

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВІДВАНТАЖЕННЯ ПРОДУКЦІЇ І ТРАНСПОРТНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА
«МОКРЯНСЬКИЙ КАМ'ЯНИЙ КАР'ЄР»**

Виконав: студент(ка) II курсу, групи Тз-319м

Спеціальності 275 Транспортні технології (на
автомобільному транспорті)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)

Керівник



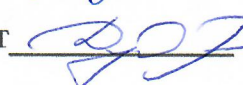
Вовк Д.О.

(прізвище та ініціали)

Васильєва Л. О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент



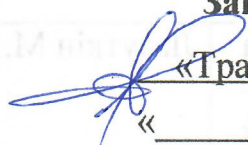
Дударенко О. В.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет машинобудівний, транспортний
Кафедра «Транспортні технології»
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація)
Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри


«Транспортні технології»
« _____ » _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА (КИ)

Вовка Дмитра Олександровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення технологічного процесу відвантаження продукції і транспортного обслуговування підприємства «Мокрянський кам'яний кар'єр»

керівник проєкту (роботи) Васильєва Лариса Олексіївна,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «27» листопада 2020 року № 354.

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2020 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) 1. Вантажопотоки готової продукції кар'єру.

2. Існуюча технологія відвантаження готової продукції Мокрянського кар'єру.

3. Маршрути перевезення продукції кар'єру споживачам. 4. Техніко-економічні показники відвантаження і перевезення готової продукції кар'єру

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2. Визначення проєктних вантажопотоків. 2.2 Розробка запропонованої технології відвантаження готової продукції. 2.3. Розрахунок параметрів бункерного вузла відвантаження. 2.4 Визначення основних параметрів складу готової продукції. 2.5. Розрахунок стрічкового конвеєра. 2.6. Розрахунок продуктивності й кількості засобів вантажопереробки. 2.7. Вибір транспортних засобів для перевезення.

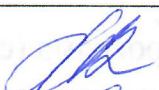
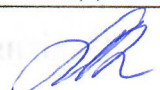





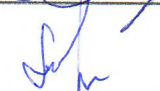
2.8. Розрахунок часу на вантажні операції. 2.9. Організація перевезення гірничої породи з місць видобутку в ДСЦ. 2.10. Організація доставки продукції Мокрянського кар'єру споживачам. 2.11 Розробка графіків роботи транспортних засобів

3. Економічна частина. 4. Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Графічний матеріал магістерської роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Васильєва Л. О., ст. викладач		
Основна частина	Васильєва Л. О., ст. викладач		
Економічна частина	Харченко Т. В., ст. викладач		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М. І., доцент		

7. Дата видачі завдання « 01 » жовтня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

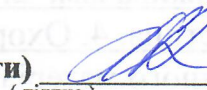
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Захист звітів зі стажування	23.09.2020-04.10.2020	
2	Аналітична частина	07.10.2020-18.10.2020	
3	Основна частина	21.10.2020-04.11.2020	
4	Економічна частина	05.11.2020-15.11.2020	
5	Охорона праці	18.11.2020-22.11.2020	
6	Оформлення МР	25.11.2020-29.11.2020	
7	Перевірка МР на плагіат	01.12.2020-14.12.2020	
8	Отримання зовнішніх рецензій	15.12.2020-18.12.2020	
9	Захист магістерських робіт	22.12.2020-24.12.2020	

Студент(ка)


(підпис)

Д. О. Вовк
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Л. О. Васильєва
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ 130 с., 33 табл., 30 посилань, 2 додатки.

Об'єктом дослідження даної магістерської роботи є технологія й організація вантажопереробки гірничої маси, відвантаження й доставки готової продукції в умовах Мокрянського кар'єру № 3.

Ціль дослідження – вивчення й аналіз існуючої технології й організації вантажопереробки гірничої маси, відвантаження й доставки продукції кар'єру автотранспортом і розробка заходів щодо їхнього вдосконалення.

Методи дослідження – графоаналітичний, імовірнісний і математичної статистики, розрахунки на ЕОМ.

В роботі виконаний аналіз існуючої технології й організації вантажопереробки гірничої маси, відвантаження й доставки продукції Мокрянського кар'єру № 3 автотранспортом на проектний вантажопотік, а також розроблені заходи щодо їхнього вдосконалення при проектуванні бункерного вузла відвантаження. Вивчені питання доставки автотранспортом готової продукції кар'єру споживачам і наведені обґрунтовані рекомендації з організації перевізного процесу. Усі запропоновані заходи обґрунтовані технологічними й техніко-економічними розрахунками. Вивчені питання охорони праці й безпеки у надзвичайних станах.

МОКРЯНСЬКИЙ КАР'ЄР № 3, ГІРНИЧА МАСА, ЩЕБЕНІ, КАМІНЬ БУТОВИЙ, ВІДСІВ, СКЛАД, КОНУСОПОДІБНИЙ ШТАБЕЛЬ, БУНКЕР, ТЕХНОЛОГІЯ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ, ВІДВАНТАЖЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЧЕСЬКИЙ КОМПЛЕКС, ПЕРЕВЕЗЕННЯ, АВТОМОБІЛЬ-САМОСКИД, ГРАФІК, МАРШРУТ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ОХОРОНА ПРАЦІ

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	9
1.1 Загальні відомості про Мокрянський кам'яний кар'єр № 3.....	9
1.2 Характеристика та застосування продукції кар'єру.....	11
1.3 Транспортні властивості щебенів різних фракцій	14
1.4 Характеристика технологічного процесу виробництва кар'єру.....	15
1.5 Транспортне обслуговування підприємства.....	18
1.6 Організація збуту продукції підприємства.....	21
1.7 Аналіз вантажопотоків продукції кам'яного кар'єру.....	23
1.8 Існуюча технологія й організація переробки і відвантаження одержувачам продукції Мокрянського кам'яного кар'єру.....	24
1.9 Характеристика одержувачів готової продукції кар'єру.....	26
1.10 Обґрунтування необхідності розробки магістерської роботи	27
2 Основна частина.....	29
2.1 Розрахунок проєктних вантажопотоків.....	29
2.2 Розробка пропонованої технології відвантаження готової продукції Мокрянського кам'яного кар'єру № 3.....	33
2.3 Розрахунок параметрів бункерного вузла відвантаження.....	35
2.4 Визначення основних параметрів складу готової продукції.....	38
2.5 Розрахунок стрічкового конвеєра.....	40
2.6 Розрахунок продуктивності й кількості засобів вантажопереробки.....	48
2.6.1 Розрахунок продуктивності й кількості засобів вантажопереробки за існуючим варіантом.....	48
2.6.2 Розрахунок продуктивності засобів вантажопереробки за пропонованим варіантом.....	53
2.7 Вибір транспортних засобів для перевезення та розрахунок норм їхнього завантаження.....	55
2.7.1 Вибір транспортних засобів для перевезення гірничої породи в кар'єрі... ..	55
2.7.2 Вибір транспортних засобів для доставки продукції кар'єру споживачам за пропонованим варіантом.....	56

2.8 Розрахунки часу на вантажні операції.....	58
2.9 Організація перевезення гірничої породи з місць видобутку в дробильно-сортувальні цехи кар'єру	62
2.10 Організація доставки продукції Мокрянського кар'єру споживачам.....	66
2.10.1 Організація доставки продукції споживачам у м. Запоріжжя.....	66
2.10.2 Організація доставки продукції споживачам Запорізької області.....	70
2.11 Розробка графіків роботи транспортних засобів.....	73
3 Економічна частина.....	76
3.1 Вихідні дані для розрахунків.....	76
3.2 Розрахунок додаткових капітальних вкладень.....	77
3.3 Розрахунок річних експлуатаційних витрат.....	79
3.3.1 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на організацію вантажопереробки готової продукції Мокрянського кар'єра	79
3.3.2 Розрахунок витрат на перевезення гірничої маси в кар'єрі.....	88
3.3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат на доставку продукції Мокрянського кар'єра споживачам	96
3.4 Розрахунок річної економії експлуатаційних витрат.....	100
3.5 Розрахунок дисконтованого доходу й терміну окупності пропозицій.....	101
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	104
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	104
4.2 Заходи щодо забезпечення техніки безпеки.....	106
4.3 Заходи з виробничої санітарії й гігієни праці.....	107
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	109
4.5 Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	109
Висновки.....	111
Перелік посилань.....	113
Додаток А Дані спостережень за рухом вантажу на складі готової продукції...	117
Додаток Б Графічний матеріал магістерської роботи.....	121

ВСТУП

Українська промисловість нерудних будівельних матеріалів є однією з найважливіших складових народного господарства, оскільки забезпечує економіку та населення країни довговічними будівельними виробами, які використовуються у вигляді оброблених та необроблених блоків, шматків, дробленої, відсортованої, митої або збагаченої сировини. Розвиток економіки України напряму залежить від темпів промислового та дорожнього будівництва. Економічна безпека та незалежність держави в значному ступені базується на розвинутому та високоефективному промисловому комплексі, складовою частиною якого є будівельна галузь, яка являє собою складний багатогалузевий виробничо-технологічний комплекс, який здійснює добичу, переробку, реалізацію нерудних будівельних матеріалів, геологорозвідці роботи тощо.

Промисловість нерудних будівельних матеріалів сформувалася як самостійна підгалузь гірничого виробництва та має особливості, які проявляються в необхідності в ряді випадків приймати незвичайні, для інших гірських галузей, технологічні рішення і використовувати обладнання, що створюється з урахуванням специфіки даного гірського виробництва. До цих особливостей відносяться наступні:

- різноманітність властивостей корисних копалин: від пісків до високоабразивних вивержених порід міцністю 250-300 МПа і більше;
- кількість кар'єрів налічує тисячі, при розкіді їх продуктивності – від декількох десятків тисяч до декількох мільйонів кубометрів корисних копалин;
- незвичайні вимоги до гірської маси, призначеної для переробки: мінімальний вміст дрібних частинок і збереження природного міцності;
- жорсткий зв'язок роботи кар'єра та дробильно-сортувального заводу;
- постійне підвищення вимог до характеристик продукції та розширенню її номенклатури.

Оскільки нерудні будівельні матеріали ставляться до місцевих будівельних матеріалів внаслідок своєї дешевизни, то відповідно основний обсяг ринку спо-

живання приблизно дорівнює обсягу виробництва. Нерудні будівельні матеріали залишаються базовою сировиною для цивільного та промислового будівництва.

Зниження вартості, трудомісткості і енергетичних витрат, а також ліквідація втрат нерудних будівельних матеріалів при виконанні перевантажувальних робіт мають важливе значення. Вибір оптимальних способів і застосування сучасних засобів механізації для виконання значних обсягів робіт при транспортуванні і складуванні навалочних вантажів дозволить ефективно вирішувати завдання щодо інтенсифікації перевантажувальних процесів. Мінімальна вартість і трудомісткість транспортування та зберігання таких вантажів досягається при використанні спеціалізованого автомобільного та залізничного транспорту.

Для вирішення цих завдань виникає необхідність широкого впровадження у виробництво ефективних технологічних рішень. Сучасні технологічні лінії з транспортування та складування нерудних будівельних матеріалів вимагають застосування великої різноманітності транспортних і вантажно-розвантажувальних машин, тому вантажно-розвантажувальні і транспортно-складські роботи займають одне з центральних місць у сучасному кар'єрному виробництві.

На вартість всіх витрат впливає вибір оптимальних способів і засобів виконання навантажувально-розвантажувальних робіт в залежності від конкретних умов. Тому при виборі способу переробки і відвантаження слід розрахувати параметри обладнання з урахуванням умов експлуатації, оцінивши при цьому основні техніко-економічні фактори (дальність подачі матеріалу, продуктивність, вантажообіг комплексу, енергетичні витрати, абразивність, гігроскопічність матеріалу тощо).

Саме для вирішення вищезазначеної проблеми, а також досягнення мети в удосконаленні технологічного процесу відвантаження та перевезення продукції Мокрянського кам'яного кар'єру № 3 виконується магістерська робота.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні відомості про Мокрянський кам'яний кар'єр № 3

ТОВ «Мокрянський кам'яний кар'єр № 3» експлуатує Мокрянське родовище граніту, яке розташоване в Шевченківському районі м. Запоріжжя. Мокрянське родовище гранітів розробляється відкритим способом; корисною копалиною кар'єру є граніти марок 800-1200 [1], з якого виробляються щебені різних фракцій.

Найближчі населені пункти – це м. Запоріжжя; селища – Наталівка та Степове. Запоріжжя розташоване на відстані приблизно 11 км від території кар'єру.

Мокрянський кам'яний кар'єр має вихід на залізничні колії загального користування через станцією Ростуща Придніпровської залізниці.

Протяжність родовища, в середньому, складає з заходу на схід до 2100 м та з півночі на південь від 200 до 500 м.

Основними видами продукції підприємства є:

- щебінь фракціонований;
- матеріали з відсівів подрібнення;
- камінь бутовий.

Основну територію підприємства займає сам кар'єр, площа якого 69,2 га.

Відвали розкритих порід та промислова площадка розташовані за територією кар'єрного поля.

Територія району родовища представляє собою слабо-горбкуватий простір з ухилом в південний напрямок до р. Мокра Московка. Зовнішній відвал розкритих порід розташованій в балці з західної частини родовища. Відсип порід в відвалі виконується пошарово, з використанням рельєфу місцевості. В підставу відвала відсипаються скальні гірські породи для забезпечення руху води.

Розробка родовища корисних копалин (граніту) виконується екскаваторами ЕКГ-5А з наступним навантаженням на кар'єрні автосамоскиди БелАЗ-7522, БелАЗ-7540В.

Гірське та транспортне обладнання розміщене на робочих площадках уступів. Ширина робочих площадок передбачена в планах гірничих робіт в залежності від розташування гірського і транспортного устаткування.

Кар'єр забезпечений водовідведенням (насоси НЦС-300 і резервний НЦС-180), що передбачено планом гірничих робіт. На водовідвідній установці працює єдиний водозбірник. Водовідвідна установка забезпечує протягом 20 годин відкачування максимального очікуваного добового прибування води.

До структури Мокрянського кам'яного кар'єру № 3» входять:

- гірський цех;
- автотранспортний цех (АТЦ);
- дробильно-сортувальні цехи №№ 1, 2 (ДСЦ-1, 2);
- залізнично-навантажувальний цех (ЗНЦ);
- ремонтно-господарський цех (РГЦ);
- центральний розподільний пункт (ЦРП);
- центральний склад та склад паливно-мастильних матеріалів.

1.2 Характеристика та застосування продукції кар'єру

Розроблювана сировина представляє собою граніт, глибинну магматичну породу. Мікроскопічно граніт представляє собою породу сірого та світло-рожевого кольору, нерівномірно-зернисту, середньозернисту, масивну та міцну.

В складі породи головну роль грають мінерали:

- хлорит: 0,5 - 7,0 %;
- калієвий польовий шпат: 25 - 35 %;
- плагіоклаз: 35 - 40 %;
- кварц: 15 - 20 % .

Також спостерігаються вторинні мінерали: хлорит: 0,5 - 7,0 %; мусковіт: від окремих зерен до 4 %; епідот: 0,2 - 4 %; сфен від поодиноких зерен до 5,0 %; се-

рит: до 0,5 - 1,0 %; карбонат: до 0,5 %; акцесорні мінерали: від поодиноких зерен до 0,5 %.

Основні показники фізико-механічних властивостей гранітів Мокрянського родовища наведені в табл. 1.1.

Фракційний щебінь, що випускається на підприємстві, супроводжується сертифікатами якості та відповідає вимогам ДСТУ Б. В.2.7-75-98 «Строительные материалы. Щебень и гравий плотные природные для строительных материалов, изделий, конструкций и работ. Технические условия».

Відсів, який отримується при дробленні гірської породи, відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-210:2009 «Матеріали з відсівів дроблення вивержених гірських порід для будівельних робіт. Технічні умови».

Таблиця 1.1 – Основні показники фізико-механічних властивостей гранітів Мокрянського родовища

Найменування показника	Найменування граніту	
	тронуті вивітрюванням	незмінні
Середня щільність, кг/м ³	2524 - 2630	2542 - 2662
Пористість, %	1,4 - 2,6	0,2 - 2,2
Водопоглинання, %	0,3 - 1,3	0,19 - 1,27
Межа міцності при стисканні, кгс/см ³ :		
- в повітряно-сухому стані	1376 - 2278	1721 - 2640
- в водонасиченому стані	1193 - 1790	816 - 2773
Марка щебеню по дробильності	800 - 1200	600 - 1400
Марка породи по морозостійкості	F25	F25 - F50

Розроблювані граніти можуть бути використані при виробництві:

- щебеню для будівельних робіт, які відповідають вимогам ДСТУ Б. В.2.7-75-98 марок 600 - 1400;
- щебеню для створення покриття щебеневого та гравійного основ та додаткових слоїв дорожнього одягу, згідно вимог ДСТУ Б. В.2.7-30-95 «Будівельні

матеріали. Матеріали нерудні для щебених і гранітних основ та покриттів автомобільних доріг. Технічні умови»;

- щебеню, використовуваного в сумішах асфальтобетонних, аеродромних та асфальтобетону, згідно вимогам ГОСТ 9128-2009 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия»;
- щебеню, використовуваного у якості заповнювачів природних згідно ДСТУ Б. В.2.7-74-98 «Крупные заполнители природные, из отходов промышленности искусственные для строительных материалов, изделий, конструкций и работ».

Таким чином, при розробці родовища граніти можуть використовуватися для виготовлення будівельних матеріалів, що використовуються в промисловому та дорожньому будівництві. В окремих випадках можлива селективна виїмка порід І класу, з низькою радіоактивністю для отримання будівельних матеріалів, які можуть бути використані в житловому та культурно-побутовому будівництві.

1.3 Транспортні властивості щебенів різних фракцій

Щебінь – неорганічний зернистий сипучий матеріал із зернами крупністю понад 5 мм. Отримують щебінь дробленням гірських порід, гравію і валунів, попутно добутих розкривних і містких порід або некондиційних відходів гірських підприємств по переробці руд чорних, кольорових і рідкісних металів і неметалічних копалин інших галузей промисловості і наступним розсіванням продуктів дроблення.

Щебінь характеризується різними властивостями [2].

Лещадність – параметр, що визначає ступінь площинності щебеню. У щебені нормують вміст зерен пластинчастої та голчастої форм. До зерен пластинчастої та голчастої форм відносять такі зерна, товщина або ширина яких менше довжини у три рази і більше. За формою зерен щебінь поділяють на групи: кубовидна, по-

ліпшена і звичайна. Лещадність – одна з найважливіших характеристик якості щебеню. Використання щебеню кубовидної форми дає найбільш щільне утрамбування.

Морозостійкість щебеню характеризують числом циклів заморожування і відтавання. Дозволяється оцінювати морозостійкість щебеню по числу циклів насичення в розчині сірчанокислового натрію і висушування. По морозостійкості щебінь підрозділяють на марки: F15, F25, F50, F100, F150, F200, F300, F400. У будівництві в основному застосовують щебінь з маркою морозостійкості не менше F300 (300 циклів заморожування і відтавання).

Міцність щебеню характеризують межею міцності вихідної гірської породи при стисненні, дробленні щебеню при стисканні (роздавлюванні) у циліндрі, і зносом в поличному барабані. Ці показники імітують опір кам'яного матеріалу при впливі проїжджаючих по дорозі транспортних засобів і механічні дії в процесі будівництва дорожніх конструкцій (укладання й ущільнення котками).

В залежності від марки щебінь ділять на групи:

- високоміцний М 1200-1400;
- міцний М 800-1200;
- середньої міцності М 600-800;
- слабкої міцності М 300-600;
- дуже слабкою міцності М 200.

У щебені нормують вміст зерен слабких порід з межею міцності вихідної породи на стиск у насиченому стані до 20 МПа. Найбільшим попитом користується гранітний щебінь міцністю М 1200; рідше використовується високоміцний гранітний щебінь або базальтовий щебінь з маркою міцності М 1400-1600.

Радіоактивність щебеню – найважливіша характеристика, від якої залежить якість будівельного щебеню. Весь гранітний щебінь, що поставляється, та інші види високоміцного щебеню відносяться до I класу по радіоактивності (менше 370 Бк/кг). Для будівництва доріг підходить щебінь II класу за радіоактивністю (більше 370 Бк/кг).

Щебінь, що видобувається в кар'єрі, характеризується такими параметрами.

1. Марка щебеню за міцністю (дроблення): 1400 кгс/см².
2. Марка щебеню за морозостійкістю: F-300.
3. Вміст пилоподібних і глинистих часток: менше 1 %.
4. Насипна щільність: 1350 кг/м³.
5. Вміст зерен слабких порід: менше 5 %.
6. Радіаційний клас: 1.
7. Форма зерен – кубовидна, за ГОСТ 8267-93 (ДСТУ БВ.2.7-75-98).
8. Коефіцієнт виходу товарної продукції (з урахуванням розпушення) на дробильно-сортувальних заводах становить 1,42.

Щебінь одержують у вигляді такої продукції [2]:

1. Пухка великоуламкова (псефітова) порода, що складається з майже не обкатаних гострокутних уламків твердих порід розміром від 10 до 100 мм. Виділяють за переважаючою величиною уламків:

- щебінь крупний (70...150 мм);
- середній (20...70 мм);
- дрібний (5...20 мм).

2. Матеріал у вигляді шматків зазвичай гострокутної форми розміром від 3...5 мм до 150 мм, одержуваних шляхом дроблення і подальшого розсіву без дроблення гірських порід, металургійних шлаків і деяких термічно оброблених матеріалів.

3. Щебінь у вигляді однієї або двох суміжних фракцій – фракціонований.

4. При випуску без попереднього розсіву на фракції або у вигляді суміші більше двох суміжних фракцій – щебінь рядовий.

5. При вмісті до 15 % зерен пластинчастої форми, щебінь – кубовидний.

Гранітний щебінь одержують «штучним» шляхом – дробленням на дрібні шматочки каменів твердих порід.

1.4 Характеристика технологічного процесу виробництва кар'єру

Технологія і організація видобутку і переробки щебенів та бутового каміння на підприємстві здійснюється з початку буро-підривних робіт, необхідних для дроблення граніту. Ці роботи в кар'єрі виконуються за договором з підрядною організацією ПрАТ «Промвибух» відповідно проєкту. З вибухових робіт організований постійний сейсмічний контроль спеціальною групою. Буріння серії свердловин проводиться за заявкою ПрАТ «Промвибух».

Переробка граніту на щебінь проводиться на дробильно-сортувальних заводах (ДСЦ-1, ДСЦ-2) відповідно до розроблених технологічних схем.

Дробильно-сортувальний завод (ДСЦ-1) оснащений двома лініями дробильного обладнання. Комплекс ДСЦ-1 складається з ділянок первинного та вторинного дроблення, грохочення (сортування), додаткового дроблення, внутрішнього конвеєрного транспорту (стрічкові конвеєра), складів готової продукції.

Дробильно-сортувальний завод (ДСЦ-2) має одну лінію і складається з ділянок первинного та вторинного дроблення, грохочення (сортування), складів готової продукції.

Комплекс ДСЦ-1 складається з ділянок:

- відділення первинного дроблення;
- відділення вторинного дроблення;
- відділення дрібного грохочення;
- відділення мокрого грохочення;
- відділення додаткового дроблення;
- цеху вентиляції;
- відділення внутрішньозаводського конвеєрного транспорту;
- надштабельних і підземних галерей, складів готової продукції.

Процес отримання гранітної продукції складається з наступних операцій.

1. Буріння глибоких свердловин виконується буровим станком «Titon-500». Діаметр свердловин 215,9 мм, глибина 15-17 м. Застосовується долото ОКПВ 215,9. Довжина бурових штанг 9,65 м. Буріння виконують екіпажем з двох чоловік.

2. Вибухові роботи

Всі вибухові роботи в кар'єрі виконуються на замовлення підрядника. До проведення робіт виконується евакуація робітників з кар'єру та переміщення техніки на безпечну відстань. В підготовленні свердловини закладається вибухівка та заливається герметиком. Після вибуху перевіряється детонування всіх зарядів. Вибухи проводяться по мірі необхідності забезпечення ДСЦ-1 та ДСЦ-2 сировиною.

3. Навантаження гірської породи в автомобільний транспорт

Навантаження гірської породи в кар'єрний автотранспорт здійснюється електричними екскаваторами на гусеничному ході ЕКГ-5А. Схема руху автотранспорту до екскаватора – тупикова.

Кар'єрний гусеничний екскаватор ЕКГ-5А являє собою повноповоротну лопату на гусеничному ході, використовувану для виїмки і навантаження в машини розкривних порід. Породи, маса яких більше 2 т/м³, повинні бути заздалегідь розпушені.

Технічна характеристика екскаватору ЕКГ-5А приведена в табл. 1.2 [3].

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика гусеничного екскаватора ЕКГ-5А

Найменування параметру	Значення параметру
Ємність основного ковша, м ³	5,2
Ємність змінних ковшів, м ³	3,2; 4,6; 6,3; 7,0
Найбільший радіус черпання, м	14,5
Радіус черпання на рівні стояння, м	9,04
Найбільша висота черпання, м	10,3
Найбільша висота вивантаження, м	5,25
Максимальний радіус вивантаження, м	12,65
Радіус повороту корми, м	6,7
Потужність, кВт	250
Експлуатаційна маса, кг	196000

4. Транспортування гірської породи

З місця видобутку гірська порода розміром шматка від 0 до 1000 мм доставляється самоскидами в приємні бункера дробильно-сортувальних цехів ДСЦ-1 та ДСЦ-2. Ємність приймальних бункерів відповідно – 140 м³ та 120 м³.

Відстань з місця видобутку до приймального бункеру ДСЦ – 2,5 км.

Для транспортування застосовується БелАЗ-7522, вантажопідйомністю 30 т.

Нагляд за розвантаженням гірської породи здійснює машиніст живильника.

5. Дроблення гірської породи

Підготовлена гірська порода з кусками розмірами до 1 м доставляється до приймального бункеру ДСЦ № 1, місткістю 200 м³. З бункеру за допомогою пластинчастого живильника вона подається в шокову дробарку першої стадії дроблення СМД-118.

6. Внутрішньо-цехове транспортування гранітної продукції

Після дроблення гірська маса конвеєром подається на конусну дробарку середнього дроблення другої стадії дроблення. Подрібнена продукція по конвеєру направляється на сортування до сортувальної установки СМД-121 з якої фракція 20 - 40 мм відбирається на склад наступним завантаженням в залізничні вагони.

Для транспортування продукції в ДСЦ-1 та ДСЦ-2 використовують стрічкові конвеєри.

7. Сортування продукції

Фракція щебеню 40 мм направляється на третю стадію дроблення в дробарку КМД-2200, після чого подрібнена продукція розвантажується на конвеєр і далі на сортувальну установку.

Фракція 20 мм конвеєром подається на сортувальні установки ГИЛ-52 для поділу на фракції 0 - 5 мм, 5 - 10 мм та 10 - 20 мм з наступною подачею щебеню на конвеєри навантаження.

8. Складування продукції

На складах готова продукція зберігається в пірамідальних штабелях.

Для зачистки габаритів і формування штабеля використовуються трактори-бульдозери Т-130, Т-170 і Б-10М. Технічні характеристики бульдозерів Т-130, Т-170 і Б-10М представлені в табл. 1.3 [3].

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики бульдозерів

Найменування параметру	Значення параметру		
	Т-130	Т-170	Б-10М
Марка бульдозера	Т-130	Т-170	Б-10М
Габаритна довжина, мм	4440	4440	4290
Габаритна ширина, мм	2480	2480	2480
Габаритна висота, мм	3250	3250	3180
Довжина бульдозера з відвалом	4825	4825	5552
Ширина відвалу, м	2,48	3,2	3,31
Об'єм призми волочіння, м ³	4,28	4,28	4,75
Висота бульдозерного відвалу, мм	1310	1310	1310
Питома витрата палива, г/кВт·год.	231 (170)	218 (160)	218 (160)

1.6 Транспортне обслуговування підприємства

Автотранспортний цех Мокрянського кам'яного кар'єру № 3 є структурним підрозділом підприємства. Рухомим складом АТЦ виконуються технологічні операції як в межах підприємства, так і поза підприємством – доставка продукції споживачам.

В даний час транспортне обслуговування АТЦ в кар'єрі проводиться двома видами транспорту: внутрішнім і зовнішнім.

До внутрішнього транспорту належить спеціальна техніка (кар'єрні автомобілі-самоскиди БелАЗ-7522, БелАЗ-7540В, а також фронтальний навантажувач Т-156, використовуваний для прибирання території і кар'єрних доріг від уламків гірської маси). Технічна характеристика кар'єрних автомобілів-самоскидів, які за-

стосовуються для транспортування гірської маси с місця видобутку до приймальних бункерів ДСЦ-1 або ДСЦ-2, наведена в табл. 1.4 [4].

Таблиця 1.4 – Технічна характеристика кар’єрних автомобілів-самоскидів

Найменування параметру	Значення параметру	
Модель самоскида БелАЗ	БелАЗ-7522	БелАЗ-7540В
Вантажопідйомність, кг	30000	30000
Експлуатаційна маса самоскиду, кг	21400	22500
Повна маса самоскиду, кг; не більш	51400	52500
Габаритні розміри, мм	7250×3480×3250	7110×4460×3170
Радіус повороту, мм: min / габаритний	8700 / 10000	
Об’єм кузову, м ³ :		
- геометричний (вантаж на рівні бортів)	15,5	15,1
- номінальний (вантаж з шапкою)	18,0	19,2
Час підйому платформи з вантажем, с	25,0	16,0
Час опускання порожньої платформи, с	20,0	
Контрольна витрата палива, л/100км	204,0	
Шини	21.00R35	

На кожен зміну АТЦ отримує інформацію від планово-аналітичного відділу, який в свою чергу отримує розпорядження від керівництва, про необхідну кількість БелАЗ для забезпечення безперебійного технологічного процесу всередині підприємства (доставки гірської маси на ДСЦ-1, ДСЦ-2), а також про доставки відсіву в гірський цех для відсіпання і устаткування внутрішніх забойних доріг за допомогою автогрейдера.

Виїзд внутрішнього транспорту здійснюється на підставі подорожнього листа (змінного), в якому вказується фронт робіт транспортного засобу, залишок палива, кількість виданого палива, а також час роботи протягом зміни, при цьому в свої підписи проставляють механік (начальник) та диспетчер АТЦ.

На зовнішніх перевезеннях використовуються автомобілі-самоскиди, характеристика яких наведена в табл. 1.5 - 1.6 [5].

Дані самоскиди здійснюють доставку гранітної продукції, починаючи з великих підприємств і закінчуючи приватними особами.

Таблиця 1.5 – Характеристика автомобілів-самоскидів КамАЗ

Найменування параметру	Значення параметру	
	КамАЗ-5511	КамАЗ-65115
Модель автомобіля	КамАЗ-5511	КамАЗ-65115
Колісна формула	6×4	6×4
Повна маса автомобіля, кг	22200	25200
Маса спорядженого автомобіля, кг	9050	10500
Номінальна вантажопідйомність, кг	11000	15000
Об'єм кузову, м ³	7,2	11,5
Напрямок розвантаження	назад	назад
Зовнішній габаритний радіус повороту, м	9000	9000
Найбільший підйом, що долає автомобіль, ‰	25	25
Кут нахилу кузову, град.	60	60
Габарити самоскиду, мм	6700×2500×2850	6690×2500×2955
Контрольна витрата палива, л/100 км	36,5	36,0
Шини	12.00R20	11.00R20

Клієнти здійснюють замовлення на гранітну продукцію у відділ збуту підприємства в різних обсягах і кількостях, як по місту, так і по області, а також по інших містах України.

У межах Запоріжжя, в основному, використовують автомобілі-самоскиди КамАЗ-5511, а доставку продукції за межі міста – автомобілі-самоскиди МАЗ-5516 [6] та КрАЗ-65055, технічна характеристика яких наведена у табл. 1.6.

Таблиця 1.7 – Характеристика автомобілів-самоскидів МАЗ і КрАЗ

Найменування параметру	Значення параметру		
	1	2	3
Модель автомобіля	МАЗ-5516	КрАЗ-65055	
Колісна формула	6×4	6×4	
Повна маса автомобіля, кг	31000	28350	

Продовження таблиці 1.7

1	2	3
Маса спорядженого автомобіля, кг	13000	12275
Номінальна вантажопідйомність, кг	16000	16000
Об'єм кузова, м ³	12,5	10,5
Напрямок розвантаження	назад	назад
Зовнішній габаритний радіус повороту, м	9000	11000
Найбільший підйом, що долає автомобіль, ‰	25	30
Кут нахилу кузова, град.	60	0
Габарити самоскиду, мм	7560×2500×3180	6690×2500×2955
Контрольна витрата палива, л/100 км	32,0	33,0
Шини	12.00R20	12.00R20

1.6 Організація збуту продукції підприємства

Відвантаження готової продукції відбувається зі складів ДСЦ-1, ДСЦ-2, за бою гірничого цеху, а також реалізація зі складу готової продукції підприємства здійснюється в установленому порядку. Комерційним відділом укладаються контракти з покупцями, складаються місячні, річні плани на поставку гранітної продукції залізничним та автомобільним транспортом.

У відповідності до заявок покупця, після оплати ним рахунків та іншими відвантажувальними документами, начальник комерційної служби оформляє рознарядку і передає відповідальній особі залізнично-навантажувального цеху на відвантаження гранітної продукції. По закінченню навантаження залізничного транспорту представник цеху передає необхідні документи у відділ збуту та бухгалтерію. Дані про кількість відвантаженої продукції і час відвантаження передаються диспетчеру підприємства.

Відвантаження гранітної продукції на автомобільний транспорт здійснюється за відпускними талонами, виданими відділом збуту. Талони відпускаються за го-

тівковий розрахунок і на підставі видаткових накладних, оформлених бухгалтерією. Видача талонів проводиться тільки на кількість оплаченої продукції. Термін дії талонів 3 місяці. Після закінчення цього терміну талони анулюються, продукція переходить на зберігання.

Щодня на підставі оформлених прийомоздавачем цехів ДСЦ-1, ДСЦ-2 актів про рух готової продукції, комерційний відділ планує відвантаження для виконання операцій зі збуту продукції.

Бухгалтерія оформляє документи на відпуск готової продукції тільки відповідно до оформлення обсягів залишків продукції для виконання збутових операцій. Щомісячно проводить звірку з відділом збуту, а прийомоздавач – за оформленими документами на відпуск продукції з кількістю реалізованих талонів.

На підставі договорів, заявок покупців, за наявності оплати і всіх необхідних відвантажувальних документів, начальник комерційної служби формує рознарядку на навантаження, в якій вказує найменування покупця, кількість оплаченої продукції, дату вантаження. Оформлена рознарядка під розпис передається представнику одержувача, копія – в лабораторію для підготовки Паспорту на готову продукцію.

Лабораторія на підставі експрес аналізу оформляє два примірники паспорта на продукцію, що підлягає відвантаженню: один примірник вручає представнику покупця.

Другий примірник передається прийомоздавачу цеху, по якому буде проведене відвантаження. Відповідно до отримання паспорта прийомоздавач або майстер залізнично-навантажувального цеху виписує Акт на відвантаження продукції і одночасно реєструє його.

Готова продукція, що відвантажується на автотранспорт, відпускається за системою відпускних талонів певного зразка і видатковими накладними. Щодня прийомоздавачі відділу збуту відвантажують продукцію згідно з виписаними та оплаченими талонами, а в кінці зміни звіряють звіт відривних корінців погашених талонів на відвантажену продукцію з економістом відділу збуту і здають в бухгалтерію.

1.7 Аналіз вантажопотоків продукції Мокрянського кам'яного кар'єру № 3

Основними видами продукції, що відвантажується, є щебінь різних фракцій, відсів і бутовий камінь.

Дані про вантажопотоки відвантаженої продукції на різні види транспорту наведено в табл. 1.7.

Таблиця 1.7 – Вантажопотоки по відправленню продукції різними видами транспорту, т/рік

Найменування продукції (фракції)	Вид транспорту		Загалом
	залізничний	автомобільний	
Щебінь фракція 3...5 мм	1801	2945	4746
Щебінь фракція 5...10 мм	3625	5469	9094
Щебінь фракція 5...20 мм	163395	101145	264540
Щебінь фракція 10...20 мм	22946	22310	45256
Щебінь фракція 20...40 мм	24373	22817	47190
Щебінь фракція 40...70 мм	-	317	317
Відсів фракція 0...5 мм	120523	122441	242964
Усього	326663	277444	614107
Каміння бутове	82649	13142	94791
Разом	409312	290586	699898

Для визначення добових вантажопотоків, а також для розрахунку кількості продукції, яка надходить на склад на зберігання, кількості відвантаженої продукції та залишок на складі, були зібрані статичні дані з руху продукції, які наведено в табл. А.1 додатку А.

Ці статистичні дані будуть використані при виконанні магістерської роботи для визначення коефіцієнту нерівномірності.

Діаграма вантажопотоків продукції Мокрянського кар'єру № 3 наведена на рисунку Б.1 додатку Б.

1.8 Існуюча технологія й організація переробки і відвантаження одержувачам продукції Мокрянського кам'яного кар'єру

Щебені різних фракцій з підприємства відвантажуються залізничним і автомобільним транспортом. Найбільший обсяг відвантаження – по залізниці.

Щебінь різних фракцій подається по системі конвеєрів з технологічних ліній на склад готової продукції. Для запобігання змішування різних фракцій передбачено їх роздільне зберігання за допомогою розділових стінок висотою 2,0...4,0 м, встановлених між штабелями.

Для матеріалів з модулем крупності більше 2 висота вільного падіння, незалежно від міцності матеріалу, не повинна перевищувати 5...6 м. Для цього застосовується обладнання зі змінною висотою скидання.

Відвантаження зі складу готової продукції на *залізничний транспорт* здійснюється за допомогою конвеєрів, встановлених у підштабельних тунелях і галереї. Стрічковими конвеєрами, розташованими на естакаді в надштабельній галереї, щебінь відсипається у штабелі зберігання. Зі штабелів через лоткові віброживильники матеріал надходить на конвеєр, розташований в підштабельних тунелях. З цього конвеєра матеріал надходить у відвантажувальний бункер, звідки завантажуються у вагони. Зважування вагонів до вантаження і після нього відбувається на вагонних вагах.

Після навантаження кожної партії вагонів робиться переваження на вагонних вагах, складається акт переважування.

Технологічний процес відвантаження продукції в *автотранспорт*.

На даний час продукція кар'єру доставляється одержувачам, залежно від обсягів відвантаження, самоскидами КамАЗ, МАЗ і КрАЗ. Автомобілі під завантаження проходять спочатку зважування на автомобільних вагах, а потім слідкують на склад готової продукції під навантаження.

Навантаження на складі проводиться фронтальними ковшовими навантажувачами Liebherr L 580 2plus2, технічна характеристика якого наведена в табл. 1.8.

Таблиця 1.8 – Технічна характеристика фронтального навантажувача

Найменування параметру	Значення параметру
Марка і модель навантажувача	Liebherr L 580 2plus2
Тип двигуна	дизельний
Вантажопідйомність, кг	5000
Радіус черпання на рівні стояння, м	9,04
Глибина копання, мм	1000
Об'єм ковшу, м ³	5,0
Ширина ріжучої кромки ковшу, мм	3300
Висота розвантаження, мм	3250
Максимальна висота по верхній кромці ковшу, мм	6050
Виліт робочого органу, мм	1425
Загальна довжина, мм	8635
Радіус повороту, мм	7420
Потужність двигуна (кВт/к.с.)	250/340
Питома витрата палива, л/год.	12,8
Тип шин	26.5R25
Експлуатаційна маса, кг	24580

Після навантаження щебеню автомобіль слідкує на зважування. Якщо кількість щебеню перевищує вантажопідйомність автомобіля, або, навпаки, завантаження недостатнє, – автомобіль повертається знову на склад для дозування.

Після дозування оформляються відвантажувальні та транспортні документи, і автомобіль слідкує в пункт розвантаження. Розвантаження автомобіля у одержувача відбувається самопливом через задній борт кузова.

Існуюча транспортно-технологічна схема відвантаження і доставки продукції Мокрянського кам'яного кар'єру представлена на рисунку Б.2 додатку Б.

1.9 Характеристика одержувачів готової продукції кар'єру

Мокрянський кам'яний кар'єр № 3 здійснює доставку різних видів гранітної продукції автомобільним транспортом у централізованому порядку таким одержувачам:

1. Запорізький завод залізобетонних шпал (вул. Миколи Краснова, 10). Відстань перевезення в один бік складає 6 км. Вивантажується продукція в трапецієподібний бункер на залізобетонному вузлі.

2. Запорізький завод залізобетонних конструкцій № 1 (вул. Фінальна, 1). Відстань перевезення в один бік складає 27 км. Вивантажується продукція на площадку, потім вантаж за допомогою бульдозерів формується в штабель і зсипається в підземну галерею на стрічковий конвеєр.

3. Комбінат Запоріжсталь (Південне шосе, 72). Відстань перевезення в один бік складає 17 км. Вивантаження продукції здійснюється на залізобетонному вузлі і на РСУ. Відстань до РСУ в одну сторону складає 20 км. Вивантажується продукція на площадку, потім вантаж за допомогою бульдозерів формується в штабель і зсипається в підземну галерею на стрічковий конвеєр.

4. Запорізький завод залізобетонних конструкцій № 6 (вул. Каховська, 40). Відстань перевезення в один бік складає 28 км. Вивантажується продукція на площадку, потім вантаж за допомогою бульдозерів формується в штабель і зсипається в підземну галерею на стрічковий конвеєр.

5. Запорізький асфальтобетонний завод (вул. Гончарова, 20). Відстань перевезення в один бік складає 12 км. Вивантажується продукція на майданчик.

6. Підприємство Будкераміка (Токмакський цегловий завод). Відстань перевезення в один бік складає 92 км. Вивантажується продукція в трапецієподібний бункер на залізобетонному вузлі.

7. Підприємство Такокерамік (Басанський цегловий завод). Підприємство знаходиться за адресою: Запорізька обл., Пологівський район, с. Басань, вул. Заводська, 14. Відстань перевезення в один бік складає 110 км. Вивантажується

продукція на площадку, потім вантаж за допомогою бульдозерів формується в штабель і зсипається в підземну галерею на стрічковий конвеєр.

8. Компанія Агропромбуд. Підприємство знаходиться за адресою: Запорізька обл., Василівський район, м. Василівка, вул. Московська, 48. Відстань перевезення в один бік складає 50 км. Вивантажується продукція в трапецієподібний бункер на залізобетонному вузлі.

1.10 Обґрунтування необхідності розробки магістерської роботи

Проведений аналіз існуючої технології та організації відвантаження продукції в кар'єрі, а також її доставки споживачам показав суттєві недоліки в роботі досліджуваного комплексу.

1. Для транспортування гранітної породи з місць видобутку до приймальних бункерів дробильно-сортувальних цехів використовуються кар'єрні автомобілі вантажопідйомністю 30 т, що недостатньо при збільшенні обсягів виробництва.

2. Значні перепробіги автомобілів-самоскидів по території кар'єру при відвантаженні продукції споживачам. Це відбувається в результаті необхідності дозування кількості вантажу в кузові автомобіля. Вантажний фронт відвантаження знаходиться в одному місці (на складі готової продукції), а автомобільні ваги – на ділянці, що розташована біля виїзду з території кар'єру.

3. Для доставки гірської маси споживачам використовуються автомобілі невеликої вантажопідйомності, що призводить до збільшення їх необхідної кількості та експлуатаційних витрат.

Враховуючи виявлені недоліки, при розробці пропозицій необхідно вдосконалити технологію і організацію вантажопереробки і доставки готової продукції Мокрянського кам'яного кар'єру № 3 автомобільним транспортом. Для реалізації цих заходів в роботі необхідно:

- для транспортування гранітної породи від місць видобутку до приймальних бункерів дробильно-сортувальних цехів застосувати кар'єрні автомобілі-самоскиди більшої вантажопідйомності, що дозволить скоротити загальну кількість їздок протягом робочої зміни і зменшити виробничі витрати;
- розробити проєкт бункерного вузлу відвантаження готової продукції в автомобільний транспорт, який передбачає подачу вантажу в бункер конвеєрними лініями;
- обладнати бункерний відвантажувальний вузол автомобільними вагами, щоб виключити зайві перепробігом автомобілів-самоскидів при дозуванні;
- для доставки готової продукції одержувачам придбати автомобілі-самоскиди підвищеної вантажопідйомності;
- виконати економічне обґрунтування запропонованих заходів;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайному стані при відвантаженні та доставці одержувачам готової продукції Мокрянського кам'яного кар'єру № 3.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок проектних вантажопотоків

Для розрахунку технологічних і економічних показників роботи основним вихідним даним є річні та добові вантажопотоки надходження на склад готової продукції підприємства гірничої маси, а також її відправлення з Мокрянського кам'яного кар'єру.

Добові вантажопотоки розраховуються за формулою [7]:

$$Q_{доб} = \frac{Q_{річн} \cdot K_n}{T_p}, \quad (2.1)$$

де $Q_{річн}$ - річний вантажопотік, т;

K_n - коефіцієнт нерівномірності по прибуттю (відправленню) продукції;

T_p - кількість днів роботи відвантажувального комплексу, діб. Кар'єр працює з відвантаження продукції 6 днів на тиждень (304 доби).

Обробка даних з надходження продукції кар'єру на склад та її відвантаження на зовнішній транспорт проводиться за програмою STATISTICA за методикою:

- спочатку визначаємо щодобове надходження щебенів різних фракцій з виробничого цеху на склад готової продукції, видачу на автотранспорт, а також залишок для зберігання на складі;
- на підставі зібраних даних будуємо статистичні ряди обсягів прибуття, відправлення й залишку готової продукції;
- потім будуємо варіаційні ряди для подальшої обробки.

Дані для розрахунків наведені в табл. 1.7.

Виконаємо розрахунки для варіаційного ряду надходження щебенів з виробництва на склад готової продукції.

Число груп визначимо за формулою [7]:

$$K = 1 + 3,2 \lg N, \quad (2.2)$$

де N - кількість значень у вибірці; $N = 91$.

$$K = 1 + 3,2 \lg 91 = 7.$$

Потім визначимо інтервал групування за формулою [7]:

$$I_{gp} = \frac{N_{\max} - N_{\min}}{K}, \quad (2.3)$$

де N_{\max} , N_{\min} - відповідно максимальне й мінімальне значення випадкової величини з руху продукції кар'єру, яке взяте з варіаційного ряду.

$$I_{gp} = \frac{2866,86 - 0}{7} = 409,551.$$

Далі обробляємо варіаційний ряд з надходження щебенів на склад готової продукції, результати обробки якого наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Обробка варіаційного ряду з надходження щебенів на склад готової продукції

N_k	\bar{N}_k	N	P_k	Розрахункові дані			
				$P_k \bar{N}_k$	$\bar{N}_k - \bar{M}$	$(\bar{N}_k - \bar{M})^2$	$(\bar{N}_k - \bar{M}) P_k$
0 - 409,551	204,77	30	0,333	68,188	127,027	16135,86	42,299
409,552-819,103	614,83	9	0,100	0,900	537,087	288462	53,708
819,104-1228,655	802,12	18	0,200	3,600	724,377	524722	144,875
1228,656-1638,207	1433,44	11	0,122	1,342	1355,69	1837895	165,394
1638,208-2047,759	1842,99	18	0,200	3,600	1765,25	3116107	353,050
2047,760-2457,151	2252,38	3	0,034	0,102	2174,64	4729059	73,937
2457,152-2866,860	2662,09	1	0,011	0,011	2584,35	6678865	28,427
		91	1,0	77,743			$D = 861,69$

Середньоквадратичне відхилення за формулою (2.4) складе [7]:

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{861,69} = 29,35 \text{ т.} \quad (2.4)$$

Коефіцієнт варіації добового вантажопотоку розрахуємо за формулою [7]:

$$V = \frac{\sqrt{D}}{\bar{M}} \quad (2.5)$$

де D - дисперсія випадкової величини;

\bar{M} - середньодобовий вантажопотік (математичне очікування).

Підставляючи у формулу значення, одержимо:

$$V = \frac{\sqrt{861,69}}{77,743} = 0,377.$$

Аналогічно здійснюємо розрахунки статистичних даних з відвантаження й залишку щебенів із застосуванням програмного забезпечення STATISTICA.

Математичне очікування склало:

- з відвантаження щебенів на автотранспорт: $\bar{M} = 1027,55$ т;
- для залишків щебенів на складі: $\bar{M} = 16185,147$ т.

Середньоквадратичне відхилення:

- з відвантаження щебенів на автотранспорт: $\sigma = 967,81$ т;
- для залишків щебенів на складі: $\sigma = 55,798$ т.

Коефіцієнт варіації склав:

- з відвантаження щебенів на автотранспорт: $V = 0,94$;
- для залишків щебенів на складі: $V = 0,003$.

При визначенні значень розрахункових добових вантажопотоків використовуємо значення розрахованого коефіцієнта нерівномірності:

- з надходження щебенів на склад готової продукції: $K_n = 1,377$;

- з відвантаження щебенів на автотранспорт: $K_n = 1,94$;
- для залишків щебенів на складі: $K_n = 1,003$.

Визначення розрахункових загальних вантажопотоків надходження гірничої маси з виробництва на склад готової продукції приведений в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Визначення загальних вантажопотоків

Найменування вантажу	Значення вантажопотоку		
	$Q_{річн}^{заг}$, т/рік	$Q_{доб}^{сеп}$, т/добу	$Q_{доб}^{розр}$, т/добу
Щебінь фракція 3...5 мм	4746	15,61	21,49
Щебінь фракція 5...10 мм	9094	29,91	41,19
Щебінь фракція 5...20 мм	264540	870,20	1198,26
Щебінь фракція 10...20 мм	45256	148,87	205,00
Щебінь фракція 20...40 мм	47190	155,23	213,75
Щебінь фракція 40...70 мм	317	1,04	1,43
Відсів фракція 0...5 мм	242964	799,22	1100,53
Усього	614107	2020,08	2781,65

Результати розрахунків відвантаження продукції на автотранспорт для щебенів різних фракцій представлені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Вантажопотоки автомобільного транспорту

Найменування вантажу	Значення вантажопотоку		
	$Q_{річн}$, т/рік	$Q_{доб}^{сеп}$, т/добу	$Q_{доб}^{розр}$, т/добу
1. Відсів фракція 0...5 мм	122441	402,77	781,37
2. Щебінь фракція 3...5 мм	2945	9,69	18,80
3. Щебінь фракція 5...20 мм	128924	424,09	822,73
4. Щебінь фракція 20...40 мм	22817	75,05	145,62
5. Щебінь фракція 40...70 мм	317	1,04	2,02
Усього	277444	912,64	1770,54

Розподіл вантажопотоку продукції між одержувачами наведений в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Розподіл вантажопотоку між одержувачами

Найменування одержувачів	Значення вантажопотоку	
	$Q_{річн}$, т/рік	$Q_{доб}$ ^{сер} , т/добу
Запорізький завод залізобетонних шпал	30519	100,39
Запорізький з-д залізобетонних конструкцій № 1	41617	136,90
Запоріжсталь	22196	73,01
Запорізький з-д залізобетонних конструкцій № 6	47165	155,15
Запорізький асфальтобетонний завод	27744	91,26
Разом по м. Запоріжжя	169241	556,71
Токмакський цегловий завод	33293	109,52
Басанський цегловий завод	30519	100,39
Агропромбуд (Василівка)	44391	146,02
Разом по Запорізькій області	108203	355,93
Загалом	277444	912,64

Для виконання технологічних розрахунків та визначення необхідної кількості автотранспортних засобів для доставки продукції підприємства одержувачам розробляємо діаграму вантажопотоків, яку наведено на рисунку Б.2 додатку Б.

2.2 Розробка пропонованої технології відвантаження готової продукції Мокрянського кам'яного кар'єру № 3

На цей час відвантаження готової продукції здійснюється безпосередньо на складі біля штабелів зберігання. Щебені в автомобілі-самоскиди завантажуються фронтальними ковшовими навантажувачами Liebherr L 580. Автомобілі, які прибули під завантаження, спочатку слідкують на автомобільні ваги і зважуються у порожньому стані. Потім вони прямують на склад. Після завантаження автомобілі знов прямують на ваги. При необхідності здійснюється дозування.

В магістерській роботі пропонується змінити існуючу технологію відвантаження готової продукції Мокрянського кар'єра № 3 споживачам.

Технологія подачі продукції з виробничих ліній на склад готової продукції не змінюється. Щебені різних фракцій подаються по конвеєрній галереї з технологічних ліній виробництва на склад готової продукції. Для запобігання змішування різних фракцій при зберіганні окремі штабелі відділяються друг від друга розділовими стінками висотою 4,0 м, установлюваних між штабелями.

Видача щебенів різних фракцій зі штабелів зберігання буде відбуватися в такий спосіб.

Через тічки, розташовані по центру штабелю в нижній його частині, щебінь зсипається на підземний стрічковий конвеєр, довжина якого відповідає довжині складу готової продукції. Потім конвеєрна лінія виводиться наверх. По похилій частині конвеєра щебінь далі подається до відвантажувальних бункерів і через плужковий скидач зсипається у відвантажувальні бункери. З бункерів, у міру прибуття автомобілів під завантаження, через випускний отвір з дозатором щебені завантажуються в кузов самоскида.

Для обліку кількості продукції, що відвантажуються, передбачені автомобільні ваги [8]. Зважування проводиться одночасно із завантаженням автомобіля. Вісь автомобільних ваг збігається з віссю бункерного обладнання.

Бункера відвантаження обладнані лотковими затворами, піднімання і опускання яких проводиться лебідками. Для запобігання утворення пилу в місцях завантаження щебенів з конвеєра в бункер відвантаження, а також при завантаженні в автотранспорт передбачене зволоження щебеневої суміші з форсунок.

Управління всіма механізмами й устаткуванням бункерного відвантажувального обладнання проводиться з операторського приміщення дистанційно.

Існуюча транспортно-технологічна схема вантажопереробки й відвантаження гірничої маси представлена на рисунку Б.3, а пропонована – на рисунку Б.4 додатку Б.

2.3 Розрахунок параметрів бункерного вузла відвантаження готової продукції

Для завантаження автомобільного транспорту щебенем проектуємо бункерний відвантажувальний пристрій.

Для розрахунків параметрів бункера необхідно знати розміри типового шматка матеріалу. Щебені відвантажуються по сортах, тому середній розмір типового шматка розраховується за формулою [9]:

$$a' = \frac{a_{\max} + a_{\min}}{2} = \frac{5 + 70}{2} = 37,5 \text{ мм}, \quad (2.6)$$

де a_{\max} , a_{\min} - відповідно максимальний і мінімальний розміри шматка вантажу, мм.

Для запобігання утворення зводу з вантажу в бункері необхідно, щоб розмір випускного отвору був не менш значення, визначеного за умовою [9]:

$$A \geq (4,0 \dots 5,5) \cdot a' = 70 \cdot 5,5 = 385 \text{ мм}. \quad (2.7)$$

Кути нахилу бічних стінок бункери α_c повинні бути перевірені на відсутність гальмування вантажу за умовою [9]:

$$\operatorname{tg} \alpha_c \geq f, \quad (2.8)$$

де f - коефіцієнт тертя вантажу по стінках бункера. При русі вантажу по металевій поверхні можна прийняти для щебенів $f = 0,75 \dots 0,8$.

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \frac{h_1}{0,5 \cdot (a - A)}. \quad (2.9)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \frac{2}{0,5 \cdot (4 - 0,385)} = 1,11.$$

Умова виконується, отже, можна передбачати бункер з такими розмірами.

Площа поперечного перерізу безперервного потоку вантажу розраховується за формулою [9]:

$$F = (A - a') \cdot (B - a'), \quad (2.10)$$

де A, B - відповідно довжина й ширина випускного отвору бункера, м;

a' - розмір характерного шматка вантажу, м; $a' = 37,5 \text{ мм} = 0,375 \text{ м}$.

Швидкість потоку вантажу при висипанні з бункера визначається за формулою [9]:

$$v = \lambda \cdot \sqrt{3,2 \cdot g \cdot R}, \quad (2.11)$$

де λ - коефіцієнт витікання; приймаємо $\lambda = 0,4$;

g - прискорення сили ваги, м/с²;

R - гідравлічний радіус випускного отвору, м;

$$R = \frac{F}{P}, \quad (2.12)$$

P - периметр перетину, м;

α - кут нахилу жолоба, що відхиляє потік, який створює підпор, град.

Виконаємо розрахунки для бункерного пристрою, використовуваного для завантаження автомобілів:

$$F = (0,6 - 0,0375) \cdot (0,5 - 0,0375) = 0,26 \text{ м}^2;$$

$$R = \frac{0,26}{2(0,6-0,0375) + 2(0,5-0,0375)} = 0,127 \text{ м};$$

$$v = 0,4 \cdot \sqrt{3,2 \cdot 9,81 \cdot 0,127} = 0,79 \text{ м/с}.$$

Експлуатаційний об'єм бункера для відвантаження на автотранспорт визначається за формулою [10]:

$$V_{\bar{o}} = V_m \cdot f_{\bar{o}}, \quad (2.13)$$

де V_m - теоретичний внутрішній об'єм бункера, як геометричного тіла, м³;

$f_{\bar{o}}$ - коефіцієнт заповнення бункера. Значення $f_{\bar{o}}$ приймається 0,7...0,9 залежно від форми й розмірів бункера.

Теоретичний об'єм бункера у формі усіченої піраміди, визначають за формулою [10]:

$$V_m = a \cdot b \cdot h_2 + \frac{1}{3} \cdot h_1 (a \cdot b + \sqrt{a \cdot b \cdot A \cdot B} + A \cdot B), \quad (2.14)$$

де A, B - розміри випускного отвору бункера, м;

a, b - довжина й ширина бункера зверху, м;

h_1, h_2 - висота відповідно до пірамідальної й призматичної частини бункера, м.

$$V_m = 4 \cdot 4 \cdot 3 + \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot (4 \cdot 4 + \sqrt{4 \cdot 4 \cdot 0,6 \cdot 0,5} + 0,6 \cdot 0,5) = 63,5 \text{ м}^3;$$

Розрахуємо експлуатаційний об'єм бункера:

$$V_{\bar{o}}^{aem.} = 63,5 \cdot 0,8 = 50,8 \text{ м}^3.$$

Для організації безперебійного завантаження автотранспорту щебенів ходових фракцій, проєктуємо два відвантажувальні бункери.

2.4 Визначення основних параметрів складу готової продукції

Основними даними для визначення параметрів складу щебенів в кар'єрі – ємності, довжини, ширини й висоти є проєктні вантажопотоки, а також технологія й режим його роботи.

Потрібна ємність складу розраховується за формулою [11]:

$$E_{скл} = \frac{Q_{доб} \cdot t_{зб} \cdot k_{ск}}{\gamma}, \quad (2.15)$$

де $Q_{доб}$ - розрахунковий добовий вантажопотік, т/добу;

$t_{зб}$ - тривалість нормативного зберігання, діб; на підприємстві прийнятий нормативний строк зберігання залежно від розміру фракції готової продукції $t_{зб} = 5 \dots 20$ діб;

$k_{ск}$ - коефіцієнт, що враховує можливість перевалки по прямому варіанту; $k_{ск} = 1$, тому що на автотранспорт гірська маса відвантажується тільки через склад;

γ - об'ємна маса вантажу, т/м³; в кар'єрі середня об'ємна маса щебенів прийнята 1,35 т/м³.

Визначимо ємність штабелів для найбільш затребуваних видів щебенів. Ємність визначаємо на загальний добовий вантажопотік, що враховує коефіцієнт нерівномірності (табл. 2.2).

- для щебеню (відсіву) фракції 0...5 мм

$$E_{скл}^{відсів} = \frac{(15,61 + 799,22) \cdot 8 \cdot 1}{1,35} = 4828,62 \text{ т};$$

- щебінь фракції 5...20 мм

$$E_{скл}^{5-20} = \frac{(29,92 + 870,2 + 148,87) \cdot 5 \cdot 1}{1,35} = 3828,96 \text{ т};$$

- щебінь фракції 20...40 мм

$$E_{скл}^{20-40} = \frac{(155,23 + 1,04) \cdot 20 \cdot 1}{1,35} = 2315,11 \text{ т}.$$

Об'єм штабеля конусоподібної форми розраховується за формулою [10]:

$$V = \frac{1}{3} H^3 \cdot ctg^2 \rho, \quad (2.16)$$

де H - висота штабеля, м;

ρ - кут природнього ухилу матеріалу, град.; для щебенів $\rho = 45^\circ$.

Висота штабелів щебенів під конвеєрними галереями в середньому становлять 20,0 м.

$$V = \frac{\pi}{3} 17,54^3 \cdot ctg^2 \rho = \frac{3,14}{3} \cdot 4473 \cdot 1 = 5648 \text{ м}^3.$$

Розрахункове значення обсягу штабеля більше, ніж потрібне значення. Отже, існуючий склад готової продукції задовольняє проектні потреби в складуванні щебенів різних фракцій.

Необхідно визначити радіус (ширину) конусного штабеля. З формули об'єму конуса визначимо радіус (ширину) штабеля [9]:

$$V = \frac{1}{3} \pi \cdot R^2 \cdot H \rightarrow R^2 = \frac{3V}{\pi \cdot H}. \quad (2.17)$$

Параметри штабелів для зберігання щебенів різних фракцій:

1. Висота штабелів для всіх видів фракцій щебенів – 15,0 м;
2. Радіус конусного штабеля для щебенів кожної фракції складе:

- для щебеню (відсіву) фракції 0 - 5 мм:

$$R = \sqrt{\frac{3 \cdot 4828,62}{3,14 \cdot 15}} = 17,54 \text{ м};$$

- для щебеню фракції 5-20мм:

$$R = \sqrt{\frac{3 \cdot 3828,96}{3,14 \cdot 15}} = 15,59 \text{ м};$$

- для щебеню фракції 20-40мм:

$$R = \sqrt{\frac{3 \cdot 2315,11}{3,14 \cdot 15}} = 12,14 \text{ м}.$$

На підставі розрахункових даних робимо висновок, що існуючі штабелі складу готової продукції висотою 15,0 м і шириною 20,0 м повністю можуть забезпечити приймання й зберігання щебенів різних фракцій.

Планування складу готової продукції з усіма пристроями представлено на рисунку Б.5 додатку Б.

2.5 Розрахунок стрічкового конвеєра

По проєктних пропозиціях щебені різних фракцій зі штабелів зберігання складу готової продукції подаються до відвантажувальних бункерів по конвеєрній лінії.

Розрахунковими параметрами конвеєрного транспорту є:

- годинна продуктивність;
- швидкість руху конвеєрної стрічки;
- ширина й довжина конвеєрної стрічки;
- тип конвеєрної стрічки;

- окружне (тягове) зусилля на приводному барабані;
- потужність приводу конвеєра.

Розрахункова продуктивність стрічкового конвеєра (конвеєрної лінії) визначається за формулою [9]:

$$Q_{\text{конв}} = \frac{Q_{\text{ск}} \cdot K_n}{K_{\text{час}} \cdot K_{\text{гот}}}, \quad (2.18)$$

де $Q_{\text{ск}}$ - сумарний розрахунковий вантажопотік відвантаження на автомобільний транспорт, т/добу; $Q_{\text{ск}} = 1770,54$ т/добу (табл. 2.3);

K_n - коефіцієнт нерівномірності завантаження конвеєрної лінії; приймаємо за значеннями коефіцієнта нерівномірності;

$K_{\text{час}}$ - коефіцієнт використання конвеєрної лінії за часом; приймаємо 0,7;

$K_{\text{гот}}$ - коефіцієнт готовності конвеєрної лінії; $K_{\text{гот}} = 0,96$.

n - число конвеєрів у лінії; $n = 1$.

$$Q_{\text{конв}} = \frac{(1770,54/8) \cdot 1}{0,7 \cdot 0,96} = 329,3 \text{ т/год.}$$

Визначення довжини конвеєра.

Довжина похилої частини конвеєра визначається висотою установки відвантажувального бункера й обраним кутом нахилу конвеєра.

Довжина підземної горизонтальної частини повинна бути на 2...4 м більше відстані від середини штабеля до його границі в напрямку до бункера, надземної – більше відстані від краю до центру навантажувального бункера на 1...3 м. Висота підйому похилої частини конвеєра в розрахунках ухвалюється на 0,5 м вище бункера й з урахуванням поглиблення на 2 м щодо поверхні землі.

Вибір швидкості руху стрічки.

Значення швидкості руху стрічки вибираються залежно від властивостей вантажу, що транспортується, і особливостей конструкції конвеєра: ширини й типу стрічки, типу розвантажувального обладнання, кута нахилу конвеєра.

Ширина стрічки конвеєра повинна бути не менш значення, розрахованого за формулою [9]:

$$B = k_{\sigma} \cdot a_{\max} + 200, \quad (2.19)$$

де k_{σ} - коефіцієнт, який для сортового вантажу приймаємо 3,3;

a_{\max} - максимальна крупність шматків, що транспортуються, мм; 40 мм.

$$B = 3,3 \cdot 40 + 200 = 332 \text{ мм.}$$

На конвеєрі встановлюємо плужковий скидач, тому швидкість стрічки приймаємо не більш 1,6 м/с.

Визначення ширини стрічки.

При транспортуванні насипних вантажів ширина конвеєрної стрічки визначається за формулою [9]:

$$B = \sqrt{\frac{Q_{\text{конв}}}{C \cdot v \cdot \gamma}}, \quad (2.20)$$

де $Q_{\text{конв}}$ - розрахункова продуктивність конвеєра, т/год.;

C - коефіцієнт площі поперечного перерізу вантажу на стрічці, який залежить від кута нахилу конвеєра до обрїю β , кута природнього укосу вантажу в спокої φ_0 й кута нахилу бічних роликів; для значень $\beta = 18^\circ$ і кута природнього укосу 45° коефіцієнт площі поперечного перерізу вантажу за табл. 4.2 [8] $C = 322$;

v - швидкість стрічки конвеєра, м/с;

γ - насипна щільність вантажу, т/м³.

$$B = \sqrt{\frac{329,3}{322 \cdot 1,6 \cdot 1,35}} = 0,473 \text{ м; приймаємо } 500 \text{ мм.}$$

Визначення геометричних параметрів конвеєрної лінії.

Довжина підземної частини конвеєра розраховується за формулою [9]:

$$L_{\text{під}} = R + (2 \dots 4), \quad (2.21)$$

де R - радіус конусного штабелю, м. Оскільки конвеєрна лінія повинна обслуговувати три штабелі, а тічки розташовані по центру штабеля, то відстань складе:

$$R = (20 + 20 + 10) = 50 \text{ м.}$$

$$L_{\text{підз}} = 50 + 4 = 54 \text{ м.}$$

Висота підйому вантажу розраховується за формулою [8]:

$$H_{\text{п.ван}} = h_{\text{погл}} + h_{\text{габ}} + h_{\text{б}} + h_{\text{н}}, \quad (2.22)$$

де $h_{\text{погл}}$ - величина поглиблення похилої частини конвеєра щодо поверхні землі, м; $h_{\text{погл}} = 2,0$ м;

$h_{\text{габ}}$ - габаритна висота, м; $h_{\text{габ}} = 4,8$ м;

$h_{\text{б}}$ - висота бункера, м; $h_{\text{б}} = 4,0$ м;

$h_{\text{н}}$ - висота підйому похилої частини конвеєра вище бункера, м; $h_{\text{н}} = 0,5$ м.

$$H_{\text{п.ван}} = 2,0 + 4,8 + 4,0 + 0,5 = 11,3 \text{ м.}$$

Довжина проєкції похилої частини конвеєра на поверхню землі за формулою (2.23) [9] складе:

$$L_{\text{пр}} = \frac{H_{\text{п.ван}}}{\text{tg}18^\circ} = \frac{11,3}{0,3249} = 34,8 \text{ м.} \quad (2.23)$$

Довжина похилої частини конвеєра за формулою (2.24) [9] складе:

$$L_{n.ч.} = \sqrt{L_{np}^2 - H_{n.ван}^2} = \sqrt{34,78^2 + 11,3^2} = 36,57 \text{ м.} \quad (2.24)$$

Довжину підземної горизонтальної частини похилого конвеєра приймаємо $L_{n.з} = 3,0$ м. Довжина конвеєрної лінії над бункером визначена з його габаритними розмірами і складає 6,5 м.

Визначимо сукупну довжину ділянок конвеєра:

$$L = L_{нідз} + L_{надз} = 54 + 3 + 34,8 + 6,5 = 98,3 \text{ м.}$$

Мінімально припустимі радіуси опуклих ділянок конвеєрів з гумовотканинними стрічками приймають залежно від ширини стрічки й кута нахилу бічних роликів за табл. 4.3 [9].

Мінімально припустимі радіуси опуклих ділянок конвеєрів з гумовими тросовими стрічками визначаються за формулою [9]:

$$R_{1\min} = k_1 \cdot B = 110 \cdot 0,5 = 55,0 \text{ м,} \quad (2.25)$$

де k_1 - коефіцієнт, що залежить від відносин натягу стрічки S у верхній точці кривої при встановленому русі до натягу стрічки; визначається за табл. 4.4 [9]; $k_1 = 110$.

Мінімально припустимі радіуси ввігнутих ділянок конвеєрів визначають за формулою [9]:

$$R_{2\min} = \frac{1,2 \cdot S}{q_\pi} \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (2.26)$$

де k_2 - коефіцієнт, що враховує тип натяжного пристрою; приймається за табл. 4.5 [9]; $k_2 = 1,2$;

k_3 - коефіцієнт, що враховує кут нахилу конвеєра; вибирається за табл. 4.6 [9]; $k_3 = 1,15$;

S - натяг стрічки у верхній крапці кривої ділянки конвеєра, дан/м. Розраховується значення S для умов повністю завантаженого горизонтальної ділянки, і не завантажених криволінійного й нахиленого ділянок. Розрахунки виконуємо для встановленого руху.

Виконаємо тягові розрахунки для проєктованого конвеєра.

Натяг стрічки у верхній точці кривої визначимо за формулою [9]:

$$S = (q_{ван} + q_{стр} + q_p) \cdot L_{гор} \cdot w, \quad (2.27)$$

де $q_{ван}$ - величина лінійних навантажень від маси вантажу, дан/м;

$q_{стр}$ - величина лінійних навантажень від маси стрічки, дан/м; визначається за табл. 4.7 [9]; $q_{стр} = 5,9$ дан/м;

q_p - величина лінійних навантажень від часток роликів опор, Н/м; визначається за табл. 4.7 [9]; $q_p = 9,6$ дан/м;

$L_{гор}$ - сукупна довжина горизонтальних ділянок конвеєра, м;

w - коефіцієнт опору руху стрічки по роликів опор; визначається за табл. 4.8 [9]; $w = 0,025$.

Лінійне навантаження від маси вантажу на стрічці визначимо за формулою [9]:

$$q_{ван} = \frac{Q_{конв} \cdot q}{36 \cdot v} = \frac{328,3 \cdot 9,81}{36 \cdot 1,6} = 51,87 \text{ дан/м.} \quad (2.28)$$

Визначимо натяг стрічки конвеєра у верхній точці:

$$S = (51,87 + 4,6 + 8,2) \cdot 104,0 \cdot 0,025 = 168,14 \text{ дан/м.}$$

Визначаємо радіус увігнутої ділянки похилого конвеєра:

$$R_{2\min} = \frac{1,2 \cdot 168,14}{4,6} \cdot 1,2 \cdot 1,15 = 60,53 \text{ м.}$$

Величина зусилля на приводному барабані при завантаженій стрічці конвеєра визначається за формулою [9]:

$$P = k_{\delta} \cdot k'_{\delta} \cdot L_{\text{підз}} \cdot w \cdot (q_{\text{ван}} + q'_p + q''_p + 2q_{\text{стр}}) \pm q_{\text{ван}} \cdot H, \quad (2.29)$$

де k_{δ} - коефіцієнт додаткових опорів; визначається за графіком на рис. 4.3 [9]; $k_{\delta} = 1,8$;

k'_{δ} - додатковий коефіцієнт, який ухвалюється залежно від довжини конвеєра по табл. 4.9 [9]; $k'_{\delta} = 1,0$;

$L_{\text{підз}}$ - довжина підземної (горизонтальної) частини конвеєра, м;

H - висота підйому вантажу конвеєром, м;

q''_p - величина лінійних навантажень від часток роликів опор нижньої частини конвеєра, дан/м.

У формулі (2.30) для значення $\pm q_{\text{ван}} \cdot H$ знак «+» приймається при русі вантажної стрічки на підйом, а знак «-» 0 при русі на спуск.

$$P = 1,8 \cdot 1,0 \cdot 54,0 \cdot 0,025 \cdot (60,53 + 9,6 + 2,7 + 2 \cdot 4,6) + 60,53 \cdot 12,3 = 943,82 \text{ дан.}$$

Розрахунковий натяг частини стрічки, що набігає на приводний барабан, визначається за формулою [9]:

$$S_{\text{нб}} = \frac{e^{\mu \cdot \alpha}}{(e^{\mu \cdot \alpha} - 1)} \cdot P, \quad (2.30)$$

де $e = 2,72$ - основа натуральних логарифмів;

P - зусилля на приводному барабані, дан.;

μ - коефіцієнт, приймаємо по табл. 4.10 [9]; $\mu = 0,2$;

α - кут обхвату стрічкою приводного барабана, рад.; $\alpha = 2000 = 3,5$ рад.

$$S_{нб} = \frac{2,72^{3,5 \cdot 0,3}}{(2,72^{3,5 \cdot 0,3} - 1)} \cdot 943,82 = 1451,88 \text{ дан.}$$

Розрахований натяг частини стрічки, що збігає із приводного барабана, визначається за формулою [9]:

$$S_{зб} = S_{нб} - P . \quad (2.31)$$

$$S_{зб} = 1451,88 - 943,82 = 508 \text{ дан.}$$

Визначення потужності приводу.

Потужність на валу приводного барабана визначається за формулою [9]:

$$N_{\sigma} = \frac{P \cdot v}{100} = \frac{816,29 \cdot 1,25}{100} = 10,2 \text{ кВт.} \quad (2.32)$$

Розрахункова потужність двигуна приводу конвеєра визначається за формулою [9]:

$$N_e = \frac{N_{\sigma} \cdot K}{\eta_n}, \quad (2.33)$$

де $K = 1,1 \dots 1,2$ (менша величина береться при $N_{\sigma} > 50$ кВт);

η_n - коефіцієнт корисної дії приводу, приймається в межах $0,8 \dots 0,92$.

За отриманим значенням величині N_e за [9] вибирається двигун найближчої більшої потужності.

$$N_e = \frac{10,2 \cdot 1,2}{0,8} = 13,6 \text{ кВт.}$$

Вибір типу стрічки.

Тип стрічки вибирається з табл. 4.13 [9] відповідно до розрахованого питомого натягу. При виборі стрічки необхідно враховувати вид вантажу, який транспортується, і умови експлуатації.

При застосуванні на конвеєрі гумово-тросової стрічки кількість прокладок у ній визначається з умови [9]:

$$z_p = \frac{S_{нб}}{100 \cdot B} \leq S_\delta, \quad (2.34)$$

де $S_{нб}$ - припустимий питомий натяг частини стрічки, яка набігає на приводний барабан, даний; визначається за табл. 4.13 [9].

$$z_p = \frac{1451,88}{100 \cdot 0,5} = 29 < 180 \text{ дан/см.}$$

Вибираємо гумово-тросову стрічку РТЛ-1500 шириною $B = 0,5$ м із припустимим питомим натягом $S_\delta = 180$ дан/см.

Відповідно до табл. III.3.1 [9] вибираємо трифазний асинхронний двигун 4А160М2В3 потужністю $N_e = 18,5$ кВт, із частотою обертання $n = 2940$ хв.⁻¹ й моментом інерції ротора $M_i = 5,25 \cdot 10^{-2}$ кг·м².

2.6 Розрахунок продуктивності й кількості засобів вантажопереробки

2.6.1 Розрахунок продуктивності й кількості засобів вантажопереробки за існуючим варіантом

За існуючим варіантом завантаження кар'єрних самоскидів в місцях видобутку відбувається екскаваторами ЕКГ-5А. завантаження транспортних засобів на складі готової продукції кар'єру – ковшовими навантажувачами Liebherr L 580.

Продуктивність машин періодичної дії визначається за формулою [11]:

$$P_{\text{техн}} = \frac{q_{\text{ц}} \cdot 3600}{T_{\text{ц}}}, \quad (2.35)$$

де $q_{\text{ц}}$ - маса гірської маси або щебенів, що перевантажується робочим органом машини за один цикл, т;

$t_{\text{ц}}$ - тривалість циклу, с.

Кількість вантажу, що переробляється робочим органом фронтального навантажувача або екскаватора за один цикл, розраховується за формулою [12]:

$$q_{\text{ц}} = V \cdot \rho \cdot K_{\text{зан}}, \quad (2.36)$$

де V - ємність ковша механізму, м³; для екскаватора – 5,2 м³; для навантажувача – 5,0 м³;

ρ - щільність вантажу, т/м³; для гірської породи – 1,0 т/м³; для готової продукції (щебенів) – 1,35 т/м³;

$K_{\text{зан}}$ - коефіцієнт заповнення робочого органу; залежить від групи ґрунту: для гірської породи – 0,7; для готової продукції (щебеню) – 0,85.

Визначимо кількість вантажу, що переміщується за один цикл:

- для екскаватора ЕКГ-5А

$$q_{\text{ц}}^{\text{ек}} = 5,2 \cdot 1,0 \cdot 0,70 = 3,64 \text{ т};$$

- для навантажувача Liebherr L 580

$$q_{\text{ц}}^{\text{нав}} = 5,0 \cdot 1,35 \cdot 0,85 = 5,74 \text{ т}.$$

Робочий цикл одноковшового навантажувача визначається за формулою [11]:

$$T_y = \varphi \cdot (t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n), \quad (2.37)$$

де φ - коефіцієнт, який ураховує сумісність операцій рейсу в часі, $\varphi = 0,85$;

t_1 - час установа ковша в необхідне положення, с; $t_1 = 12$ с;

t_2 - тривалість переміщення вантажу, с;

t_3 - час заповнення кузова автомобіля, с; $t_3 = 10$ с;

t_4 - час підйому ковша навантажувача, с; $t_4 = 5$ с;

t_5 - тривалість розвороту навантажувача, с; $t_5 = 10$ с;

t_6 - тривалість переміщення навантажувача без вантажу, с;

t_7 - сумарний час перемикання важелів і спрацьовування робочих циліндрів після включення, с; $t_7 = 10$ с.

Тривалість переміщення навантажувача визначається за формулою [11]:

$$t_2 = t_6 = \frac{l}{v_{пух}} + t_{пу}, \quad (2.38)$$

де l - відстань пересування механізму, м; приймаємо $l = 20$ м;

$v_{пух}$ - швидкість пересування механізму, м/с;

$t_{пу}$ - час на розгін і сповільнення руху, $t_{пу} = 3$ с.

Експлуатаційна продуктивність механізму розраховується за формулою [11]:

$$P_{експл} = P_{техн} \cdot K_{час}, \quad (2.39)$$

де $K_{час}$ - коефіцієнт використання механізму за часом.

Для розрахунків кількості навантажувачів, що працюють на відвантаженні щебенів, визначимо змінну продуктивність за формулою [11]:

$$P_{зм} = P_{експл} \cdot T_{зм}, \quad (2.40)$$

де $T_{зм}$ - тривалість зміни, год.

Кількість вантажно-розвантажувальних машин розрахуємо за формулою [11]:

$$Z_{м} = \frac{Q_{річн} \cdot K_{н}}{n_{зм} \cdot P_{зм} \cdot T_{р}}, \quad (2.41)$$

де $Q_{річн}$ - річний вантажопотік, т/год.; за табл. 1.7 $Q_{річн} = 699898$ т/рік;

$K_{н}$ - коефіцієнт нерівномірності; за розрахунками $K_{н} = 1,377$;

$n_{зм}$ - кількість робочих змін;

$P_{зм}$ - змінна продуктивність механізму, т/зміну;

$T_{р}$ - кількість робочих днів протягом року.

Визначимо час циклу й продуктивність ковшових навантажувачів, які використовуються на відвантаженні щебенів в автотранспорт та для формування штабелю на складі:

$$t_2 = t_6 = \frac{20,0}{2,76} + 3 = 32 \text{ с};$$

$$t_{ц} = 0,8 \cdot (12 + 32 + 10 + 5 + 10 + 32 + 10) = 88,8 \approx 89 \text{ с}.$$

$$P_{експл} = \frac{5,74 \cdot 3600}{89} \cdot 0,80 = 176,04 \text{ т/год.}$$

Змінна продуктивність навантажувача складе:

$$P_{змін} = 176,04 \cdot 8 = 1408,32 \text{ т/зміну.}$$

Кількість навантажувачів, які використовуються за існуючим варіантом для відвантаження щебенів в автотранспорт, розрахуємо за формулою (2.41):

$$Z_{нав} = \frac{699898 \cdot 1,94}{1 \cdot 1408,32 \cdot 250} = 3,85; \text{ приймаємо 4 навантажувачі.}$$

Продуктивність екскаватора визначається за формулою [13]:

$$P_{мех} = \frac{q_u \cdot n \cdot K_{зан}}{K_p}, \quad (2.42)$$

де n - кількість циклів екскаватора за визначений період;

K_p - коефіцієнт розпушення ґрунту; для граніту – 1,65.

Кількість циклів екскаватора протягом години визначимо за формулою [13]:

$$n = \frac{3600}{t_u \cdot K_{розв}}, \quad (2.43)$$

де t_u - тривалість одного циклу екскаватору, с;

$K_{розв}$ - коефіцієнт, який враховує збільшення часу робочого циклу при різних кутах повороту екскаватору; $K_{розв} = 1,1$.

Цикл екскаватору містить в собі наступні елементи:

- наповнення ковшу;
- поворот з навантаженням;
- розвантаження (перекидання) ковша;
- поворот без навантаження.

За технічною характеристикою цикл екскаватора ЕКГ-5А становить 65 - 70с.

Визначимо кількість циклів та продуктивність екскаватора при завантаженні гранітної породи в кар'єрні автомобілі-самоскиди за формулами (2.42) - (2.43):

$$n = \frac{3600}{70 \cdot 1,1} = 50,0 \text{ циклів};$$

$$P_{\text{тех}} = \frac{7,64 \cdot 50 \cdot 0,85}{1,65} = 196,79 \text{ т/год.}; \quad P_{\text{експл}} = 196,79 \cdot 0,80 = 157,43 \text{ т/год.}$$

Змінна продуктивність екскаватора складе:

$$P_{\text{змін}} = 157,43 \cdot 8 = 1259,44 \text{ т/зміну.}$$

Кількість екскаваторів, які працюють в кар'єрі, розрахуємо за формулою (2.41):

$$Z_{\text{екс}} = \frac{699898 \cdot 1,377}{1 \cdot 1259,44 \cdot 250} = 3,17 \text{ од.}$$

Приймаємо 4 екскаватора.

2.6.2 Розрахунок продуктивності засобів вантажопереробки за пропонованим варіантом

За проєктним варіантом пропонується для навантаження щебеню в автомобільний транспорт здійснювати через бункерні відвантажувальні пристрої. Подача щебеню на пристрій – системою конвеєрів.

Параметри проєктованого конвеєру були розраховані в підрозділі 2.5.

Продуктивність бункерного пристрою визначається, як і для механізмів безперервної дії, за формулою [9]:

$$P_{\sigma} = 3600 \cdot \rho \cdot F \cdot v, \quad (2.44)$$

де F - площа поперечного перерізу безперервного потоку вантажу, м²;

v - середня швидкість потоку вантажу, м/с.

Площа поперечного перерізу безперервного потоку вантажу, розрахована за формулою (2.10), склала $F = 0,26$ м².

Швидкість потоку вантажу, визначена за формулою (2.11), за розрахунками склала: $v = 0,79$ м/с.

Визначимо середню продуктивність бункерного навантажувального пристрою при завантаженні щебенів в автомобілі-самоскиди:

- технічна продуктивність

$$P_{техн}^{бунк} = 3600 \cdot 1,35 \cdot 0,26 \cdot 0,79 = 998,24 \text{ т/год.};$$

- експлуатаційна продуктивність

$$P_{експл}^{бунк} = 998,24 \cdot 0,85 = 848,5 \text{ т/год.}$$

Отримані дані з розрахунку продуктивності механізмів, які задіяні у процесі відвантаження щебенів на автотранспортні засобами за існуючим і проектним варіантом будемо використовувати у подальших розрахунках при визначенні часу на виконання вантажних операцій.

2.7 Вибір транспортних засобів для перевезення та розрахунок норм їхнього завантаження

2.7.1 Вибір транспортних засобів для перевезення гірничої породи в Мокрянському кам'яному кар'єрі

Для транспортування гірничої породи з місць видобутку до приймальних бункерів дробильно-сортувальних цехів пропонується застосувати кар'єрні автомобілі-самоскиди більшої вантажопідйомності. Після проведеного моніторингу кар'єрних самоскидів більш прийнятна ціна виявилася у самоскидів БелАЗ-7555, технічна характеристика яких наведена у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика кар'єрного самоскида БелАЗ-7555

Найменування параметру	Значення параметру	
Модель самоскида	БелАЗ-7555В	БелАЗ7555Е
Вантажопідйомність, кг	55000	60000
Експлуатаційна маса самоскиду, кг	40500	44000
Повна маса самоскиду, кг; не більш	95500	104000
Габаритні розміри, мм	8890×4740×4560	
Об'єм кузову, м ³ :		
- геометричний (вантаж на рівні бортів)	22,7	28,0
- номінальний (вантаж з шапкою)	35,3	37,3
Час підйому платформи з вантажем, с	15,0	15,0
Час опускання порожньої платформи, с	14,0	
Контрольна витрата палива, л/100 км	204,0	240,0
Шини	24.00R35	

За існуючим варіантом на внутрішньокар'єрних перевезеннях застосовуються самоскиди БелАЗ-7522, вантажопідйомністю 30,0 т.

Визначимо кількість гірської породи у кузові самоскидів за формулою (2.36):

- автомобіль-самоскид БелАЗ-7522

$$m_{\text{вант}}^{7522} = 18,0 \cdot 2,1 \cdot 0,8 = 30,24 \text{ т}; \text{ приймаємо за вантажопідйомністю } 30,0 \text{ т};$$

- автомобіль-самоскид БелАЗ-7555В

$$m_{\text{вант}}^{7555B} = 35,3 \cdot 2,1 \cdot 0,8 = 59,3 \text{ т}; \text{ приймаємо за вантажопідйомністю } 55,0 \text{ т};$$

- автомобіль-самоскид БелАЗ-7555Е

$$m_{\text{вант}}^{7555E} = 37,3 \cdot 2,1 \cdot 0,8 = 59,6 \text{ т}; \text{ приймаємо за вантажопідйомністю } 60,0 \text{ т}.$$

2.7.2 Вибір транспортних засобів для доставки продукції кар'єру споживачам за пропонуваним варіантом

Для організації доставки продукції Мокрянського кам'яного кар'єру споживачам пропонується використовувати самоскиди SCANIA P380CB 8×4 EHZ, технічна характеристика якого наведена в табл. 2.6 [14]. Це зчеплення з тягача та напівпричепа-самоскида. Напрямок розвантаження – назад.

Вибір цієї марки визначений тим, що максимальна маса автопоїзда не повинна перевищувати 40,0 т. Під час руху по дорогах міста є обмеження повної маси – 36,0 т.

Визначимо кількість щебеню у кузові самоскида SCANIA P380CB 8×4 EHZ за формулою (2.36):

$$m_{\text{вант}}^{\text{Scania}} = 21,0 \cdot 1,35 \cdot 0,8 = 22,7 \text{ т}.$$

Загальна маса автотранспортного засобу, з урахуванням власної спорядженої маси, при транспортуванні щебеню складе:

$$m_{\text{повн}}^{\text{Scania}} = 22,7 + 13,06 = 35,76 \text{ т} < q_{\text{дон}} = 36,0 \text{ т}.$$

Таблиця 2.6 – Технічна характеристика автомобіля-самоскида SCANIA

Найменування характеристики	Значення
Модель	P380CB 8×4 EHZ
Колісна формула	8×4
Повна маса, кг	39000
Споряджена маса, кг	13060
Вантажопідйомність, кг	24940
Габаритні розміри, мм	8214×2496×3200
Об'єм кузова, м ³	21,0
Контрольна витрата палива, л/10 км	36,1
Шини: передні / задні	385/65R22.5 / 315/80R22.5
Кількість коліс	12 + 2

На цей час доставка щебеню споживачам у межах міста здійснюється автомобілями-самоскидами КамАЗ-5511, технічна характеристика якого наведена у табл. 1.5. Споживачам в інших населених пунктів щебінь доставляється самоскидами МАЗ-5516, технічна характеристика якого наведена у табл. 1.6.

Визначимо завантаження цих автотранспортних засобів готовою продукцією за формулою (2.36):

- автомобіль-самоскид КамАЗ-5511:

$$m_{\text{вант}}^{\text{КамАЗ}} = 7,2 \cdot 1,35 \cdot 0,85 = 8,26 \text{ т};$$

- автомобіль-самоскид МАЗ-5516:

$$m_{\text{вант}}^{\text{МАЗ}} = 12,5 \cdot 1,35 \cdot 0,85 = 14,3 \text{ т}.$$

Таким чином, результат розрахунків довів, що використання автомобілів-самоскидів SCANIA P380CB 8×4 EHZ є доцільним у порівнянні з транспортними засобами, які використовуються на цей час – КамАЗ-5511 та МАЗ-5516.

2.8 Розрахунок часу на вантажні операції

У розрахунковий термін знаходження транспортних засобів на вантажних фронтах під навантаженням або розвантаженням включаються витрати часу на виконання таких операцій:

- підготовчі $t_{підг}$;
- заключні операції $t_{закл}$;
- завантаження рухомого складу або його розвантаження $t_{вант}$.

Загальний час простою транспортного засобу під навантаженням розраховується за формулою [15]:

$$T_{заг}^{ам} = t_{підг} + t_{вант} + t_{закл}. \quad (2.45)$$

Час на виконання операцій навантаження вантажів у рухомий склад розраховується за формулою [15]:

$$t_{вант} = \frac{q_{вант} \cdot 60}{\Pi_{експл}} + t_{доп}, \quad (2.46)$$

де $q_{вант}$ - кількість вантажу в рухомому складі, т;

$t_{доп}$ - тривалість допоміжних операцій, хв.

Визначимо тривалість простою автомобілів під навантаженням на підприємстві та розвантаженням у клієнта за варіантами.

Існуючий варіант

Гранітна порода за існуючим варіантом з місця видобутку на приймальні бункера дробильно-сортувальних цехів перевозиться кар'єрними автомобілями-самоскидами БелАЗ-7522. Кількість вантажу в кузові – 30,0 т. Продуктивність екскаватора – 157,42 т/год.

Визначимо час завантаження самоскидів БелАЗ-7522:

$$T_{нав}^{Б7522} = 4 + \frac{30,0 \cdot 60}{157,43} + 4 = 9,0 \text{ хв.} = 0,15 \text{ год.}$$

Автомобілі-самоскиди БелАЗ-7522 вивантажуються в приймальні бункера цеху самопливом. Час розвантаження самопливом визначимо за формулою [13]:

$$t_{вант}^{розв} = t_n + t_{он} + t_{розв} + 2 \cdot t_{ман}, \quad (2.47)$$

де t_n - час піднімання навантаженого кузову самоскида, хв.; $t_n = 25 \text{ с} = 0,42 \text{ хв.}$;

$t_{он}$ - час опускання порожнього кузову самоскида, хв.; $t_{он} = 20 \text{ с} = 0,33 \text{ хв.}$;

$t_{розв}$ - час вивантаження вантажу із кузову самопливом, хв.; $t_{розв} = 1,0 \text{ хв.}$;

$t_{ман}$ - час на виконання маневрових пересувань автомобіля при встановленні під розвантаження та прибиранні після розвантаження, хв.

$$t_{вант}^{розв} = 0,42 + 0,33 + 1,0 + 2 \cdot 1,0 = 4,0 \text{ хв.}$$

Загальний час обробки автомобіля-самоскида БелАЗ-7522 на бункерах дробильно-сортувального цеху при розвантаженні гірничої породи за існуючим варіантом складе:

$$T_{розв}^{Б7522} = 3 + 4 + 3 = 10 \text{ хв.} = 0,17 \text{ год.}$$

За існуючим варіантом щебінь доставляється одержувачам у м. Запоріжжі автомобілями-самоскидами КамАЗ-5511, а споживачам по області – МАЗ-5516.

На складі готової продукції щебінь в автомобілі завантажується фронтальними ковшовими навантажувачами Liebherr L 580.

Тривалість простою автомобілів-самоскидів під навантаженням складе:

$$T_{нав}^{КамАЗ} = 7 + \frac{8,26 \cdot 60}{176,04} + 7 = 17 \text{ хв.} = 0,29 \text{ год.};$$

$$T_{нав}^{МАЗ} = 7 + \frac{14,3 \cdot 60}{176,04} + 7 = 19 \text{ хв.} = 0,32 \text{ год.}$$

Час розвантаження самоскидів у клієнтів визначимо за формулою (2.47):

$$t_{розв}^{КамАЗ} = 0,5 + 0,37 + 1,0 + 2 \cdot 1,0 = 4,0 \text{ хв.};$$

$$t_{розв}^{МАЗ} = 0,5 + 0,5 + 1,5 + 2 \cdot 1,0 = 5,0 \text{ хв.}$$

Загальний час знаходження автомобілів-самоскидів на підприємстві одержувача з урахуванням комерційних операцій з приймання вантажу та оформлення документів, складе:

$$T_{розв}^{КамАЗ} = 7 + 4 + 7 = 18 \text{ хв.} = 0,3 \text{ год.};$$

$$T_{розв}^{МАЗ} = 7 + 5 + 7 = 19 \text{ хв.} = 0,32 \text{ год.}$$

Пропонований варіант

Гірнична порода за *пропонованим варіантом* з місця видобутку на приймальні бункера дробильно-сортувальних цехів перевозиться кар'єрними автомобілями-самоскидами БелАЗ-7555В або БелАЗ-7555Е. Кількість вантажу в кузові БелАЗ-7555В – 55,0 т; БелАЗ-7555Е – 60,0 т. Продуктивність екскаватора – 157,42 т/год.

Визначимо час завантаження самоскидів:

- кар'єрні самоскиди БелАЗ-7555В:

$$T_{нав}^{Б7555В} = 4 + \frac{55,0 \cdot 60}{157,43} + 4 = 20,0 \text{ хв.} = 0,33 \text{ год.};$$

- кар'єрні самоскиди БелАЗ-7555Е:

$$T_{нав}^{Б7555E} = 4 + \frac{60,0 \cdot 60}{157,43} + 4 = 20,4 \text{ хв.} = 0,33 \text{ год.}$$

Час розвантаження кар'єрних самоскидів в цеху складе:

$$t_{вант}^{розв} = 0,25 + 0,25 + 1,0 + 2 \cdot 1,0 = 4,0 \text{ хв.}$$

Загальний час обробки автомобілів-самоскидів БелАЗ-7555 на бункерах дробильно-сортувального цеху при розвантаженні гранітної породи за проєктним варіантом складе:

$$T_{розв}^{Б7555} = 3 + 4 + 3 = 10 \text{ хв.} = 0,17 \text{ год.}$$

За пропонуваним варіантом одержувачам щебені доставляється автомобілями-самоскидами SCANIA P380CB 8×4 EHZ.

Щебінь в автомобілі завантажується через бункерний пристрій. Тривалість простою автомобіля-самоскида SCANIA P380CB 8×4 під навантаженням складе:

$$T_{зав}^{Scania} = 7 + \frac{22,7 \cdot 60}{848,5} + 7 = 16,0 \text{ хв.} = 0,25 \text{ год.}$$

Час розвантаження самоскидів у клієнтів визначимо за формулою (2.47):

$$t_{вант}^{розв} = 0,5 + 0,5 + 2,0 + 2 \cdot 1,0 = 5,0 \text{ хв.}$$

Загальний час знаходження автомобіля SCANIA P380CB на підприємстві одержувача з урахуванням комерційних операцій з приймання вантажу та оформлення документів, складе:

$$T_{розв}^{Scania} = 7 + 5 + 7 = 19 \text{ хв.} = 0,32 \text{ год.}$$

2.9 Організація перевезення гірничої маси з місць видобутку в дробильно-сортувальні цехи кар'єру

Визначаємо час перебування самоскидів БелАЗ в роботі за формулою [16]:

$$T_m = T_n - t_n - t_{обід}, \quad (2.48)$$

де T_n - час перебування автотранспорту в наряді, год.;

t_n - час на нульові пробіги, год.;

$t_{обід}$ - тривалість обідніх перерв, год.

$$T_m = T_n - t_n - t_{обід} = 9,0 - 0,16 - 0,75 = 8,09 \text{ год.}$$

Час нульових пробігів розраховуємо за формулою [16]:

$$t_n = \frac{l'_n + l''_n}{v_{техн}}, \quad (2.49)$$

де l'_n, l''_n - відстані нульових пробігів, км;

$v_{техн}$ - середня швидкість руху, км/год.; для умов кар'єру 15 км/год.

$$t_n = \frac{1,2 + 1,2}{15} = 0,16 \text{ год.}$$

Перевезення здійснюється за маятниковими маршрутами, а кількість їздок, самоскида за зміну визначимо за формулою [16]:

$$E = \frac{T_m}{t_{об}}, \quad (2.50)$$

де $t_{об}$ - тривалість обороту, год.:

$$t_{об} = t_{рух} + t_{нр}, \quad (2.51)$$

$t_{рух}$ - час руху за оборот, год.;

$t_{нр}$ - простій автомобіля під вантажними операціями за оборот, год.

Змінна продуктивність автомобілів розраховується за формулою [16]:

$$П_{змін} = q_{ам} \cdot E, \quad (2.52)$$

де $q_{ам}$ - кількість вантажу в автомобілі, т.

Необхідну кількість самоскидів для внутрішньокар'єрного перевезення визначимо за формулою [16]:

$$N_{ам} = \frac{Q_{доб}}{П_{змін}}. \quad (2.53)$$

Загальний добовий вантажопотік за даними табл. 2.2 складає 2020,08 т/добу.

Час навантаження: БелАЗ-7522 – 0,15 год.; БелАЗ-7555 – 0,33 год.

Час розвантаження: БелАЗ-7522 та БелАЗ-7555 – 0,17 год.

Середня відстань транспортування – 2,5 км. Час руху самоскидів:

$$t_{рух} = \frac{2,5 \cdot 2}{15} = 0,33 \text{ год.}$$

Розрахунок елементів перевізного процесу та кількості кар'єрних автомобілів-самоскидів за варіантами наведений у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок елементів перевізного процесу та кількості кар’єрних автомобілів-самоскидів за варіантами

Автомобіль	Елементи перевізного процесу							
	$Q_{об}$, т	ΣL_m , км	$\Sigma t_{пух}$, год.	$\Sigma t_{пр}$, год.	$\Sigma t_{об}$, год.	E	$P_{зм}$, т/ГОД.	$N_{ам}$, од.
Існуючий варіант								
БелАЗ-7522	2021	5,0	0,33	0,32	0,65	12	360	$6,2 \approx 7$
Пропонований варіант								
БелАЗ-7555	2021	5,0	0,33	0,50	0,83	10	550/600	$3,6/3,3 \approx 4$

Таким чином, при роботі за існуючим варіантом необхідно використовувати 7 автомобілів-самоскидів БелАЗ-7522 (саме стільки кар’єрних самоскидів і працює на цей час на перевезенні гірничої маси з місць видобутку на приймальні бункери дробильно-сортувальних цехів).

За пропонованим варіантом, згідно з розрахунковими даними, достатньо 4 кар’єрних самоскидів БелАЗ-7555 для перевезення того ж самого обсягу вантажу. За умови впровадження роботи у дві зміни загальна кількість автомобілів БелАЗ-7555 складає 2 од.

Визначимо показники використання самоскидів за варіантами.

Існуючий варіант (кар’єрні самоскиди БелАЗ-7522).

Кількість оборотів на річний вантажопотік визначимо за формулою [15]:

$$N_{об}^{річн} = \frac{Q_{річн}}{q_{мз}^{вант}}, \quad (2.54)$$

де $Q_{річн}$ - річний вантажопотік гранітної породи, т/рік; за даними табл. 2.2 це значення складає 614107 т/рік;

$q_{мз}^{вант}$ - кількість вантажу у транспортному засобі, т: для БелАЗ-7522 – 30,0 т; для БелАЗ-7555 – 55,0 т або 60,0 т.

$$N_{об}^{7522} = \frac{614107}{30} = 20804 \text{ об.}$$

Річний пробіг самоскидів БелАЗ-7522 складе:

$$L_{заг}^{7522} = 5,0 \cdot 20804 = 104020 \text{ км.}$$

Річний час роботи водіїв самоскидів БелАЗ-7522 складе:

$$T_{заг}^{7522} = 0,65 \cdot 20804 = 17268 \text{ год.}$$

Пропонований варіант (самоскиди БелАЗ-7555)

Річна кількість оборотів самоскидів БелАЗ-7555 за формулою (2.54) складе:

$$N_{об}^{7555B} = \frac{614107}{55} = 11166 \text{ об.};$$

$$N_{об}^{7555E} = \frac{614107}{60} = 10235 \text{ об.}$$

Річний пробіг самоскидів БелАЗ-7555 складе:

$$L_{заг}^{7555B} = 5,0 \cdot 11166 = 55830 \text{ км};$$

$$L_{заг}^{7555E} = 5,0 \cdot 10235 = 51175 \text{ км.}$$

Річний час роботи водіїв самоскидів БелАЗ-7555 складе:

$$T_{заг}^{7555B} = 0,83 \cdot 11166 = 9268 \text{ год.};$$

$$T_{заг}^{7555E} = 0,83 \cdot 10235 = 8495 \text{ год.}$$

У результаті порівняння отриманих значень показників використання кар'єрних самоскидів серії БелАЗ-7555, робимо висновок, що перевезення в кар'єрі більш доцільно виконувати автомобілями БелАЗ-7555Е.

2.10 Організація доставки продукції Мокрянського кар'єру споживачам

Загальна річна кількість щебеню та відсіву, що відвантажується споживачам автотранспортом, становить 227444 т/рік (табл. 2.3). В тому числі:

- споживачі м. Запоріжжя: $Q_{річн} = 169241$ т/рік; $Q_{доб} = 556,71$ т/добу;
- споживачі в області: $Q_{річн} = 108203$ т/рік; $Q_{доб} = 355,93$ т/добу.

Доставка щебеню різних фракцій автотранспортом здійснюється по маятникових маршрутах. Інші види маршрутів застосовувати не можна, тому що насипний вантаж перевозиться спеціалізованими транспортними засобами – самоскидами на адресу одного споживача.

Розрахункові дані для визначення елементів перевізного процесу автотранспорту при роботі на маршрутах наведені в табл. 2.8.

У таблиці 2.8 вказана загальна довжина маршруту – пробіг автомобіля на підприємство одержувача та повернення на підприємство.

Таблиця 2.8 – Вихідні дані для розрахунків маршрутів доставки споживачам щебенів різних фракцій

Номер маршруту	Найменування одержувача і його місцезнаходження	Пробіг , км	Вантажопотік, т	
			$\Sigma Q_{річн}$	$\Sigma Q_{доб}$
1	2	3	4	5
Маршрут 1	Завод залізобетонних шпал	12,0	30519	100,39
Маршрут 2	ЗЗБК № 1, Фінальна, 1	54,0	41617	136,90
Маршрут 3	Запоріжсталь, Півд.шосе	34,0	22196	73,01
Маршрут 4	ЗЗБК № 6, Каховська, 40	56,0	47165	155,15

Продовження таблиці 2.8

1	2	3	4	5
Маршрут 5	Асфальтобетонний завод	24,0	27744	91,26
Разом по Запоріжжю			169241	556,71
Маршрут 6	Токмак, цегловий завод	184,0	33293	109,52
Маршрут 7	Басань, цегловий завод	220,0	30519	100,39
Маршрут 8	Василіка, Агропромбуд	100,0	44391	146,02
Разом по області			108203	355,93
Загальна кількість			277444	912,64

2.10.1 Організація доставки продукції кар'єру споживачам у м. Запоріжжя

За існуючим варіантом для транспортного обслуговування клієнтів у м. Запоріжжі використовують автомобілі-самоскиди КамАЗ-5511, які за один оборот перевозять 8,26 т продукції.

За проєктом пропонується на всіх напрямках перевезення застосувати автомобіль-самоскид SCANIA P380CB 8×4 EHZ, який за один оборот перевозить 22,7 т продукції Мокрянського кам'яного кар'єру № 3.

Результати розрахунків елементів перевізного процесу під час перевезення щебеню різних фракцій місцевим споживачам (м. Запоріжжя) за варіантами наведені в табл. 2.9 - 2.10. Для виконання розрахунків приймаємо значення розрахункової швидкості у межах міста згідно Правил перевезення вантажів автомобільним транспортом – 24 км/год.

Час на вантажні операції розраховано у підрозділі 2.8. При розрахунках були отримані наступні значення:

- самоскид КамАЗ-5511: навантаження – 0,29 год.; розвантаження – 0,3 год.;
- самоскид SCANIA: навантаження – 0,25 год.; розвантаження – 0,32 год.

Таблиця 2.9 – Розрахунок маршрутів доставки щебеню місцевим споживачам автомобілями-самоскидами КамАЗ-5511 (існуючий варіант)

Маршрут	Елементи перевізного процесу							
	$Q_{добр}$	ΣL_m	$\Sigma t_{пух}$	$\Sigma t_{нр}$	$\Sigma t_{об}$	E	$\Pi_{зм}$	$N_{ам}$
1	100,39	12,0	0,50	0,59	1,09	7	57,82	1,74
2	136,90	54,0	2,25	0,59	2,84	2	16,52	8,29
3	73,01	34,0	1,42	0,59	2,01	4	33,04	2,21
4	155,15	56,0	2,33	0,59	2,92	2	16,52	9,39
5	91,26	24,0	1,00	0,59	1,59	5	41,30	2,21
Загальна кількість автомобілів-самоскидів КамАЗ-5511							23,84 \approx 24	

Таблиця 2.10 – Розрахунок маршрутів доставки щебеню місцевим споживачам автомобілями-самоскидами SCANIA (пропонований варіант)

Маршрут	Елементи перевізного процесу							
	$Q_{добр}$	ΣL_m	$\Sigma t_{пух}$	$\Sigma t_{нр}$	$\Sigma t_{об}$	E	$\Pi_{зм}$	$N_{ам}$
1	100,39	12,0	0,50	0,57	1,07	7	158,90	0,63
2	136,90	54,0	2,25	0,57	2,82	3	68,10	2,01
3	73,01	34,0	1,42	0,57	1,99	4	90,80	0,80
4	155,15	56,0	2,33	0,57	2,90	3	68,10	2,28
5	91,26	24,0	1,00	0,57	1,57	5	113,50	0,80
Загальна кількість автомобілів-самоскидів SCANIA							6,52	

Остаточну кількість самоскидів SCANIA буде визначено після розрахунку кількості автомобілів для міжміських перевезень.

Зведені показники використання транспортних засобів при роботі на міських маршрутах за варіантами наведені в табл. 2.11 – для автомобілів КамАЗ-5511, а в 2.12 – для автомобілів-самоскидів SCANIA.

Таблиця 2.11 – Зведені показники використання автомобілів-самоскидів КамАЗ-5511 за існуючим варіантом

Маршрут	Вантажопотік, т/рік	Річна кількість оборотів	Пробіг ТЗ, км		Час роботи, год.	
			оборот	рік	оборот	рік
Маршрут 1	30519	3695	12,0	44340	1,09	4028
Маршрут 2	41617	5039	54,0	272106	2,84	14311
Маршрут 3	22196	2581	34,0	87752	2,01	5188
Маршрут 4	47165	5710	56,0	319760	2,92	16674
Маршрут 5	27744	3359	24,0	80616	1,59	5341
Разом			$\Sigma L_{річн} = 804574$		$\Sigma T_{річн} = 45542$	

Таблиця 2.12 – Зведені показники використання автомобілів-самоскидів SCANIA за пропонованим варіантом

Маршрут	Вантажопотік, т/рік	Річна кількість оборотів	Пробіг ТЗ, км		Час роботи, год.	
			оборот	рік	оборот	рік
Маршрут 1	30519	1345	12,0	16140	1,07	1429
Маршрут 2	41617	1833	54,0	98982	2,82	5169
Маршрут 3	22196	998	34,0	33932	1,99	1986
Маршрут 4	47165	2078	56,0	116368	2,90	6026
Маршрут 5	27744	1222	24,0	29328	1,57	1919
Разом			$\Sigma L_{річн} = 294750$		$\Sigma T_{річн} = 16529$	

Отримані значення загального часу роботи автомобілів на маршрутах протягом року, річного пробігу транспортних засобів та їхньої загальної кількості, будемо використовувати при розрахунках техніко-економічних показників роботи.

2.10.2 Організація доставки продукції споживачам Запорізької області

Щоб визначити потребу транспортних засобів для організації завезення продукції кар'єру споживачам Запорізької області, розрахуємо основні елементи перевізного процесу на міжміських перевезеннях.

Час обороту автомобіля при наскрізному методі руху включає такі елементи:

- часу на рух;
- часу на навантаження-вивантаження;
- часу на технічне обслуговування рухомого складу;
- часу, пов'язаного з відпочинком водія.

Час руху за оборот розраховується за формулою [17]:

$$t_{\text{рух}} = \frac{2 \cdot L_m}{v_m}, \quad (2.55)$$

де L_m - довжина маршруту, км;

v_m - середня швидкість руху самоскидів при міжміських перевезеннях, км/год.

Час, пов'язаний з відпочинком водіїв, складається із часу, затрачуваного на малий та великий відпочинок, і розраховується за формулою [17]:

$$t_{\text{від}} = \Sigma t'_{\text{від}} + \Sigma t''_{\text{від}}, \quad (2.56)$$

де $t'_{\text{від}}$, $\Sigma t''_{\text{від}}$ - тривалість малого й тривалого відпочинку, год.

Повний час обороту складе [17]:

$$t_{\text{об}} = t_{\text{рух}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{від}}. \quad (2.57)$$

Розрахунок виконуємо для організації роботи водіїв по системі одиночної їзди, коли автомобіль протягом усього обороту обслуговується одним водієм. Кіль-

кість транспортних засобів, необхідних для забезпечення перевізного процесу, при виконанні обороту протягом робочого дня, розраховуємо за формулою [15]:

$$N_{am} = \frac{\Sigma T_{факт}^{річн}}{T_{норм}^{річн} \cdot n_{зм}}, \quad (2.58)$$

де $\Sigma T_{факт}^{річн}$ - сумарний річний фактично відпрацьований час, год.;

$T_{норм}^{річн}$ - нормативний річний час роботи одного водія, год.; 2002 год.;

$n_{зм}$ - кількість змін роботи на маршруті. В розрахунках за існуючим варіантом кількість змін складає 1, а за пропонованим варіантом, як і на міських перевезеннях, запроваджуємо роботу у дві зміни для зменшення кількості автомобілів.

Для доставки продукції в інші населені пункти зараз застосовують самоскиди МАЗ-5516, які за оборот перевозять 14,3 т продукції. За проектом – автомобілі-самоскиди SCANIA P380CB 8×4 EHZ, які перевозять за оборот 22,7 т.

Для виконання розрахунків приймаємо значення розрахункової швидкості при перевезенні у міжміському сполученні – 50 км/год. Час на вантажні операції розраховано у підрозділі 2.8.

При розрахунках були отримані наступні значення:

- самоскид МАЗ-5516: навантаження – 0,32 год.; розвантаження – 0,32 год.;
- самоскид SCANIA: навантаження – 0,25 год.; розвантаження – 0,32 год.

Результати розрахунку маршрутів завезення продукції Мокрянського кар'єру споживачам Запорізької області за варіантами наведені в табл. 2.13 - 2.14.

Таблиця 2.13 – Розрахунок маршрутів доставки щебеню іногороднім споживачам автомобілями-самоскидами МАЗ-5516 (існуючий варіант)

Маршрут	$n_{об}^{річн}$	Відстань, км		Час виконання операції, год.					$N_{ам}$
		$\Sigma L_{м}^{рейс}$	$L_{м}^{річн}$	$\Sigma t_{пух}$	$\Sigma t_{нр}$	$\Sigma t_{від}$	$\Sigma T_{об}$	$T_{річн}$	
6	2329	184,0	428536	3,68	0,64	1,00	5,30	12344	6,17
7	2232	220,0	491040	4,40	0,64	1,00	6,00	13392	6,69
8	3105	100,0	310500	2,00	0,64	0,30	3,00	9315	4,65
Загалом		$\Sigma L_{річн} = 1230076$ км		$\Sigma T_{річн} = 35051$ год.			17,51 \approx 18		

Таблиця 2.14 – Розрахунок маршрутів доставки щебеню іногороднім споживачам автомобілями-самоскидами SCANIA (пропонований варіант)

Маршрут	$n_{об}^{річн}$	Відстань, км		Час виконання операції, год.					$N_{ам}$
		$\Sigma L_{м}^{рейс}$	$L_{м}^{річн}$	$\Sigma t_{пух}$	$\Sigma t_{нр}$	$\Sigma t_{від}$	$\Sigma T_{об}$	$T_{річн}$	
6	1467	184,0	269928	3,68	0,57	1,00	5,25	7702	1,92
7	1345	220,0	295900	4,40	0,57	1,00	6,00	8070	2,02
8	1956	100,0	195600	2,00	0,57	0,50	3,00	5868	1,47
Загалом		$\Sigma L_{річн} = 761428$ км		$\Sigma T_{річн} = 21640$ год.			5,41		

Загальна кількість автомобілів-самоскидів SCANIA для доставки продукції Мокрянського кар'єру клієнтам у Запоріжжі та області за проектним варіантом складе:

$$N_{заг}^{Scania} = 6,52 + 5,41 = 11,93. \text{ Приймаємо } 12 \text{ автомобілів.}$$

Загальні показники використання автомобілів SCANIA за пропонованим варіантом:

- загальний річний пробіг автомобілів

$$\Sigma L_{річн}^{Scania} = 294750 + 761428 = 1056178 \text{ км;}$$

- загальний час роботи водіїв протягом року (у дві зміни)

$$\Sigma T_{\text{річн}}^{\text{Scania}} = 16529 + 21640 = 38169 \text{ год.}$$

2.11 Розробка графіків роботи транспортних засобів

В магістерській роботі для підтвердження виконаних розрахунків розробляємо графіки руху транспортних засобів при організації перевезень гірничої породи в кар'єрі та щебенів різних фракцій споживачам у централізованому порядку.

В роботі розроблені такі графіки:

- графік роботи кар'єрних автомобілів-самоскидів БелАЗ-7522 при перевезенні гранітної породи в кар'єрі за існуючим варіантом;
- графік роботи кар'єрних автомобілів-самоскидів БелАЗ-7555Е при перевезенні гранітної породи в кар'єрі за пропонуваним варіантом;
- графік роботи автомобілів-самоскидів SCANIA при доставці щебеню місцевим споживачам за існуючим варіантом;
- графік роботи автомобілів-самоскидів SCANIA при доставці щебеню місцевим споживачам за пропонуваним варіантом.

На рисунку Б.6 додатку Б приведений графік роботи кар'єрних автомобілів-самоскидів БелАЗ-7522 за існуючим варіантом. На графіку показана робота 7 таких автомобілів. Робота починається з 7 годин ранку і до 17 годин всі автомобілі закінчують роботу. У період з 11.00 до 12.00 для водіїв передбачена обідня перерва.

Час одного обороту за розрахунками складає 0,65 год. (табл. 2.7). Кожен автомобіль виконує по 12 оборотів. Для 7 кар'єрних самоскидів БелАЗ-7522 загальний відпрацьований час на маршруті складе:

$$T_{\text{м}}^{\text{змін}} = 0,65 \cdot 12 \cdot 7 = 54,6 \text{ год.}$$

Загальний час перебування автомобілів в наряді з урахуванням обідньої перерви (0,75 год.) та «нульових» пробігів (0,16 год.) складе:

$$T_n^{змін} = 54,6 + (0,75 + 0,16) \cdot 7 = 60,97 \text{ год.}$$

На рисунку Б.7 додатку Б приведений графік роботи кар'єрних автомобілів-самоскидів БелАЗ-7555Е за пропонованим варіантом. На графіку показана робота 2 таких автомобілів. Робота починається з 7 годин ранку і до 16.20 годин автомобілі закінчують роботу. У період з 11.00 до 12.00 для водіїв також передбачена обідня перерва.

Час одного обороту за розрахунками складає 0,83 год. (табл. 2.7). Кожен автомобіль виконує по 10 оборотів. Для 2 кар'єрних самоскидів БелАЗ-7555Е загальний відпрацьований час на маршруті (у дві зміни) складе:

$$T_m^{змін} = (0,83 \cdot 10 \cdot 2) \cdot 2 = 49,8 \text{ год.}$$

Загальний час перебування автомобілів в наряді з урахуванням обідньої перерви (0,75 год.) та «нульових» пробігів (0,16 год.) складе:

$$T_n^{змін} = 49,8 + (0,75 + 0,16) \cdot 2 \cdot 2 = 52,24 \text{ год.}$$

Економія часу за зміну складає:

$$\Delta T = 60,97 - 52,24 = 10,73 \text{ год.}$$

На рисунках Б.8 та Б.9 додатку Б приведені графіки роботи автомобілів при доставці продукції кар'єру місцевим споживачам. Графіки розроблено для одного маршруту: Кар'єр – Асфальтобетонний завод – Кар'єр.

На рисунку Б.8 додатку Б показано графік роботи автомобілів КамАЗ-5511 при роботі за існуючим варіантом. На цей час на цьому маршруті 2 автомобіля

працюють повну зміну (з 7.00 до 17.00). Третій автомобіль – працює тільки до обіду (до 11.20), а потім виконує перевезення продукції кар’єру на інших маршрутах доставки.

На рисунку Б.9 додатку Б показано графік роботи самоскида SCANIA на цьому ж маршруті при роботі за пропонованим варіантом. За графіком видно, що весь обсяг перевезення на адресу асфальтобетонного заводу виконує 1 автомобіль SCANIA в період з 7.30 до 16.45. Потім автомобіль також виконує перевезення на іншому маршруті.

На графіку також приведена таблиця, де наведені показники роботи автомобілів-самоскидів за варіантами. У таблиці наведено кількість оборотів, часу роботи, та пробіг за зміну і за рік.

Розробка графіків показала, що за рахунок застосування транспортних засобів більшої вантажопідйомності значно скорочується річна кількість оборотів транспортного засобу, а відповідно й зменшується потреба в них.

Розроблені графіки підтвердили правильність виконаних розрахунків щодо необхідної кількості транспортних засобів для забезпечення перевізного процесу.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Вихідні дані для розрахунків

В магістерській роботі розглянуто питання удосконалення автомобільних перевезень гірничої маси Мокрянського кам'яного кар'єру.

1. На цей час транспортування гірничої породи з місця видобутку на приймальні бункери дробильно-сортувальних цехів виконується кар'єрними самоскидами БелАЗ-7522 вантажопідйомністю 30 т. Кількість автомобілів складає 7 од. В роботі пропонується замінити ці автомобілі на БелАЗ-7555Е, вантажопідйомністю 60 т. За розрахунками необхідна кількість таких самоскидів – 2 од. за умови роботи в кар'єрі у дві зміни.

2. Відвантаження щебеню на автомобільний транспорт для доставки споживачам на цей час виконується фронтальними ковшовими навантажувачами Liebherr L 580 (4 од.). Після завантаження автомобіль слідкує на ваги, а потім, якщо необхідно, повертається на склад для дозування, що призводить до зайвих пробігів транспорту та збільшення часу знаходження автомобілів в кар'єрі під навантаженням.

За пропонованим варіантом для завантаження продукції в автомобільний транспорт передбачається будівництво вантажного комплексу із бункерним навантажувальним пристроєм, який обладнано ваговим устаткуванням.

Для подачі щебеню зі складу готової продукції до відвантажувальних бункерів проектується конвеєрна лінія.

3. Транспортне обслуговування при доставці продукції Мокрянського кар'єру споживачам у Запоріжжі виконується автомобілями КамАЗ-5511. Споживачам, підприємства яких розташовані у містах області, перевезення виконується самоскидами МАЗ-5516. Кількість автомобілів для перевезення щоденного обсягу продукції за існуючим варіантом складає: КамАЗ-5511 – 24 од.; МАЗ-5516 – 18 од.

Ці транспортні засоби використовуються на умовах оренди. Ціна оренди: самоскиди КамАЗ-5511 – 400 грн. за годину роботи; МАЗ-5516 – 30 грн. за 1 км пробігу.

Для організації доставки щебеню споживачам в роботі пропонується заміна орендованих автомобілів-самоскидів на власні, що мають більшу вантажопідйомність й місткість кузова: самоскид SCANIA P380CB 8×4 ЕНЗ, вантажопідйомністю 25,0 т. За розрахунками, які виконано в основній частині, загальна кількість таких самоскидів склала 12 од.

В магістерській роботі необхідно визначити додаткові капітальні вкладення, необхідні для реалізації проєкту, експлуатаційні втрати на вантажопереробку і перевезення гірничої маси та готової продукції, а також визначити вигоди від наданих пропозицій.

3.2 Розрахунок додаткових капітальних вкладень

Додаткові капітальні вкладення розраховуються за формулою [18]:

$$K_{\text{дод}} = K_{\text{конв}} + K_{\text{бунк}} + K_{\text{тз}}, \quad (3.1)$$

де $K_{\text{конв}}$ - витрати на придбання й монтаж конвеєрної лінії, грн.;

$K_{\text{бунк}}$ - витрати на встаткування й монтаж бункерного вузла відвантаження з автомобільними вагами, грн.;

$K_{\text{тз}}$ - витрати на придбання нових транспортних засобів, грн.

Витрати на спорудження конвеєра довжиною 105 м, з урахуванням монтажних робіт (50 % від витрат на конвеєр), при вартості одного погонного метра стрічкового конвеєра 8700 грн. [19] складуть:

$$K_{конв} = 8700 \cdot 105 \cdot 1,5 = 1370250 \text{ грн.}$$

Кошторисна вартість устаткування бункерного вузлу відвантаження й будівельно-монтажних робіт визначалася по укрупнених вимірниках і складала:

- вартість відвантажувальних бункерів з спеціальним устаткуванням складає 72000 \$ або 2088000 грн. (1 \$ = 29 грн.);
- автомобільні ваги для одночасного завантаження й зважування автомобілів [7]: $240000 \cdot 2 = 480000$ грн.;
- витрати на монтаж бункерного вузлу відвантаження з конвеєрною лінією складає 50 % від вартості матеріалів.

$$K_{бунк} = (2088000 + 480000) \cdot 1,5 = 3852000 \text{ грн.}$$

Загальну вартість спорудження бункерного вузлу відвантаження готової продукції Запорізького Мокрянського кар'єру складе:

$$\Sigma K_{вуз} = 1370250 + 3852000 = 5222250 \text{ грн.}$$

Вартість транспортних засобів становить:

- автомобілі-самоскиди SCANIA P380CB 8×4 EHZ 2265000 грн.;
- кар'єрні автомобілі-самоскиди БелАЗ-7555: 7540000 грн.;
- загальна вартість транспортних засобів складе:

$$K_{мз} = 7540000 \cdot 2 + 2265000 \cdot 12 = 42260000 \text{ грн.}$$

Загальна сума додаткових капітальних вкладень за проектом складе:

$$\Sigma K_{доо} = 5222250 + 42260000 = 47482250 \text{ грн.}$$

На цей час щебінь в автотранспорт відвантажується за допомогою ковшових навантажувачів Liebherr L 580 у кількості 4 од. Середня балансова вартість одного

навантажувача становить – 550000 грн. Сумарна балансова вартість одноковшевих навантажувачів:

$$B_{нав} = 550000 \cdot 4 = 2200000 \text{ грн.}$$

Автомобілі, які вивозять продукцію споживачам, зважуються на вагах, балансова вартість яких становить:

$$B_{ваг} = 250000 \text{ грн.}$$

На цей час внутрішньокар'єрні перевезення здійснюються автомобілями БелАЗ-7522 (7 од.), балансова вартість яких складає:

$$B_{7522}^{БелАЗ} = 950000 \cdot 7 = 6650000 \text{ грн.}$$

3.3 Розрахунок річних експлуатаційних витрат

3.3.1 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на організацію вантажопереробки готової продукції Мокрянського кар'єра

Річні експлуатаційні витрати на переробку і відвантаження готової продукції кар'єра визначаються за формулою [18]:

$$\Sigma B_{відв} = B_{з.пл.} + B_{соц} + B_a + B_{ел} + B_p + B_{нал} + B_{мом} + B_{ін} + B_{вир}, \quad (3.2)$$

де $B_{з.пл.}$ - витрати на виплату заробітної плати робітникам кар'єра, зайнятим в процесі вантажопереробки, грн.;

$B_{соц}$ - витрати на оплату єдиного соціального внеску, грн.;

B_a - амортизаційні відрахування, грн.;

$B_{ел}$ - витрати на електроенергію для обладнання для відвантаження, грн.;

B_p - витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування механізмів, грн.;

$B_{нал}$ - витрати на паливо для ковшових навантажувачів, грн.;

$B_{мом}$ - витрати на мастильно-обтиральні матеріали для обладнання та навантажувачів, грн.;

$B_{ін}$ - інші витрати, грн.;

$B_{вир}$ - загальновиробничі витрати, грн.

Розрахунок заробітної плати

Відвантаження готової продукції в автотранспорт здійснюється в одну зміну.

Основну заробітну плату для робітників, труд яких оплачується за погодинною оплатою, знаходимо за формулою [18]:

$$B_{з.пл.}^{осн} = C_{год.ст.} \cdot T_{\phi}, \quad (3.3)$$

де T_{ϕ} - фактичний відпрацьований час робітників за рік з відвантаження готової продукції кар'єру, годин; за нормативами 2002 год.;

$C_{год.ст.}$ - годинна тарифна ставка, грн.

Фонд заробітної плати робітників, труд яких оплачується за тарифним окладом, визначається за формулою [18]:

$$B_{з.пл.} = n \cdot 12 \cdot C_{нос} \cdot K_{доп}, \quad (3.4)$$

де n - кількість робітників, чол.;

$C_{нос}$ - посадовий оклад робітника, грн.;

$K_{доп}$ - коефіцієнт, який враховує додаткову заробітну плату.

Сумарна річна заробітна плата визначається за формулою [18]:

$$B_{з.пл.} = B_{з.пл.}^{осн} + D_{шкідл} + D_{пр.м} + D_{пр}, \quad (3.5)$$

де $D_{шкідл}$ - доплата за шкідливість, грн.; оплачується в розмірі 12 % від основної заробітної плати;

$D_{пр.м}$ - доплата за професійну майстерність, грн.;

$D_{пр}$ - преміальні виплати, грн.; 40 % від основної зарплати й доплат.

Визначимо основну та додаткову заробітну плату робітників відвантажувального комплексу за *існуючим варіантом*.

У технологічному процесі відвантаження щебенів різних фракцій зі складу готової продукції за існуючим варіантом зайнято такі категорії робітників:

- машиністи ковшових навантажувачів;
- вантажники;
- вагарі;
- прийомоздавачі.

Основна заробітна плата:

- машиніст ковшового навантажувача $B_{з.пл}^{осн} = 45,5 \cdot 2002 = 91091$ грн.;
- вантажник, прийомоздавач $B_{з.пл}^{осн} = 38,5 \cdot 2002 = 77077$ грн.;
- вагар $B_{з.пл}^{осн} = 36,5 \cdot 2002 = 73073$ грн.

Визначимо доплату за шкідливість:

- машиніст ковшового навантажувача $D_{шкідл} = 91091 \cdot 0,12 = 10931$ грн.;
- вантажник, прийомоздавач $D_{шкідл} = 77077 \cdot 0,12 = 9249$ грн.;
- вагар $D_{шкідл} = 73073 \cdot 0,12 = 8769$ грн.

Доплата за професійну майстерність складе:

- машиніст ковшового навантажувача $D_{пр.м} = 91091 \cdot 0,2 = 18218$ грн.;
- вантажник, прийомоздавач $D_{пр.м} = 77077 \cdot 0,15 = 11562$ грн.;
- вагар $73073 \cdot 0,15 = 10961$ грн.

Преміальні виплати складуть:

- машиніст навантажувача $D_{пр} = (91091 + 10931 + 18218) \cdot 0,4 = 48096$ грн.;
- вантажник, прийомоздавач $D_{пр} = (77077 + 9249 + 11562) \cdot 0,4 = 39155$ грн.;

- вагар $D_{np} = (73073 + 8769 + 10961) \cdot 0,4 = 37121$ грн.

Розрахунок річної заробітної плати працівників, що приймають участь у вантажопереробці готової продукції кар'єра за існуючим варіантом приведений у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок заробітної плати за існуючим варіантом

Професія робітника	n , чол.	$B_{з.пл}^{осн}$, грн.	$D_{шкідл}$, грн.	$D_{пр.м}$, грн.	D_{np} , грн.	$B_{з.пл}$, грн.	$\Sigma B_{з.пл}$, грн.
Машиніст навант.	4	91091	10931	18218	48096	168336	673344
Вантажник	4	77077	9249	11562	39155	137043	548172
Вагар	2	73073	8769	10961	37121	129924	259848
Приймоздавач	4	77077	9249	11562	38975	137043	548172
Заробітна плата за існуючим варіантом							2029536

Визначимо основну та додаткову заробітну плату робітників відвантажувального комплексу за *пропонованим варіантом*.

У технологічному процесі відвантаження щебенів різних фракцій зі складу готової продукції за проєктним варіантом зайнято такі категорії робітників:

- оператор конвеєрної лінії;
- оператор бункерного відвантажувального комплексу;
- помічник оператора відвантажувального комплексу;
- прийомоздавач.

Основна заробітна плата:

- оператор конвеєрної лінії $B_{з.пл}^{осн} = 42,0 \cdot 2002 = 84084$ грн.;
- оператор відвантажувального комплексу $B_{з.пл}^{осн} = 42,0 \cdot 2002 = 84084$ грн.;
- помічник оператора, прийомоздавач $B_{з.пл}^{осн} = 38,5 \cdot 2002 = 77077$ грн.

Визначимо доплату за шкідливість:

- оператор конвеєрної лінії $D_{шкідл} = 84084 \cdot 0,12 = 10090$ грн.;
- оператор відвантажувального комплексу $D_{шкідл} = 84084 \cdot 0,12 = 10090$ грн.;

- помічник оператора, прийомоздавач $D_{шкідл} = 77077 \cdot 0,12 = 9249$ грн.

Доплата за професійну майстерність складе:

- оператор конвеєрної лінії $D_{пр.м} = 84084 \cdot 0,15 = 12613$ грн.;
- оператор відвантажувального комплексу $D_{пр.м} = 84084 \cdot 0,15 = 12613$ грн.;
- помічник оператора, прийомоздавач $D_{пр.м} = 77077 \cdot 0,15 = 11562$ грн.

Преміальні виплати складуть:

- оператор конвеєрної лінії $D_{пр} = (84084 + 10090 + 12613) \cdot 0,4 = 42715$ грн.;
- оператор комплексу $D_{пр} = (40060 + 4807 + 6009) \cdot 0,4 = 20350$ грн.;
- помічник оператора $D_{пр} = (37056 + 4447 + 5558) \cdot 0,4 = 18824$ грн.;
- прийомоздавач $D_{пр} = (37056 + 4447 + 5558) \cdot 0,4 = 18824$ грн.

Розрахунок заробітної плати за проєктним варіантом приведений у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок фонду заробітної плати за пропонованим варіантом

Професія робітника	n , чол.	$B_{з.пл}^{осн}$, грн.	$D_{шкідл}$, грн.	$D_{пр.м}$, грн.	$D_{пр}$, грн.	$B_{з.пл}$, грн.	$\Sigma B_{з.пл}$, грн.
Оператор конвеєра	1	84084	10090	12613	42715	149502	149502
Оператор бункера	1	84084	10090	12613	42715	149502	149502
Пом. оператора	1	77077	9249	11112	39155	136413	137043
Прийомоздавач	1	77077	9249	11112	39155	136413	137043
Заробітна плата за пропонованим варіантом							573089

Після розрахунків заробітної плати визначаємо відрахування у фонди соціального страхування (єдиний внесок підприємства) за формулою [18]:

$$B_{соц} = \Sigma B_{з.пл} \cdot H_{відп}, \quad (3.6)$$

де $\Sigma B_{з.пл}$ - сумарний річний фонд заробітної плати, грн.;

$H_{відп}$ - єдиний соціальний внесок підприємства, %; складає 22,0 % від $\Sigma B_{з.пл}$.

Нарахування на заробітну плату складуть:

- існуючий варіант

$$B_{соц}^{існ} = 2029536 \cdot 0,22 = 446498 \text{ грн.};$$

- пропонуванний варіант

$$B_{соц}^{np} = 573089 \cdot 0,22 = 126080 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на встаткування, задіяне в процесі відвантаження готової продукції кар'єра, розраховується за формулою [18]:

$$B_a = \frac{K_{\sigma} \cdot a_i}{100}, \quad (3.7)$$

де K_{σ} - балансова вартість механізмів, грн.;

a_i - норми відрахувань, %; для механізмів та пристроїв – 24 % на рік (6 % на квартал).

Розрахунок витрат на амортизацію механізмів і пристроїв за варіантами наведені у табл. 3.3, 3.4.

Таблиця 3.3 – Розрахунок амортизаційних витрат на вантажопереробку за існуючим варіантом

Тип обладнання	Балансова вартість, грн.				Амортизація, грн.			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Навантажувач	2200000	1980000	1782000	1603800	220000	198000	178200	160380
Ваги автомоб.	250000	235000	220900	207646	15000	14100	13254	12459
Усього за існуючим варіантом					811393			

Таблиця 3.4 – Розрахунок амортизаційних витрат на вантажопереробку за пропонуваним варіантом

Тип обладнання	Балансова вартість, грн.				Амортизація, грн.			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Конвеєр	1370250	1288035	1210753	1138108	82215	77282	72645	68286
Бунк. компл.	3852000	3620880	3403627	3199409	231120	217253	204218	191965
Усього пропонуваним варіантом					1144984			

За пропонуваним варіантом необхідно розрахувати витрати на електроенергію, яка споживається конвеєрною лінією та бункерним відвантажувальним пристроєм за формулою [18]:

$$B_{el}^c = W \cdot T_{zag} \cdot \eta_{em} \cdot K_{nom} \cdot K_{час} \cdot C_{el}, \quad (3.8)$$

де W - сумарна потужність електродвигунів, кВт·год; потужність двигунів конвеєрних ліній та вузла відвантаження складає $W = 147,5$ кВт·год.;

T_{zag} - фонд робочого часу встаткування на рік, год.; за галузевими нормативами при роботі відвантажувального комплексу в одну зміну річний фонд робочого часу складає $T_{zag} = 2040$ год.;

η_{em} - коефіцієнт, що враховує додаткову потребу електроенергії для компенсації втрат в електричній мережі, $\eta_{em} = 1,15$;

K_{nom} - коефіцієнт використання електродвигунів за потужністю, $K_{nom} = 0,95$;

$K_{час}$ - коефіцієнт використання встаткування за часом, $K_{час} = 0,87$;

C_{el} - вартість 1 кВт·год електроенергії, для першого класу напруги 27,5 кВ та вище тариф складає $C_{el} = 3,24$ грн. (з ПДВ).

$$B_{el.c.}^{np} = 147,5 \cdot 2040 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 3,24 = 926633 \text{ грн.}$$

Витрати на паливо для ковшових навантажувачів визначаємо за формулою [18]:

$$B_{пал}^{існ} = T_{річн} \cdot \alpha_1^{пал} \cdot Ц_{пал}, \quad (3.9)$$

де $T_{річн}$ - кількість годин, відпрацьованих ковшовими навантажувачами, год.;

$\alpha_1^{пал}$ - норми витрати палива за 1 годину, л;

$Ц_{пал}$ - вартість 1 л палива, грн.

Годинна витрата палива ковшовим навантажувачем за технічною характеристикою становить 12,8 л/год. За галузевими нормативами річний фонд часу роботи автонавантажувачів при роботі в одну зміну складає 1966 годин.

Для всього парку навантажувачів річний фонд робочого часу складе:

$$T_{річн} = 1966 \cdot 4 = 7864 \text{ маш.} \cdot \text{год./рік.}$$

Витрати на паливо для ковшових навантажувачів за існуючим варіантом складуть:

$$B_{пал} = 7864 \cdot 12,8 \cdot 23,5 = 2365491 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильно-обтиральні матеріали для вантажного встаткування приймаються в розмірі 10 % від витрат на електроенергію й 30 % від витрат на паливо:

- існуючий варіант

$$B_{мом}^{існ} = 2365491 \cdot 0,3 = 709647 \text{ грн.};$$

- пропонуванний варіант

$$B_{мом}^{п} = 926633 \cdot 0,1 = 92663 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт механізмів та пристроїв для відвантаження визначаються за формулою [17]:

$$B_p = \frac{K_b \cdot a_p}{100}, \quad (3.10)$$

де a_p - норми відрахувань на поточний ремонт, %; приймаємо $a_p = 5$ %.

Витрати на поточний ремонт складуть:

- існуючий варіант

$$B_p^{icn} = (2200000 + 250000) \cdot 0,05 = 122500 \text{ грн.};$$

- пропонуванний варіант

$$B_p^{np} = (1370250 + 3852000) \cdot 0,05 = 261113 \text{ грн.}$$

Інші витрати становлять 10 % від суми вище розрахованих витрат (крім відрахувань на соціальне страхування):

- існуючий варіант

$$B_{in}^{icn} = (2029596 + 811393 + 2365491 + 709647 + 122500) \cdot 0,1 = 603857 \text{ грн.};$$

- пропонуванний варіант

$$B_{in}^{np} = (573089 + 1144885 + 926633 + 92663 + 261113) \cdot 0,1 = 299848 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати складають 116,5 % від фонду заробітної плати:

- існуючий варіант

$$B_{vir}^{icn} = 2029536 \cdot 1,165 = 2364409 \text{ грн.};$$

- пропонуванний варіант

$$B_{vir}^{np} = 573089 \cdot 1,165 = 667648 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати на вантажопереробку гірничої маси у Мокрянському кам'яному кар'єрі та на відвантаження готової продукції наведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Загальні експлуатаційні витрати на вантажопереробку гірничої маси та готової продукції в кар’єрі за варіантами

Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.	
	Існуючий варіант	Пропонований варіант
1 Заробітна плата	2029536	573089
2 Нарахування на заробітну плату	446498	126080
3 Амортизаційні відрахування	811393	1144885
4 Витрати на електроенергію	-	926633
5 Витрати на паливо	2365491	-
6 Витрати на мастильні матеріали	709647	92663
7 Витрати на ремонт устаткування	122500	261113
8 Інші витрати	603857	299848
9 Загальновиробничі витрати	2364409	667648
Усього	9453330	4092057

3.3.2 Розрахунок витрат на перевезення гірничої маси в кар’єрі

За *існуючим варіантом* перевезення гірничої маси в кар’єрі з місця видобутку до приймальних бункерів дробильно-сортувальних цехів здійснюється кар’єрними самоскидами БелАЗ-7522 вантажопідйомністю 30,0 т; кількість автомобілів – 7 од., які працюють в дві зміни.

За *пропонованим варіантом* передбачаються перевезення кар’єрними самоскидами більшої ємності та вантажопідйомності БелАЗ-7555Е (вантажопідйомність 60,0 т). Кількість автомобілів за розрахунками – 2 од. при роботі у дві зміни.

Річні експлуатаційні витрати на автомобільні перевезення визначаються за формулою [18]:

$$\Sigma B_{ат} = B_{з.пл.} + B_{соц.} + B_a + B_{нал} + B_p + B_{мом} + B_{шин} + B_{ін} + B_{вир}, \quad (3.11)$$

де $B_{з.пл.}$ - витрати на заробітну плату водіїв, грн.;

$B_{соц.}$ - витрати на сплату єдиного соціального внеску, грн.;

B_a - амортизаційні відрахування на автомобілі, грн.;

$B_{пал.}$ - витрати на паливо для автомобілів, грн.;

B_p - витрати на ремонт й технічне обслуговування автомобілів, грн.;

$B_{мом.}$ - витрати на мастильно-обтиральні матеріали, грн.;

$B_{шин.}$ - витрати на зміну шин самоскидів, грн.;

$B_{ін.}$ - інші витрати, грн.;

$B_{вир.}$ - загальновиробничі витрати, грн.

Заробітна плата водіїв самоскидів визначається за формулою (3.3).

Годинна заробітна плата водіїв визначається за формулою [18]:

$$C_{год.з/пл.} = [C_{год.ст.} + C_{год.ст.} (K_{кл.} + K_{пр.м.} + K_{веч.} + K_{ніч.} + K_{шк.})] \cdot K_{пр.}, \quad (3.12)$$

де $C_{год.ст.}$ - годинна ставка водія транспортного засобу, грн.; $C_{год.ст.} = 48,5$ грн.;

$K_{кл.}$, $K_{пр.м.}$, $K_{веч.}$, $K_{ніч.}$, $K_{шк.}$, $K_{пр.}$ - коефіцієнти доплат до годинної тарифної ставки водія відповідно за класність, професійну майстерність, роботу у вечірні та нічні години, за шкідливість та преміальні виплати, %.

Коефіцієнти доплат до годинної ставки складають:

- доплата за класність: для водіїв I класу – $K_{кл.} = 25$ % від $C_{год.ст.}$;
- доплата за професійну майстерність; $K_{пр.м.} = 20$ % від $C_{год.ст.}$;
- доплата за роботу у вечірній час; $K_{веч.} = 20$ % від $C_{год.ст.}$ за вечірні години (з 18-00 до 22-00); робота у вечірній період складає 17 % від загального робочого часу;
- доплата за роботу в нічний час; $K_{ніч.} = 40$ % від $C_{год.ст.}$ за нічні години; робота в нічний період складає 33 % від загального робочого часу. Оскільки в

нічний період водії працюють 2 год. (з 22.00 до 24.00), то доля нічних годин від загального часу складе $33/4 = 8,25\%$;

- доплата за шкідливі умови роботи; $K_{шк} = 18\%$ від $C_{год.ст.}$;
- преміальні виплати; $K_{пр} = 40\%$ від $C_{год.ст.}$.

Визначимо розміри доплат до годинної ставки:

- доплата за класність складає $D_{кл} = 48,5 \cdot 0,25 = 12,13$ грн.;
- доплата за професійну майстерність $D_{кпр.м} = 48,5 \cdot 0,20 = 9,7$ грн.;
- доплата за роботу у вечірні години $D_{веч} = 48,5 \cdot 0,17 \cdot 0,20 = 1,65$ грн.;
- доплата за роботу у нічні години $D_{ніч} = 48,5 \cdot 0,0825 \cdot 0,40 = 1,6$ грн.;
- доплата за шкідливі умови праці: $D_{шк} = 48,5 \cdot 0,18 = 8,73$ грн.

Визначаємо годинну заробітну плату водіїв кар'єрних самоскидів:

$$C_{год.з/пл.} = (48,5 + 12,13 + 9,7 + 1,65 + 1,6 + 8,73) \cdot 1,4 = 115,23 \text{ грн.}$$

Річний фонд заробітної плати водіїв кар'єрних самоскидів визначається за формулою [18]:

$$B_{з.пл.} = T_{річн}^{норм} \cdot C_{з.пл.}^{год} \cdot n_{вод}, \quad (3.13)$$

де $T_{річн}^{норм}$ - нормована річна кількість годин роботи водіїв, год.; на 2020 рік – 2002 год.;

$C_{з.пл.}^{год}$ - годинна заробітна плата водіїв, грн.;

$n_{вод}$ - кількість водіїв, чол.; при роботі у 2 зміни за існуючим варіантом $n_{вод} = 14$ водіїв (7 автомобілів БелАЗ-7522); за пропонованим варіантом $n_{вод} = 4$ водія (2 автомобілі БелАЗ-7555).

Витрати на виплату річної заробітної плати водіям за варіантами складуть:

- існуючий варіант

$$\Sigma B_{3.пл.}^{ичн.} = 115,23 \cdot 2002 \cdot 14 = 3229666 \text{ грн.};$$

- пропонуваний варіант

$$\Sigma B_{3.пл.}^{пр.} = 115,23 \cdot 2002 \cdot 4 = 922762 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні заходи за варіантами складуть:

- існуючий варіант

$$\Sigma B_{соц.}^{ичн.} = 3229666 \cdot 0,22 = 710527 \text{ грн.};$$

- пропонуваний варіант

$$\Sigma B_{соц.}^{пр.} = 922762 \cdot 0,22 = 203008 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на автотранспортні засоби розраховуються за формулою (3.7) і складають 40 % річних. Балансова вартість автотранспортних засобів по варіантах становить:

- автомобілі БелАЗ-7522: $950000 \cdot 7 = 6650000$ грн.;
- автомобілі БелАЗ-7555Е: $7540000 \cdot 2 = 15080000$ грн.

Результати розрахунків наведені в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахунок амортизаційних витрат на кар'єрні самоскиди

Балансова вартість, грн.				Амортизація, грн.			
1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Існуючий варіант – самоскиди БелАЗ-7522							
6650000	5985000	5386500	4847850	665000	598500	538650	484785
Усього за існуючим варіантом				2286935			
Пропонуваний варіант – самоскиди БелАЗ-7555							
15080000	13572000	12214800	10993320	1508000	1357200	1221480	1099332
Усього за пропонуваним варіантом				5186012			

Потрібна кількість палива для кар'єрних самоскидів розраховується за формулою [18]:

$$P_{\text{пал}} = \frac{n_g \cdot \Sigma L_{\text{річн}}}{100}, \quad (3.14)$$

де n_g - норма витрати палива на 100 км пробігу, літрів;

$\Sigma L_{\text{річн}}$ - річний пробіг самоскидів в кар'єрі, км.

Норма витрати палива для автомобілів становить:

- автомобілі-самоскиди БелАЗ-7522 – 204,0 л/100 км;
- автомобілі-самоскиди БелАЗ-7555Е – 240,0 л/100 км.

Сумарний річний пробіг автомобілів був визначений в основній частині і склав:

- існуючий варіант для БелАЗ-7522: 104020 км;
- пропонуванний варіант для БелАЗ-7555Е: 51175 км.

Потрібна кількість палива для кар'єрних самоскидів за варіантами:

- існуючий варіант

$$P_{\text{пал}}^{\text{існ}} = \frac{204,0 \cdot 104020}{100} = 212201 \text{ л};$$

- пропонуванний варіант

$$P_{\text{пал}}^{\text{пр}} = \frac{240,0 \cdot 51175}{100} = 122820 \text{ л}.$$

Грошові витрати на паливо для транспортних засобів визначаємо за формулою [18]:

$$B_{\text{пал}} = P_{\text{пал}} \cdot C_{1\text{л}}, \quad (3.15)$$

де $C_{1\text{л}}$ - ціна 1 літра палива, грн.: для дизельного палива $C_{1\text{л}} = 23,5$ грн.

Визначимо витрати на паливо для самоскидів:

- існуючий варіант

$$B_{пал}^{існ} = 23,5 \cdot 212201 = 4986724 \text{ грн.};$$

- пропонований варіант

$$B_{пал}^{пр} = 23,5 \cdot 122820 = 2886270 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильні матеріали для самоскидів складуть:

- існуючий варіант

$$B_{мом}^{існ} = 4986724 \cdot 0,3 = 1496017 \text{ грн.};$$

- пропонований варіант

$$B_{мом}^{пр} = 2886270 \cdot 0,3 = 865881 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати на ремонт та обслуговування кар'єрних самоскидів:

- існуючий варіант

$$B_{рем}^{існ} = 6650000 \cdot 0,05 = 332500 \text{ грн.};$$

- пропонований варіант

$$B_{рем}^{пр} = 15080000 \cdot 0,05 = 754000 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на зміну шин, проводиться виходячи з норм пробігу автомобілів.

Для шин 24.00R35 (вид – кар'єрні, тип – Бел-122) на самоскиди БелАЗ нормативний пробіг становить 65000 км.

Число змін комплектів шин для самоскидів розраховуємо за формулою [18]:

$$K_{шин} = \frac{\Sigma L_{річн}}{L_{нор}}, \quad (3.16)$$

де $L_{нор}$ - нормативний пробіг шин, км.

Розрахуємо число змін комплектів шин за формулою (3.15):

- існуючий варіант

$$K_{шин}^{існ} = \frac{104020}{65000} = 1,60;$$

- пропонований варіант

$$K_{шин}^{пр} = \frac{51175}{65000} = 0,787.$$

Витрати на заміну шин визначаються за формулою [18]:

$$B_{шин} = K_{шин} \cdot C_k \cdot m, \quad (3.17)$$

де C_k - ціна одного колеса (для шин 24.00R35 – 149600 грн. [4]);

m - кількість коліс в автомобіля; для автомобіля БелАЗ: 6 + 1.

Річні витрати на придбання шин для кар'єрних самоскидів складуть:

- існуючий варіант

$$B_{шин}^{існ} = 149600 \cdot 1,60 \cdot 7 = 1675520 \text{ грн.};$$

- пропонований варіант

$$B_{шин}^{пр} = 149600 \cdot 0,787 \cdot 7 = 824146 \text{ грн.}$$

Розраховуємо інші витрати на внутрішньокар'єрні перевезення:

- існуючий варіант

$$B_{ін}^{існ} = 0,1 \cdot (3229666 + 2286935 + 4986724 + 1496017 + 332500 + 1675520) = 1400736 \text{ грн.};$$

- пропонований варіант

$$B_{ін}^{np} = 0,1 \cdot (922762 + 5186012 + 2886270 + 865881 + 754000 + 824146) = 1143908 \text{ грн.}$$

Загальноновиробничі витрати складають 116,5 % від фонду заробітної плати:

- існуючий варіант

$$\Sigma B_{вир}^{існ} = 3229666 \cdot 1,165 = 3762561 \text{ грн.};$$

- пропонований варіант

$$\Sigma B_{вир}^{np} = 922762 \cdot 1,165 = 1075018 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати на перевезення гірничої маси у Мокрянському кар'єрі наведені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Загальні експлуатаційні витрати на перевезення гірничої маси в кар'єрі

Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.	
	Існуючий варіант	Пропонований варіант
1 Заробітна плата	3229666	922762
2 Нарахування на заробітну плату	710527	203008
3 Амортизаційні відрахування	2286935	5186012
4 Витрати на паливо	4986724	2886270
5 Витрати на мастильні матеріали	1496017	865881
6 Витрати на ремонт і ТО АТЗ	332500	754000
7 Витрати на шини	1675520	824146
8 Інші витрати	1400736	1143908
9 Загальноновиробничі витрати	3762561	1075018
Усього	19881186	13861005

3.3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат на доставку продукції Мокрянського кар'єра споживачам

На цей час щебені різних фракцій з кар'єру на підприємства місцевим споживачів доставляються орендованими автомобілями-самоскидами КамАЗ-5511, а на підприємства, які розташовані в Запорізькій області, – орендованими автомобілями-самоскидами МАЗ-5516.

При роботі за умовами оренди у межах міста плата стягується за кожну годину роботи. За даними табл. 2.11 автомобілями КамАЗ-5511 відпрацьовано на маршрутах перевезення продукції кар'єру протягом року 45542 год. (споживачам у Запоріжжі).

При роботі за умовами оренди при міжміських перевезеннях плата стягується за кожен кілометр загального пробігу. За даними табл. 2.13 річний пробіг автомобілів МАЗ-5516 при перевезенні продукції споживачам в Запорізькій області склав 1230076 км.

Ціна оренди складає:

- самоскиди КамАЗ-5511 – 400 грн. за годину роботи;
- МАЗ-5516 – 30 грн. за 1 км пробігу.

Визначимо річні витрати на оплату оренди автотранспорту:

$$B_{op}^{КамАЗ} = 400,0 \cdot 45542 = 18216800 \text{ грн.};$$

$$B_{op}^{МАЗ} = 30,0 \cdot 1230076 = 36902280 \text{ грн.};$$

$$\Sigma B_{op}^{заг} = 18216800 + 36902280 = 55119080 \text{ грн.}$$

В роботі пропонується для перевезення використовувати автомобілі-самоскиди більшої ємності та вантажопідйомності SCANIA P380CB 8×4 EHZ.

Експлуатаційні витрати на організацію перевезень продукції кар'єра споживачам за пропонованим варіантом визначаються за формулою (3.11).

Заробітна плата водіїв самоскидів визначається за формулами (3.12), (3.13). При розрахунку годинної заробітної плати враховуємо такі доплати до основної зарплати:

- доплата за класність: для водіїв I класу – $K_{кл} = 25\%$ від $C_{год.ст.}$;
- доплата за професійну майстерність; $K_{пр.м} = 20\%$ від $C_{год.ст.}$;
- доплата за інтенсивність роботи: $K_{ін} = 20\%$ від $C_{год.ст.}$;
- преміальні виплати; $K_{пр} = 40\%$ від $C_{год.ст.}$.

Визначимо розміри доплат до годинної ставки:

- доплата за класність складає $D_{кл} = 48,5 \cdot 0,25 = 12,13$ грн.;
- доплата за професійну майстерність $D_{кпр.м} = 48,5 \cdot 0,20 = 9,7$ грн.;
- доплата за інтенсивність роботи $D_{інт} = 48,5 \cdot 0,20 = 9,7$ грн.

Визначимо годинну заробітну плату водіїв самоскидів за формулою (3.12):

$$C_{з.пл.}^{год} = (48,5 + 12,13 + 9,70 + 9,7) \cdot 1,4 = 112,04 \text{ грн.}$$

За проектом водії автомобілів SCANIA також працюють у 2 зміни. За розрахунками кількість автомобілів склала 12 од., отже водіїв необхідно 24 чол.

Розрахуємо річний фонд зарплати водіїв самоскидів SCANIA за пропонованим варіантом:

$$\Sigma B_{з.пл.}^{пр} = 112,04 \cdot 2002 \cdot 24 = 5383298 \text{ грн.}$$

Нарахування на заробітну плату становлять 22 % від річної заробітної плати водіїв:

$$\Sigma B_{соц}^{пр} = 5388103 \cdot 0,22 = 1184326 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на автотранспортні засоби розраховуються за формулою (3.7) і складають 40 % річних. Балансова вартість самоскидів SCANIA становить: $2265000 \times 12 = 27180000$ грн.

Результати розрахунків амортизаційних витрат на автомобілі-самоскиди SCANIA, які використовуються за пропонуваним варіантом для доставки продукції споживачам, наведені в табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Розрахунок амортизаційних витрат на автомобілі-самоскиди SCANIA за пропонуваним варіантом

Балансова вартість, грн.				Амортизаційні відрахування, грн.			
27180000	24462000	22015800	19814220	2718000	2446200	2201580	1981422
Загальні амортизаційні витрати				9347202			

Норма витрати палива автомобілів-самоскидів SCANIA складає 36,1 л/100 км. Річний пробіг автомобілів при доставці продукції споживачам склав:

- при доставці продукції у межах міста: 294750 км (табл. 2.12);
- при доставці продукції за межами міста: 761428 км (табл. 2.14);
- загальний пробіг самоскидів SCANIA: 1056178 км.

Потребу в паливі для самоскидів SCANIA розраховуємо за формулою (3.14):

$$P_{пал}^{np} = \frac{36,1 \cdot 1056178}{100} = 381280 \text{ л.}$$

Витрати на паливо для самоскидів SCANIA визначаємо за формулою (3.15):

$$B_{пал}^{np} = 23,5 \cdot 381280 = 8960080 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильні матеріали становлять 30 % від витрат на паливо:

$$B_{мом}^{np} = 8960080 \cdot 0,3 = 2688024 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт становлять 5 % від балансової вартості самоскидів:

$$\Sigma B_{рем}^{np} = 27180000 \cdot 0,05 = 1359000 \text{ грн.}$$

Для самоскидів SCANIA виробником рекомендовані шини Michelin. Для шини 385/65R22.5 вартість складає 19500 грн. Кількість шин у комплекті – 12 та 2 запасні шини. Нормативний пробіг для таких шин складає 175000 км. З урахуванням коефіцієнта, який враховує умови експлуатації, $H = 175000 \cdot 0,85 = 148750$ км.

Для розрахунку витрат на замішу шин визначимо число змін комплектів на рік для самоскидів SCANIA за формулою (3.16):

$$K_{шин}^{np} = \frac{1056178}{148750} = 7,1.$$

Річні витрати на придбання шин для самоскидів SCANIA складуть:

$$B_{шин}^{np} = 19500 \cdot 7,1 \cdot 14 = 1938300 \text{ грн.}$$

Інші витрати:

$$B_{np}^{np} = (5383298 + 9347202 + 8960080 + 2688024 + 1159000 + 1938300) \cdot 0,1 = 2967590 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати від фонду заробітної плати складуть:

$$\Sigma B_{вир}^{np} = 5383298 \cdot 1,165 = 6271542 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати на організацію доставки продукції кар'єру споживачам по варіантах наведені в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Експлуатаційні витрати на організацію доставки продукції Мокрянського кар'єру споживачам

Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.	
	Існуючий варіант	Пропонований варіант
1 Заробітна плата	-	5383298
2 Нарахування на заробітну плату	-	1184326
3 Амортизаційні відрахування	-	9347202
4 Витрати на паливо	-	8960080
5 Витрати на мастильні матеріали	-	2688024
6 Витрати на ремонт		1359000
7 Витрати на шини	-	1938300
8 Інші витрати	-	2967590
9 Загальновиробничі витрати	-	6271542
11 Витрати на оренду КамАЗ-5511	18216800	-
12 Витрати на оренду МАЗ-5516	36902280	-
Усього	55119080	40099362

3.4 Розрахунок річної економії експлуатаційних витрат

Сумарні експлуатаційні витрати на відвантаження, внутрішньокар'єрні перевезення гірничої маси та доставку продукції кар'єру споживачам по варіантах складуть:

- існуючий варіант

$$\Sigma B_{icn} = 9453330 + 19881186 + 55119080 = 84453596 \text{ грн.};$$

- проектний варіант

$$\Sigma B_{np} = 4092057 + 13861005 + 40099362 = 58052423 \text{ грн.}$$

Для порівняння варіантів визначимо ручну економію експлуатаційних витрат за формулою [18]:

$$E_{експл} = \Sigma B_{існ} - \Sigma B_{пр}, \quad (3.18)$$

де $\Sigma B_{існ}$ - річні експлуатаційні витрати за існуючим варіантом, грн.;

$\Sigma B_{пр}$ - річні експлуатаційні витрати за пропонованим варіантом, грн.

$$E_{експл} = 84453596 - 58052423 = 26401174 \text{ грн.}$$

3.5 Розрахунок дисконтованого доходу й терміну окупності пропозицій

На реалізацію пропозицій магістерської роботи будуть потрібні додаткові витрати в розмірі 47482250 грн.

Для визначення ефективності впровадження пропозицій необхідно розрахувати чистий дисконтований дохід, який являє собою поточну вартість доходів від зроблених інвестицій.

Коефіцієнт дисконтування розраховується за формулою [18]:

$$\alpha = \frac{1}{(1+i)^t}, \quad (3.19)$$

де t - номер кроку розрахунку ($t = 0, 1, 2, T$);

T - строк існування проєкту, років;

i - норма дисконту, $i = 0,25$ (банківська процентна ставка).

Чистий дисконтований дохід визначається за формулою [18]:

$$NVP = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.20)$$

де B_t - річні доходи за проектом, грн.;

C_t - річні витрати за проектом, грн.;

n - термін життя проекту, років.

У таблиці 3.10 приведений розрахунок чистого дисконтованого доходу.

Таблиця 3.10 – Розрахунок дисконтованого доходу за пропонованим варіантом

Рік	Інвестиції, грн.	Дохід, грн.	α	NVP , грн.
1	47482250	26401174	1	- 21081076
2	–	26401174	0,800	21130939
3	–	26401174	0,640	16896751
Загальний ефект від провадження проекту				16936615

Строк окупності додаткових капітальних вкладень за пропонованим варіантом знаходимо за формулою [18]:

$$T_{ок} = \frac{K_{дод}}{П_{річн}}, \quad (3.21)$$

де $K_{дод}$ - додаткові капітальні вкладення, грн.;

$П_{річн}$ - річний прибуток в результаті зроблених пропозицій, грн.

$$T_{ок} = \frac{47482250}{26401174} = 1,8; \text{ приймаємо 2 роки.}$$

Розраховані техніко-економічні показники по варіантах наведені в табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Техніко-економічні показники пропозицій магістерської роботи

Найменування показника	Значення, грн.	
	існуючий	проектний
1. Кількість транспортних засобів:		
- кар'єрні самоскиди БелАЗ-7522В	7	-
- кар'єрні самоскиди БелАЗ-7555Е	-	2
- автомобілі-самоскиди КамАЗ-5511	24	-
- автомобілі-самоскиди МАЗ-5516	18	-
- автомобілі-самоскиди SCANIA P380CB 8×4	-	12
2 Додаткові капітальні витрати, грн.	-	47482250
3 Загальні річні експлуатаційні витрати, грн.	84453596	58052423
3.1 Витрати на вантажопереробку в кар'єрі, грн.	9453330	4092057
3.2 Витрати на перевезення в кар'єрі, грн.	19881186	13861005
3.3 Витрати на оренду транспортних засобів, грн.	55119080	-
3.4 Витрати на доставку споживачам власними ТЗ, грн.	-	40099362
4 Річна економія експлуатаційних витрат, грн.	-	26401174
5 Чистий дисконтований дохід, грн.	-	16935515
6 Термін окупності додаткових вкладень, років	-	2,0

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В магістерській роботі на тему «Удосконалення технологічного процесу відвантаження і транспортного обслуговування Мокрянського кам'яного кар'єру» розглянуто аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника та робітників. Розроблені заходи по їх усуненню.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

На основі аналізу роботи існуючого обладнання і технологічних в процесі доставки щебеню автотранспортом, згідно нормативних вимог [20] виявлені наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, здатні привести до травм або ушкодження здоров'я працівників:

- при навантаженні щебеню, який в стані навалом, пил сильно діє на організм вантажника і на дослідника. При вдиханні можливе запалення слимакових дихальних шляхів, а також приводить до захворювань легенів;
- при подачі автомобіля до навантаження заднім ходом можливі наїзди на робітників, що призведе до травмування;
- при вантажних роботах можливо переохолодження робітників в холодний час року, що призводить до простудних захворювань;
- травмування водія під час навантаження щебеню, що може просипатися на кабінку;
- можлива аварія під час перевезення щебеню з кар'єру до накопичувального майданчика чи до споживачів через зсув ґрунту на шляху з кар'єру;
- при перевезенні щебеню до споживачів можливо відбутися ДТП, що призведе до розсипу щебеню, травмування людей;

- недостатнє освітлення ділянки, де відбувається навантаження щебеню, призводить до не вірного навантаження, наїзду на робітників та аварій на шляху з кар'єру;

- оскільки склад готової продукції знаходиться на відкритому повітрі, то можливе обмороження працівників у зимову пору року, а влітку – перегрів, що може викликати тепловий удар.

- на складах можливо виникнення пожежі. Причиною виникнення є незадовільний нагляд за електроустаткуванням і проводами, опалювальними пристроями, що призводить до перевантажень, утворення іскор та загорання;

- при обробці даних на ПК на дослідника діє ряд шкідливих факторів таких, як не відповідність мікроклімату приміщення, де знаходиться ПК, недостатня освітленість, підвищений рівень шуму та інші.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Для попередження небезпечних ситуацій при вантажних роботах екскаваторами в кар'єрі необхідні заходи:

- проведення інструктажів робітників та виконання робіт в кар'єрі згідно НПАОП 0.00-1.24.10 «Правила охорони праці при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом»;

- кут укосу робочих уступів при розробці породи повинен бути не більш 80°;

- огороження робочих площадок, де рухається та обертається екскаватор; обмеження підйому та пересування;

- при навантаженні породи в автомобіль ківш екскаватору слід подавати назад або збоку кузову та не переміщувати його на кабіною;

- завантаження виконувати з висоти 0,3-0,4 м від верху борту кузову.

Для запобігання ураження електричним струмом необхідно перед початком робіт ретельно перевіряти підвідні електричні кабелі кранів на стан пошкодження. В випадку пошкодження, негайно викликати службу по їх ремонту.

Для запобігання травмування водія при вантажних роботах, необхідно щоб водій покинув кабіну й відійшов від неї на безпечну відстань. Водій повинен знаходитися поза зоною дії вантажного механізму за вимогами [21].

Для попередження ДТП на автотранспорті необхідні такі заходи:

- проведення навчання правилам дорожнього руху згідно постанови Кабінету Міністрів України від 10.10.2001 № 1306 «Про правила дорожнього руху» зі змінами від 11.11.2020 № 1105, і відповідно нормативним вимогам правил [22].

- забезпечення постійної технічної готовності транспортних засобів шляхом своєчасного і якісного ремонту та перевірки технічного стану при відправці транспорту на лінію;

- проведення постійного медичного контролю водіїв, перед виїздом у рейс;

- постійне проведення заходів з поліпшення вимог праці, відпочинку і побуту водіїв підприємства.

Для попередження зсуву ґрунту на шляху проїзду самоскидів, необхідно простежити підмиви водою (після дощу) чи інші пошкодження шляху та своєчасно зробити підсипки та розрівняти бульдозером.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Для зменшення концентрації мінерально-будівельного пилу під час подачі щебеню на склад готової продукції передбачено:

- повітря на майданчику у зоні проведення навантажувальних робіт повинно відповідати нормам [23].

- застосування робітниками складу засобів захисту (протипилові респіратори типу ШБ-1 «Лепесток», «Ріссо-20») згідно положенням [24];

- обладнання вітрозахисних екранів, стінок для уловлення пилу;
- впровадження систем зрошення штабелів.

Оскільки за пропозиціями роботи відвантаження щебеню відбувається через бункерний відвантажувальний комплекс, то відпадає необхідність працювати на відкритому повітрі. Робітники знаходяться у приміщенні управління комплексом.

Для забезпечення оптимального рівня параметрів повітряного середовища у приміщенні управління необхідно дотримуватися вимог [23].

Приміщення обладнанні опаленням та вентиляцією згідно з вимогами [25].

Робітники, які обслуговують склад щебеню на відкритому повітрі, забезпечені сезонним спецодягом у відповідності до Положення [26].

Для запобігання підвищення температури та швидкості руху повітря у теплий період року на робочому місці необхідно забезпечити дотримання вимог щодо температури в кабіні автомобіля згідно вимог [27].

В роботі передбачено придбання нових самоскидів SCANIA, кабіни яких обладнані системою клімат контролю, яка дозволяє дотримувати в кабіні температури на рівні 19-21°C.

Для забезпечення нормальних умов праці згідно з нормативними показниками згідно рекомендацій [28], необхідно забезпечити:

- для дотримання оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні обладнаного ПК з ВДТ (ЕП), згідно вимог [25] передбачаємо систему централізованого водяного опалення з радіаторами, а на теплий період – побутовий кондиціонер типу Electrolux EACS-24 HLO/N3.

- механічну вентиляцію припливно-витяжного типу за допомогою двох рекуператорів типу Prana-200G, які забезпечують трикратний обмін повітря протягом години;

- для зниження рівня шуму застосовуємо сучасні лазерні принтери, а для зниження зовнішнього шуму – встановлення пластикових вікон із склопакетами REHAU EURO - DESIGN 60 (трикамерні);

- для зменшення напруженості праці повинні надаватися технологічні перерви через кожні 2 години тривалістю 15 хвилин;

- для зменшення тривалості зосередження уваги крім додаткових перерв, необхідно скоротити тривалість робочого дня дослідника до 7 годин або запровадити доплату до заробітної плати за шкідливість у розмірі 20 %.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Для запобігання пожежі у автомобілі з причини скупчення на двигуні бруду і масел перед виїздом з АТП необхідно перевірити технічний стан автомобіля, в тому числі справність двигуна.

Технічний стан дорожніх транспортних засобів повинен відповідати вимогам стандартів [22], Правил дорожнього руху, Правил технічної експлуатації.

Щоб запобігти виникненню пожежі в автомобілі необхідно виконувати ремонт паливної системи при непрацюючому, остиглому двигуні, виключеному запалюванні. Неможна користуватися у безпосередній близькості від приладів системи живлення двигуна та паливних баків.

Згідно з нормативними вимогами [29] автомобілі повинні бути оснащені одним вуглекислотним вогнегасником ВВК-5. Найбільш зручними місцями для вогнегасника є стінка кабіни з боку водія.

4.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Однією з найнебезпечніших аварій на кар'єрному транспорті є падіння з уступу кар'єра.

Згідно з НПАОП 0.00-1.24.10 «Правила охорони праці при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом» уступ кар'єру повинен мати форму, яка забезпечує неможливість самовільних зсувів, обвалів та обрушень, та бути безпе-

чним для роботи і пересування людей. Висота уступу не повинна перевищувати максимальної висоти черпання екскаваторами.

Якщо ж всупереч прийнятим заходам не вдається уникнути небезпечної ситуації, то необхідно керувати машиною до останньої можливості, вживаючи всіх заходів для того, щоб уникнути падіння з уступу. Якщо водію вдалося зупинити автомобіль до безпосереднього його зсуву з уступу, він повинен вимкнути двигун та увімкнути стоянкове гальмо. Після цього негайно покинути автомобіль та повідомити про аварію до службі безпеки підприємства. У разі якщо водію не вдалося виконати зупинку, і автомобіль зірвався з уступу, водію необхідно негайно вимкнути двигун та спробувати покинути автомобіль, повідомивши після цього службу безпеки про аварію.

В даному розділі розроблений та передбачений комплекс заходів з безпеки виконання робіт в кар'єрі та перевезеннях гірничої маси та готової продукції, визначені вимоги до санітарних умов праці, з пожежної безпеки та у випадку виникнення надзвичайної ситуації в кар'єрі.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі був проведений аналіз існуючого положення по організації переробки й відвантаження споживачам готової продукції Мокрянського кам'яного кар'єру № 3, який показав істотні недоліки в роботі досліджуваного комплексу:

- для транспортування гранітної породи з місць видобутку до приймальних бункерів дробильно-сортувальних цехів використовуються кар'єрні автомобілі вантажопідйомністю 30 т, що недостатньо при збільшенні обсягів виробництва;
- значні переїзди автомобілів-самоскидів по території кар'єру при відвантаженні продукції. Це відбувається в результаті необхідності дозування кількості вантажу в кузові автомобіля. Вантажний фронт відвантаження перебуває в одному місці (на складі готової продукції), а автомобільні ваги – на ділянці, яка розташована біля виїзду з території кар'єру;
- для доставки щебенів споживачам використовуються автомобілі невеликої вантажопідйомності, що приводить до збільшення їх необхідної кількості;
- використання великої кількості автомобілів-самоскидів для доставки щебенів та відсіву споживачам викликає збільшення експлуатаційних витрат.

Для усунення вище перелічених недоліків запропоновано:

- для транспортування гранітної породи від місць видобутку до приймальних бункерів дробильно-сортувальних цехів пропонується застосувати кар'єрні автомобілі-самоскиди більшої вантажопідйомності БелАЗ-7555, що дозволить скоротити загальну кількість їздок протягом робочої зміни і зменшити виробничі витрати;
- на складі готової продукції запроєктовано підземно-похилий конвеєр для подачі щебенів та відсіву зі штабелів зберігання до бункерного вузла відвантаження;

- передбачено бункерний вузол відвантаження щебенів на автомобільний транспорт, який передбачає подачу вантажу зі складу готової продукції до відвантажувальних бункерів конвеєрними лініями; він обладнаний автомобільними вагами, щоб виключити зайві перепробіги автомобілів-самоскидів при дозуванні;
- для доставки щебенів та відсіву місцевим одержувачам запропоновано використовувати автомобілі підвищеної вантажопідйомності SCANIA P380CB 8×4 EHZ;
- розраховані елементи перевізного процесу маршрутів перевезення продукції споживачам автотранспортом;
- виконане економічне обґрунтування запропонованих заходів.

Запропоновані заходи потребують додаткових капітальних вкладень на суму 47482250 гривень:

- на спорудження конвеєра для подачі щебенів та відсіву до відвантажувальних бункерів;
- на спорудження бункерного відвантажувального обладнання, обладнаного автомобільними вагами;
- на придбання нового рухомого складу автомобільного транспорту – 12 автомобілів-самоскидів SCANIA P380CB 8×4 EHZ та 2 кар'єрних самоскидів БелАЗ-7555Е.

Економічні розрахунки показали, що запропоновані заходи дають річну економію експлуатаційних витрат 26401174 гривень. Сумарний дисконтований дохід від впровадження пропозицій склав 16935515 гривень, а додаткові витрати окупляться за 2 роки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ООО «Мокрянский каменный карьер 3» : веб-сайт. URL : <https://www.ua.bizorg.su/zaporozhe-rg/c470654-mokryanskiy-kamennyy-karyer3-ooo>.
2. Строй-Неруд / Минерально-строительные материалы / Свойства щебня : веб-сайт. URL : <http://nerud-m>.
3. Карьерная техника / Технические характеристики : веб-сайт. URL : [http:// shovel](http://shovel).
4. Карьерные самосвалы БелАЗ : веб-сайт. URL : [http:// belaz.by/catalog](http://belaz.by/catalog).
5. КАМАЗ / ТП КамАЗ в Украине / Технические характеристики техники КамАЗ : веб-сайт. URL : [http:// kamaz.ua](http://kamaz.ua).
6. Авто-МАЗ / Самосвалы МАЗ : Официальный дилер : веб-сайт. URL : [http:// auto/catalog](http://auto/catalog).
7. Бабушкин Г. Ф. Технология и организация транспортно-складских работ на промышленном транспорте : Учебное пособие / Г.Ф. Бабушкин – К. : ИСДО, 1993. – 192 с.
8. VOSTOK.V / Компания Восток / Весы и весоизмерительное оборудование : веб-сайт. URL : <http://vostok.dp.ua>.
9. Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни «Організація та технологія вантажних робіт на транспорті» для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл. доц., д-р техн. наук Турпак С. М., ст. викладач Падченко О.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 66 с.
10. Погрузочно-разгрузочные работы с насыпными грузами : Справочник / Д. С. Плюхин, Е. Г. Угодин, Е. А. Иконников. – М. : Транспорт, 1989. – 303 с.
11. Киреев В. С. Механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ / В.С.Киреев. – М. : Транспорт, 1991. – 352 с.
12. Вільковський Є. К. Вантажознавство / Є. К. Вільковський, І. І. Кельман, О. О. Бакулич. – Львів : Інтелект-Захід, 2007. – 496 с.

13. Гриневич Г. П. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте / Г. П. Гриневич. – М. : Транспорт, 1973. – 312 с.
14. Самосвалы SCANIA / Грузовые автомобили : веб-сайт. URL : <https://truck.Ironhorse/category/euro/scania?mcatf=tipper>.
15. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Транспортно-експедиторська діяльність» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» спеціалізації 275.03 «Транспортні технології» (на автомобільному транспорті) / Укл.: ст. викл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 57 с.
16. Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни «Вантажні перевезення» для студентів денної та заочної форм навчання спеціалізації 275.2 Транспортні технології (на залізничному транспорті)/ Укл. Г. Ф. Бабушкін, Г,О, Лебідь – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 66 с.
17. Горев А. Э. Грузовые автомобильные перевозки : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Организация перевозок и управление на транспорте» / А. Э. Горев. – М. : ИД Академия, 2008. – 288 с.
18. Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл. доц., к.т.н. Кузькін О.Ф., ст. викл. Харченко Т.В., ст. викл. Васильєва Л.О., ст. викл. Лебідь Г.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 34 с.
19. Промышленность / Конвейеры ленточные : веб-сайт. URL : <http://www.prom.ua/Lentochnye-transpotery>.
20. ГОСТ 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введ. 1974-11-18 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=48127.
21. НПАОП 0.00-1.75-15 Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт. – Введ. 2015-03-03 : веб-сайт. URL: <https://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0124-15#Text>.

22. НПАОП 0.00-1.62-12. Правил охорони праці на автомобільному транспорті.
– Введ. 2011-04-06 : веб-сайт. URL: https://dnaop.com/html/32-443/doc-НПАОП_0.00-1.62-12.
23. ГОСТ 12.1005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». – Введ. 1989-01-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=6264.
24. ДСТУ 7239:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. – Введ. 2011-02-02 : веб-сайт. URL: http://www.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=51051.
25. ДБН В.2.5-67-2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – Введ. 2014-01-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=50154.
26. НПАОП 0.00-4.01-08. Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. – Введ. 2008-05-06 : веб-сайт. URL: https://dnaop.com/html/32230/doc-НПАОП_0.00-4.01-08.
27. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень – Введ. 1999-12-01 : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>.
28. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання / Укл.: Лазуткін М. І., Журавель М. О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 44 с
29. НАПБ Б.01.008-2018 Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників. – Введ. 2018-03-30 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82176.
30. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» в магістерських дипломних роботах (проектах) : зі спеціальності 275.02 – «Транспортні технології на залізничному транспорті»

за освітньою програмою (спеціалізацією) – «Транспортні технології на залізничному транспорті»; «275.03 – Транспортні технології на автомобільному транспорті» за освітньою програмою (спеціалізацією) – «Транспортні технології на автомобільному транспорті» / Укл.: Лазуткін М. І., Журавель М. О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 35 с.

Додаток А

Дані спостережень за рухом вантажу на складі готової продукції

Таблиця А.1 – Дані з руху щебеню фракції 5...20 мм по складу

Дата	Кількість щебеню, що надійшов, т	Кількість відвантаженого щебеню, т	Залишок на складі, т
1	2	3	4
31.05.19	0	0	21247,18
01.06.19	1340,32	1107,87	21479,63
02.06.19	1289,76	956,42	21812,97
03.06.19	0	354,32	21458,65
04.06.19	0	577,28	20881,37
05.06.19	0	0	20881,37
06.06.19	0	0	20881,37
07.06.19	567,55	666,04	20782,88
08.06.19	895,62	285,46	21393,04
09.06.19	980,45	243,72	22129,77
10.06.19	709,06	4016,78	18822,05
11.06.19	451,06	899,72	18373,39
12.06.19	0	0	18373,39
13.06.19	0	636	17737,39
14.06.19	901,05	411,18	18227,26
15.06.19	980,94	362,09	18846,11
16.06.19	1069,76	510,06	19405,81
17.06.19	1165,56	239,76	20331,61
18.06.19	920,88	281,4	20971,09
19.06.19	0	0	20971,09
20.06.19	0	2216	18755,09
21.06.19	830,66	2731,78	16853,97
22.06.19	1062,14	326,51	17589,6
23.06.19	886,96	967,92	17508,64

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
24.06.19	1095,52	349,78	18254,38
25.06.19	486,79	2364,3	16376,87
26.06.19	0	1664	14712,87
27.06.19	0	615	14097,87
28.06.19	0	0	14097,87
29.06.19	771,45	319,57	14549,75
30.06.19	896,05	231,58	15214,22
01.07.19	1416,01	227,74	16402,49
02.07.19	1361,15	241,96	17521,68
03.07.19	0	0	17521,68
04.07.19	0	0	17521,68
05.07.19	1897,19	350,22	19068,65
06.07.19	1756,05	328,07	20496,63
07.07.19	1340,37	607,49	21229,51
08.07.19	2245,92	1612,26	21863,17
09.07.19	2152,66	2221,08	21794,75
10.07.19	0	0	21794,75
11.07.19	0	1302	20492,75
12.07.19	2144,68	4021,76	18615,67
13.07.19	2147,76	2091,42	18672,01
14.07.19	1973,19	861,82	19783,38
15.07.19	1771,13	1475,36	20079,15
16.07.19	2127,52	2317,96	19888,71
17.07.19	0	2002	17886,71
18.07.19	0	0	17886,71
19.07.19	2067,69	2348,78	17605,62
20.07.19	1976,83	226,9	19355,55
21.07.19	1937,95	2273,12	19020,38
22.07.19	1698,42	301,36	20417,44
23.07.19	1700,36	2935,4	19182,4
24.07.19	0	0	19182,4

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
25.07.19	0	0	19182,4
26.07.19	1633,3	3199,3	17616,4
27.07.19	1087,15	949,64	17753,91
28.07.19	560,11	1995,98	16318,04
29.07.19	1028,64	644	16702,68
30.07.19	1363,58	1099	16967,26
31.07.19	0	0	16967,26
01.08.19	0	0	16967,26
02.08.19	1331,64	2724,88	15574,02
03.08.19	1356,11	642,62	16287,51
04.08.19	211,62	2309,3	14189,83
05.08.19	1256,13	2285,78	13160,18
06.08.19	313,6	2250,03	11223,75
07.08.19	1399,8	682	11941,55
08.08.19	0	781	11160,55
09.08.19	918,99	1426,51	10653,03
10.08.19	1106,96	3709,1	8050,89
11.08.19	810,44	1613,42	7247,91
12.08.19	1022,57	1503,92	6766,56
13.08.19	1958,78	232,72	8492,62
14.08.19	799,17	0	9291,79
15.08.19	0	0	9291,79
16.08.19	1098,41	214,38	10175,82
17.08.19	2065,89	1218,14	11023,57
18.08.19	1819,23	1988,78	10854,02
19.08.19	1818,16	1610,66	11061,52
20.08.19	2136,82	3204,96	9993,38
21.08.19	499,51	868,97	9623,92
22.08.19	0	0	9623,92
23.08.19	1551,5	0	11175,42
24.08.19	0	0	11175,42

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
25.08.19	1725,1	3111,78	9788,74
26.08.19	2031,02	2045,7	9774,06
27.08.19	2866,86	1578,92	11062
28.08.19	0	1280	9782
29.08.19	0	0	9782
30.08.19	1765,63	1553,98	9993,65
31.08.19	1981,05	1528,34	10446,36
Усього	86553,57	101936,13	-

ДОДАТОК Б
Графічний мета ріал магістерської роботи



Рисунок Б.1 – Підприємство Мокрянський кам'яний кар'єр № 3

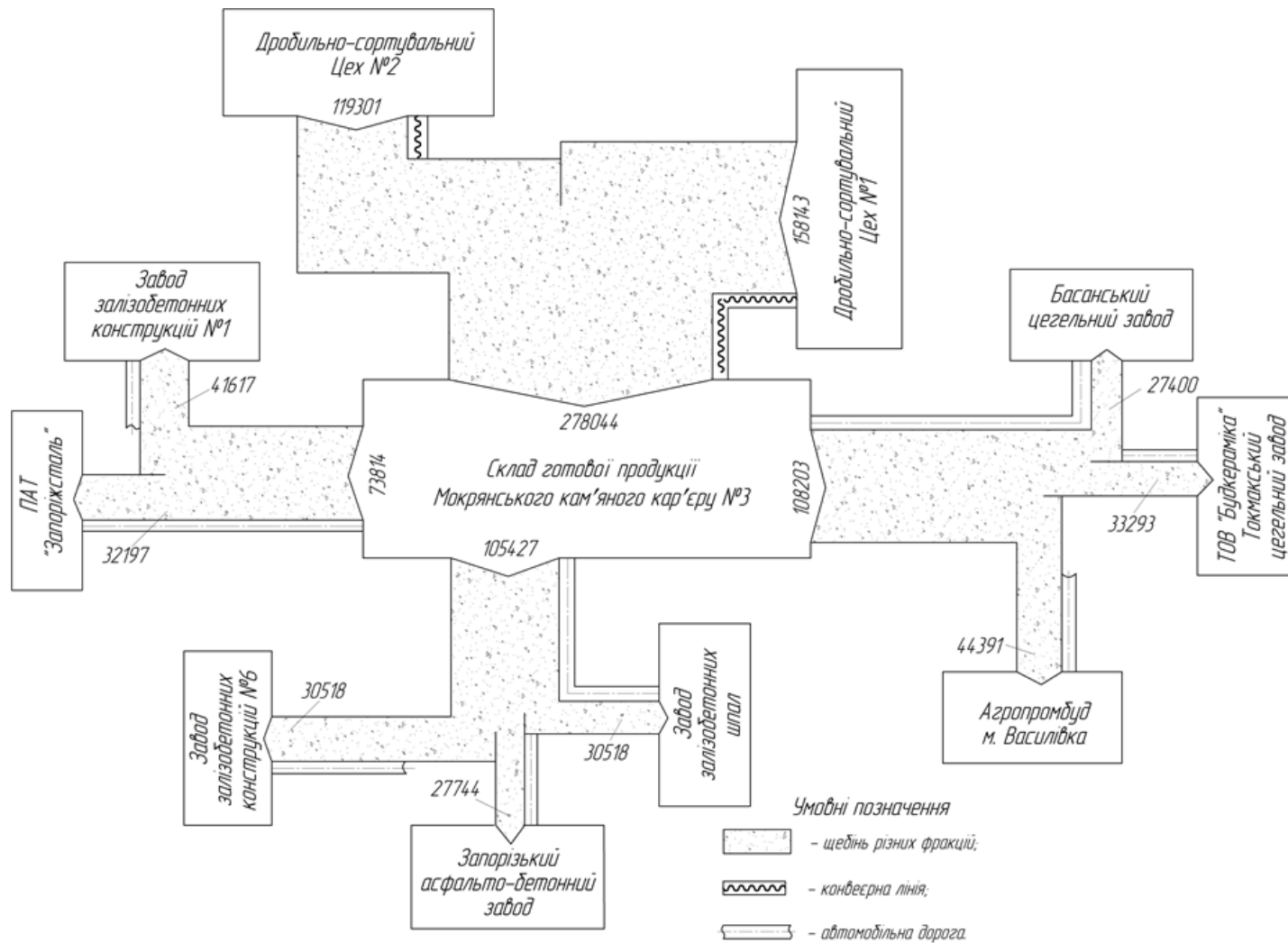


Рисунок Б.2 – Діаграма вантажопотоків продукції підприємств «Мокрянський кам'яний кар'єр № 3»

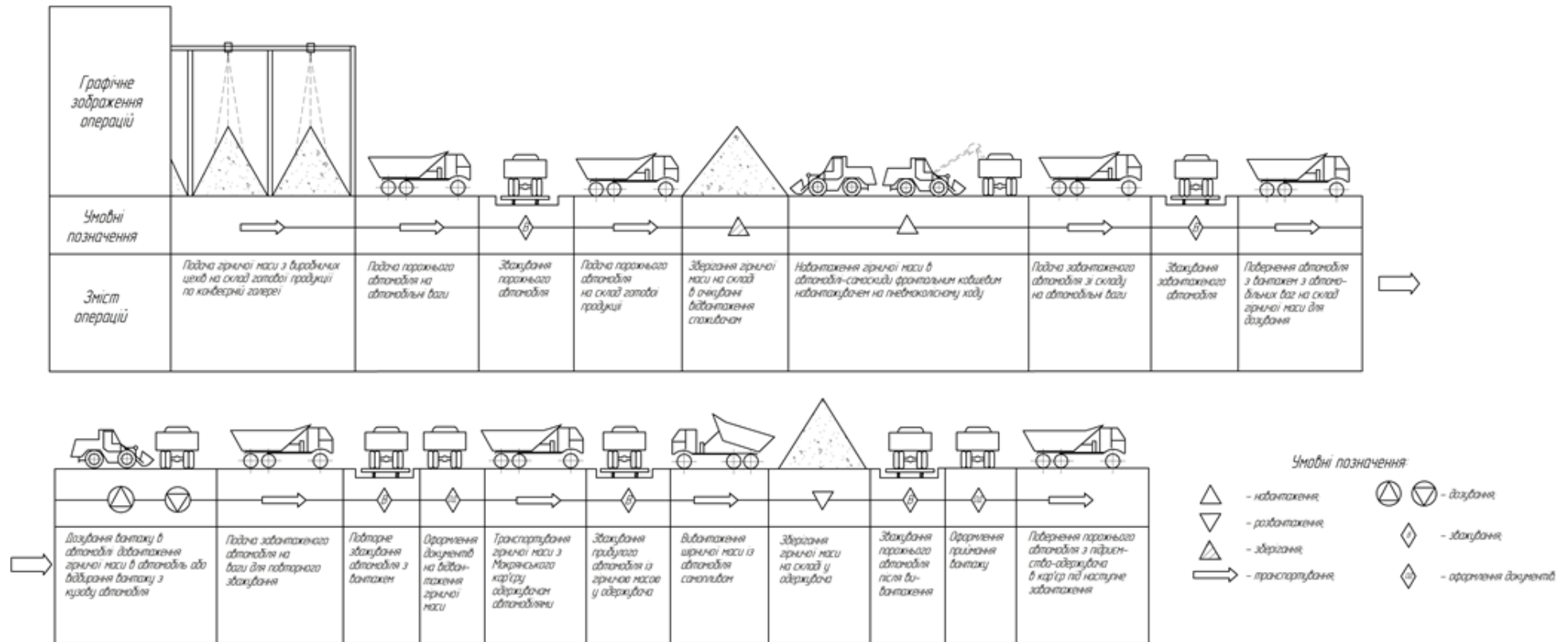
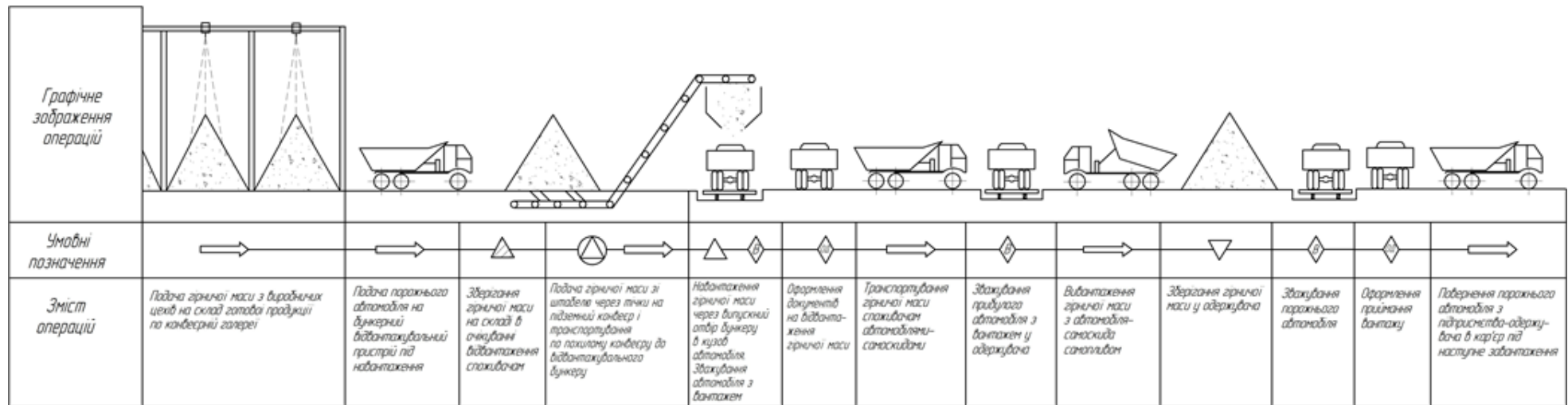


Рисунок Б.3 – Існуюча транспортно-технологічна схема відвантаження і доставки споживачам продукції Мокрянського кам’яного кар’єру



Умовні позначення

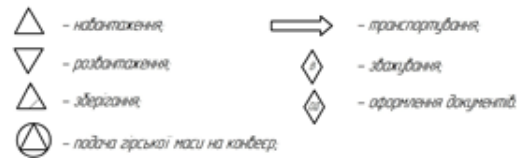
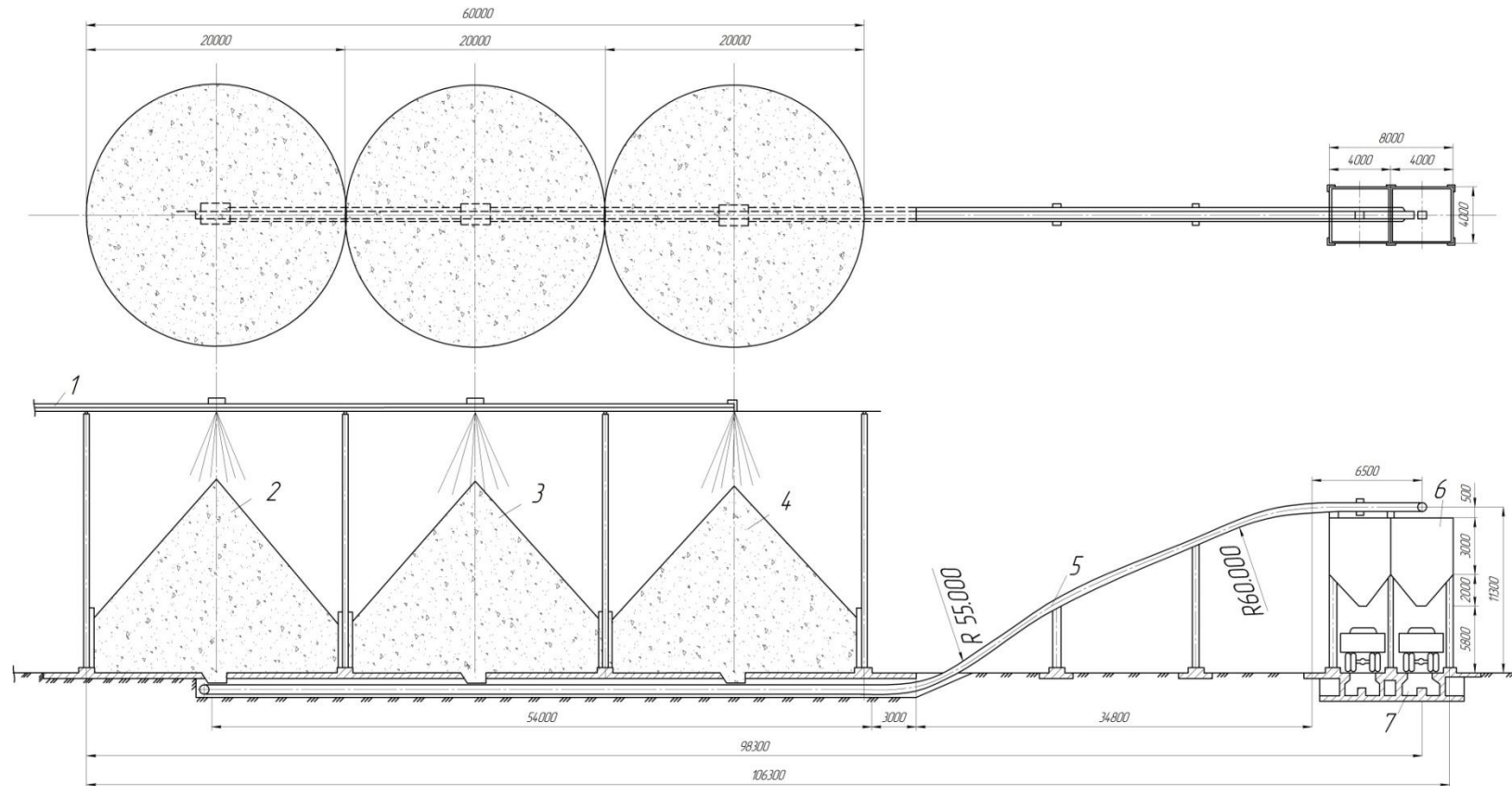


Рисунок Б.4 – Пропонована транспортно-технологічна схема відвантаження і доставки споживачам продукції Мокрянського кам'яного кар'єру



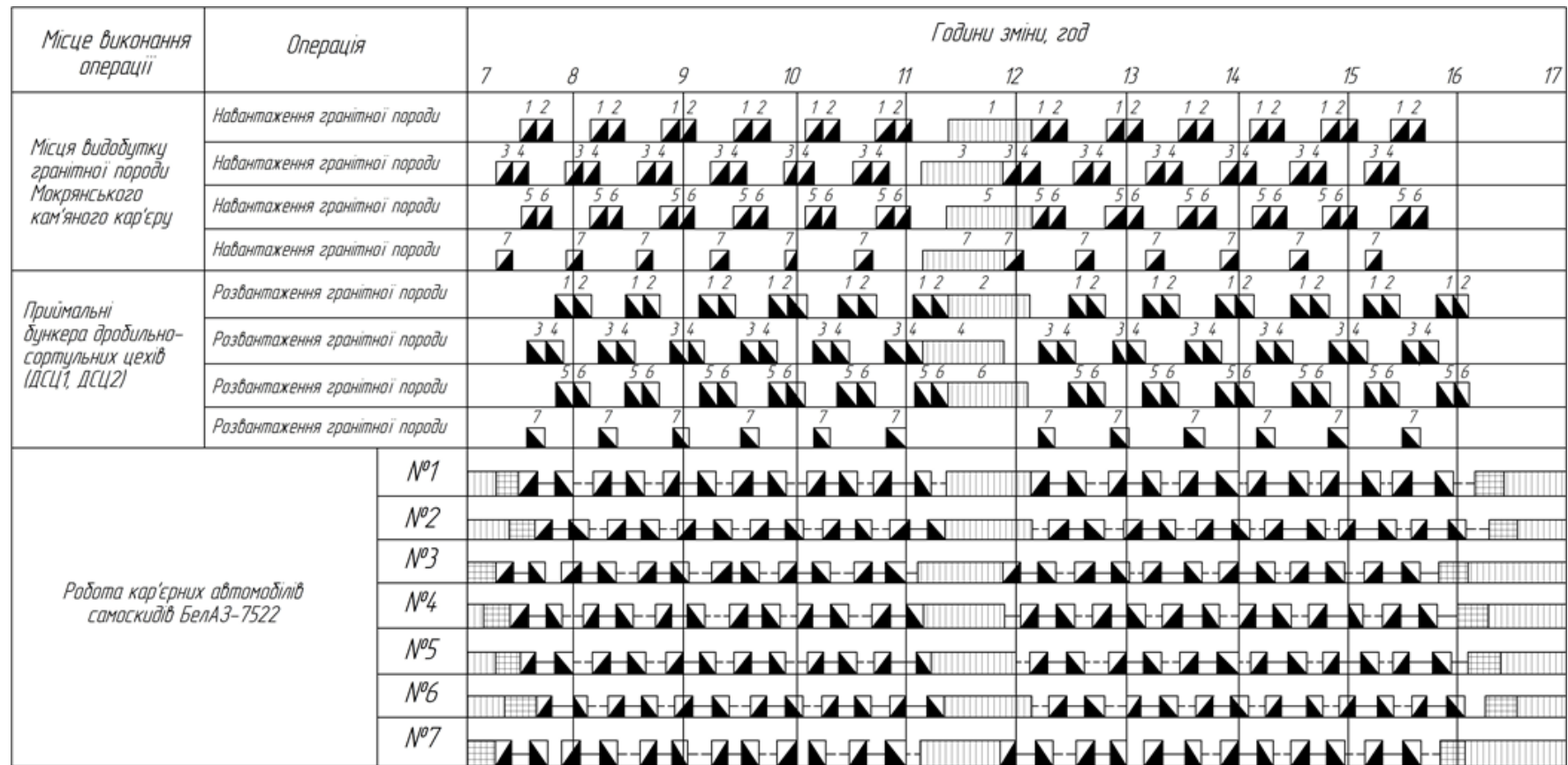
Технічна характеристика складу

Параметр	Вид продукції		
	Щеднь фр. 0-5 мм	Щеднь фр. 5-20 мм	Щеднь фр. 20-40 мм
1. Ємність штабелю, т	4868,2	3028,96	2375,11
2. Нормативний термін зберігання, днів	8	5	20
3. Об'єм штабелю, м ³	5648	3966	1873
4. Продуктивність конвеєру, т/год.		328,3	
5. Ємність бункеру, т		68,6×2	
6. Об'єм бункеру, м ³		50,8×2	
7. Продуктивність відвантажувальних бункерів, т/год.		848,5	

Умовні позначення:

- 1 - технологічний конвеєр подачі щеденів з ДСЦ на склад;
- 2 - штабель зберігання щедену фракції 20-40 мм;
- 3 - штабель зберігання щедену фракції 5-20 мм;
- 4 - штабель зберігання щедену фракції 0-5 мм;
- 5 - горизонтально-похилий конвеєр подачі щедену зі складу до бункерів;
- 6 - відвантажувальний бункер;
- 7 - автоматичні ваги.

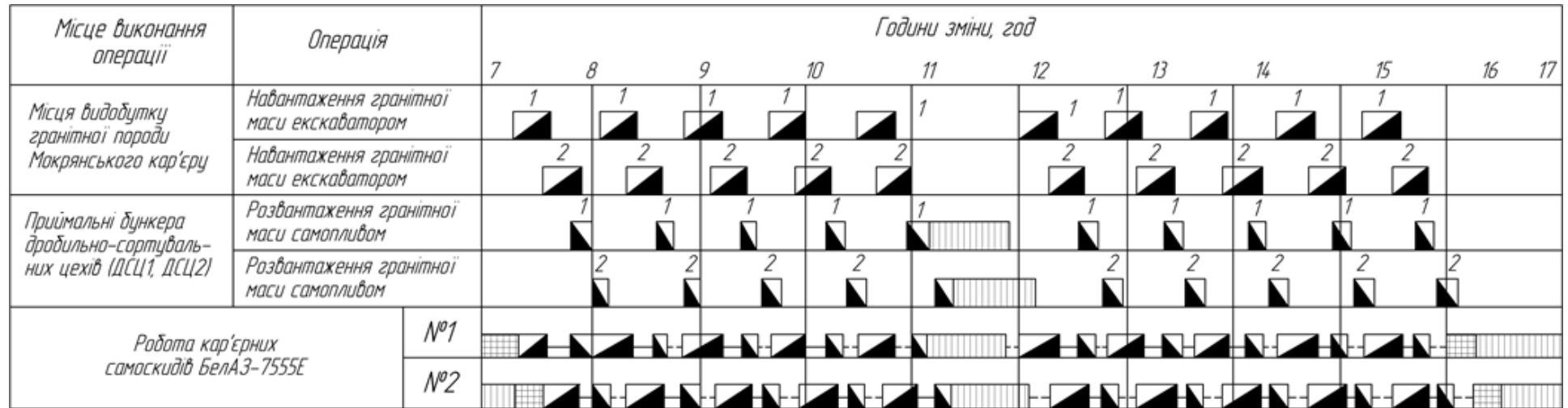
Рисунок Б.5 – Схема складу щебеню мокрянського кам'яного кар'єру № 3



Умовні позначення:

- | | | | |
|---|---------------------|---|-------------------------------|
|  | - навантаження ТЗ; |  | - технічне обслуговування ТЗ; |
|  | - розвантаження ТЗ; |  | - пробіг ТЗ з вантажем; |
|  | - простій ТЗ; |  | - пробіг ТЗ без вантажу. |

Рисунок Б.6 – Графік роботи автомобілів-самоскидів БелАЗ-7522 при перевезенні гірничої маси з місць добичі до приймальних бункерів дробильно-сортувального цеху за існуючим варіантом



Показники роботи кар'єрних самоскидів БелАЗ

Тип транспортного засобу	Кількість ТЗ	Пробіг, км		Час роботи, год	
		За зміну	За рік	За зміну	За рік
БелАЗ-7522	7	420	104020	55,0	1352,3
БелАЗ-7555Е	2	200	55830	34,0	9268,0

Умовні позначення:

- ▣ - навантаження ТЗ; [Grid] - технічне обслуговування ТЗ;
- ▤ - розвантаження ТЗ; — - пробіг ТЗ з вантажем;
- [Hatched] - простій ТЗ; --- - пробіг ТЗ без вантажу.

Скорочення пробігу: $\Delta L_{річн} = 104020 - 55830 = 48190$ км.

Скорочення часу роботи: $\Delta T_{річн} = 13523 - 9268 = 4255$ год.

Рисунок Б.7 – Графік роботи автомобілів-самоскидів БелАЗ-7555Е при перевезенні гірничої маси з місць добути до приймальних бункерів дробильно-сортувального цеху за пропонуваним варіантом

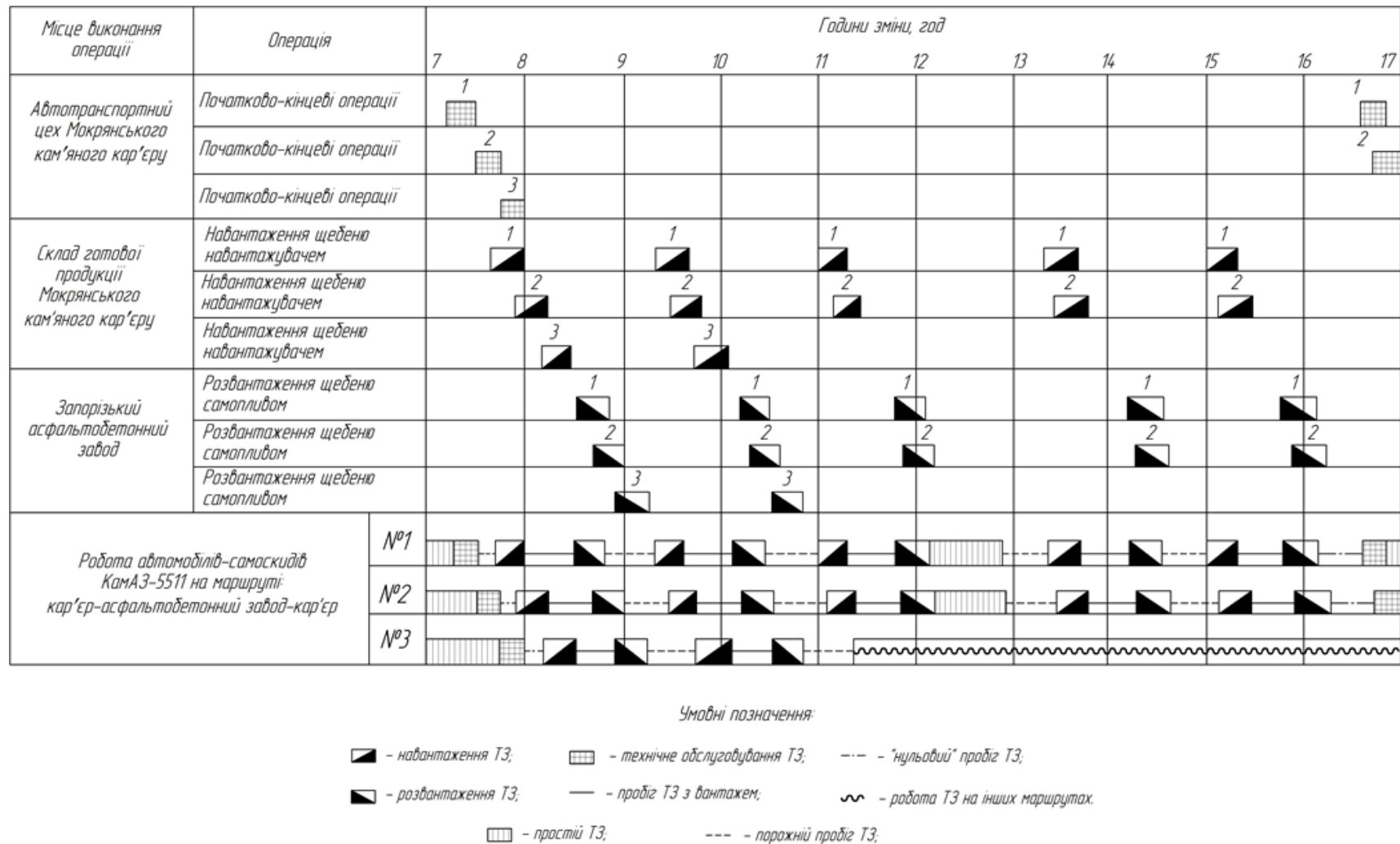
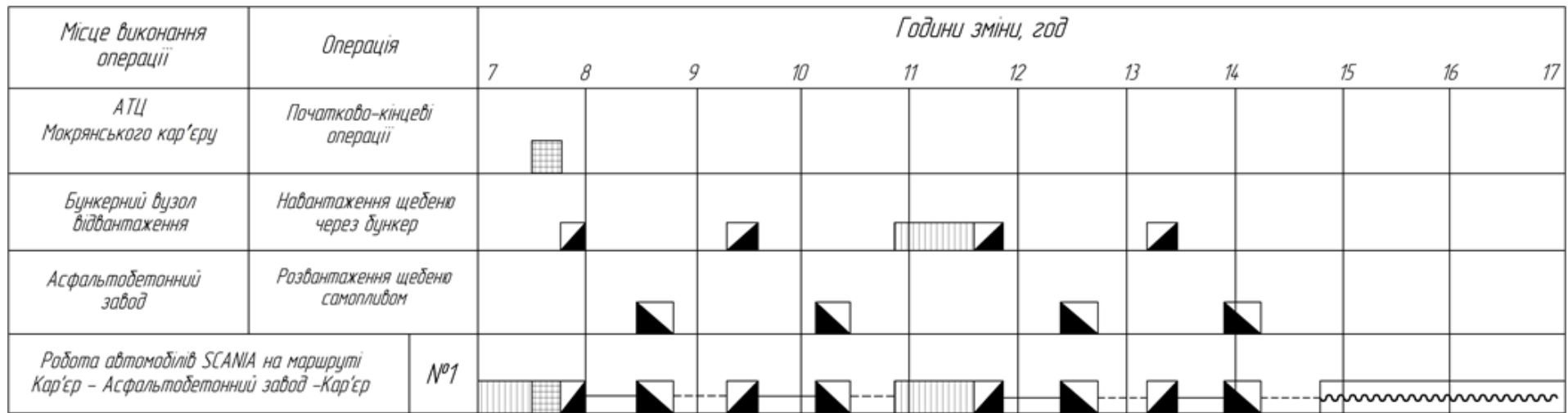


Рисунок Б.8 – Графік роботи автомобілів-самоскидів КамАЗ-5511 при перевезенні продукції кар'єру на маршруті Кар'єр – Асфальтобетонний завод – Кар'єр за існуючим варіантом



Показники роботи автомобілів-самоскидів при доставці продукції споживачам

Тип транспортного засобу	Кількість оборотів		Пробіг ТЗ, км		Час роботи ТЗ, год.	
	За зміну	За рік	За зміну	За рік	За зміну	За рік
КамаЗ-5511	12	3359	288	80616	19,1	5341
SCANIA P380CB 8×4 EH2	4	1222	96	29328	6,3	1919

Умовні позначення:

- – навантаження ТЗ; — – пробіг ТЗ з вантажем;
- – розвантаження ТЗ; --- – порожній пробіг ТЗ;
- – простій ТЗ; - - - – "нульовий" пробіг ТЗ;
- – технічне обслуговування ТЗ; ~ – робота ТЗ на інших маршрутах.

Скорочення пробігу: $\Delta L_{річн} = 80616 - 29328 = 51288$ км.

Скорочення часу роботи: $\Delta T_{річн} = 5341 - 1919 = 3422$ км.

Рисунок Б.9 – Графік роботи автомобілів-самоскидів SCANIA при перевезенні продукції кар'єру на маршруті Кар'єр – Асфальтобетонний завод – Кар'єр за пропонуванним варіантом