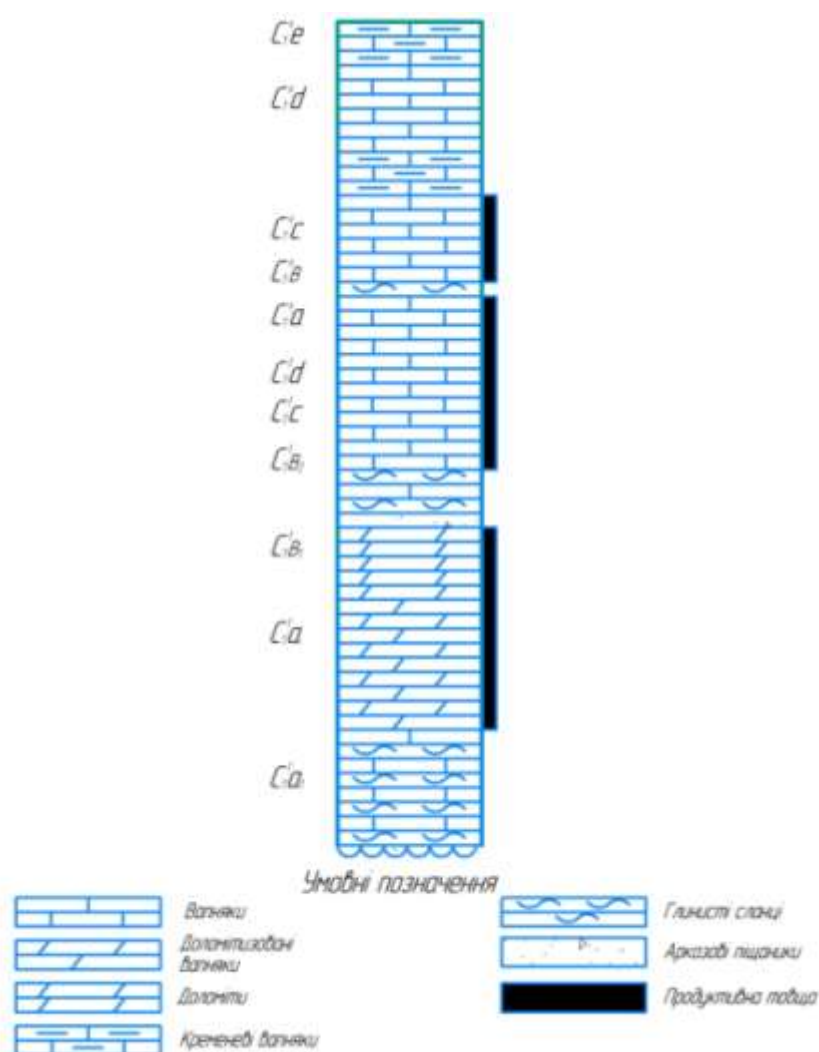


Рисунок 1.1 Схема геологічного розрізу продуктивної карбонатної товщі Новотроїцького родовища

1.5 Речовинний склад корисної копалини

Доломітизована товща (підгоризонти $C_1^t a_2$, $C_1^t B_1$) має змінний склад як по простяганню, так і по вертикальному розрізі, викликаний незакономірним частим чергуванням доломітизованих вапняків і доломітів (дані наведені в табл. 1.1). В масі рядових доломітів без видимої закономірності розповсюджені високосортні доломіти марки «СД» у вигляді лінз, плям, гнізд неправильної форми, розміром до 10-15 см.

Доломітизовані вапняки мають наступний склад основних компонентів: CaO – від 32 до 55%, MgO – від 0 до 17%. Доломітизовані вапняки по своєму складу розділяють на два сорти: малодоломітизовані з вмістом MgO – від 5 до 10%; високодоломітизовані з складом MgO – від 10 до 17%.

Таблиця 1.1 - Середнє значення хімічних компонентів для малодоломітизованих вапняків

Назва підгоризонтів	Хім. елементи			
	CaO	MgO	SiO ₂	R ₂ O ₃
Підгоризонт $C_1^t B_1$	47.12%	7.52%	1.18%	0.55%
Підгоризонт $C_1^t a_2$	46.99%	7.16%	1.44%	0.62%
Для високодоломітизованих вапняків				
Підгоризонтів $C_1^t B_1$ і $C_1^t a_2$	43,82%	10,08%	1,19%	0,57%

Ці данні хімічного складу свідчать про високу якість доломітизованих вапняків. Сума CaO + MgO в них перевищує 52%, вони містять в необхідній кількості MgO і мають низький вміст нерозчинного залишку. Доломітизовані вапняки представлені переважно I сортом. Другий сорт має невеличке розповсюдження.

Доломіти по складу відносяться як до I, так і до II сорту. Якість їх визначається наступним середнім складом лімітованих компонентів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 - Середнє значення лімітованих компонентів в доломітах

Родовище	Сорт	Вміст компонентів, %		
		MgO	SiO ₂	R ₂ O ₃
Новотроїцьке	I	19.04	0.90	0.51
	II	17.65	1.86	2.66

Так як вміст MgO в доломітах II класу близько до нижньої межі (17,0 %), це позначається при експлуатації на виході товарної продукції: при невеликому розубоженні доломіту вапняком – готова продукція може бути використана тільки в якості високодоломітизованого вапняку.

Доломіти марки «СД» характеризуються постійним вмістом MgO в межах 20,0-21,0%. Середні показники хімічного складу наступні: CaO – 31.48%, MgO – 20.0-20.3%, SiO₂ – 0.68-1.05%, R₂O₃ – 0.63-1.31%.

Вапнякова товща характеризується досить однорідним складом і майже повністю складена флюсовими вапняками (табл. 1.3). На частину доломітизованих вапняків приходиться 5 % від загальної кількості запасів товщі. До некондиційних порід відносять: прошарки з підвищеним вмістом нерозчинного залишку, а також прошарки глинистих сланців.

Таблиця 1.3 - Середній хімічний склад флюсових вапняків

Родовище	Вміст компонентів, %					
	CaO	MgO	SiO ₂	R ₂ O ₃	SO ₃	P ₂ O ₃
Новотроїцьке	50,1-53,97	0,39-2,32	1,13-5,05	0,22-1,61	0,066	0,06

Мінералогічний склад корисних копалин наступний: кальцит, що становить основу карбонатної товщі; доломіт – який присутній постійно. В залежності від його вмісту існує ряд перехідних різновидів від вапняку до доломіту. Другорядні мінерали – кварц, халцедон, пірит, лимоніт, анкерит, родохрозит, флюорит, глиниста сировина.

По структурі вапняки і доломіти відносяться до приховано-кристалічних, дрібнозернистих, середньо - і крупнозернистих і різнозернистих.

Текстура, в основному, масивна. В шліфах переважаюча маса вапняків складається з органічного матеріалу, оцентованого перекристалізованим кальцитом, рідше пелитоморфним карбонатним або глинистим матеріалом. Кальцит входить до складу як первинний або глинистий матеріал. Кальцит входить до складу як первинної органічної частини, так і цементу. Мікроструктура вапняків реликтово-органічна пелитоморфна, рідше кристалічнозерниста і згусткова.

1.6 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 158м відповідають північному кордоні кар'єра, найбільші від 186,0 до 190м - південній. Накопичений обсяг показаний в табл. 1.4

Комплекс обладнання, який здійснює транспортування і розміщення відходів у кар'єрі включає: магістральний, з'єднувальний і відвальний конвеєри, вузол мийки та просіювання відходів, що працює в теплий період року при плюсовій температурі повітря (працював до 2017 року), і консольні відвалоутворювачі, які використовують для складування сухих відходів в холодний період року.

Таблиця 1.4 - Обсяг накопичених відходів ДЗФ

Назва підприємства на балансі якого знаходиться об'єкт.	Найменування об'єкту. Місце розташування об'єкту.	Площа об'єкту, тис м ²	Потужність					
			Проектна		Обсяг накопичення за 2018 р.		Фактичне наповнення на 01.01.2019 р.	
			тис м ³	тис. т	тис м ³	тис. т	тис м ³	тис. т
1	2	3	5	6	7	8	9	10
ПРАТ «НТРУ» 85732, смт. Новотроїцьке, Волноваський р-н, Донецька обл., Тел.: (062444)6224	Відвал відходів ДЗФ. Відпрацьований кар'єр «Доломіт»	566	23000	35880	221	332	22463	35071

Відвалоутворювачі (вузол мийки та просіювання відходів і вузол складування сухих відходів) розташовані на двох майданчиках, що піднімаються над відвалом на 8,0 - 11,0м. Відходами збагачення кар'єр заповнений нерівномірно: на заході - в середній частині борту - врівень з існуючим раніше рельєфом, на північ і на південь від - нижче; на півдні - до відміток плюс 158,0 ÷ 156,0м при відмітках борту кар'єру до 190,0м; на сході - до відміток плюс 155,0 ÷ 156,0м при висоті борту до відміток плюс 162,0 ÷ 187,0м; на півночі - на 1-3м нижче борту кар'єру, має відмітки від 151,2 до 156,0 м.

Основні технічні рішення раніше виконаних науково-дослідних робіт і проекту

У 1967 році кар'єр «Доломіт» (рис. 1.2) був відпрацьований до позначки + 110м, після чого почалося його затоплення.

З 1972 року до кінця сімдесятих в нього скидали води з кар'єрів «Вапняковий» і «Західно-Доломітний». Раніше відпрацьований простір кар'єру «Доломіт» стали використовувати для складування відсіву ДЗФ. Технологія робіт при цьому була прийнята на підставі рекомендацій науково-дослідної

роботи (НДР) інституту ВІОГЕМ «Дослідження напружено-деформаційного стану і стійкості відкосів хвостосховища в затопленому кар'єрі «Доломіт» Новотроїцького рудоуправління».

НДР запропоновані два способи відвалоутворення: за допомогою стрічкового консольного відвалоутворювача і з застосуванням гідромеханізації.

В обох випадках транспортування відходів ДЗФ до кар'єру здійснюється стрічковими конвеєрами (відстань транспортування близько 1,5 км), а складування - відвалоутворювачем. Планування заскладованих відходів передбачається здійснювати бульдозером, а переміщуються в глиб кар'єра шляхом гідрозмиву. Аналіз геологічних умов, фізико-механічних властивостей ґрунтів, що складають відвал, борти і дно кар'єра, лабораторні і натурні дослідження процесу відсипання відходів дозволили визначити параметри відвалу при розміщенні його на міцному ґрунті та слабкій основі: укіс відвалу, розташованого на слабкій основі з обводнених відходів, є нестійким; пригрузка слабких ґрунтів шаром відвальних порід потужністю до 10м забезпечує стійкість першого ярусу відвалу висотою до 30м; максимально можлива висота ярусу на міцній основі 40м при середньому куті укосу 25-30 °.

З 1982 року заповнення виробленого простору кар'єру «Доломіт» здійснюється відповідно до проекту «Відвалоутворення відходів ДЗФ із застосуванням гідромеханізації» (виконавець ДонНДГРІ). Транспортування відходів ДЗФ виконувалось конвеєрним транспортом, а укладання в відпрацьований кар'єр консольним відвалоутворювачем, в теплий період року - з застосуванням гідрозмиву. У безморозний період року виконувалось просівання складованого відсіву з мийкою надрешітного продукту крупністю 3-20мм і скиданням у відвал фракції мінус 3,0 мм разом з технологічною водою.

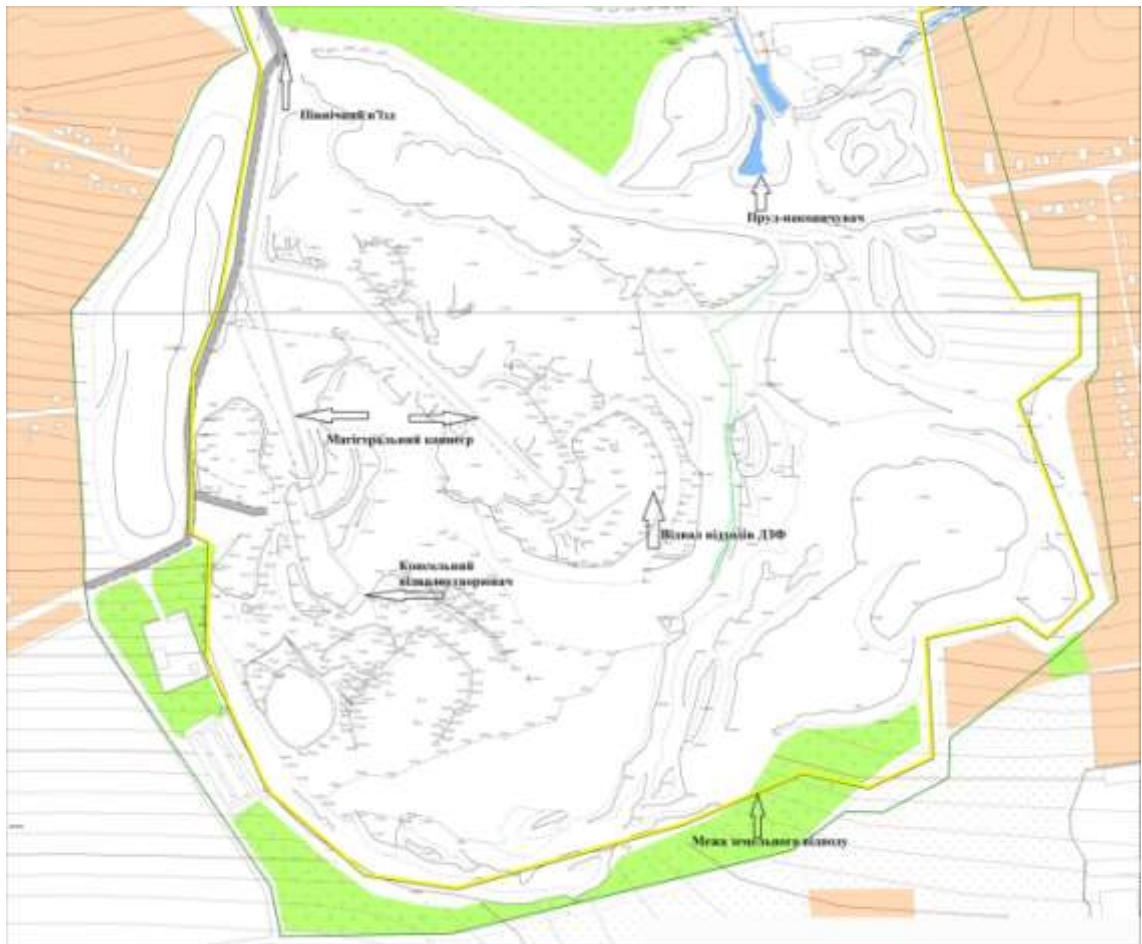


Рисунок 1.2 Генеральний план відвалу ДЗФ в кар'єрі «Доломіт». (М 1:5000)

Заходи щодо забезпечення стійкості відвалу

Сезонне накопичення в кар'єрі атмосферних опадів і технологічних вод супроводжується водонасиченням заскладованного масиву відходів і зниженням його несучої здатності. Інститутом ВІОГЕМ для підвищення несучої здатності обводненої товщі відходів збагачення рекомендовано виконати їх пригрузку шаром розкривних порід товщиною до 10,0м.

Мережа гідротехнічних споруд збору та очистки дощових і талих вод включає придорожні вали і кювети, колодязі, трубопроводи, водозбірні пристрої, колодязь для забору води, нагірні вали і канали, ставок-накопичувач внутрішнього поверхневого стоку.

Висновки

В першому розділі наведений аналіз досліджень в області формування і розробки техногенних родовищ. Для подолання небезпечної ситуації, котра щорічно загострюється, окрім здійснення єдиної державної політики в області раціонального природокористування, необхідно організувати цільове фінансування розробки і впровадження ресурсозберігаючих і екологічно орієнтованих технологій видобування, переробки і комплексне освоєння мінеральної сировини, реабілітації порушених гірничими роботами територій.

Необхідно виконувати подальші дослідження проблематики техногенних родовищ, застосовувати селективне складування попутних корисних копалин, зменшення залежності від імпорту вапняку за рахунок розробки техногенних родовищ заскладованих порід, в т.ч. Новотроїцького рудоуправління.

Новотроїцьке рудоуправління забезпечене всіма необхідними матеріальними, технічними, людськими ресурсами, але для нормального функціонування необхідне оновлення парку техніки: виймально-навантажувального, транспорту, допоміжного устаткування.

Накопичені обсяги техногенного родовища Новотроїцького рудоуправління потребують виконання дослідження доцільності відпрацювання заскладованих відходів ДЗФ.

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ І ДОЦІЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ ТЕХНОГЕННОГО РОДОВИЩА

2.1 Технологія формування техногенного родовища

Виробнича зона включає п'ятиярусний відвал відходів збагачувальної фабрики, технологічні автодороги, мережу гідротехнічних споруд збору та очистки поверхневого стоку.

Загальний обсяг заскладованих відходів (місткість відвалу) дорівнює 22,46 млн.м³. Площа земельної ділянки, яку займає відвалом відходів збагачення і його об'єктами - 56,6га. Відвал складений з вапняків фракційного складу 0-25 мм.

Транспортування і розміщення відходів ДЗФ здійснюється у відпрацьованому кар'єрі «Доломіт» за прийнятою схемою за допомогою системи стрічкових конвеєрів і консольних відвалоутворювачів з однією відмінністю: відходи з з'єднувального конвеєра завантажуються на підйомний (похилий) конвеєр, змонтований в напівтраншеї з позовжнім ухилом траси до 15°. Рудоуправління забезпечено необхідним допоміжним обладнанням для демонтажу, монтажу, перестановки і нарощування конвеєрів.

Відходи ДЗФ транспортуються до відпрацьованого кар'єру «Доломіт» системою стрічкових конвеєрів в складі магістрального, з'єднувального і відвальних.

Для забезпечення необхідної стійкості майданчиків розміщення зазначеного технологічного обладнання відсипані два насипи, що підносяться над основним масивом заскладованих відходів на 10,0-18,0м.

Розміщення відходів збагачення у виробленому просторі кар'єру здійснюється консольним відвалоутворювачами безперервним переміщенням. Транспортер являє собою трьох секційний стрічковий конвеєр, змонтований на жорсткій рамі з розвантажувальною консоллю. Приймальний вузол конвеєра з

бункером встановлений на поворотній опорі під розвантажувальною частиною відвального конвеєра. Довжина кожної секції відвалоутворювача - 20,0, розвантажувальної консолі - 25,0м. Опори секцій відвалоутворювача за допомогою самохідних візків переміщуються по монорейкам, змонтованими радіусами 20,0, 40,0 і 60 м по відношенню до вісі обертання приймального вузла (рис.2.1). Радіус розвантаження відвалоутворювача в залежності від кількості використувуваних секцій дорівнює 45,0, 65,0 або 85м.



Рисунок 2.1 Робота консольного відвалоутворювача

Відсипання відходів проводиться по дузі з зазначеними радіусами у вигляді, практично, безперервних гребенів висотою 6 м відносно рівня установки відвалоутворювача.

Зрізання гребенів з переміщенням відходів (рис 2.2) 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.

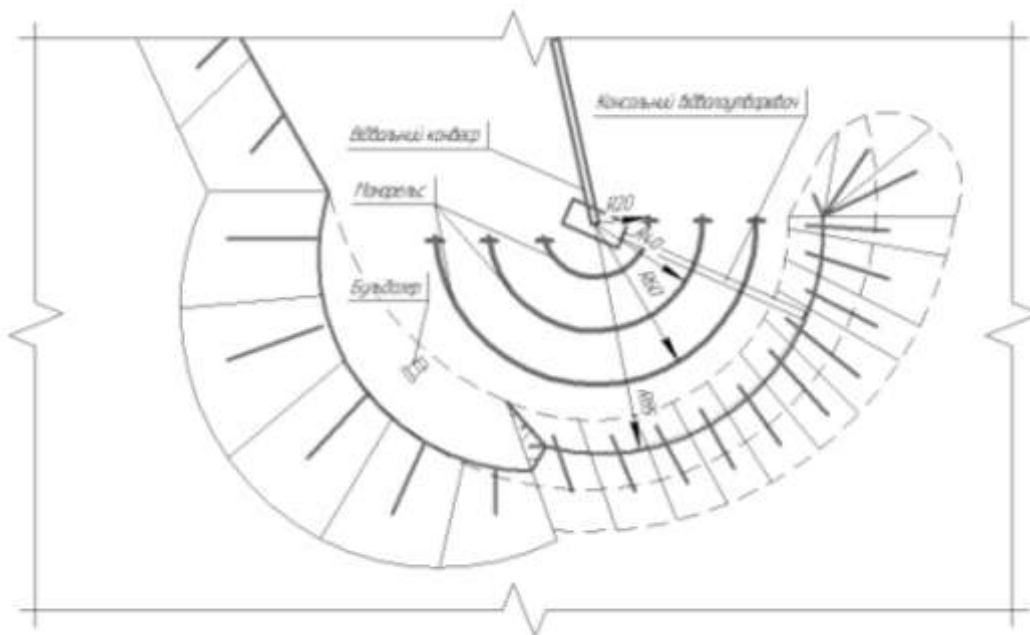


Рисунок 2.2 Формування відвалу ДЗФ безперервними гребенями консольним відвалоутворювачем

Відповідно до рекомендацій інституту ВІОГЕМ при нарощуванні відвального конвеєра і перестановки консольного відвалоутворювача відстань від монорельса, за яким переміщується його відвальна опора, до верхньої бровки укосу відсипаємого ярусу має бути не менше 10 м при висоті ярусу не більше 30,0м і кутах укосу 25-30 °.

При зазначених розмірах відвалоутворення виліт розвантажувальної консолі за бровку укосу складе 15м. Кути укосів гребені видного елемента відвалу дорівнюють 18-21 °. Ширина відвальної заходки і, відповідно, крок нарощування відвального конвеєра рівні 80÷85м.

2.2 Аналіз формування техногенного родовища

Транспортування і розміщення відходів у відпрацьованому кар'єрі «Доломіт» здійснюється за існуючою раніше прийнятою схемою за допомогою системи стрічкових конвеєрів і консольних відвалоутворювачів з однією відмінністю: відходи з з'єднувального конвеєра завантажуються на підйомний (похилий) конвеєр, змонтований в напівтраншеї з поздовжнім ухилом траси до

15 °. Рудоуправління забезпечено необхідним допоміжним обладнанням для демонтажу, монтажу, перестановки і нарощування конвеєрів.

Спосіб формування техногенного родовища[42] має істотне значення для вибору технології розробки техногенного родовища. Щоб розділити мінеральну сировину, для залучення в промисловості, потрібні додаткові витрати. Сучасним резервом підвищення ефективності гірничого підприємства можуть слугувати заходи по комплексному освоєнню відходів виробництва в якості техногенних родовищ.

Відходами переробки вапняків і доломітів на ДЗФ є щебенево-піщана суміш. Ці відходи відсипаються у відвал, внаслідок невідповідності фракційного складу вимогам споживачам; відсутність попиту на товарну продукцію мілких фракцій із-за сезонного фактору; невідповідність вимогам хім. складу; недоліків прийнятій схеми збагачення, внаслідок якої, вторинне дроблення вапняку призводить до збільшення виходу мілких фракцій (0-25 мм).

Структура техногенного родовища, в значній мірі визначається технологією укладання гірських порід в тіло техногенного родовища, параметрами елементів відвалу, типорозміром відвального устаткування і схемою його роботи. Отже, необхідно встановити характерні особливості і параметри окремих шарів, що складають ярус техногенного родовища, в тому числі і гранулометричний склад гірської маси в шарі.

Для випадку насипних утворень у формі конуса або у формі гребеня, що характерно для відвалів при конвеєрній відсипці, основним елементом структури є розподіл матеріалу по крупності і в зонах, що формують ядро по типу серцевини або обеліска.

При відсипці штабеля із вапняків відповідного фракційного складу, здійснюється розподіл гірничої маси по крупності матеріалу. В верхній частині штабелю домінує мілка фракція (0-10 мм), в середній частині (10-15 мм), в нижній частині крупніша (10-25 мм). При цьому добре видно процес розподілу

частинок безпосередньо при відсіпці на укіс відвалу. При волочінні матеріалу бульдозером розділення породи по крупності менш помітне, особливо в верхньому шарі штабелю.

У масиві техногенного родовища формується шарова структура, тобто розподіл мас по крупності формує певні верстви, які в цілому паралельні основи штабеля. Особливо це наочно проявляється для великої і дрібної фракцій.

При подібній технології відсіпання відвала, поділ призводить до утворення горизонтальних шарів з певною характеристикою по крупності матеріалу. Шари розділяються між собою умовними поверхнями, що нагадують концентричні хвилі (рис 2.3), з центром в точці розташування поворотного черевика поворотно-ланкового конвеєра і відстанню між найближчими гребенями (западинами) поверхні рівним $l_{зв} = 20\text{м}$, тобто довжині відвальної консолі і висотою гребеня рівній відповідно Δh або $\Delta h'$.

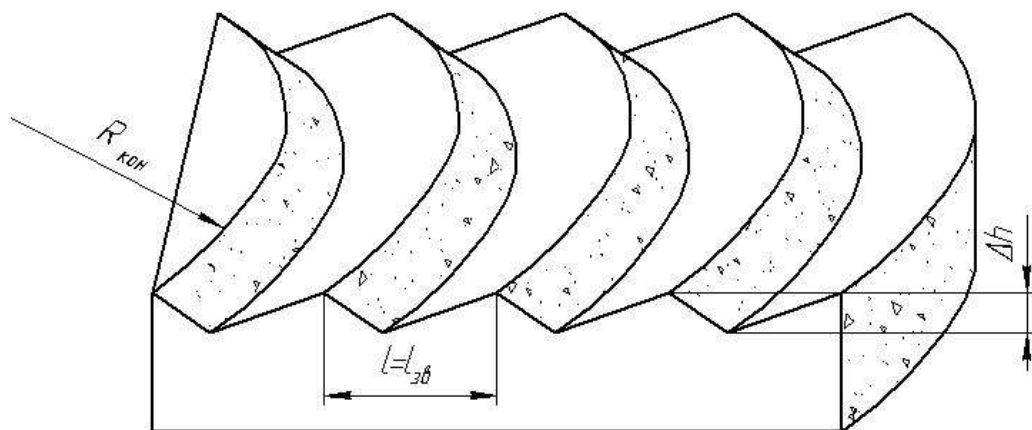


Рисунок 2.3 Форма поверхні, що розділяє характерні шари відвалу

В цьому випадку можливий варіант селективного пошарового відпрацювання масиву, оскільки форма поверхні є гребенева, що розділяє характерні шари техногенного формування. Позитивним фактором у цьому випадку можна вважати простоту будівництва під'їзних шляхів і можливість використання всіх видів колісного транспорту. Комплекс гірничого

устаткування, що працює на граничній ділянці в цьому випадку повинен володіти мобільністю і можливістю роботи в умовах обмеженого простору.

Параметри вибою залежатимуть від характеристики сипучого матеріалу, технології і параметрів схеми відвалоутворення. Цим вимогам в значній мірі задовольняють фронтальні навантажувачі в якості основного виймально-навантажувального обладнання, що застосовуються спільно з автосамоскидами або в якості основного виймально-транспортного обладнання.

При зрізанні штабеля зі скельних сипучих порід бульдозером відходи переробки флюсів розвантажують безпосередньо під укіс. В цьому випадку значний обсяг гірничої маси потрапляє під похилу поверхню укусу в достатньо розпушеному стані, що скорочує фазу руху породи в консолідованому стані і підвищує ефективність розділення порід на шари.

У верхній частині штабеля домінує дрібна фракція, в нижній частині - велика. При цьому більш якісний поділ (сегрегація) спостерігається при подачі вихідного матеріалу з консольного відвалоутворювача, оскільки в цьому випадку забезпечується максимальне розкриття частинок при падінні на укіс. При зрізанні матеріалу відвалом бульдозера сегрегація виражена слабше, особливо в верхньому шарі штабелю.

При відсипанні штабеля товстими шарами (бульдозерне відвалоутворення) і при значній відмінності зерен від величини середнього шматка (відмінність у 2 - 3 рази і більше), поперечний переріз тіла штабеля зберігає шарову структуру.

В процесі сповзання консолідованої маси відбувається втирання в верхній частині укусу мілких фракцій в простір між шматками більш крупних фракцій. Поступово просіюючись, мілкі фракції-заповнювачі переміщуються зверху донизу штабелю, що дозволяє зробити висновок, що сипучої маси певного гранулометричного складу існує мінімальна висота похилої поверхні, з якої відбувається ефективне розділення гірничої породи по крупності.

При русі гірської маси по схилу в умовах відвалоутворення розділяють три фази: 1) фазу руху гірської маси у вигляді консолідованого утворення, з коефіцієнтом розрихлення, забезпечуючи певну стабільність об'єму пухких порід; 2) перехідну фазу, яка характеризується поступовим збільшенням числа окремих часток; 3) фазу «вільного» руху окремих частинок(рис.2.4).

Відсипання піщано-щебеневої суміші з конвеєра на укіс дозволяє вже при падінні максимально розкритися вихідному матеріалу на окремі шари і при попаданні на похилу площину укошу, подальший рух частинок відбувається в третій фазі. В цьому випадку практично відсутній ефект втирання великих шматків під дією налягання обсягу породи, що дозволяє більш повно розділитися вихідному матеріалу по фракціях.



Рисунок 2.4 Проявлення структури розподілу по фракціям

Проведений відбір проби (табл. 2.1) на повну висоту ярусу відвалу навантажувачем відходів ДЗФ показав співвідношення фракційного складу <5 мм складає 63 %, від 5 мм до 25 мм дорівнює 34 %, >25 мм складає 3 %.

Таблиця 2.1 Результати ситового аналізу відходів ДЗФ ПРАТ «НТРУ»

Клас, мм	Вихід			
	Класу		Сумарний по плюсу, %	Сумарний по мінусу, %
	кг	%		
-80+40	3.0	0.2	0.2	100.0
-40+20	48.4	3.2	3.4	99.8
-20+15	83.2	5.5	8.9	96.6
-15+5	420.4	27.8	36.7	91.1
-5+2.5	214.7	14.2	50.9	63.3
-2.5+0	742.5	49.1	100.0	49.1
Разом	1512.2	100	-	-

Криві гранулометричного складу(рис 2.5) проб взятих з верхніх ділянок мають випуклу форму, а с нижніх ділянок мають вигнутий вид. Це означає, що гірничі породи в верхніх шарах мають найбільший вихід мілких фракцій (-5 +0) від 70% до 90%, при виході крупного класу (-20 +10) не більше 10%. В нижньому шарі мілкий клас складає вже не більше 40%, а вихід крупного класу досягає значення 25 - 45%.

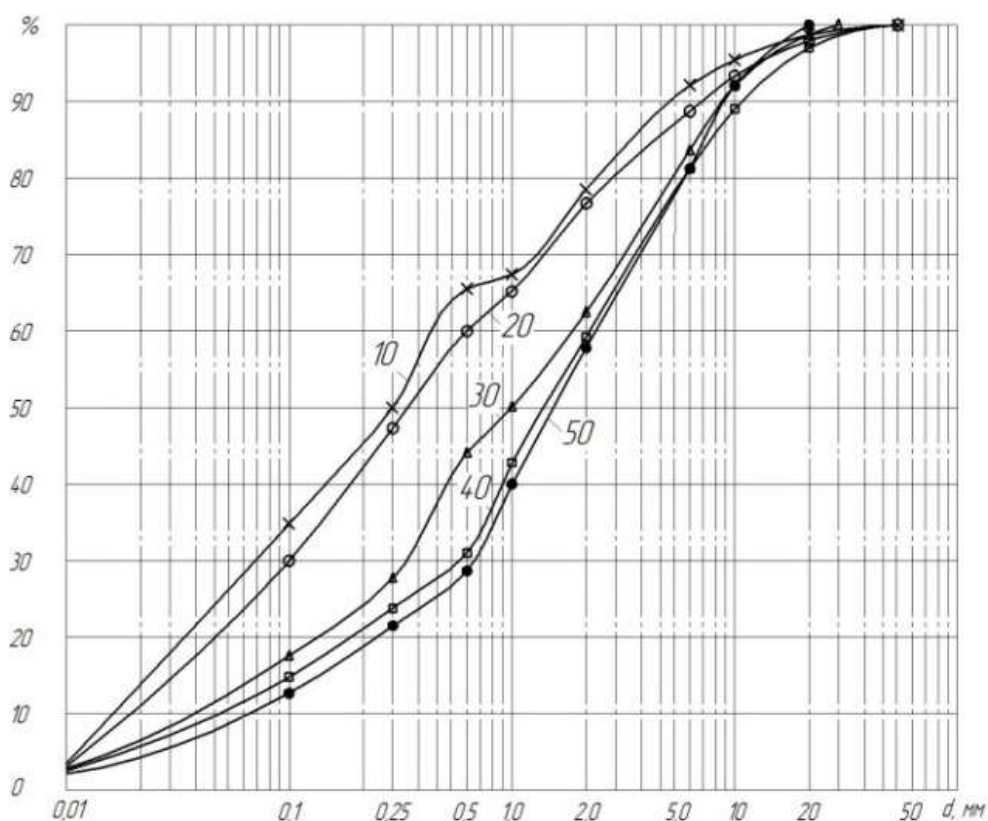


Рис 2.5. Сумарна характеристика гранулометричного складу порід техногенного родовища (в системі координат с напівлгарифмічною шкалою

2.3 Визначення доцільності застосування техногенного родовища

Відходами переробки вапняків і доломітів на ДЗФ є щебенево-піщана суміш, яка в силу невідповідності фракційного складу вимогам металургійної промисловості розміщувались у відвалах. Обсяг складування в Донецькій області вимірюється близько 143 млн. м³. Хімічний склад суміші показаний в табл. 2.2

Табл. 2.2 Середній хімічний склад флюсових вапняків та відходів переробки

Вид корисної копалини	Вміст компонентів, %					
	CaO + MgO	MgO	Fe ₂ O ₃	R ₂ O ₃	S	P
Щебенево-піщана суміш	50,5	7,0-9,0	0.3	4,0	0,15	0,06

Хімічний склад корисної копалини 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 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, фракція < 25 мм може використовуватися в агломераційному виробництві, цементній, будівельній, хімічній промисловості, та як закладний матеріал.

Після затвердження «Державної цільової економічної програми розвитку автомобільних доріг загального користування державного значення на 2018-2022 роки» можливий збут товарної продукції фракції 5-25 мм на будівництво бетонних, асфальтобетонних доріг. Усього планується за 5 років збудувати: нове будівництво автомобільних доріг 325,46 км; реконструкція автомобільних доріг 431,15 км; капітальний ремонт автомобільних доріг 4347,7 км; поточний середній ремонт автомобільних доріг 1588,41 км.

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

Використання мінерального порошку при виробництві мінеральних добрив, комбікормів, а також для меліорації та розкисленні ґрунтів, стало потужним драйвером для розробки накопичених обсягів відходів ДЗФ. Прогнозований попит споживачів показаний в табл. 2.3.

Залучення ресурсів техногенного родовища буде сприяти збільшенню номенклатури продукції НТРУ.

Таблиця 2.3 Прогнозований попит споживачів вапняку фракції <25 мм

№	Споживач	Фракція	Обсяг реалізації т/рік	Ціна грн/т без ПДВ	Обсяг реалізації тис. грн без ПДВ
Виробники мінерального порошку для дорожнього будівництва					
1	ПАТ «АЛЕКО» м. Харків	0-25 мм	2 000	60	120
2	ПАТ «Пригородная недвижимость» м. Харків	0-25 мм	1 500	60	90

Продовж. табл. 2.2

3	Криворізький суриковий завод м. Кривий Ріг	0-25 мм	5 400	60	324
4	ТОВ «Цембудсервіс» м. Кам'янське	0-25 мм	8 200	60	492
5	ПАТ «Індустрія, ЛТД» м. Запоріжжя	0-25 мм	2 900	60	174
6	ЧДСП №92 м. Волноваха	0-20 мм	3 900	60	234
7	ПАТ «Зенит Плюс» Одеська обл.	0-25 мм	6 400	60	384
8	ПАТ «Терма-цемент» Київська обл.	0-25 мм	7 500	60	450
9	ТОВ «Промекс» Київська обл.	0-25 мм	13 800	60	828
Цементна промисловість					
10	ПРАТ «ХАЙДЕЛЬБЕРГЦЕМЕНТ Україна» м. Кривий Ріг	0-25 мм	470 000	60	28200
Сировина для забутовування виробок					
11	ПРАТ «ЗЗРК» Запорізька обл.	0-10 мм	150 000	60	9000
Металургійна промисловість					
12	ПРАТ «ММКІ Ілліїча» м. Маріуполь	0-5 мм	65 700	100	6570
		5-25 мм	142 700	150	21405
Будівництво					
13	Інші	0-5 мм	50 000	100	5000
14	ФОП	5-25 мм	50 000	150	7500
Разом			980 000		80 771
У тому числі автотранспортом			103 900		12 734
У тому числі залізницею			876 100		68 037

2.4 Обґрунтування застосування комплексів гірничовидобувного обладнання для розробки техногенного родовища

У зв'язку з тим, що комплекси гірничотранспортного устаткування, які можна застосувати для розробки техногенних родовищ, утворених породами раніше є відходами переробки збагачувальних фабрик, вельми різноманітні, виникає необхідність у розгляді різних варіантів з урахуванням умов Новотроїцького родовища. При цьому враховувалися такі фактори:

1. Оскільки об'єктом застосування нового обладнання є відвали відходів переробки корисних копалин, то при виборі механізації і самої технології відпрацювання техногенного родовища слід враховувати той факт, що попереднє проведення вибухових робіт, для розпушення порід не потрібно.
2. Практика ведення відкритих гірничих робіт показує, що для розробки родовищ скельних і напівскельних порід великої потужності поширене використання одноківшових екскаваторів. У даній роботі, поряд з оцінкою ефективності застосування одноківшових екскаваторів і навантажувачів, проведена оцінка можливості використання багатоковшевих роторних екскаваторів.
3. Характерною особливістю Новотроїцького техногенного родовища, що розглядаються в роботі, є компактність форми об'єкта в плані, наявність в безпосередній близькості від техногенного об'єкту під'їзних шляхів, в тому числі і залізничних станцій. Це дозволяє при проектуванні і виборі схеми комплексної механізації мінімізувати відстані транспортування. У цьому плані становить інтерес застосування колісних навантажувачів в якості виймально-транспортного обладнання.

На підставі природних, технологічних, організаційних та економічних факторів розглянемо можливість застосування наступних видів комплексної механізації для розробки техногенних родовищ в загальному технологічному комплексі.

1. Виймання гірської маси з використанням одноковшового екскаватора. Виймання виконується гідравлічним екскаватором з завантаженням гірничої маси до приймального бункера грохоту.
2. Виймання гірської маси з використанням роторного екскаватора. Транспортування корисної копалини до мобільного грохоту (приймального бункера) здійснюється відвальним конвеєром безпосередньо до мобільного грохоту.
3. Виймання гірської маси з використанням колісних навантажувачів. Виймання і транспортування гірничої маси до мобільного грохоту (приймального бункера) здійснюється безпосередньо навантажувачем.

Кожен вид комплексної механізації має певні переваги, переваги і недоліки, які детально розглядаються в роботі стосовно гірничотехнічних умов техногенного родовища, утвореного в результаті діяльності Новотроїцького Рудоуправління.

У зв'язку з тим, що вантажне устаткування і транспортні засоби є провідними машинами в загальному комплекті основних і допоміжних машин технологічного циклу, то вибору їх типу і моделі слід приділити особливу увагу. Таким чином, визначення раціонального типу і моделі екскаватора і навантажувача являє собою частину роботи по вибору доцільної структури комплексної механізації і типу машин для всього технологічного комплексу для заданих гірничотехнічних умов.

На вибір ємності ковша і робочих розмірів вантажно-розвантажувальних машин впливають рівень механізації супутніх процесів, масштаб і характер роботи. Основні розміри, наприклад, екскаватора не можуть вибиратися тільки за показниками обсягів робіт. Вони встановлюються з урахуванням необхідної ширини і висоти забою, максимальної висоти навантаження, типу і місткості транспорту, дійсної протяжності фронту гірничих робіт і швидкості його посування. Значний вплив на вибір типу і моделі виймальної машини є

необхідність ведення селективного виймання корисної копалини або навантаження , наприклад, з підлогового складу готової продукції.

Вибір раціонального типу і моделі виймальних-навантажувального обладнання повинен проводитися з урахуванням:

- а) встановлення обсягів і зон розподілу гірської маси, корисних копалин і сировини в техногенних утвореннях з різними якісними характеристиками і фізико-механічними властивостями, як по глибині, так і в плані техногенного родовища ;
- б) прогнозування очікуваних питомих опорів копання різних порід, як в масиві, так і при різному ступені їх підготовки до виїмки;
- в) прийняття до уваги наявних раціональних поєднань роботи даного типу і моделі виймально-навантажувального обладнання з суміжним транспортним, та сортувальним обладнанням в залежності від технологічної схеми роботи;
- г) встановлення ступеня пристосованості і зниження технічної продуктивності виймально-навантажувального обладнання, що працює з ним в комплексі, при розробці вибоїв мерзлого шару, в тому числі при коливаннях обсягів робіт і розташування обладнання;
- д) розгляду можливості використання даної моделі виймально-навантажувального обладнання для влаштування з'їздів, на допоміжних роботах;
- ж) встановлення річного режиму роботи виймально-навантажувального обладнання і його річної продуктивності з урахуванням впливу основних факторів (кліматичних умов, терміну служби і т. п.).

Висновки

В розділі наведена технологія формування техногенного родовища, проаналізовано вплив на технологію розробки. При виборі найбільш раціональної технології розробки, враховуємо розподіл по крупності сировини з необхідними споживчими властивостями елементів структури масиву родовища і необхідних його параметрів.

Проведений ситовий аналіз на повну висоту ярусу відвалу навантажувачем відходів ДЗФ показав співвідношення фракційного складу <5 мм складає 63 %, від 5 мм до 25 мм дорівнює 34 %, >25 мм складає 3 %.

Визначено доцільність застосування відходів ДЗФ і придатність їх для хімічної, металургійної, будівельної, цементної промисловості, також в якості заповнювачів.

Розробка техногенного родовища (ТР) - відвалів відходів переробки вапняків вимагає значно менших енерговитрат, ніж розробка природного масиву, тому що породи ТР представляють піщано-гравійну суміш і не вимагають попереднього розпущення за допомогою вибуху. ТР структуроване по гранулометричному складу, що забезпечує можливість більш продуктивного використання грохотильних установок. Компактність ТР і наявність залізничних шляхів створюють передумови для максимально ефективного використання виймально-навантажувального і транспортного устаткування.

Оскільки кінцевим пунктом транспортування гірничої маси є приймальний бункер переробного комплексу, потрібно вирішити задачу вибору раціонального розташування приймального пункту, що забезпечує мінімум транспортних витрат на період експлуатації родовища, вибрати раціональне поєднання параметрів виймально-навантажувального обладнання і транспортного обладнання з обґрунтуванням параметрів системи розробки.

РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ

3.1 Вибір технології грохочення і грохота

В своїй роботі [45] автор зазначає, що технологічні лінії класифікації і збагачення сировини неоднорідних карбонатних родовищ, як правило, реалізують операції дроблення і грохочення. Технологічні лінії сухої переробки сировини забезпечують отримання товарних продуктів необхідної якості тільки для крупних класів щебеню в умовах низької вологості. Милкі класи щебеню (крупністю 0-25мм) при цьому не використовуються і направляються у відвал. Виникає необхідність удосконалення існуючого процесу класифікації і збагачення сировини з метою підвищення якості кінцевої продукції і розширення на цій основі фракційного складу, які відповідають вимогам споживачів.

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 $1,5\text{М}^3/\text{Т}$; вологість до 9%.

Технічні характеристики: виробнича потужність не менше 500 т/год; Кількість дек – 2; Величина регулювання амплітуди коливання грохота 6-10 мм; Кут нахилу грохота – від 20° до 30° ; Сито верхньої деки (25x25 мм), нижньої деки (8x8 мм та 10x10 мм)

Для цих умов виконаємо порівняльний аналіз декількох мобільних грохотів. Обираємо для порівняння 7 мобільних грохотів: Kleemann MS 19Z,

Kleemann MS 19D, Sandvik QA41, Sandvik QA335, Maximus 522, Terex Finlay 694+ Dual Power Supertrak, Finlay 684 2-Deck, Lokotrack ST3.8.

Аналіз порівняння мобільних грохотів (табл.3.1) показав оптимальний варіант для умов експлуатації та відповідності технічному завданню мобільна сортувальна установка Maximus 522.

Таблиця 3.1 - Зведені дані по витратах на експлуатацію грохотів, грн./т

Елементи витрат	Maximus 522	Sandvik QA335	Terex Finlay 694+ Dual	Lokotrack ST3.8	Sandvik QA441	Kleemann MS 19Z	Kleemann MS 19D	Finlay 684 2-Deck
Дизпаливо	3,58	2,18	0,00	2,51	2,93	5,86	5,86	7,31
Електроенергія			1,17					
ТО	1,13	1,74	0,61	2,00	2,34	1,06	1,06	1,24
ПР	4,42	5,09	6,82	5,86	6,82	9,31	9,31	9,66
ФОП	0,49	0,53	0,71	0,61	0,71	0,85	0,85	1,00
Інвестиції	0,95	1,06	2,22	1,69	1,94	1,73	2,00	2,03
Усього	10,57	10,59	11,53	12,67	14,73	18,81	19,08	21,23

Проведений аналіз даних по витратах на експлуатацію грохотів показує, що найбільш доцільним буде Maximus 522 за рахунок менших витрат на поточні ремонти, фонд оплати праці і найменших витрат на інвестиції. Також на Новотроїцькому РУ Maximus 522 експлуатується з 2017 року і за роки використання зарекомендувала себе як надійна установка.

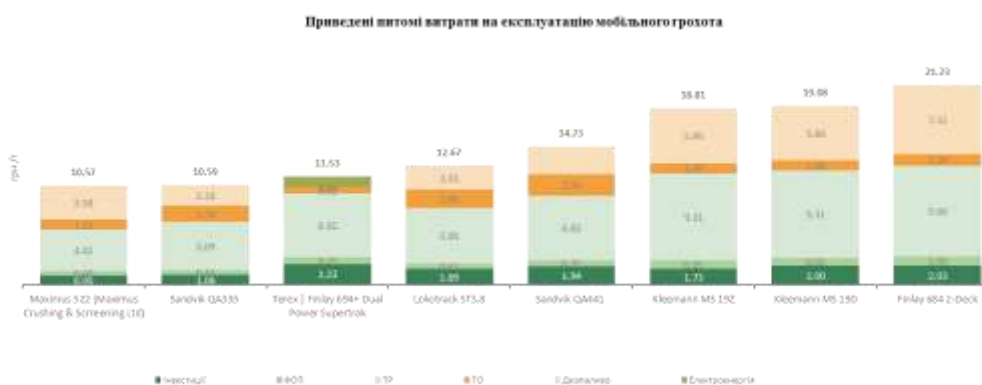


Рисунок 3.1 Приведені питомі витрати на експлуатацію мобільного грохота

Maximus 522 – це високопродуктивний (до 600 т/год) мобільний вібраційний грохот (табл. 3.2) для вторинного сортування гірничої маси. Застосовується на гусеничному ході і призначений для сортування великих обсягів мілких і середніх фракцій вапняку та відсівів дроблення при підвищених вимогах до якості і чистоті розсіювального продукту або при сортуванні мілких фракцій. Оснащений двигуном Caterpillar C4.4 потужністю 129 к.с. Об'єм приймального бункера складає 9,3 м³.

Вмонтовані бокові конвеєри забезпечують необхідну продуктивність при значній висоті розвантаження матеріалу і дозволяють завантаження матеріалу безпосередньо в автотранспорт.

Мобільна сортувальна установка Maximus 522 буде виробляти 3 фракції кінцевої продукції, а саме фракції 0-5 мм, 5-25 мм та фракцію >25 мм. Завдяки заміні сит на грохоті можливо отримувати фракції 0-10 мм, 15-25 мм. Це дозволяє гнучко реагувати на запит споживачів[46].

Таблиця 3.2 Технічні характеристики грохота Maximus 522

Характеристики	Од. вим.	Значення
Паспортна продуктивність вихідної сировини	т/год	650
Номінальна продуктивність вихідної сировини	т/год	130
Кількість ярусів сит	Од.	2
Просіювальна поверхня (верхня дека)	Мм	6700x1525
Просіювальна поверхня (нижня дека)	Мм	6100x1525
Двигун	кВт	CAT C4.4 -94,8 кВт
Обсяг паливного бака	Л	500
Габарити	М	3x18,8x3,4

3.2 Систематизація факторів впливу параметрів техногенного родовища на вибір гірничовидобувного устаткування

[1] У своїй праці автор зазначає, що перша група факторів обумовлені походженням матеріалу у техногенному родовищі і його склад. За видом походження, сформоване техногенне родовище Новотроїцького Рудоуправління відноситься до відходів переробки збагачувальної фабрики гірничовидобувної промисловості.

Друга група факторів, що впливають на вибір гірничовидобувного обладнання, як правило, залежить від способу формування техногенного родовища і відноситься до насипних з гребінчастою формою рельєфу.

Третя група факторів, враховують геометрію родовища і відноситься до середніх насипних (50-150 га).

У четвертій групі враховується вплив фізико-механічних властивостей порід, а саме міцність, абразивність та вологість порід. За цими показниками техногенне родовище вапняків Новотроїцького Рудоуправління відноситься за міцністю до міцних (від 60 МПа до 100 МПа); за абразивністю породи середньої абразивності (від 10 до 30 мг); за вологістю порід відноситься до невологоємких (K_f до 10 м/добу).

Систематизуючи зведені дані (в табл. 3.2) дані, можемо побачити, що для усіх груп факторів найбільш доцільні гірничі устаткування для відпрацювання техногенного родовища є застосування у якості виймально-навантажувального і виймально-транспортного обладнання є: екскаватор гідравлічний (ЕГ) типу пряма лопата; екскаватор гідравлічний (ЕГ) типу зворотна лопата; навантажувач; роторний екскаватор.

Таблиця 3.3 - Вплив факторів техногенного родовища на вибір гірничого устаткування

Назва фактору	Гірничовидобувне устаткування								
	ЕГ (пряма лопата)	ЕГ (зворотна лопата)	ЕКГ (пряма мех. лопата)	Драглайн	Навантажувач	Роторний екскаватор	Грейфер	Фрезерний комбайн	Скрепер
Відходи гірничовидобувної промисловості									
Вапняки	+	+	+	-	+	+	+	+	-
Насипні									
Гребінчасті (середні)	+	-	+	+	+	+	-	-	-
Розмір родовища									
Насипні (середні)	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Фізико-механічні властивості									
Міцність порід (від 60 МПа до 100 МПа)	+	+	+	-	+	+	-	+	-
Абразивність порід (породи середньої абразивності)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Вологість порід (невологоемкі породи)	+	+	+	+	+	-	-	-	-

3.3 Дослідження застосування технології розробки роторним екскаватором

При розробці розпущених гірничих порід використовують багатоківшеві екскаватори (роторні або ланцюгові). Транспортування виконується в основному стрічковим конвеєром.

Системи розробки технікою безпервної дії характеризуються безперервним процесом розробки та транспортування. Завдяки цьому можливо видобувати великі обсяги гірничих порід (до 14000 м³/год) [5]. При цьому інвестиційні витрати є досить високі, а виробничі – невеликі, наприклад, у порівнянні з використанням циклічних систем розробки такої потужності. Застосування систем безперервного виймання може бути економічно вигідним в проектах з довгим строком експлуатації (декілька десятиліть). Так як в цьому

випадку переважно використовуються машини з електричним приводом, забруднення навколишнього середовища відносно невеликі.

Розглянемо можливість використання роторного екскаватора для розробки техногенного родовища Новотроїцького рудоуправління.

Технологія виймання гірничої маси роторним екскаватором

Виймання з вибою виконується роторним екскаватором і по конвеєрній стрічці транспортується безпосередньо до приймального бункера грохотильної установки. Це потребує організації технології виймання: екскаватор буде виконувати виймання гірничої маси торцевим вибоєм, гірничу масу після екскавації потрапляє на конвеєр і потрапляє безпосередньо в приймальний бункер грохота, який встановлюється поряд з екскаватором і переміщується вслід за ним, мобільний грохот виконує розсів гірничої маси на фракції. Для навантаження сформованої товарної продукції в автосамоскиди необхідне залучення колісного навантажувача і організація технологічних доріг для руху автосамоскиду.

Вибір роторного екскаватора

Власне екскаватор і є головною машиною комплексу, значною мірою визначаючий ефективність роботи пов'язаного з ним обладнання. Однак область застосування обмежена. Вони можуть працювати в основному по м'яким або сипучим породам. Для наших умов підходять роторні екскаватори з підвищеним зусиллям різання (більше $0,7\text{МН/м}^2$), які підходять для екскавації сипучих скельних порід[6]. Як зазначає автор дослідження[2], область співвідношення висоти черпання і теоретичної продуктивності роторних екскаваторів(рис 3.2)

При сипучих породах на видобувних роботах найбільш ефективні екскаватори з висувною стрілою.

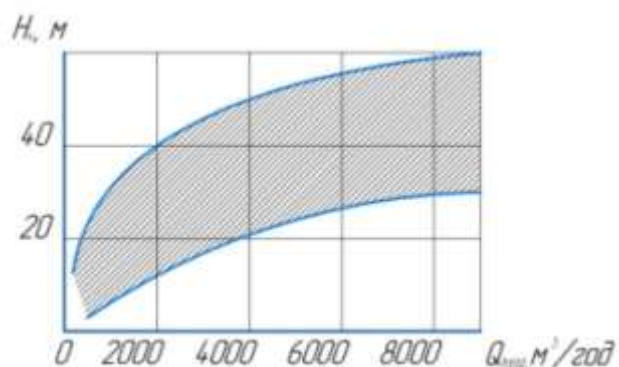


Рисунок 3.2 Область співвідношення висоти черпання і теоретичної продуктивності роторних екскаваторів

В залежності від порядку відпрацювання вибою розрізняють неповоротні і поворотні роторні екскаватори. Неповоротні екскаватори працюють в комплексі з транспортно-відвальними мостами і оснащуються колісним залізничним ходом. Для наших умов більш доцільні поворотні екскаватори на гусеничному ході.

Вибір схеми роботи роторного екскаватора

Роторні екскаватори, як правило, виконують виймання заходками, розташованими поперечно до напрямку розробки. Заходки виконується по ширині, оптимальній для конструкції екскаватора і технології (розділення шарів).

При селективному вийманні важливим є послідовність відпрацювання блока різними стружками. Під час відпрацювання блока горизонтальними стружками їх утворення виконується поворотом роторного колеса по ширині блока. Кожний окремий ківш виймає при цьому частину гірничої породи – стружку. Ширина стружки визначається швидкістю повороту роторного колеса, поділеної на кількість розвантажень.

Схема розташування вибою в торці уступу широко поширена поворотних роторних екскаваторів на гусеничному ході.

Спосіб розробки вибою визначається геологічними умовами родовища і виробничо-технічними вимогами. При розробці пухких і сипучих порід застосовують спосіб розробки вибоїв вертикальними багаторядними стружками, а також для селективного виймання шарів(рис 3.3).

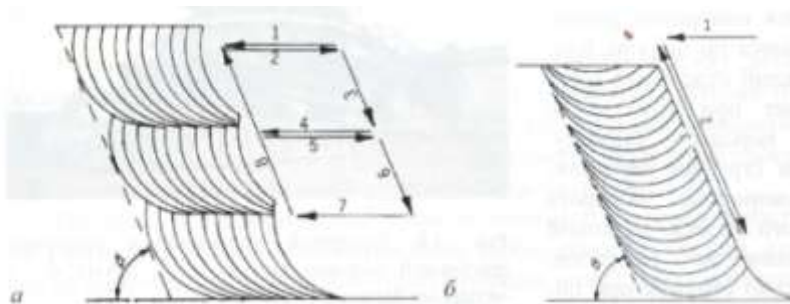


Рисунок 3.3 Розробка уступу: а) вертикальними; б) горизонтальними стружками; 1-8 – порядок відпрацювання блока

Висота вибою, який відпрацьовують верхнім черпанням, вертикальними стружками

$$H = L \sin \beta_1 + C_n + h_1 - \frac{D}{2}, \text{ м} \quad (3.1)$$

де L – довжина стріли, м;

β_1 - кут нахилу роторної стріли до горизонту при відпрацюванні верхнього шару, град; D – діаметр роторного колеса, м; C_n – висота закріпленого опорного шарніру стріли, м; h_1 - висота першого шару, м.

Для роторних екскаваторів при роботі в торцевому вибої(рис 3.4) максимальна ширина заходки складе

$$A = R_{ч1} \sin \varphi_1 + R_{чn} \sin \varphi_n - (H - h) \operatorname{ctg} \alpha, \text{ м} \quad (3.2)$$

де $R_{ч1}$ – радіус черпання екскаватора при вийманні першого шару, м; φ_1 - кут повороту роторної стріли в сторону уступу при вийманні першого шару, град; $R_{чn}$ - радіус черпання на рівні стояння, м; φ_n – кут повороту роторної стріли в сторону навантаження при вийманні останнього шару, град.

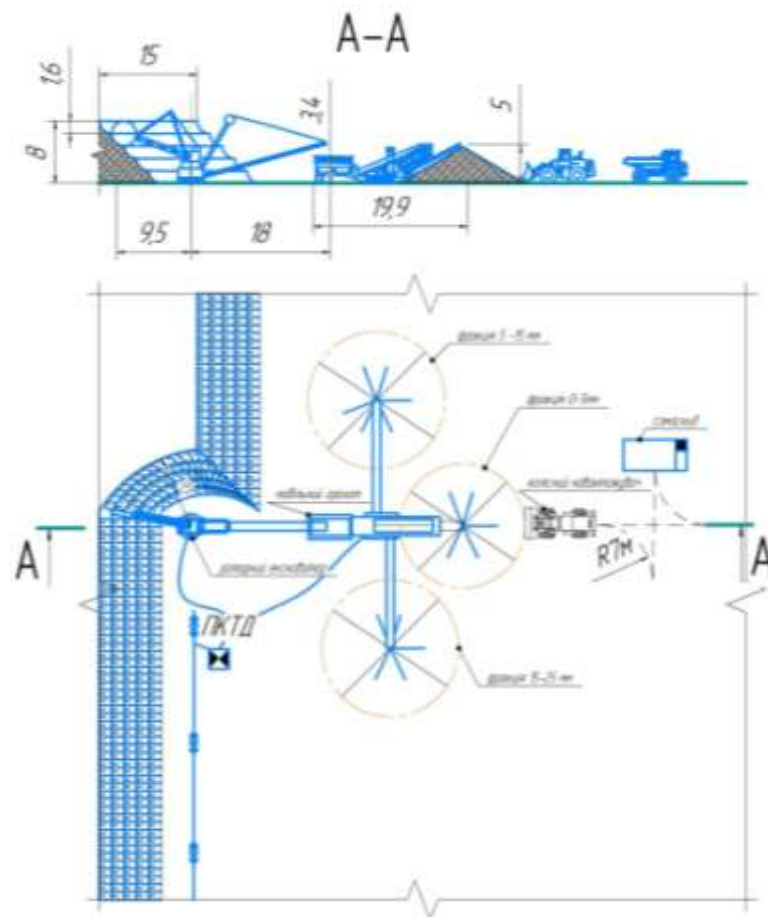


Рисунок 3.4 Технологічна схема розробки техногенного родовища роторним екскаватором

Технічні характеристики компактних роторних екскаваторів, які задовольняють відповідним характеристикам порід й вихідним проектним вимогам наведені в таблиці 3.3.

Показники	Значення		
	KR400Nk	CP-100	ЭР-200
Теоретична продуктивність, м ³ /год	200	300	200
Питомий тиск копання, кгс/см ²	6.44	6.39	6.5
Висота/глибина копання, м	6/0.3	6.5/0.3	8.0/0.4
Максимальний виліт осі ротора, м	6	6.3	9,5
Діаметр ротора, м	3.0	3.45	3,2
Ємність ковша E, м ³	0.10	0.10	0,10
Число ковшів n	8	10	8
Радіус розвантаження, м	10	16	18
Ширина конвєсної стрічки, мм	800	800	800
Потужність, кВт	190	180	160
Вага, т	74.0	49.0	50.1
Тиск на ґрунт, МПа	0.09	0.09	0.07

Таблиця 3.3 Технічні характеристики компактних роторних екскаваторів

Приймаємо параметри екскаватора ЕР-200 (рис 3.5) і співвідношення (номер формули ширини) можливо встановити наступні параметри вибою роторного екскаватора: висота вибою $H = h_{\text{коп. max}} = 8$ м, ширина вибою $A = 15$ м, кут відкосу 60° .

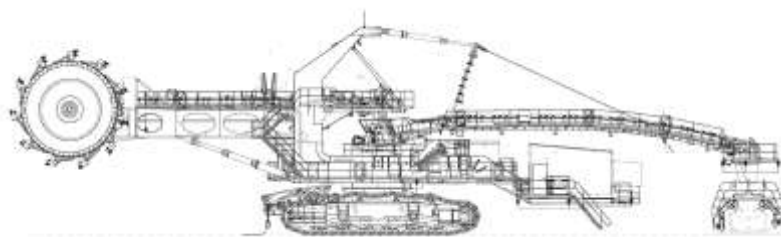


Рисунок 3.5 Роторний екскаватор ЕР-200

Експлуатаційну продуктивність роторного екскаватора ЕР-200 визначаємо згідно [5],

$$Q_3 = \frac{60Enk_nTk_n}{k_p}, \text{ м}^3/\text{зміну} \quad , \quad (3.3)$$

де $E = 0,1\text{м}^3$ (табл. 3.3), $n = 58$ - навантажень в хвилину, коефіцієнт використання робочого часу – $k_{вик} = 0.75$; $k_n = 0.9$ – коефіцієнт наповнення; $k_p = 1.4$ – коефіцієнт розпущення. При восьмигодинній зміні продуктивність складе – $1566 \text{ м}^3/\text{зміну}$.

Приймаючи до уваги сезонність робіт (з квітня до листопад), тобто при тривалості сезону 4400 годин, річна продуктивність екскаватора складе – $861\,300 \text{ м}^3/\text{рік}$ або 1.8 млн. т/рік . Відповідно для забезпечення заданої продуктивності в 1 млн. т/рік достатньо одного екскаватора EP-200.

Висновок. При застосуванні даної технології основною перевагою буде:

- 1) Зменшення екологічного навантаження підприємства. Роторний екскаватор працює на електричному приводі, відповідно немає викидів продуктів згоряння палива.

Обмеженням і недоліком даної технології буде:

- 1) Сезонний фактор робіт. Роторний екскаватор може працювати лише в безморозний період, через змерзання гірничої маси і технічних особливостей самого екскаватора.
- 2) Залежність геометричних параметрів відвального конвеєра і крок пересування грохота.
- 3) Відносно велика металоємність і дороговизна обладнання, необхідність побудови і постійного перенесення ЛЕП.

3.4 Дослідження застосування технології розробки гідравлічним екскаватором

Аналіз застосування гідравлічних екскаваторів

Аналіз тенденції [7] на кар'єрах показав збільшення кількості потужних кар'єрних гідравлічних екскаваторів з робочим обладнанням зворотна і пряма лопата в загальній структурі екскаваторів типу механічна лопата. Вони мають ряд переваг, зумовлених конструкційними особливостями, кінематикою

робочого обладнання, механізмом взаємодії робочого органу – ковша з масивом гірничих порід (рис. 3.6). Дані особливості забезпечують розширення сфери застосування в важких гірничо-геологічних умовах, можливість розробки техногенних родовищ.

Екскаватор типу «пряма лопата» може виймати гірничу масу тільки з рівня установки (верхнім черпанням), але через малий радіус розвантаження їх застосування доцільне лише при навантаженні в автосамоскиди.

Гідравлічні екскаватори типу «зворотна лопата» завдяки трьом ступеням свободи робочого органу забезпечують розробку в породах, як вище рівня стояння екскаватора, так і нижче рівня установки.

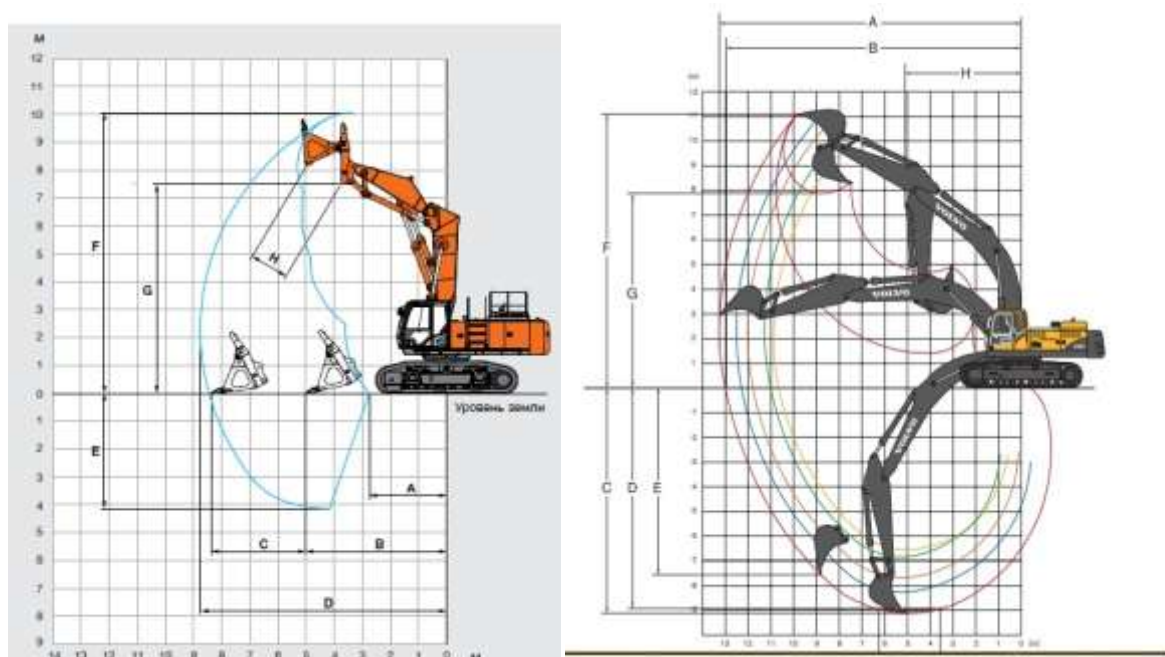


Рисунок 3.6 Робочі параметри екскаваторів

Робота екскаватора на сипучих породах залежить в першу чергу від структури маси, тобто від гранулометричного складу (середнього розміру частинок d_{cp}), коефіцієнта розпушення K_p , а також від властивостей породи ($\sigma_{стиск}$, f), густина γ і абразивність порід.

Оскільки у відходах переробки ДЗФ, відсутні великі некондиційні утворення, глинистих включень у фракції 0-25 мм складає не більше 5 %, то

гірничча маса відповідає згідно цим умовам своїми властивостями сипучій масі. Відповідно, згідно класифікації гірничих порід по ступені зв'язності розпушених порід [6], дана гірничча маса відноситься до першої категорії, тобто схильна до осипань і обвалу навіть при незначному відпрацюванні вибою і обвалення відбувається невеликою інтенсивністю. Коефіцієнт розпушення $K_p=1,35$, густина $\gamma=1,84 \text{ т/м}^3$, f - 6 по Протод'яконову.

Вибір гідравлічного екскаватора

Вихідні умови в виборі екскаватора для розробки техногенного родовища складеним відходами переробки ДЗФ приймаються: виробнича потужність ділянки 1 млн. т/рік, завантаження гірничої маси в грохотильну установку, довжина приймального бункера 3,5 м, висота бункера 3,4 м, породи – відсів порід вапняків фракція 0-25 мм. Згідно цих вихідних даних виконаємо підбір обладнання і порівняємо технічні параметри обладнання і вихідним даним.

Таблиця 3.4 Порівняння технічних характеристик екскаваторів

Технічні характеристики	Volvo EC460BLC	Caterpillar 345DL	Komatsu PC450LC	Liebherr R954	Hitachi ZX450LC-3
					
Ємність ковша, м ³	2,25	2,0	2,22	2,0	2,3
Експлуатаційна маса, т	47	46	45	50,5	46,7
Питомий тиск на ґрунт, кг/см ²	0,69	0,70	0,86	0,89	0,81
Потужність двигуна, кВт	232	283	257	240	260
Максимальна висота копання, м	10,8	10,3	9,8	9,5	7,3 *
Максимальна висота розвантаження, м	7,7	7,6	7,6	7,7	7,1
Швидкість переміщення, км/ч	4,8	4,7	4,0	4,8	5,5
Ціна (2019 р.), тис. USD, без ПДВ	412	451,5	462,2	531,26	465,4

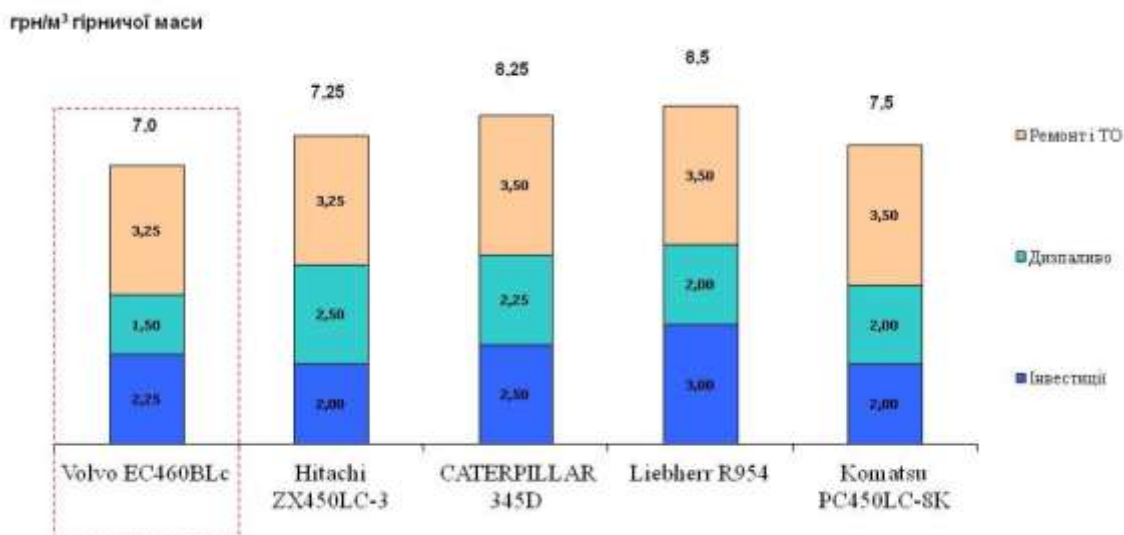


Рисунок 3.7 Діаграма порівняння приведених витрат на експлуатацію дизельних екскаваторів за 10 років

Порівнявши між собою 5 гідравлічних екскаватори по технічним характеристикам, відповідність вихідним умовам проектування і виконавши аналіз приведених питомих витрат на екскавацію (рис. 3.7) 1 м³ гірничої маси показав, що найбільш доцільним є придбання екскаватора Volvo EC460BLc, перевагою відносно конкурентів досягається за рахунок менших витрат на дизпаливо і на ремонт та ТО.

Розрахунок робочої площадки при використанні гідравлічних екскаваторів в комплексі з грохотильної установкою

Ширина робочої площадки повинна забезпечувати можливість продуктивної роботи виймального і збагачувального обладнання. Зв'язність і сипучість порід визначають ступінь безпеки ведення екскаваційних робіт і можливу розстановку обладнання в вибої.

Мінімальні розміри ширини робочої площадки визначаються в залежності від технічних параметрів обладнання. Існують декілька видів технологічних схем і в результаті досліджень[7] були виявлені дві основні схеми. При використанні першої схеми (рис 3.8 а.), екскаватор розташовується на нижній площадці уступу, наповнення ковша відбувається верхнім

черпанням. При роботі по другій схемі(рис 3.8 б.), екскаватор розташовується на підступі, поєднуючи переваги верхнього і нижнього черпання.

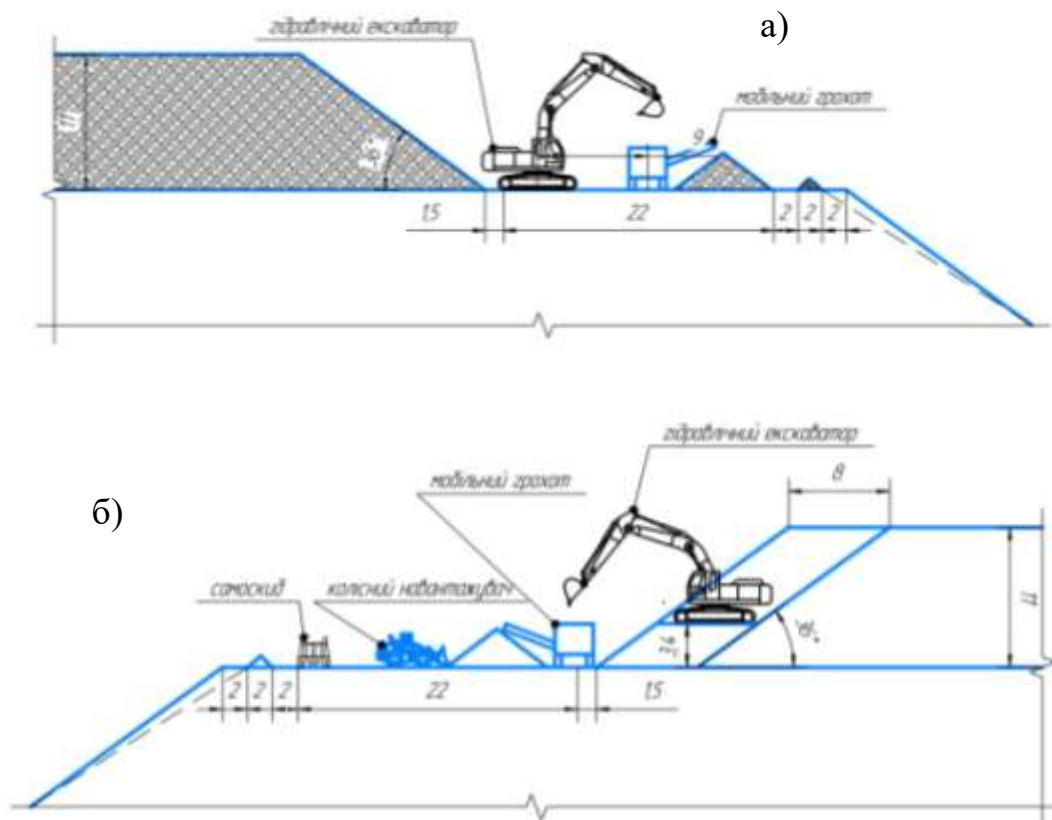


Рисунок 3.8 - Технологічні схеми розташування гідравлічного екскаватора:

а) виймання верхнім черпанням; б) комбіноване виймання нижнім і верхнім черпанням

При розрахунку мінімальної ширини робочої площадки враховуючи параметри обладнання для схеми (рис. 3.8, б)

$$Ш_{min.роб.плоч.} = q + p + z + s + a = 1.5 + 22 + 2 + 2 + 2 = 22.5 \text{ м} \quad (3.4)$$

де: q – безпечна відстань від екскаватора до нижньої бровки уступу, м; p – робоча зона обладнання, м; z - відстань від подошви запобіжного валу до кромки проїжджої частини, м; s – ширина запобіжного валу, м; a – ширина призми можливого обрушення, м.

Робоча зона обладнання

$$P = R_{\text{розв.}} + 0,5B_{\text{грох.}} + 2c + R_{\text{нав.}} + B_{\text{авт.}} = 9 + 0,5 * 3 + 2 + 7 + 2,5 = 22 \text{ м (3.5)}$$

де: $R_{\text{розв.}}$ – радіус розвантаження екскаватора, м; $B_{\text{грох.}}$ – ширина грохота, м; c – безпечний проміжок між обладнанням, м; $R_{\text{нав.}}$ – радіус повороту навантажувача, м; $B_{\text{авт.}}$ – ширина автосамоскиду, м.

Технологія розробки техногенного родовища з застосуванням гідравлічного екскаватора.

Відпрацювання ТР виконується гідравлічним екскаватором типу зворотна лопата з завантаженням сировини безпосередньо до приймального бункера грохотильної установки. Порівнявши варіанти (рис 3.8 а, б) найбільш доцільно встановлювати екскаватор на підступі (рис 3.9), висота якого буде дорівнювати висоті грохота $h_{\text{підуст.}}=3,4$ м. Мобільний грохот встановлюється з дотриманням безпечного проміжку 1,5 м. Грохот розсіює гірничу масу на 3 конуси: 0-5 мм, 5-15 мм; 15-25 мм. Для навантаження готової товарної продукції в автосамоскиди споживачів необхідно залучення колісного навантажувача.

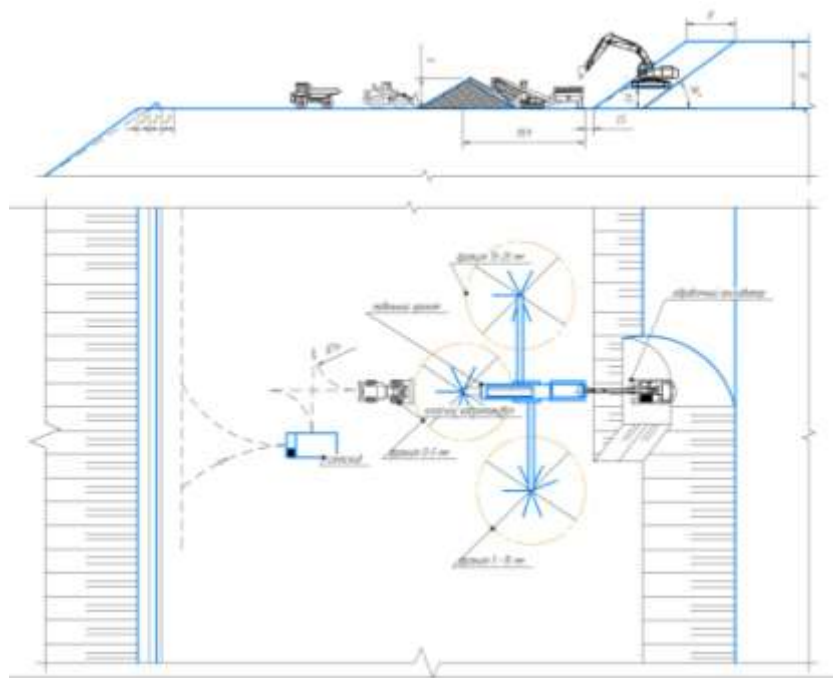


Рисунок 3.9 Технологічна схема розробки техногенного родовища гідравлічним екскаватором

Висновок. При застосуванні гідравлічного екскаватора в даній технології основною перевагою буде:

1. Мобільність обладнання. Гідравлічний екскаватор, мобільний грохот, навантажувач працюють на дизельному приводі, відповідно не потрібно підведення ЛЕП.

Обмеженням і недоліками даної технології буде:

1. Залежність геометричних параметрів екскаватора і грохота. Через невеликий радіус розвантаження екскаватора $R_{\text{розв.мах}} = 7,5$ м, є необхідність постійно пересувати грохот. Для цього необхідно повністю зачистити фракцію 0-5 і 5-15 мм, щоб грохот зміг переїхати нове місце.
2. Для реалізації фракції 0-25 мм необхідне залучення додаткової одиниці обладнання, щоб завантажувати автосамоскиди гірничою масою безпосередньо з вибою.

3.5 Дослідження застосування технології розробки колісними навантажувачами

Існуючий досвід показує, що попит на продукцію переробки ДЗФ схильний до значних коливань. Мобільність і багатофункціональність обладнання, дозволить обходити цей фактор.

Пропонується розглянути технологію розробки родовища з застосуванням колісних навантажувачів в якості виймально-транспортної техніки, розсів піщано-щебеневої сировини (фракції 0-25 мм) з застосуванням мобільного грохота на товарну продукції у вигляді фракцій 0-5 мм, 5-10 мм, 10-25 мм.

При виборі навантажувачів пов'язують основні експлуатаційні параметри навантажувача і автосамоскидів:

- ємність (вантажопідйомність) ковша навантажувача і ємність (вантажопідйомність) кузова автосамоскиду, ширина ковша навантажувача і довжина кузова транспорту, найбільша висота розвантаження ковша навантажувача і висота кузова автосамоскиду;
- експлуатаційні параметри навантажувача і грохота: геометричні параметри ковша приймального бункера і ковша навантажувача також висоту розвантаження навантажувача;
- сумісність продуктивності навантажувача і мобільність грохота.

У своєму дослідженні автор [2] зазначає, що собівартість навантаження 1 м³ розпушеної скельної породи навантажувачем на пневмоколісному ході з ковшем 1,9 – 7,65 м³ на 18-50% нижче собівартості навантаження екскаваторами з ковшем ємністю 1,9-4,0 м³. При цьому капітальні витрати на придбання навантажувачів в 2-2,5 рази нижче, ніж на придбання екскаваторів.

Варто зауважити, що колісний навантажувач в комплексній механізації найбільш доцільний. Навантажувач забезпечує поточність виробництва, тобто безперервність технологічного процесу виймання, транспортування та складування при суміщенні цих процесів, так як увесь технологічний цикл може виконуватись одним механізмом. Цим також забезпечується незалежність процесів.

Основною перевагою колісних навантажувачів є властивість працювати як виймально-транспортна машина, і відповідно, виконувати поетапну розробку декількох вибоїв різних по кондиції шарів техногенного родовища. Навантажувач також буде виконувати завантаження товарного продукту в автосамоскиди споживачів необхідного фракційного складу і для виконання допоміжних робіт (підчистка просипань гірничої маси, підгортання конусів, підчистка доріг).

Ширина ковша навантажувача повинна бути на 3 % менше довжини кузова автосамоскида, і розмірам приймального бункера мобільного грохота, а

найбільша висота розвантаження ковша відповідати вимогам рівномірного розміщення порід в кузові автосамоскида[3].

Встановлено, що оптимальне співвідношення між фактичною вантажопідйомністю навантажувача і автосамоскиду складає 1 : (2÷3) і в деяких випадках 1 : 4.

Число ковшів або циклів роботи навантажувача, необхідне для завантаження транспортного засобу, визначається по формулі

$$n_k = \frac{q_a K_p}{E_k K_H \gamma} \quad (3.6)$$

де, q_a - вантажопідйомність автосамоскида, т; K_p - коефіцієнт розпушення; E_k - ємність ковша навантажувача, м³; K_H - коефіцієнт наповнення; γ - об'ємна вага гірничої маси, т/м³

Робочий парк навантажувачів, необхідний для забезпечення заданої річної продуктивності ТР, складає

$$N_H = \frac{Q K_{\text{нер}} t_{\text{ц}}}{n_{\text{зм}} n_{\text{д}} T_{\text{зм}} K_{\text{вик}} q_{\text{п}}}, \text{ од} \quad (3.7)$$

де Q - річна продуктивність ТР, т; $K_{\text{нер}}$ - коефіцієнт нерівномірності робіт, дорівнює 1,15; $t_{\text{ц}}$ - тривалість повного навантажувального або навантажувально-транспортного циклу навантажувача, ч; $n_{\text{зм}}$ - число змін роботи навантажувачів на ТР на добу; $n_{\text{д}}$ - число днів роботи ТР на рік; $T_{\text{зм}}$ - тривалість робочої зміни, год; $K_{\text{вик}}$ - коефіцієнт використання навантажувачів протягом зміни; $q_{\text{п}}$ - номінальна вантажопідйомність навантажувача, т.

Вибір навантажувача

Вихідні умови в виборі навантажувача для розробки техногенного родовища складеним відходами переробки ДЗФ приймаються: виробнича потужність ділянки 1 млн. т/рік, діапазон відстані транспортування від 20 до 100 м, довжина приймального бункера 3,5 м, висота бункера 3,4 м.

Таблиця 3.5 Порівняння технічних характеристик колісних навантажувачів

Технічні характеристики	Volvo L220G	Caterpillar 972H	Komatsu WA500-3	Hyundai HL780XTD-9S	Hitachi ZW370-G	Liebherr L 586	LG 989	JCB 467ZX	Doosan DL 550	LiuGong CLG888	Dressta 555C Extra
Ємність ковша SAE, м ³	5	5,5	4,5	5,2	5	5,5	4,5	5	5,4	5	5
Експлуатаційна маса, т	33	26	31,0	30,2	29,3	31,4	26,5	25,8	26,4	30	29
Двигун	D12-D	Caterpillar C13	Komatsu SAA6D140E-5	Cummins OSM11-C	Cummins OSX15	Liebherr D936LA6	Volvo D13	Cummins OSM11-C	Scania D513	Cummins OSM11-C	Cummins OSM11-C
Потужність двигуна, кВт	259	232	235	260	255	250	245	216	264	235	319
Статистичне навантаження переїзджання при повному повороті, кгс	18 820	19 625	15 880	16 928	15 460	20 430	16 825	15 300	19 890	20 796	22 433
Шини	29.5-R25(L3)	26.5-R25(L3)	29.5-R25(L4)	29.5-R25(L3)	29.5-25-22PR(L3)	29.5-R25(L3)	29.5-R25	26.5-R25-E3(L3)	29.5-R25(L3)	29.5-R25	26.5-R25(L4)
Висота пальця повороту ковша в верхньому положенні, м	5,03	4,44	4,9	4,93	4,9	4,64	4,42	3,96	5,22	4,871	4,32
Висота розвантаження, м	3,52	3,08	3,78	3,72	3,7	3,31	3,3	3,05	3,83	3,715	3,25
Зусилля при відриві, ISO, кН	225	206	265	234	267	235	244	166	253	260	255
Радіус повороту навантажувача по ковшу при русі, мм	7,11	7,5	7,84	7,49	7,43	8,25	7,45	7,91	7,79	7,49	7,29
Виліт аромки ковша при опусканні на 45 градусів, м	1,38	1,45	1,57	1,43	1,32	1,38	1,3	1,646	1,38	1,28	1,48
Швидкість переїзджання, км/ч	38	37	43	35	34	40	36	40	36	35	35
Максимальна продуктивність, тс/т	5 606	6 167	5 046	5 831	5 606	6 167	4 485	5 606	6 055	4 709	4 709
Ціна, тис. USD	425,7	387,0	504,2	337,5	462,2	511,6	231,7	307,6	277,0	260,4	325,4
	Max (позитивна оцінка)			Негативна оцінка							

З 11 розглянутих моделей 4 моделі колісних навантажувачів (табл. 3.5) відповідають технічним умовам: Volvo L220G, Komatsu WA500-3, Hyundai HL780XTD-9S, Hitachi ZW370-Gc.

Інші моделі не підходять для експлуатації в умовах техногенного родовища НТРУ по наступним причинам:

- Моделі LG 989, JCB 467ZX, Doosan DL550, LiuGong CLG888, Dressta 555C Extra не підходять підприємству:

1) По-перше, по технічним характеристикам навантажувачів, а саме:

- у навантажувачів LG 989, JCB 467ZX и Dressta 555C Extra висота пальця повороту ковша в верхньому положенні менше 4,9 м, а висота розвантаження менше 3,5 м;
- у навантажувача Doosan DL550, великий радіус повороту ковша при русі – 7,79 м, у порівнянні у Volvo L220G – 7,11 м. Так як радіус повороту визначає маневреність навантажувача, можливість проходження його вдовж штабелів з продукцією, ширину проїздів на складах, то при придбанні

даного навантажувача знизиться ємкість складів і відповідно ефективність використання простору на площадці уступу;

- у навантажувача LiuGong CLG888 низький показник вильоту кромки ковша при опусканні на 45 градусів – 1,28 м, що недостатньо для рівномірного навантаження продукції в кузов самоскида (ширина кузова самоскида – 4,13 м).
- 2) По-друге, усі вище перераховані моделі навантажувачів не надійні в експлуатації, відсутні або географічно віддалені спеціалізовані центри сервісного обслуговування. Існують високі ризики тривалих затримок доставки запасних частин (строк поставки не менше 2-3 тижнів), тривалого часу реагування сервісних служб, у зв'язку з віддаленістю розташування;
- Моделі Caterpillar 972H и Liebherr L586 не відповідають основним технічним вимогам – висота пальця повороту ковша в верхньому положенні складає 4,44 і 4,64 метрів, відповідно, висота розвантаження складає 3,08 і 3,31 метрів, відповідно.

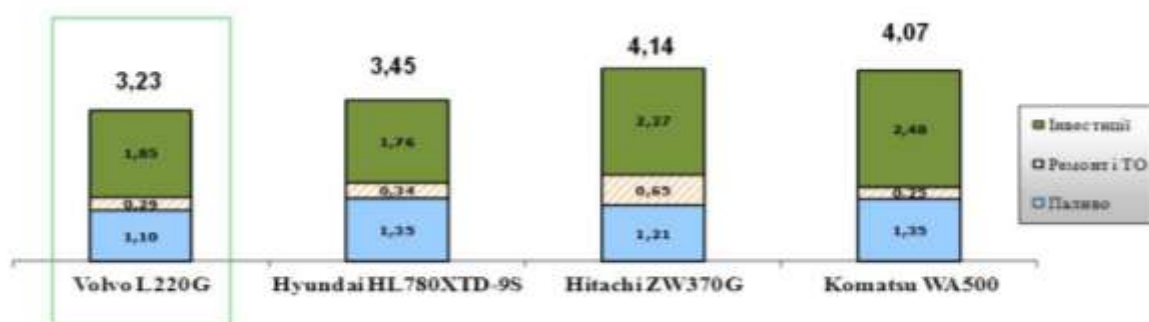


Рисунок 3.10 Діаграма порівняльний аналіз витрат на експлуатації колісних навантажувачів на 10 років, грн./т

На даний момент доцільно придбати навантажувач Volvo L220G по наступним причинам:

- 1) аналог навантажувача Volvo L220E експлуатується на НТРУ з 2007 року і за цей період показала себе як надійна і ефективна техніка. Значних поломок за період експлуатації не спостерігалось.

- 2) проведений порівняльний аналіз приведених питомих витрат на експлуатацію різних виробників показав, що найменші ППВ у навантажувача Volvo L220G (рис 3.10). Економія досягається за рахунок найменших витрат палива, витрат на утримання і вартості придбання.
- 3) сервісне обслуговування техніки Volvo (на НТРУ експлуатується 5 одиниць) виконувалось оперативно, проблем з поставкою запчастин не виникало.

Технологія виймання порід навантажувачем

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.

Виймання гірничої маси з відвалу виконується за рахунок напірного зусилля, повороту ковша і підйому стріли навантажувача. Опущений ківш напірним зусиллям врізається на рівні подошви вибою в породу на глибину $0,2 \div 0,5 l_k$ (l_k – довжина ковша), після чого одночасно виконується підйом стріли і поворот ковша при безперервним поступальним рухом навантажувача. Цей спосіб забезпечує високу ступінь наповнення ковша і скорочення часу виймання, так як дозволяє знизити горизонтальне зусилля врізання ковша. Після завантаження ковша, навантажувач переміщується до приймального бункера грохота, завантажує гірничу масу і повертається назад до вибою.

Застосування навантажувачів в якості виймально-навантажувального і транспортного обладнання доцільно при обмеженому просторі; розробки невисоких уступів або шарів.

Розкриття родовища навантажувачем

В своїх дослідженнях автор пропонує[4] розкривати родовище

траншеями і виймання проводити суцільним вибоєм (на повний переріз) і рекомендується застосовувати при проведенні траншей на невелику глибину. При цьому способі роботи збільшується тягове зусилля і зменшується час наповнення ковша. З наповненим ковшем навантажувач заднім ходом виїжджає з траншеї і транспортує породу до місця розвантаження (рис 3.11).

Висота уступу при розробці сипучих порід $H_y \leq H_{ч.мах}$ і для навантажувача Volvo L220 складе 6 м не повинна перевищувати висоту черпання. Дослідження залежності продуктивності навантаження від відстані транспортування показано на рис 3.11.

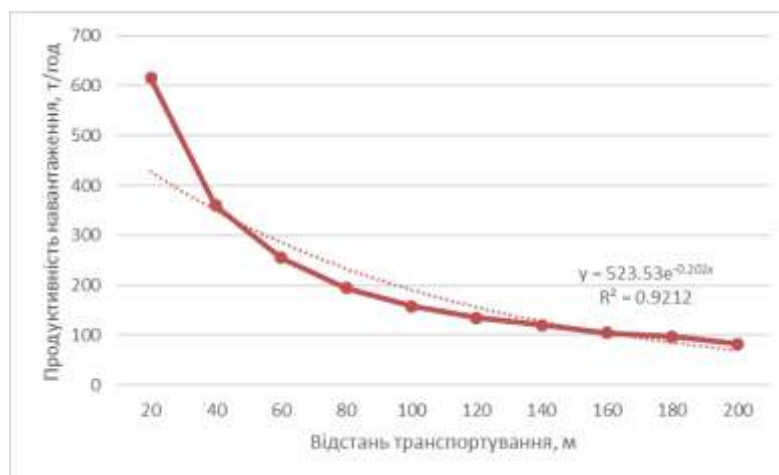


Рисунок 3.11 Графік залежності продуктивності навантаження від відстані транспортування

Ширина заходки для навантажувачів складається з ширини ковша навантажувача і найменшою відстанню між навантажувачем і нижньої брівки навалу чи уступу $c_1(0,4-0,6 \text{ м})$:

$$A_{min} = B_k + c_1 = 3.1 + 0.4 = 3.5, \text{ м} \quad (3.8)$$

Робоча площадка уступу (рис 3.12) при роботі навантажувачів в якості навантажувально-транспортного обладнання мінімальна ширина визначається при під'їзді навантажувача до вибою по прямій схемі фронту робіт (поточний рух навантажувачів в одному напрямку)

$$B_{ск} = a + z + Ш_{п} + z^I = 3,5 + 1 + 3,1 + 5 = 12,6 \text{ м} \quad (3.9)$$

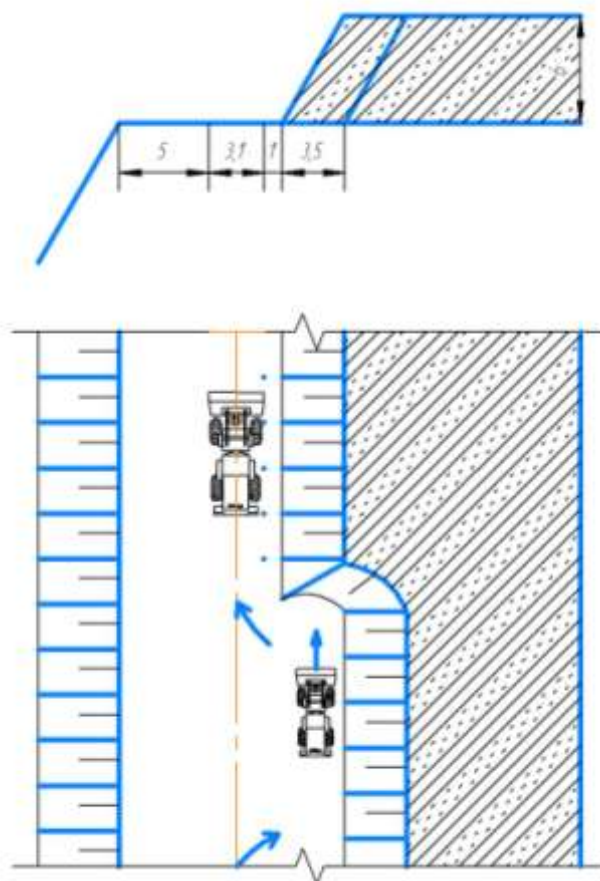


Рисунок 3.12 Схема робочої пощадки при розкритті родовища торцевим вибоєм

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. При такій схемі собівартість робіт буде мінімальна.

Широке застосування при експлуатації навантажувачів отримала схема навантаження с частковим розворотом їх при русі вперед до вибою і від'їздом до автосамоскиду, встановленим під кутом 90° до фронту сформованих конусів (рис. 3.13) При цій схемі завантажений навантажувач від'їжджає від вибою заднім ходом з розворотом під невеликим кутом ($30-45^\circ$) в сторону, протилежну автосамоскиду, а розвернувшись, переднім ходом під'їжджає до автосамоскиду і розвантажується до нього.

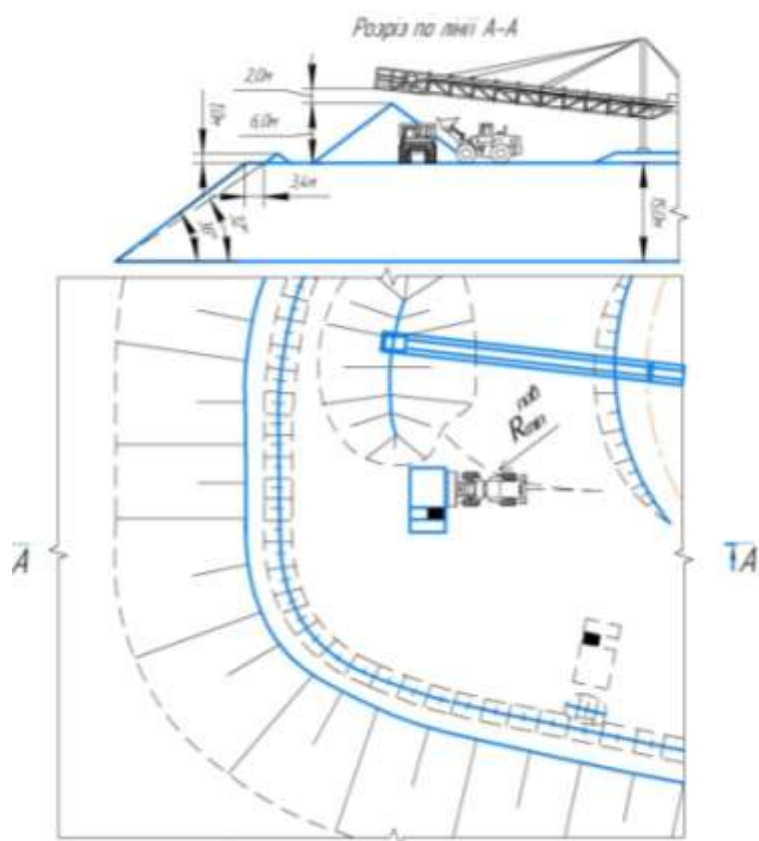


Рисунок 3.13 Схема застосування навантажувача з завантаженням товарної продукції в автосамоскиди споживачів

Порожній навантажувач заднім ходом від'їжджає від автосамоскиду заднім ходом з розворотом на невеликий кут, потім переднім ходом повертається до вибою для наповнення ковша. Застосування цієї схеми забезпечує найменшу відстань пересування навантажувача від сформованого конусу до автосамоскиду і назад.

Навантажувач розкривши в'їзду траншею, далі виймає породу торцевим вибоєм на повну висоту черпання, при цьому грохотильна установка розташовується на вищому горизонті до створення навантажувачем достатнього простору для розміщення всього комплексу обладнання. Після створення простору для розміщення грохотильної установки на площадці, вона переїздить на уступ. Технологічна схема показана на рис 3.14.

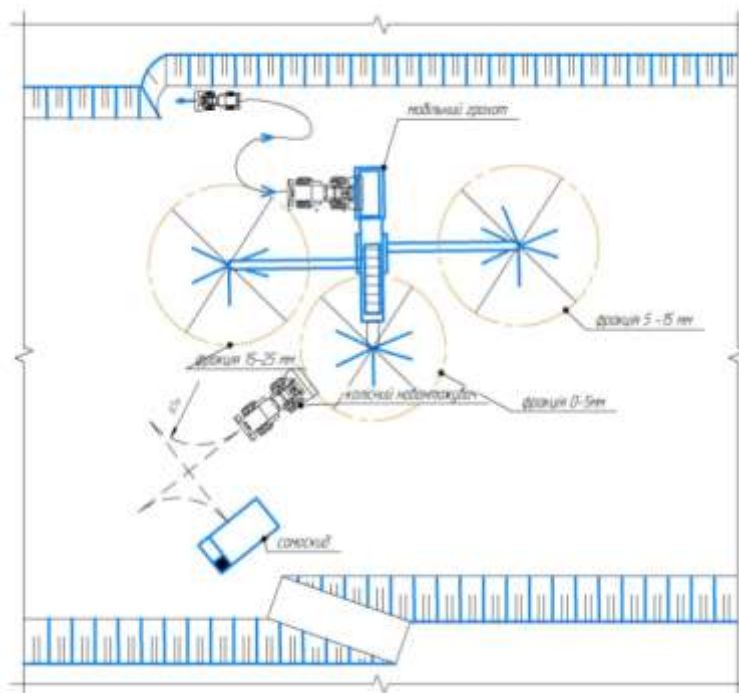


Рисунок 3.14 Технологічна схема розробки техногенного родовища колісними навантажувачами

Таблиця. 3.6 Розрахунок продуктивності навантажувача

Режим роботи:		
Показник	Од.вим.	Результат
число робочих днів на рік	днів	303
тривалість зміни	год	11
тривалість зміни	хвилин	660
кількість змін	одиниць	1
1. Теоретична продуктивність		
Е – ємність ковша	м ³	5
Теоретична тривалість циклу	сек	40
Теоретична продуктивність Volvo 220	м ³ /год	450

Продовження табл. 3.6

2. Технічна продуктивність		
Кн – коефіцієнт наповнення ковша навантажувача	коєф.	1,0

Кв – коефіцієнт вибою, Кв = 0,85...0,9	коєф.	0,85
Кр – коефіцієнт розпущення в ковші	коєф.	1,35
Ктв – коефіцієнт технології виймання (20% дод. робіт)	коєф.	0,83
Технічна продуктивність навантажувача Volvo 220	м ³ /год	235
3. Експлуатаційна продуктивність		
Квик. – коефіцієнт використання навантажувача в часі (Квик = 0,6...0,7)	коєф.	0,7
Експлуатаційна продуктивність Volvo 220	м ³ /зм	1811
Експлуатаційна продуктивність Volvo 220	тис. м ³ /рік	549
Експлуатаційна продуктивність навантажувача Volvo 220	тис. т/рік	1010,2

Автомобільний транспорт і автомобільні дороги

Вибір транспорту необхідно виконувати з врахуванням вимог СНіП 2.05.07-91 «Промисловий транспорт» і других діючих норм і правил з врахуванням конкретних умов проектування техногенного родовища.

Вивіз товарної продукції (щебеню), отриманого після грохочення сировини, виконується автомобілями замовників, для яких передбачений в'їзд, розташований уздовж з'єднувального конвеєру на західному борту відвалу.

Парк автомобілів і механізмів для господарських цілей і виконання допоміжних робіт прийнятий згідно «Нормам технологічного проектування»: Бульдозер на тракторі Четра Т-35.01, поливозрошувальна машина БілаЗ 76470. Для будівництва, ремонту і підтримання внутрішніх автодоріг передбачається використання навантажувача Volvo L220H і бульдозера.

Транспортне навантаження на існуючу під'їзну автодорогу істотно не

збільшиться, так як вона використовується для транспортування відходів ДЗФ і інших перевозок.

Конвеєрний транспорт

Транспортування і розміщення відходів в відпрацьованому кар'єрі «Доломіт» буде виконуватись по існуючій раніше прийнятій технологічній схемі, яка описана в розділі 2 за допомогою системи стрічкових конвеєрів і консольних відвалоутворювачів.

Виконаємо розрахунок продуктивності автотранспорту, для забезпечення вивозу товарної продукції на ст. Волноваха.

Таблиця. 3.7 Розрахунок продуктивності автотранспорту

Показник	Од.вим.	Результат
V_a – геометрична ємність кузова автосамоскиду	м ³	12,5
Кількість ковшів навантажувача в кузові автосамоскиду	од.	2,5
q_a – вантажопідйомність автосамоскиду	т	25
γ – густина порід в цілику	т/м ³	1,84
$n_{ц}$ – кількість циклів екскавації для повного завантаження автосамоскиду	од.	1,83
$T_{ц}^e$ – тривалість циклу екскавації	сек.	40
Час навантаження автосамоскиду (t_n , хв.) вага вантажу в кузові (q, t)	хв.	2,33
$n_{ц}$ – кількість циклів екскавації для повного завантаження автосамоскиду	од.	3,0
$n_{ц}$ – кількість циклів екскавації для повного завантаження автосамоскиду	од.	4,0

Продовження табл. 3.7

Вага вантажу по формулі, q	т	20,7
$V_{\text{срт}}$ - середня технічна швидкість руху автосамоскиду по шосе	км/год	40
Час руху автосамоскида в завантаженому и порожньому напрямку t_d	хв.	60
L – відстань транспортування гірничої маси	км	20
Тривалість транспортного циклу автосамоскиду	хв.	64,8
- тривалість очікування навантаження, хв. ($t_0 \approx 0,5$)	хв.	0,5
- тривалість навантаження автосамоскида	хв.	2,33
- Час руху автосамоскида в завантаженому и порожньому напрямку	хв.	60,0
- тривалість маневрових операцій, відповідно, при встановленні на навантаження и розвантаження	хв.	0,75
- тривалість розвантаження	хв.	1,17
Q_a - Змінна продуктивність автосамоскиду	т	169
Робочий парк автосамоскидів	од.	8,4
Змінний вантажообіг	т/зміну	1902
Коефіцієнт нерівномірності виймання гірничої маси з родовища	k	1,05
Змінна продуктивність родовища	$\text{м}^3/\text{зміну}$	1812
Змінна продуктивність родовища	т/зміну	3334
Коефіцієнт технічної готовності	k	0,7
Інвентарний парк автосамоскидів	од.	12
Добовий пробіг автосамоскида	км	329
Кількість циклів в зміну одного самоскиду	од.	17
Коефіцієнт, який враховує нульовий пробіг від гаражу до місця роботи і назад ($=1,05$)	k	1,01

Висновок. При застосуванні даної технології основні переваги будуть:

- 1) 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.

- 2) Зменшення чисельності обслуговуючого персоналу. Для обслуговування технологічного обладнання необхідно менше персоналу у порівнянні з іншими технологіями.
- 3) Мінімальна кількість обладнання у порівнянні інших технологій.
- 4) 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.
- 5) Екологічність технології. Досягається за рахунок зменшення викидів продуктів згоряння палива та зменшення утворення пилу при вийманні к.к. даній технології.
- 6) Можливість навантаження сировини 0-25 мм без стадії грохочення.

Висновки

В розділі запропонований спосіб сухої переробки сировини з використання мобільного устаткування. Аналіз порівняння мобільних грохотів показав оптимальний варіант для умов експлуатації та відповідності технічному завданню мобільна сортувальна установка Maximus 522.

Виконаний аналіз і систематизація факторів впливу параметрів дозволяє виконати вибір видобувного обладнання для відпрацювання техногенного родовища.

Досліджені застосування технології розробки техногенного родовища різними типами обладнання і порівняні геометричні і технологічні параметри. Запропонована найбільш доцільна технологія розробки з застосуванням колісних навантажувачів.

ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Порівнявши 3 технології розробки, виконаємо розрахунок очікуваного ефекту від впровадження на підприємстві технології розробки техногенного родовища на Новотроїцькому рудоуправлінні.

Для забезпечення технологічного циклу необхідні капітальні витрати на впровадження технології(табл.4.1) розробки Новотроїцького ТР колісними навантажувачами складають 28087,7 тис. грн.

Таблиця 4.1 – 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. 4.2) 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; середньомісячна зарплата грохотника 16 177 грн, водій навантажувача 16 384 грн, водій автосамоскида 14 330 грн ставка 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.

Таблиця 4.2 – Калькуляція собівартості виробництва та реалізації вапняку по елементам

Елементи витрат	Сума	
	тис. грн	грн/т
Дизпаливо	4 613	4,71
ФОП	969	0,99
Ремонти та ТО	5 724	5,84
Податок на надра	4 039	4,12
Амортизація	5 618	5,73
Виробнича собівартість	20 962	21,39
Витрати на збут	42 595	38,07
Повна собівартість реалізації	63 557	59,46

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

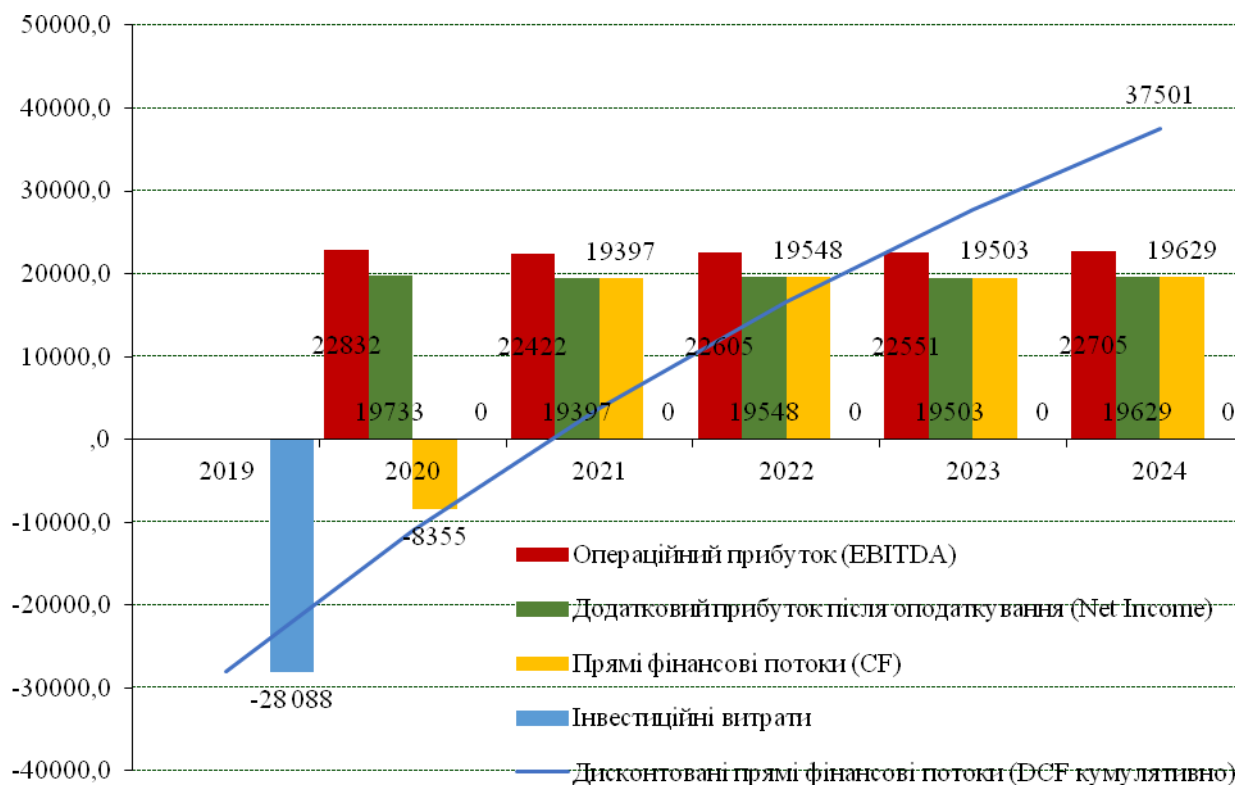


Рисунок 4.1 Діаграма фінансових показників інвестиційного проекту, тис. грн

NPV інвестиційного проекту позитивний (37501 тис. грн >0). Термін окупності проекту складає РВ (17 місяців), DPBP (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 %), тобто інвестору вигідніше вкласти кошти у реалізацію проекту, ніж покласти в банк на депозитний рахунок.

Таблиця 4.3 Розрахунок економічних показників							
Рік		2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ставка податку на прибуток		0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Коефіцієнт дисконтування		1,00	0,87	0,76	0,66	0,57	0,50
Ставка дисконту (банківська річна ставка)	15%						
Початок роботи проекту (для розрахунку окупності)	1	2020					
тис. грн							
Показник/рік	Разом	t	t	t	T	t	t
		0	1	2	3	4	5
Чиста приведена вартість (NPV)	37 501	-28 088	17 159	14 667	12 853	11 151	9 759
Чисте грошове надходження	69 722	-28 088	19 733	19 397	19 548	19 503	19 629
Операційна діяльність	97 810	0	19 733	19 397	19 548	19 503	19 629
Прибуток від реалізації вапняку	403 855		80 771	80 771	80 771	80 771	80 771
Собівартість реалізованої продукції	-290 741		-57 939	-58 349	-58 166	-58 220	-58 066
Податок на прибуток	-15 305		-3 099	-3 025	-3 058	-3 048	-3 076
Інвестиційна діяльність	-28 088	-28 088	0	0	0	0	0
Інвестиційні витрати	-28 088	-28 088	0	0	0	0	0
Внутрішня норма прибутковості (IRR)	64%						
Індекс прибутковості (PI)	2,34						
Термін окупності (PB), місяців	17						
Дисконтований термін окупності (DPBP), місяців	21						

ВИСНОВКИ

Розробка родовищ повинно базуватись на принципі мінімізації утворення відходів та комплексного використання матеріально-сировинних ресурсів і державна політика повинна будуватись на принципах «раціонального використання корисних копалин» та «розвитку конкурентних відносин на ринку мінеральних ресурсів».

Інтенсивний видобуток і переробка корисних копалин на гірничих підприємствах України зумовлюють ряд соціально-економічних і екологічних проблем, пов'язаних з великим техногенним навантаженням і накопиченням величезних обсягів твердих відходів, а також відчуженням і порушенням значних площ сільськогосподарських земель.

Щорічно з надр землі виймається більше 2 млрд. т гірничої маси, 60–70 % якої складається у відвали. За різними оцінками у відвалах на території України знаходиться ≥ 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 %

В першому розділі приведені дослідження вчених в галузі гірництва на тематику техногенних родовищ (утворень), виконаний аналіз проблематики ринку вапняку в Україні і дефіцит вапнякового каменю. Також наведена геологічна характеристика підприємства і заскладованих відходів ДЗФ.

В другому розділі виконаний аналіз формування відвалу відходів ДЗФ, визначено доцільність застосування відходів ДЗФ для металургійної, будівельної, хімічної, дорожньої галузі і проаналізований перелік можливих споживачів вапняку.

В третьому розділі досліджено застосування комплексів гірничовидобувного обладнання для розробки родовища, встановлені залежності характеристик родовища і можливі технології виймання корисної копалини.

Виконаний вибір гірничого устаткування для збагачення сировини. Досліджені технології розробки родовища з використанням роторного екскаватора, гідравлічного екскаватора і навантажувача. Виявлені залежності параметрів родовища і

застосованого обладнання, дозволили обрати раціональну технологію розробки родовища за допомогою навантажувачів.

Проведений аналіз порівняння технічних характеристик колісних навантажувачів дозволив встановити, що доцільним буде використання навантажувача Volvo L220. Запропонована технологія розробки родовища.

В економічному розділі наведені розрахунки економічних показників, термін окупності проекту складе 17 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 %), тобто інвестору вигідніше вкласти кошти у реалізацію проекту, ніж покласти в банк на депозитний рахунок.

Запровадження технології розробки відходів ДЗФ дозволить:

- 1) розширити номенклатуру продукції, задовольнити попит споживачів на продукцію мілких фракцій (0-25 мм);
- 2) вийти підприємству на нові ринки, розширити область застосування своєї продукції: виробництво мінерального порошку, використання в будівельних матеріалів;
- 3) підвищити конкурентоздатність підприємства, раціональне використання корисних копалин, підвищити економічні показники роботи підприємства;

Подальший розвиток об'єкта дослідження прогнозується в зростанні обсягу збуту продукції до 3 млн. т/рік, проведенні досліджень на придатність продукції для використання у виробництві вапнякового борошна, добрив; проведення рекультивації після виснаження запасів родовища.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Научные основы рационального природопользования при открытой разработке месторождений [Текст]: моногр. / Г.Г. Пивняк, И.Л. Гуменик, К. Дребенштедт, А.И. Панасенко. – Д.: Национальный горный университет, 2011. – 568 с.
2. Теория и практика открытых разработок / [Н.В. Мельников, А.И. Арсентьев, М.С. Газизов и др.]. – М.: Недра. 1973. 636 с.
3. Секисов Г.В., Таскаев А.А., Секисов А.Г. Природно-техногенные минеральные объекты // Изв. АН Кирг. ССР. Физ.-техн. и матем. науки. — 1987. — № 4. С. 49–56.
4. Мельников Н.В., Трубецкой К.Н., Леонов Е.П. Одноковшовые погрузчики на открытых горных разработках. М., Недра, 1971.
5. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых / Новожилов М.Г., Хохряков В.С., Пчелкин Г.Д., Эскин В.С.: Под общей редакцией проф. д-ра техн. наук М.Г. Новожилова. – М.: Недра, 1971. – 552 с.
6. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Части 1 и 2. – М.: Недра, 1985.
7. Логинов, Е.В. Малоотходная открытая разработка полезных ископаемых с помощью гидравлических экскаваторов / Г.А. Холодняков, Е.В. Логинов, Ву Дык Туан // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2017. – №1. – С. 357-363.
8. Закон України «Про надра» [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/132/94-вр>.
9. Про схвалення Концепції Загальнодержавної цільової економічної програми розвитку промисловості на період до 2020 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17.07.2013 р. № 603-р [Електронний ресурс]. – Режимдоступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/603-2013-р>.
10. Гірничий закон України від 06.10.1999 р. 127-XIV із змінами і доповненнями [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1127-14>.

11. Господарський кодекс України від 16.01.2003 № 436-IV зі змінами від 11.03.2007 №424-V [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/436-15>.
12. Закон України «Про відходи» [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вр>.
13. Кодекс України про надра [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-%D0%B2%D1%80/print>
14. Новожилов М.Г. Комплексное использование минеральных ресурсов на карьерах Кривбасса / М.Г. Новожилов, И.Л. Гуменик, В.А. Сиротюк // Горный журнал. – 1996. – №1. – С. 15–19.
15. Беляев В.Н. Проблемы освоения техногенных образований// Изв. Вузов. Горный журнал. 1998. №7-8. С. 202-213.
16. Вострокнутов Г.А. Временное руководство на проведение геохимических исследований при геоэкологических работах. – Екатеринбург, 1991. – 137 с.
17. Макаров А.Б., Талалай.А.Г. Техногенно-минеральные месторождения Урала (особенности состава и методологии исследования) // Техногенез и экология: Информационно-тематический сборник. / Отв. ред. А.Г.Талалай. – Екатеринбург: Уральская государственная горно-геологическая академия. – 1999. С.4-41.
18. Трубецкой К.Н., Уманец В.Н., Никитин М.Б., Классификация техногенных месторождений, основные категории и понятия, «Горный журнал», № 12, 1989.
19. Перспективы разработки силикатных никелевых месторождений Казахстана / Шегай Г., Едильбаев А.И. и другие // Промышленность Казахстана. - 2005. - №3(30). - С.54-56.
20. Шегай Г.И. Техногенные месторождения // Изв. АН Каз. ССР, серия геологическая. — 1990. — № 3. С. 81–86.
21. Наркелюн Л.Ф. Комплексное использование минерального сырья и горно-технологических отходов. — Чита: ЧитГТУ, 1996. 139 с.
22. Едильбаев А.И. Разработка классификации твердых техногенных металлсодержащих минеральных образований горно-металлургического комплекса // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 1.

23. Секисов Г.В., Таскаев А.А., Секисов А.Г. Природно-техногенные минеральные объекты // Изв. АН Кирг. ССР. Физ.-техн. и матем. науки. — 1987. — № 4. С. 49–56.
24. Четверик М.С., Бубнов Е.А. Формирование техногенной геологической среды и ее взаимосвязь с природной // Збірник наукових праць. Вісник Криворізького технічного університету. Кривий Ріг. Вип. 25, 2010, с. 83-87
25. Бубнова Е.А. Классификация нарушенной и техногенной геологических сред // Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов.- Днепропетровск:- 2010.- №89 .- с. 19-28
26. Вовк, Н.Е. Доизвлечение железа из отвальных хвостов ЦГОКа [Текст]/ Н.Е. Вовк, П.А. Гонтаренко, А.А. Коваленко // Горный журнал. - 1998.- № 5. — С.24-29.
27. Пат. 2017964 СССР, МПК E21C41/26 Способ складирования и хранения хвостов / А.Е. Воробьев, Т.В. Чекушина, А.С. Воробьев; заявл.19.02.90; опубл. 12.08.94, Бюл. № 15.
28. Пат. 2186902 Российская Федерация, МПК E02B7/06, E21C41/00 Способ возведения намывной техногенной залежи / С.А. Дементьев (RU); заявл. 09.12.00; опубл. 10.08.02, Бюл. № 22
29. Патент на корисну модель 61522 Україна, МПК E 21C41/26 Спосіб заповнення шламосховища з формуванням техногенного родовища [Текст] / М.С. Четверик, О.А. Бубнова, М.О. Синенко (UA).; заявл. 09.12.2010; опубл. 25.07.2011, Бюл. №14.
30. Прокопенко Е.В., Живогляд А.В. Разработка геоинформационной системы формирования породных отвалов // Сучасні технології маркшейдерського забезпечення раціонального і безпечного ведення гірничих робіт. Збірник наукових праць. - Донецьк: ДонНТУ, 2002.
31. Прокопенко Е.В. //Борщевский С.В., Прокопенко Е.В.//Разработка алгоритма для нахождения максимального компонента в составе пород на отвале. Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов ТулГУ, Тула, 2011.- 117с.

32. Прокопенко Е.В. Прогноз и управление рациональным размещением пород в отвале /С.В.Борщевский, Е.В.Прокопенко// Прогрессивные технологии строительства, реконструкции, реструктуризации и безопасности в капитальном строительстве предприятий угольной промышленности: Вестник. –Донецк: Норд-Пресс, 2009. – Вып. 10 - С. 57-61.
33. Панов Б.С., Проскурня Ю.А. Новые виды минерального сырья Донбасса// Матеріали науково-практичної конференції”Донбасс-2020: наука і техніка-виробництво ”:Донецк: ДонНТУ.-2002, с.74-77.
34. Петенко И.В. Экономико-математическая модель прогнозной оценки параметров зон отрицательного влияния породных отвалов./ <http://www.ecologylife.ru/utilizatsiya-2001>
35. Научные основы рационального природопользования при открытой разработке месторождений [Текст]: моногр. / Г.Г. Пивняк, И.Л. Гуменик, К. Дребенштедт, А.И. Панасенко. – Д.: Национальный горный университет, 2011. – 568 с.
36. Гуменик И.Л. классификация техногенных формирований при открытых горных работах [Текст]/ И.Л. Гуменик, А.С, Матвеев, А.И. Панасенко // Горный журнал. – 1988. - №12. – С.53-54.
37. Гуменик И.Л. концепция переориентации минерально-сырьевой базы Украины на попутные полезные ископаемые [Текст] / И.Л. Гуменик // Уголь Украины. – 1994. - №4. – С. 23 – 25
38. Ворон Е.А., Иванчишина Л.П. Проблемы складирования шахтных пород на ш. «Алмазная» / Е.А.Ворон, Л.П. Иванчишина // Геотехническая механика. – 2005. – Вып. 55. – С. 243 -247.
39. Рыжков Ю.А. Исследование угла естественного откоса пород, используемых в качестве закладочных материалов в Кузбассе // Вопросы горного давления. ИГДСО АН СССР. Вып. 6, Новосибирск, ид-во СО АН СССР, 1961, - 56с.
40. Барон Л.И. Характеристика трения горных пород. М.: Недра, - 1967, - 120с.

41. Исследовать физико-геологические условия устойчивости отвалов ДОФ, отвалов вскрышных пород карьеров и разработать предпроектную документацию по предупреждению оползневых явлений: Отчет о НИР (заключительный) / Научно-исследовательский горнорудный институт Донецкий филиал (ДонНИГРИ); Руководитель П. Н. Калмыков. – №01840026152. – Донецк, 1985. – 87 с.
42. Кустов В.В. Формирование техногенных месторождений на основе управления процессом сегрегации / В.В. Кустов, Г.Д. Пчелкин // Збірник наукових праць НГУ. – Д.: Національний гірничий університет. 2013 - № 41 – С. 24-29.
43. [Электронный ресурс] /Режим доступу: <https://www.minprom.ua/articles/248180.html>. - «Импорт давит известняк»
44. [Электронный ресурс] /Режим доступу: <https://www.minprom.ua/page2/news253816.html>. - «Рынок известняков: импортеры наступают».
45. Дрешпак А.С. Эффективность обогащения и классификации сырья неоднородного карбонатного месторождения/ Дрешпак А.С. // Збірник наукових праць НГУ. – Д.: Національний гірничий університет. 2013 - № 41
46. [Электронный ресурс] /Режим доступу: <https://maximusscreening.ru/screening/maximus-522/>. - «Грохот Maximus 522».
47. Собко Б.Ю. Дипломна робота магістра. Методичні рекомендації для студентів спеціальності 184 Гірництво, спеціалізація «Відкрита розробка родовищ»/Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін, О.В. Ложников ; М-во освіти і науки України, Нац. Гірн.ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017. – 38 с.