

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний інститут, транспортний факультет
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра транспортних технологій
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОДУКЦІЇ
ПРАТ «НОВОПОЛТАВСЬКИЙ КАР'ЄР»**

Виконав: студент II курсу, групи Т-313М
спеціальності (напряму підготовки)

275 «Транспортні технології

(на автомобільному транспорті)»

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Бойкий О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Юдін В.П.








(прізвище та ініціали)

Рецензент Дударенко О.В.

(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя
2018 рік

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Юдін В.П., доц.		
Основна частина	Юдін В.П., доц.		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доц.		

7. Дата видачі завдання 03.09.2018 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналітична частина	05.10-15.10	
2	Основна частина	16.10-02.11	
3	Економічна частина	05.11-16.11	
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	19.11-23.11	
5	Оформлення роботи	26.11-30.11	
6	Отримання зовнішніх рецензій	03.12-12.12	

Студент


(підпис)Бойкий О.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)Юдін В.П.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 91 с., 4 рис., 14 табл., 13 джерел.

Об'єкт дослідження – транспортна система вантажопереробки та доставки щебеню ПрАТ «НПК».

Мета роботи – дослідження транспортно-технологічної схеми доставки щебеню та оптимізація процесу перевезення готової продукції підприємства.

Методи дослідження – математичної статистики, аналітичний, графоаналітичний.

Результати дослідження – розроблено транспортно-технологічну схему доставки готової продукції споживачам; удосконалено комплексно-механізований пункт навантаження щебну у рухомий склад; розроблено модель руху транспортних засобів на маршруті; підвищена ефективність перевезень за рахунок економії експлуатаційних витрат.

МАРШРУТ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ЩЕБЕНЬ ГРАНІТНИЙ, АВТОМОБІЛЬ-САМОСКИД, ФРОНТАЛЬНИЙ НАВАНТАЖУВАЧ, ВАНТАЖНИЙ ФРОНТ, ПРИЙМАЛЬНО-ЗДАВАЛЬНІ ОПЕРАЦІЇ, МОДЕЛЬ.

ЗМІСТ

Завдання на роботу	2
Реферат	4
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Загальна характеристика ПрАТ «НПК»	8
1.2 Організація транспортно-складських робіт	10
1.3 Основні характеристики та властивості щебеню.....	23
1.4 Аналіз патентної інформації	26
1.5 Недоліки існуючого положення і постановка задач проектування	30
2 Основна частина	31
2.1 Дослідження методами статистичного аналізу вихідних даних та розрахунок проектних вантажопотоків	31
2.2 Розробка транспортно-технологічних схем доставки.....	35
2.3 Розрахунок бункера	36
2.4 Розрахунок конвеєра	42
2.5 Розрахунок тривалості вантажних операцій	57
2.6 Розробка маршрутів руху та аналіз графічної моделі роботи.....	60
3 Економічна частина	68
3.1 Розрахунок капітальних витрат	68
3.2 Розрахунок собівартості перевезень	69
3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат та економічного ефекту	78
4 Охорона праці	81
4.1 Аналіз потенційних небезпек	81
4.2 Заходи щодо техніки безпеки.....	82
4.3 Заходи щодо виробничої санітарії.....	83
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	85

	6
4.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	86
Висновки.....	89
Перелік посилань	90

ВСТУП

Україна – одна з провідних країн-постачальників декоративного та будівельного каменю у Європі.

В Україні розробляється більше двохсот родовищ граніту. Більше ста видів та кольорів каменю були офіційно зареєстровані і отримали торгове ім'я. Основний регіон, де ведеться видобуток і обробка декоративного каміння, становлять Житомирська, Черкаська, Кіровоградська, Вінницька, Дніпропетровська і Донецька області. Вітчизняний граніт є найдешевшим будівельним матеріалом [1].

Майже третину площі нашої країни (близько 200 тис. км² займає древній Український щит, на якому розвідані численні родовища гранітів та інших видів високоякісного облицювального (декоративного) каменю. Завдяки цьому Україна посідає провідне місце серед країн Європи за наявністю великих родовищ декоративного каменю і поступово створює сприятливі економічні умови для їх видобутку та обробки [1].

Граніт є однією з найбільш щільних, твердих і міцних горних порід. Використовується в будівництві та на транспорту в якості облицювального матеріалу, щебню. Крім того, граніт має низьке водопоглинання і високу стійкість до морозу і забруднень.

ПрАТ «Новополтавський кар'єр» Чернігівського району Запорізької області є одним з найбільш відомих підприємств з видобутку гранітного щебеню. Його продукція добре відома за межами України. Важливою задачею в даний час для підприємства, в зв'язку зі збільшенням обсягів виробництва, є розвиток вантажоперероблювальної системи та зниження транспортних витрат.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика ПрАТ «НПК»

Родовище граніту пов'язано з так званою Токмак-Могилою (гора Синя), однієї з найбільш високих пагорбів Приазовської височини. Вперше Новополтавське родовище гранітів було розвідано в 1953 році Дніпропетровським відділенням «Укргіпродортранса». На базі родовища в 1957 році був відкритий кар'єр, який забезпечував сировиною побудований поруч дробильно-сортувальний завод з виробництва щебеню.

Тоді активно розвивалася будівельна галузь області, а головним напрямком роботи кар'єру стала розробка родовища граніту. Підприємство входило до складу Мінводгоспу УРСР, і продукція поставлялася заводам залізобетонних виробів міст Каховка, Сімферополь, Новомосковськ, Бориспіль і Донецьк для виготовлення меліоративних систем.

У 1969 і 1981 році була проведена реконструкція дробильно-сортувальних заводів з випуску гранітно-щебеневої продукції.

У 90-і роки виробництво щебеню практично зупинилося. Однак у 1997 році з приватизацією та впровадженням нового менеджменту було створено ВАТ «Новополтавській кар'єр», розпочався новий етап у роботі підприємства.

В даний час товариство займається видобутком граніту і випускає щебінь. Продукція сертифікована в системі ДСТУ Б.В.2.7-75-98. Головними споживачами продукції кар'єра були і залишаються дорожньо-будівельні підприємства та заводи залізобетонних виробів, але їх географія сьогодні значно ширше: Запорізька, Луганська, Харківська, Донецька області, АР Крим, а також Росія. Для забезпечення постійно зростаючих потреб споживачів фахівці кар'єра освоюють сучасні технології бурових та підривних робіт, встановлюють технологічні лінії.

На підприємстві багато уваги приділяють підвищенню кваліфікації та організації навчання робітників, а також їх соціального захисту,

забезпечуючи оздоровленням та відпочинком у літній період і страховими полісами. Найближчим часом з метою підвищення продуктивності праці і якості продукції планується встановлення імпортного дробильно-розмельного устаткування, а також для збільшення обсягів перевезень планується придбання сучасних засобів механізації. Незважаючи на кризові явища в економіці України, в 2009-2010 роках підприємству вдалося не тільки зберегти обсяги відвантаженої продукції, але і збільшити їх завдяки зведенню об'єктів до Євро-2012.

Сьогодні Новополтавській кар'єр не тільки надійним постачальником продукції, а й активним учасником програм соціально-економічного розвитку району та благодійних заходів.

У зв'язку з появою нових споживачів, підприємство налагодило випуск щебеневої продукції різних фракцій. Особлива увага приділяється якості щебеню, наслідком підвищеного контролю якості готової продукції, є застосування нових видів вибухових речовин, що поліпшують якість початкової гірської маси.

Продукція кар'єра сертифікована, на підприємстві створена сучасна лабораторія, яка забезпечена всім необхідним обладнанням для проведення ретельного контролю якості продукції.

У зв'язку зі збільшенням попиту на щебенеvu продукцію прийнято рішення про модернізацію діючого обладнання з використанням імпортного устаткування підприємств-виробників наступних країн: Німеччина, США, Швеція та інших, зі збільшенням продуктивності в 2 рази.

На Новополтавському кар'єрі працює близько 200 чоловік, за останні роки створено 100 робочих місць, на власні кошти проводиться підготовка молодих кадрів і навчання персоналу суміжним професіям.

Новополтавській кар'єр нагороджено грамотами за значні показники в роботі, як кращий роботодавець в області, підприємство можна назвати одним з провідних і кращих кар'єрів України, обсяги реалізації та показники якості своєї продукції є цьому доказом.

1.2 Організація транспортно-складських робіт

Для відвантаження щебеню на підприємстві є три вантажних фронти, для визначення маси вантажу – механічні вагонні ваги типу 216В 200 для визначення маси вантажу, а також навантажувач типу ПЕА-1.0 «Карпатець» для дозування транспортних засобів.

Навантаження щебеню фракції 0-5 мм здійснюється біля колії № 1 екскаватором типу ЕКГ-4 зі складу зберігання піску як у автомобілі, так і у залізничні вагони (слайд 1).

Навантаження щебеню фракції 5-10 мм проводиться на колії № 2 зі складу зберігання через підштабельну галерею системою стрічкових конвеєрів за допомогою двох лотків у відкритий рухомий склад.

Навантаження щебеню фракції 10-20 мм здійснюється на колії № 1 зі складу зберігання через підштабельну галерею системою стрічкових конвеєрів за допомогою двох лотків у відкритий рухомий склад.

Для переміщення вантажу зі складу щебеню на вантажний пункт застосовуються стрічкові конвеєри, які відрізняються високою продуктивністю, простотою конструкції, малою матеріаломісткістю, надійністю в роботі, зручністю в експлуатації, відносно невеликою витратою енергії.

Процесом навантаження щебеню фракцій 5-10 мм і 10-20 мм з лотків управляє оператор, який візуально контролює процес завантаження рухомого складу. Для попереднього визначення ваги вантажу використовуються автоматичні конвеєрні ваги, цифрове табло яких знаходиться на пульті управління оператора. Для точного визначення маси вантажу на колії № 4 встановлені механічні вагонні залізничні ваги типу 216В 200.

Для дозування вантажу у відкритому рухомому складі застосовується навантажувач марки ПЕА-1.0 типу «Карпатець», який має беззубчатий ківш об'ємом 0,56 м³ (вага вантажу близько однієї тони).

Для переміщення вагонів під час виробництва вантажних робіт при навантаженні щебеню фракції 5-10 мм по колії №2 і фракції 10-20 мм по колії №1 застосовуються маневрові лебідки типу Т-193Б, а також маневровий локомотив ТГМ-4. Існуюча ТТС приведені на слайді №4.

Для маневрових пересувань, визначення маси вантажу, дозування вагонів використовується маневровий локомотив.

Переробка гірничої маси включає в себе наступні операції:

- попереднє грохочення – видалення домішок з корисної копалини, відділення шматків, розмір яких менше вихідної щілини дробарки, внаслідок чого скорочується обсяг каменю, який підлягає дробленню;
- дроблення для отримання щебеню необхідних розмірів;
- проміжне грохочення – після кожної стадії дроблення, щоб відділити шматки розмірами менше вхідної щілини дробарки наступної стадії дроблення;
- остаточне грохочення – поділ щебеню на задані фракції;
- грануляція – зменшення кількості лящадних зерен у готовій продукції і надання зернам кубовидної або кулевидної форми;
- перечістка – звільнення готової продукції від дрібниці і пилу з попутним виділенням лящадних зерен і контролем точності поділу щебеню на фракції;
- мийка для підвищення якості та звільнення щебеню від пилоподібних, глинистих частинок.

На Новополтавському кар'єрі вихідна гірнична маса подається автосамоскидами вантажопідйомністю 12 тонн в приймальний бункер, днищем якого служить пластинчастий живильник 1-15-60. Пластинчастим живильником гірнична маса подається на нерухомий колосниковий грохот (щілина 150 мм).

Надрешетний продукт колосникового грохоту фракції 150 мм надходить в дробарку первинного дроблення СМ-16Д, що працює з розвантажувальною щілиною 100 мм.

Дроблений матеріал, підрешетного продукту колосникового грохоту й просипу з-під пластинчастого живильника конвеєрами № 1 і № 2 з шириною стрічки 800 мм транспортуються на грохот № 1 типу СМ-653Б, та агрегат сортування.

На грохоті № 1 відбувається поділ матеріалу на фракції більше 70 мм, 20-70 мм і 0-20 мм.

Надрешетний продукт верхнього сита гуркоту № 1 фракції понад 70 мм конвеєром № 3 з шириною стрічки 800 мм повертається на агрегат дроблення і надходить у дві щоківі дробарки СМ-741, що працюють з розвантажувальної щілиною 50 мм.

Дроблений матеріал з-під дробарок СМ-741 видається на стрічковий конвеєр № 1 в загальний потік, який переробляється і транспортується на агрегат сортування, що забезпечує замкнутий цикл дроблення.

Матеріал фракції 20-70 мм з-під сита грохоту № 1 конвеєром № 4а, з шириною стрічки 800 мм подається на агрегат дрібного дроблення в дробарку КМД-1750, що працює з розвантажувальної щілиною 8 мм, і, після дроблення, конвеєром № 11 з шириною стрічки 800 мм повертається для сортування на грохот № 4 типу СМ-653Б, встановлений паралельно грохоту № 1.

На грохоті № 4 відбувається поділ матеріалу на фракції понад 20 мм і 0-20 мм. Фракція більше 20 мм конвеєром № 4а повертається в дробарку КМД-1750Т, що забезпечує замкнений цикл дроблення.

Фракція 0-20 мм разом з підрешетним продуктом нижнього сита грохоту №1, конвеєрами № 10 і № 5а з шириною стрічки 650 мм подається на агрегат сортування і промивання, де на двох грохотах СМ-635Б відбувається розсів матеріалів на товарні фракції 5-10 і 10-20 мм і виділення відходів дроблення фракції 0-5 мм.

Фракція 0-5 мм (щебенекий пісок) транспортується стрічковим конвеєром на склад, де відвантажується екскаватором в залізничний транспорт.

Фракціонований щебінь після грохотів, конвеєрами №6 і №7 транспортується на склад готової продукції. Для складування матеріалу по фракціях передбачений відкритий штабельно-естакадний склад висотою до 10 м, з розподілом матеріалу за допомогою скидальних візків, встановлених на надштабельних стрічкових конвеєрах. Для запобігання змішування фракцій між штабелями передбачена розділова стінка.

Розвантаження складу передбачене за допомогою підштабельних конвеєрів, на які матеріал подається лотковим віброзатворами-живильниками. Загальна ємність складу становить 10 000 м³.

Видача щебеню на залізничний транспорт передбачена через існуючі навантажувальні лотки, куди щебінь подається зі складу системою конвеєрів.

Відходи дроблення фракції 0-0,5 мм в літній період надходять в пульпосборник, звідки насосною установкою транспортуються в хвостосховище.

У зимовий період відходи з-під грохотів транспортуються конвеєрами №8 та №9 в бункер відходів, звідки автотранспортом вивозяться на резервні складські майданчики, і потім реалізуються.

Корисна копалина і гірнична маса характеризуються такими даними:

- 1) Опір стиску – від 747,15 до 1477,34 кг/см².
- 2) Питома вага породи від 2,52 до 2,65 т/м³ природної вологості.
- 3) Питома вага граніту – від 2600 до 2800 кг/см².
- 4) Коефіцієнт розпушення – 1,45.
- 5) Водопоглинання – від 0,14 до 0,75%.
- 6) Насипна (об'ємна вага) підірваної та поданої на живильник гірської маси – 1,6 т/м³.
- 7) Гранулометричний склад гірської маси
 - 0-5 мм - 4%;
 - 5-10 мм - 4%;
 - 10-20 мм - 5%;
 - 20-40 мм - 5%;

40-70 мм - 8%;

70-150мм - 20%;

150-500 мм - 54%.

Після переробки сировини, отримані фракції щебеню 5-10 і 10-20 мм та відходи дроблення фракції 0-5 мм можуть транспортуватися автомобільним та залізничним транспортом з дотриманням Технічних умов навантаження і кріплення вантажів на відкритому рухомому складі.

Усі види готової продукції складуються на відкритих підлогового типу конусних складах. Ємність складу кожної фракції розрахована на 14-15 денний запас.

Розподіл матеріалу по складах проводиться стрічковими конвеєрами.

Для збереження якості продукції в підставу складу укладається підсипка товщиною 0,5 м з закладеного матеріалу. Між конусами окремих фракцій щебеню передбачені розділові підпірні стінки для запобігання змішування різних фракцій.

Щебінь всіх фракцій відвантажується через підштабельні галереї системою стрічкових конвеєрів у залізничний рухомий склад через похилі лотки.

Щебенекий пісок відвантажується екскаватором.

У зимовий період, коли відвантаження через підштабельні галереї пов'язане з великими труднощами, зумовленими змерзанням вантажу, відвантаження може здійснюватися безпосередньо зі складу екскаватором в залізничний транспорт.

На ПрАТ «Новополтавській кар'єр» використовується схема безбункерного навантаження щебеню в залізничні вагони за допомогою жолобів.

Залізничні вагони пересуваються маневровим локомотивом або лебідкою під жолобом та завантажуються до обсягу, відповідного їх вантажопідйомності. Оператор дистанційно включає привід конвеєра і опускає жолоб на певну висоту.

На ПрАТ «Новополтавській кар'єр» використовуються одноковшеві екскаватори, які розробляють родовища каменю і використовуються також як навантажувальні засоби. При відвантаженні готової продукції – щебеню дрібної фракції (піску) – використовується екскаватор ЕКГ-4.

Технічні характеристики екскаватора ЕКГ-4 приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики екскаватора ЕКГ-4

№ з/п	Параметр	Значення параметру
1	Розрахункова тривалість циклу при роботі у відвал з поворотом на 90 ⁰	24 с
2	Ємність ковша	4 м ³
3	Силове обладнання	Електричне
4	Робоча швидкість переміщення	0,45 км/год.
5	Радіус черпання найбільший	14,4 м
6	Радіус черпання на рівні стоянки	8,66 м
7	Висота черпання найбільша	10,2 м
8	Висота розвантаження найбільша	6,3 м
9	Радіус розвантаження найбільший	12,65 м
10	Просвіт під поворотною платформою	1,68 м

Екскаватори рекомендуються при значних обсягах зосереджених робіт. Місце безпосередньої роботи екскаватора називається забоєм. Забій розташований біля вхідної горловини під'їзної колії, а саме вздовж колії №1.

Для високопродуктивної роботи екскаватора забою надано необхідний дугоподібний профіль.

Наповнення ковша піском залежить від товщини стружки ґрунту штабеля і довжини шляху різання. У зв'язку з порівняльною легкістю ґрунту, при використанні машиністом максимальної місткості ковша, досягається найбільш ефективне використання екскаватора.

Повний цикл навантаження включає в себе процес наповнення ковша піском, переміщення ковша до осі залізничної колії, відкриття його і розвантаження в рухомий склад, переміщення до штабеля і опускання для подальшого забору матеріалу.

Розробка штабеля ведеться послідовно по дузі кола. Екскатор встановлюється горизонтально або з нахилом 2-3⁰ в бік навантаження, що трохи скорочує час повороту на розвантаження екскаватора.

Біля колій №1 і №2 встановлені лебідки маневрові Т-193Б, призначені для пересування залізничних вагонів на навантажувально-розвантажувальних ділянках прирейкових складів.

Технічні характеристики маневрових лебідок Т-193Б наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики лебідки маневрової типу Т-193Б

№ з/п	Найменування показників	Значення
1	Кількість барабанів	2 од.
2	Тягове зусилля:	
	головного барабана	5000 кг
	допоміжного барабана	500 кг
3	Швидкість головного каната:	
	на першому шарі	0,04 м/с
	на другому шарі	0,045 м/с
	на третьому шарі	0,05 м/с
	на четвертому шарі	0,054 м/с

Продовження таблиці 1.2

№ з/п	Найменування показників	Значення
4	Швидкість допоміжного каната:	
	на першому шарі	0,495 м/с
	на другому шарі	0,52 м/с
	на третьому шарі	0,545 м/с
	на четвертому шарі	0,57 м/с
	на п'ятому шарі	0,595 м/с
5	Канатоємкість барабана:	
	головного	220 м
	допоміжного	230 м
6	Електродвигун:	
	тип	A51-4Ц2
	потужність	4,5 кВт
	кількість оборотів в хвилину	1440
7	Редуктор №1 циліндричний, двоступінчастий:	
	тип	PM500-III-3
	передавальне число	31,5
8	Редуктор №2 циліндричний, двоступінчастий:	
	тип	PM-250-IV-5
	передавальне число	23,34
9	Вага лебідки з канатами	1875 кг
10	Розміри лебідки:	
	Довжина лебідки	1540 мм
	Ширина лебідки	1540 мм
	Висота лебідки	896 мм

Маневрові лебідки Т-193Б знаходяться в габариті наближення споруд.

Для визначення маси вантажу в рухомому складі на колії №4 встановлені вагонні механічні ваги типу 216В 200.

Ваги складаються з трьох платформ, подплатформеного механізму, проміжного механізму і вказівного приладу у вигляді рейки зі шкалою.

Механічні вагонні ваги, модифікації 216В 200, призначені для зважування вагонів у статичному стані, в умовах макрокліматичних районів з помірним і холодним кліматом, при цьому вказівний прилад ваг повинен встановлюватися в закритому сухому опалювальному приміщенні. Зважувати вагони без зупинки (на ходу) категорично забороняється.

Межі допустимої похибки не повинні перевищувати значень, наведених у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристики вагового пристрою 216В

№ з/п	Інтервали зважування, т	Межі допустимої похибки кг, (не більше, при первинній повірці/експлуатації)
1	Від 2,5 до 25,0 включно	$\pm 25 / \pm 50$
2	Від 25,0 до 100,0 включно	$\pm 50 / \pm 75$
3	Від 100,0 до 200,0 включно	$\pm 75 / \pm 100$

Незалежність показань ваг від положення вантажу на вантажопідійомний пристрій при навантаженні 30 тонн не повинно перевищувати ± 50 кг при первинній повірці та ± 75 кг при експлуатації.

Мінливість показань ненавантажених ваг не повинне перевищувати при первинній повірці ± 25 кг, при експлуатації ± 50 кг.

Чутливість ваг повинна бути такою, щоб зміна маси вантажу на 50 кг викликало зміну на одне ділення шкали вимірювального пристрою.

Ймовірність безвідмовної роботи за 2000 годин – не менше 0,9. Відмова ваг визначається за порушенням функціонування ваг або відхиленню метрологічних параметрів за встановлені межі.

Умови експлуатації. Нормальне значення температури повітря:

- для вказівного приладу – від -1 до +35° С;
- для вагового пристрою – від -60 до +45° С.

Відносна вологість повітря:

- для вказівного приладу – не більше 80%;
- для вагового пристрою – не більше 90%.

При експлуатації механічних вагонних ваг обов'язково необхідно дотримуватися інтервалів їх обслуговування, які наведені в таблиці 4.

Таблиця 1.4 – Інтервали обслуговування вагонних ваг

№ з/п	Види обслуговування	Інтервали, в місяцях
1	Контроль придатності	3
2	Огляд-перевірка	при визначенні непридатності вагонних ваг для зважування
3	Профілактичне обслуговування	12
4	Позачерговий ремонт	при необхідності
5	Інспекційна перевірка	за планом перевіряючого
6	Технічний огляд	перед укладенням договору на обслуговування
7	Діагностичне обстеження	при експлуатації більше терміну, зазначеного в технічній документації

Після визначення маси вантажу і необхідності дозування вагони подаються на дозувальний майданчик, який розташований на колії № 4.

Партія вагонів подається на вагонні ваги маневровим тепловозом. Після зважування вагонів, при наявності недовантаження (перевантаження), вони подаються на розташований на відстані 20 метрів від приміщення вагової майданчик довжиною 15 метрів, де навантажувачем марки ПЕА-1.0

за допомогою навантажувального органу - беззубчатого грейфера, без торкання кузова вагона, проводиться відбір (при перевантаженні) або досипання (при недовантаженні) щебеню з розташованого на відстані близько 10 м від зовнішньої рейки колії штабеля.

Обсяг грейфера складає $0,56 \text{ м}^3$, що дозволяє за один цикл роботи переміщати близько 1 тонни щебеню.

У виняткових випадках, при перевантаженні, проводиться відкриття одного розвантажувального люка напіввагона, в результаті чого відбувається часткове розвантаження вантажу з вагона, після чого люк закривається. При цьому з вагона висипається близько 3-5 тонн щебеню.

По закінченню вантажно-розвантажувальних операцій на дозувальному майданчику приводяться у відповідність габарити залізничної колії, вирівнювання вантажу в рухомому складі.

Вивантажений щебінь вручну або за допомогою навантажувача ПЕА-1.0, обладнаного екскаваторної лопатою ємністю $0,27 \text{ м}^3$, укладається в штабель. Потім вагони знову зважуються на залізничних вагах і, в разі виявлення недовантаження (перевантаження), вищеописані операції по дозуванню вагонів виконуються повторно.

Для забезпечення збереження вагонів повинні виконуватися вимоги стандарту ГОСТ 22235-76, Статуту залізниці та нормативної документації на вагони й пристрої, що взаємодіють з ним. Пошкодженням вагона вважається порушення справного стану вагона або його складових частин внаслідок впливу зовнішніх впливів, що перевищують рівні, встановлені стандартом ГОСТ 22235-76. Пошкодження може бути істотним і бути причиною вилучення вагона з експлуатації і несуттєвим, при якому працездатність вагона зберігається.

Навантаження, які діють на вагони та їх елементи при вантажно-розвантажувальних і маневрових роботах, повинні відповідати «Нормами для розрахунків на міцність та проектування механічної частини нових і

модернізованих вагонів залізниць колії 1520 мм (несамохідних)» та нормативно-технічної документації.

Навантаження, розміщення, кріплення і вивантаження вантажів, підготовка їх до перевезення, а також відкривання і закривання дверей проводиться за Технічним умовам навантаження і кріплення вантажів та Правилами перевезення вантажів. Максимальна маса розміщеного у вагоні вантажу та реквізитів кріплення не повинна перевищувати вантажопідйомності, зазначеної на кузові вагона.

Забороняється вантаження навалом вантажів, якщо з них стікає волога на ходові частини і автогальмових обладнання вагонів. При перевезеннях вантажів, схильних до змерзання при температурі нижче 0°C , повинні бути вжиті заходи щодо можливого зменшення їх вологості до безпечної для змерзання межі, а також профілактичні заходи проти змерзання, передбачені Правилами перевезення вантажів.

Забороняються маневрові роботи з вагонами, що мають відкриті двері, кришки люків. При завантаженні та розвантаженні вагонів не допускається попадання вантажу на міжвагонні сполуки, гальмо стоянки і буксові вузли колісних пар.

Всі не з'єднані гальмові рукава вагонів мають бути укладені головками на ланцюг розчіпки приводу автозчепу або заглушені.

Не допускається усунення зсуву та відновлення сипучості вантажів у вагонах зіткненням таких вагонів з іншими вагонами, стаціонарними пристроями.

Вивантажені або підготовлені до навантаження вантажі повинні бути встановлені біля колії і закріплені так, щоб габарит наближення споруд не порушувався.

Вантажі (крім баласту, що вивантажується для колійних робіт) при висоті до 1200 мм мають знаходитися то зовнішньої грані головки крайньої рейки не ближче 2,0 м, а при більшій висоті - не ближче 2,5 м.

Перед навантаженням і після вивантаження вантажів кришки люків і торцеві двері піввагонів повинні бути закриті на обидва запори.

Рівномірно розподілене навантаження на кришку люка напіввагона не повинна перевищувати 59 кН (6 тс).

Зосереджене на майданчику розміром 0,25 x 0,25 і менше питоме навантаження на кришку люка не повинна перевищувати 0,8 МПа (8кгс/см²).

Навалочні вантажі, які вивантажуються через нижні люки піввагонів, повинні при завантаженні мати розмір окремих шматків в будь-якому вимірі не більше 400 мм.

При навантаженні навалочних вантажів масою окремих шматків до 100 кг загальна маса вантажу, що падає на підлогу піввагона, не повинна перевищувати 5 т, а висота падіння – 3м.

Для навантажувально-розвантажувальних і маневрових робіт з вагонами повинні застосовуватися пристрої, виготовлені або модернізовані по нормативно-технічній документації, погодженої в установленому порядку.

При переміщенні вагонів за допомогою інших засобів тягове зусилля повинне передаватися через автозчеп, обід, вісь колеса або кронштейн для підтягування вагонів.

Пересування вагонів безпосереднім штовханням їх бульдозерами, тракторами та іншою технікою автотранспортної і вантажопідйомними механізмами не допускається. Обпирання каната (троса) на елементи вагонів не допускається.

Кількість одночасно підтягуємо навантажених вагонів за кронштейн на прямій горизонтальній ділянці колії, при куті між тросом і подовжньої віссю колії до 5° не повинно перевищувати для 4-вісних вагонів – 14, 6-вісних – 10 і 8-вісних вагонів – 8; для вагонів-хоперів – 10 одиниць.

Конструкція подвагонних маневрових пристроїв повинна виключати утворення вм'ятин і насічок на гребені, поверхні кочення колеса і осі колісної пари.

У межах під'їзної колії ПрАТ «Новополтавський кар'єр» знаходяться наступні негабаритні навантажувальні пристрої:

- опори навантажувального пристрою по колії №1 – відстань від осі колії 2720 мм та 2950 мм праворуч, ліворуч – 2600 мм;

- опори навантажувального пристрою по колії № 2 – відстань від осі колії ліворуч – 2780 мм.

Негабаритні пристрої позначені покажчиками «негабаритних місць» з обох сторін і пофарбовані жовтою і чорною фарбою під кутом 45 градусів.

1.3 Характеристика та властивості щебеню

Щебінь - це продукт подрібнення скельних гірських порід. Даний продукт виробляється шляхом видобутку в кар'єрі гірської породи, що потім шляхом подрібнення та просівання переробляють у щебінь. Найпоширенішою гірською породою є граніт. Щебінь може бути отриманий також при подрібненні валунів і гравію [2].

Основними властивостями щебенів із природних кам'яних матеріалів є:

- міцність;
- морозостійкість;
- лящадність;
- насипна щільність;
- водопоглинення й водонасичення;
- зерновий склад і форма зерен;
- активність природних радіонуклідів (радіоактивність).

Однією зі специфічних характеристик щебенів є адгезія. Цей параметр відбиває оцінку якості зчеплення бітумних в'язких з поверхнею щебенів. Необхідно відзначити, що на якість зчеплення впливають кольори щебенів. Кращі показники по адгезії дає сірий і темно сірі щебені [2].

Зерновий склад кожної фракції щебеню повинен задовольняти вимогам відповідних ДСТУ. Так, у фракції щебеню, що поставляються на будівництво, наприклад 20-40 мм, кількість зерен розміром дрібніше 20 мм не повинна перевищувати 10%, а зерен крупніше 50 мм - не більше 0,5%. Ці вимоги необхідні для строгого дотримання зернового складу окремих фракцій.

У щебені нормують зміст зерен пластинчастої форми – «лящадність» (відбулося від слова «лящ», тобто плоский, як лящ) і у форми голки. До зерен пластинчастої й голкової форм відносять такі зерна, товщина або ширина яких менш довжини в три рази й більше. За формою зерен щебенів підрозділяють на чотири групи (зміст зерен пластинчастої й голкової форм у відсотках по масі) [2]:

- I група «кубова» – до 15%;
- II група «поліпшена» – від 15% до 25%;
- III група «звичайна» – від 25% до 35%;
- IV група «звичайна» – від 35% до 50%.

Лящадність – це одна з найважливіших характеристик якості щебеню [2]. Чим менше лящадність, тим якісніше вважається щебінь. Використання щебенів кубової форми дає найбільше ущільнення.

Наявність у щебені зерен пластинчастої й голкової форм приводить до збільшення міжзернової пористості в суміші. Це у свою чергу приводить до збільшення витрат сполучного компонента, а це спричиняє додаткові матеріальні витрати. Крім того, кубові зерна мають більшу міцність, чим зерна пластинчастої й голкової форм. Отже, використання кубовидного щебеню у виробництві економічно доцільніше.

Морозостійкість щебеню характеризують числом циклів заморожування й відтаювання. Дозволяється оцінювати морозостійкість щебеню по кількості циклів насичення в розчині сірчанокислого натрію й висушування. По морозостійкості щебені підрозділяють на марки: F15; F25; F50; F100; F150; F200; F300; F400 [2].

Міцність щебенів характеризують межею міцності вихідної гірської породи при стиску, подрібненістю щебенів при стиску (роздавлюванні) у циліндрі, і зношуванням у полицевому барабані. Ці показники імітують опір кам'яного матеріалу при впливі на нього транспортних засобів.

Залежно від марки щебені ділять на групи: високоміцний М1200-1400, міцний М800-1200, середньої міцності М600-800, слабкої міцності М300-600, дуже слабкої міцності М200.

Радіоактивність щебенів – найважливіша характеристика, з якої звичайно починається обговорення якості щебенів.

Якщо продукція придатна для всіх без винятку видів будівельних робіт, що підтверджується відповідними сертифікатами й санітарно-епідеміологічними висновками, дослідженнями спеціальних лабораторій, ці гранітні щебені відносяться до I-го класу радіоактивності (менш 370 Бк/кг).

Для будівництва доріг підходить щебінь II класу радіоактивності (більше 370 Бк/кг).

У щебені нормують зміст пилоподібних і глинистих часток (розміром менш 0,05 мм). Крім того, виділяють грудки глини із крупністю часток від 1,25 мм до найбільшого розміру зерен щебенів даної фракції при суміші фракцій. Для всіх видів і марок щебеню по міцності зміст глини в грудках у загальній кількості пилоподібних і глинистих часток не повинний перевищувати 0,25% по масі. У щебенів з магматичних і метаморфічних порід зміст пилоподібних і глинистих часток по масі не повинний перевищувати 1 %, у щебені з осадових порід марок від М600 до М1200-2%, а марок від М200 до М400-3% [2].

По крупності щебінь розділяють на фракції. Фракція – це максимально припустимий розмір окремо взятого каменю (зерна). Розділяють основні й супутні фракції щебенів [2].

До основних фракцій відносяться: 5-10 мм, 5-20 мм, 10-20 мм, 20-40 мм, 20-65 мм, 25-60 мм, 40-70 мм. До супутніх фракцій відносяться: 0-2 мм,

0-5 мм, 0-15 мм, 0-20 мм, 0-40 мм, 0-60 мм, 2-5 мм. В окремих випадках знаходять застосування фракції 70-120 мм й 120-150 мм.

Найбільшим попитом на ринку користується гранітний щебінь фракції 5-20 мм, рідше 5-15 мм, що застосовується у виробництві асфальту, бетону й залізобетонних конструкцій. Щебінь гранітний фракцій 20-40 мм, 20-65 мм, 25-60 мм, 40-70 мм так само користується стійким попитом, і застосовується в будівництві й ремонті залізничних насипів, трамвайних ліній, подушок автомобільних доріг, у будівництві будинків при закладці фундаменту. Із всіх природних кам'яних матеріалів, що використовуються у будівництві, щебінь є основним [2].

ПрАТ «Новополтавський кар'єр» виробляє наступні види продукції, характеристики яких наведені у таблиці 1.5 [3].

Таблиця 1.5 – Характеристика продукції Новополтавського кар'єру

Фракція щебеню, мм	Об'ємна маса, кг/м ³	Прочність	Морозостійкість	Відсоток лещадних зерен, %	Забрудненість, %	Радіоактивність
5x10	1260	1400	F-300	17 %	0,6 %	1клас
10x15	1320	1400	F-300	12 %	0,5 %	1клас
10x20	1340	1400	F-300	12 %	0,5 %	1клас
20x40	1360	1400	F-300	14 %	0,4 %	1клас
Відсів	480	1400	F-300	10 %	не нормується	1клас

1.3 Аналіз патентної інформації

1) 05.12-17A.32. Автосамосвали на перевозке горной массы. Knochenjob tief unter dem Tor Westfalens // Kies + Sand Perspekt. - 2012. - № 7.

- С. 60-61. - Нем.

На предприятии по добыче железной руды фирмы Barbara Erzbergbau GmbH (Германия) для перевозки горной массы (руда и вскрышные породы) используют автосамосвалы серии TA40 поставки фирмы Terex Trucks Germany (Дортмунд, Германия). Общая масса самосвала - 70 т. Годовой объем перевозки грузов - 700 тыс. т. Дальность транспортировки - 4 км, предельный уклон - 10%.

2) 06.02-17A.14. Транспортное и логистическое обслуживание промышленных предприятий. Mit Logistikkonzepten aus der regionalen Ecke / Schumacher Paul // DVZ: Dtsch. Logist.-Ztg. - 2011. - 58, № 48, прил. Logist. Schiene. - С. 14. - Нем.

Транспортная компания Kölner Eisenbahn Häfen und Güterverkehr Köln (HGK) выступает на рынке транспортных услуг Германии как фирма с широким спектром транспортных и логистических услуг. Фирма осуществляет перевозки грузов как по собственным железнодорожным путям, так и по путям общего пользования концерна „Германские железные дороги“ (DB AG), а также по путям крупных промышленных предприятий. Приведены примеры перевозок металлоотходов автомобильного завода фирмы Ford AG, грузов завода по производству алюминия и др. Дочерняя структура компании BGE Eisenbahngüterverkehr GmbH в г. Бергиш-Гладбахе располагает крупным логистическим центром с высокостеллажным складом и терминалом для перевозки грузов в смешанном сообщении.

3) 06.02-17A.11. Разработка технологических карт для погрузочно-разгрузочных работ кранами / Полосин М. Д. (103031, г. Москва, ул. Рождественка, 11) // Механиз. стр-ва. - 2010. - № 8. - С. 26-30. - Рус.

В соответствие с требованиями действующих Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов владелец крана или эксплуатирующая организация, вне зависимости от форм собственности и ведомственной принадлежности, должны разработать и утвердить в установленном порядке технологические карты производства погрузочно-

разгрузочных работ грузоподъемными кранами. Затем эксплуатирующая организация должна обеспечить выполнение технологических карт, для чего они выдаются на местах грузопереработки, с ними знакомятся под расписку лица, ответственные за безопасное производство работ кранами, а также машинисты (крановщики) и стропальщики. Библ. 7.

4) 05.12-17A.30. Развитие лизинга автотранспортных средств. Euro-Leasing erweitert Servicekonzept // Frachtdienst : Frachzeitschritt für Lager, Logistik, Transport und Verkehr. - 2013. - 60, № 3. - С. 47. - Нем.

На выставке-ярмарке „Транспорт и логистика 2005“ в Германии интересную экспозицию представила фирма Euro-Leasing GmbH, специализирующаяся в области лизинга автотранспортных средств. Центр фирмы в Мюнхене, филиалы - в Берлине, Франкфурте, Гамбурге и других городах, а также в Финляндии, Дании и др. В настоящее время лизингом охвачены 800 тягачей и 5500 прицепов и полуприцепов. Фирма предлагает различные схемы финансового обеспечения сделок.

5) 06.02-17A.24П. Способ контроля за размещением транспортных средств и других объектов на месте открытых разработок. Method and apparatus for tracking objects at a site : Пат. 6917300 США, МПК⁷ G 08 B 21/00; Caterpillar Inc., Allen William E. - N 10/000285; Заявл. 30.11.2006; Опубл. 12.07.2008; НПК 340/686.6

Запатентованный метод служит для определения месторасположения и перемещений различных объектов (колесных погрузчиков, экскаваторов, персонала и т. п.) вблизи транспортных средств (например, большегрузных автосамосвалов) на открытых разработках. Информация об этом постоянно поступает водителю транспортного средства через систему GPS. Приведена блок-схема, реализующая этот метод. Ил. 4.

6) 05.12-17A.157. Автоматизированные системы управления с мобильными техническими средствами в логистике. Schnittstellen für fortschrittliche Logistiksysteme // DVZ: Dtsch. Logist.-Ztg. - 2013. - 58, № 38. - С. 10. - Нем.

Мобильные технические средства автоматизации (бортовые компьютеры, терминалы и др.) и средства беспроводной связи значительно расширили возможности внедрения информационных технологий и создания систем автоматизированного управления на транспорте и в логистике. На основе новейших достижений телематики фирмой PSI Logistics GmbH (Германия), работающей на рынке информационных технологий более 30 лет, создана автоматизированная система управления складами, распределительными и логистическими центрами „LFS 400“, которая обеспечивает управления заказами, запасами грузов, грузопотоками и транспортно-складскими работами.

В системе учтены возможности использования новейших информационных технологий: электронное взвешивание, радиочастотная идентификация (RFID), комплектование заказов по командам голосом (Pick to Voice), управление транспортными средствами без водителей (FTS), автоматическое управление межстеллажными штабелирующими устройствами на высокостеллажных складах и др. Передача данных осуществляется по беспроводной технологии (Wireless) с возможностями построения локальных сетей WLAN.

7) 05.12-17A.57. Трехколесные вилочные электропогрузчики. Neue Steuerung für die Wendigen // F + H: Fördern und Heben : Zeitschrift für Materialflus und Automation in Produktion, Lager, Transport und Umschlag. - 2014. - 55, № 4. - С. 172. - Нем.

Сообщается о выпуске фирмой W. Körner GmbH двух моделей вилочных 3-колесных электропогрузчиков FBT 15 и FBT 18 грузоподъемностью 1,5 и 1,8 т соответственно. Обе модели оборудованы новой системой управления АС, обеспечивающей возможность работы в тяжелых условиях эксплуатации. Вилочные электропогрузчики отличаются увеличенными интервалами между сроками проведения регламентных работ и меньшим расходом энергии. Обе модели оснащены двигателями одинаковой мощности (2×4,8 кВт) и имеют одинаковые размеры (длина 1940

мм, ширина 1040 мм и высота 2020 мм).

1.5 Аналіз існуючих недоліків та постановка задач проектування

В ході роботи досліджено транспортно-складську систему Новополтавського кар'єра Чернігівського району Запорізької області.

В дійсний час підприємство інтенсивно нарощує обсяги видобутку щебеню. Але для навантаження продукції в автотранспорт використовується кар'єрний екскаватор ЕКГ-4.

В роботі пропонується обладнати бункером, живильником та конвеєром існуючу навантажувальну систему для залізничного транспорту, пристосувавши її таким чином, для навантаження автотранспорту.

За рахунок проектних рішень планується підвищити коефіцієнт завантаження рухомого складу, відповідно збільшити продуктивність автомобілів на маршрутах та зменшити їх потрібну кількість.

Екскаватор ЕКГ-4 може бути використаний на кар'єрних роботах, де він затребуваний. Таким чином, на ділянці навантаження буде зменшено чисельність обслуговуючого персоналу. Оператор пункту навантаження при існуючому рівні автоматизації технологічних процесів здатний обслуговувати як автомобільний, так і залізничний транспорт.

Виконаємо розрахунки проектних транспортних пристроїв та техніко-економічних показників для визначення доцільності проектних рішень.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Дослідження методами статистичного аналізу вихідних даних та розрахунок проектних вантажопотоків

При розрахунках вантажопотоків з метою організації перевезень, навантажувально-розвантажувальних і складських робіт слід враховувати коефіцієнт їх нерівномірності k_n . Коефіцієнт нерівномірності k_n визначають відповідно до правил математичної статистики за такою методикою: за первинними документами попереднього року (місяця) виявляють добове прибуття (відправлення) на підприємство (з підприємства) вагонів, автомобілів (або тонн) з певним вантажем [4].

Проведемо розрахунок вантажопотоку з даних статистичних спостережень.

Будуємо статистичний ряд спостережень добових обсягів перевезень щепеню Новополтавського кар'єру у автомобілях:

11, 15, 16, 15, 15, 16, 15, 16, 14, 18, 17, 13, 17, 16, 15, 18, 20, 13, 17, 13, 15, 19, 14, 16, 14, 12, 17, 9, 17, 17, 16, 15, 13, 15, 12, 17, 12, 18, 14, 15, 16, 19, 15, 13, 15, 15, 11, 15, 14, 15.

Далі обробляємо статистичний ряд за такою методикою.

1) Будуємо варіаційний ряд, тобто всі дані статистичного ряду розміщуємо в порядку зростання випадкової величини:

9, 11, 11, 12, 12, 12, 13, 13, 13, 13, 13, 14, 14, 14, 14, 14, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 17, 17, 17, 17, 17, 17, 17, 18, 18, 18, 19, 19, 20.

2) Дані варіаційного ряду розбиваємо на групи (розряди).

Число груп визначаємо за наступною формулою [4]:

$$k = 1 + 3,2 \cdot \lg N, \quad (2.1)$$

де N – кількість значень у виборці. В нашому прикладі $N = 50$.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.1):

$$k = 1 + 3,2 \cdot \lg 50 = 6 \text{ груп.}$$

3) Визначаємо інтервал групування.

Інтервал групування визначаємо за такою формулою [4]:

$$I_{gp} = \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k}, \quad (2.2)$$

де N_{\max} , N_{\min} – відповідно максимальне та мінімальне значення випадкової величини, взяте з варіаційного ряду.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.2):

$$I_{gp} = \frac{20 - 9}{6} = 2.$$

4) Подальша обробка представлена в таблиці 2.1 та слайді №3.

Таблиця 2.1 – Обробка варіаційного ряду відправлення вагонів із щебенем

Інтервал значень N_k	Сере- дина інтер- валу N_k	Кількість спосте- режень в інтервалі n_k	Імовір- ність $P_k = \frac{n}{N}$	Розрахункові дані			
				$P_k N_k$	$N_k - M$	$(N_k - M)^2$	$(N_k - M)^2 \cdot P_k$
9-10	9,5	1	0,02	0,19	-5,72	32,72	0,65
10-12	11,5	5	0,1	1,15	-3,72	13,84	1,38
13-14	13,5	10	0,2	2,7	-1,72	2,96	0,59
15-16	15,5	21	0,42	6,51	0,28	0,08	0,03
17-18	17,5	10	0,2	3,5	2,28	5,2	1,04
19-20	19,5	3	0,06	1,17	4,28	18,32	1,1
		$N=50$	1	$M=15,22$			$D=4,79$

5) Визначаємо коефіцієнт варіації добового вагонопотоку, що характеризує розкид випадкової величини.

Коефіцієнт варіації добового вагонопотоку визначаємо за наступною формулою [4]:

$$v = \frac{\sqrt{D}}{\bar{M}}, \quad (2.3)$$

де D – дисперсія випадкової величини;

\bar{M} – середньодобовий вагонопотік (математичне очікування).

Виконаємо розрахунки за формулою (2.3):

$$v = \frac{\sqrt{4,79}}{15,22} = \frac{2,79}{15,22} \approx 0,14.$$

б. Коефіцієнт нерівномірності розраховується за формулою [4]:

$$k_n = 1 + \nu \quad (2.4)$$

Визначаємо коефіцієнт нерівномірності за формулою (2.4):

$$k_n = 1 + 0,14 = 1,14.$$

Розрахунковий добовий вантажопотік визначається за формулою [4]:

$$Q_p = Q_{сер} \cdot k_n \quad (2.5)$$

де $Q_{сер}$ – середньодобовий обсяг перевезень щебеню, т.

Розрахуємо добовий вантажопотік за формулою (2.5):

$$Q_p = 15,22 \cdot 1,14 = 17 \text{ автомобілів.}$$

За допомогою програми «Статистика» побудуємо діаграми емпіричного та теоретичного розподілів (див. рисунок 2.1 та слайд №3).

Статистичний аналіз розподілів свідчить про відповідність емпіричного розподілу нормальному закону розподілу випадкової величини, що відповідає існуючим представленням щодо випадкового характеру перевезень.

На слайді №2 покажемо розрахункові добові вантажопотоки Новополтавського кар'єру із урахуванням коефіцієнту нерівномірності та середнього завантаження автомобіля 12,8 т.

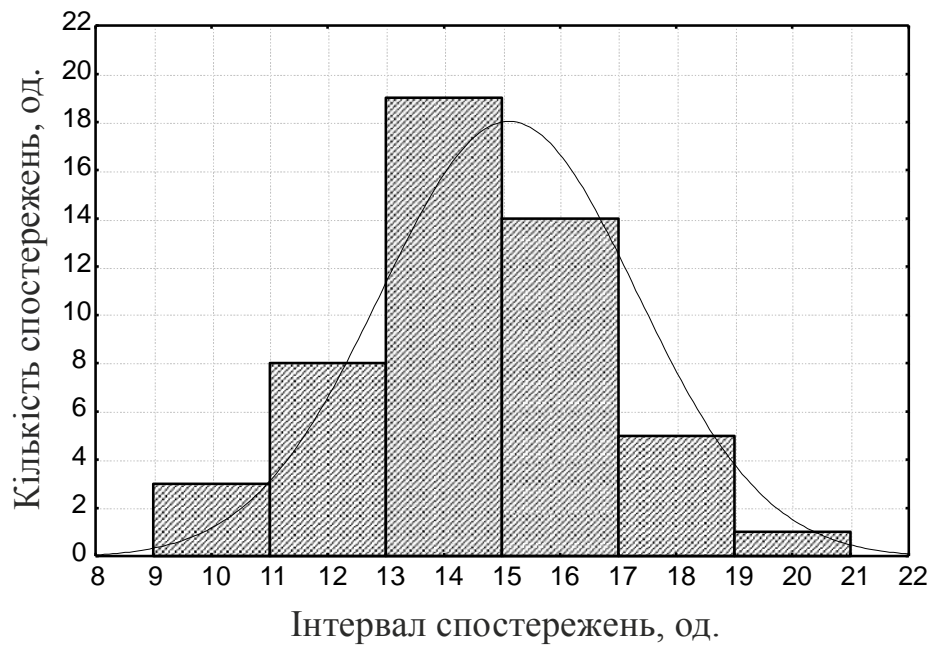


Рисунок 2.1 – Аналіз відповідності емпіричного розподілу теоретичному нормальному закону розподілу

2.2 Розробка транспортно-технологічних схем доставки

При розробці транспортно-технологічних схем роботи рекомендується за основу приймати типові схеми, побудовані для аналогічних вантажів, або умов їх переробки.

При цьому необхідно орієнтуватися на [5]:

- застосування вискоєфективних систем навантажувально-розвантажувальних засобів і технологічних процесів;
- застосування сучасних методів організації й управління процесами по переробці вантажів;
- застосування прогресивних методів перевезення вантажів;
- скорочення кількості навантажувально-розвантажувальних, перевантажувальних, внутрішньо складських операцій;
- використання сучасної техніки, типових складів та ін.

Як один із розглядаємих варіантів, може пророблятися існуюча схема механізації та автоматизації вантажопереробки.

За існуючою транспортно-технологічною схемою щебінь відвантажується в автотранспорт екскаватором ЕКГ-4 з відкритого естакадно-штабельно-тунельного складу. Після цього автомобілі зважуються на автомобільних вагах, та оформляються документи на вантаж.

В роботі пропонується впровадити транспортно-технологічну схему доставки щебеню, за якою навантаження здійснюється з бункера за допомогою живильника та стрічкового конвеєра.

Транспортно-технологічні схеми роботи по існуючому та проектному варіантах наведено на слайді №4 та №5.

2.3 Розрахунок бункера

Бункер – це накопичувальний пристрій (стаціонарний чи пересувний) для безтарного зберігання сипких і кускових матеріалів, що розвантажується через нижню частину, обладнану затворами і живильниками для контрольованого випуску вантажу.

Об'єм бункера обчислюється за формулою [6]:

$$V_{\min}^{\delta} = k_{на} \frac{q_a \cdot n_{на}}{\varphi_{\delta} \cdot \gamma}, \quad (2.6)$$

де $k_{на}$ - коефіцієнт, що враховує надходження вантажу у бункер в процесі навантаження автомобілів, $k_{на} = 0,8...0,9$;

$n_{на}$ – кількість автомобілів, з якими виконуються вантажні операції;

q_a – кількість вантажу, яку необхідно завантажити у один автомобіль, т;

φ_{δ} , – коефіцієнт заповнення бункера, $\varphi_{\delta} = 0,8.. .0,9$.

γ – об’ємна маса вантажу, $\gamma = 1,3 \text{ т/м}^3$.

Для перевезень використовуються автомобілі КрАЗ-6510, технічні характеристики транспортного засобу наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики автомобіля КрАЗ-6510

№ з/п	Технічна характеристика	Значення
1	Колісна формула	6x4
2	Маса спорядженого автомобіля, кг	11 300
3	Маса автомобіля повна, кг	24 900
4	Вантажопідйомність, кг	13 500
5	Об’єм платформи, м ³	8
6	Потужність, кВт	176
7	Довжина, м	8,3
8	Ширина, м	2,5
9	Висота, м	2,8

Виконаємо розрахунки за формулою (2.6):

$$V_{min}^{\circ} = 0,9 \frac{13,5 \cdot 1}{0,9 \cdot 1,3} = 10,4 \text{ м}^3.$$

Визначаємо розмір бункера в залежності від заданої геометричної форми. Бункер має призмо-пірамідальні розміри, тому розрахунок буде складатися з двох частин, розрахунок призмової частини та пірамідальної. Загальний об’єм не повинен бути менше, ніж мінімальний розрахунковий V_{min}° .

Загальний вигляд бункера, який проектується, представлено на рисунку 2.2.

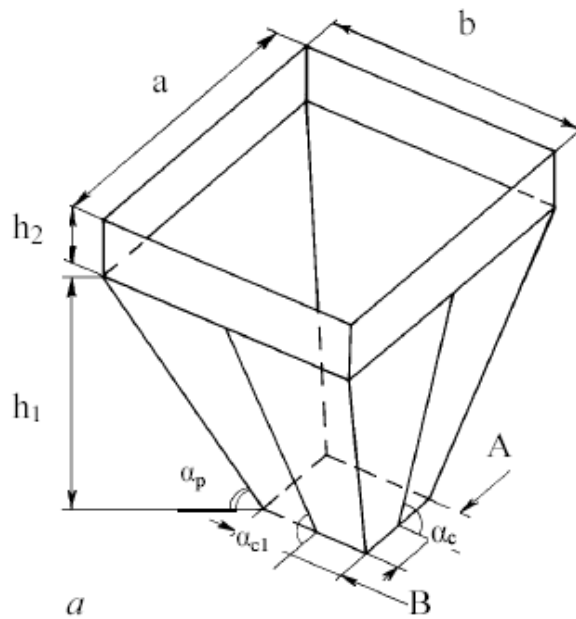


Рисунок 2.2 – Бункер призма-пірамідальний

Об'єм основної частини бункера, що має форму призми, розраховуємо за наступною формулою [6]:

$$V_{\text{призм}}^{\delta} = h_2 \cdot A \cdot B, \quad (2.7)$$

де h_2 – висота рівних стінок бункера, приймаємо, виходячі з існуючих параметрів вантажного пункту (слайд № 5) $h_2 = 4$ м;

A – довжина бункера, $A = 2$ м;

B – ширина бункера, $B = 2$ м.

Об'єм основної частини бункера розраховуємо за формулою (2.7):

$$V_{\text{призм}}^{\delta} = 4 \cdot 2 \cdot 2 = 16 \text{ м}^3.$$

Об'єм похилої частини бункера, що має форму відсіченої піраміди розраховується за формулою [6]:

$$V_{nir}^{\bar{}} = \frac{h_1}{3} (A \cdot B + \sqrt{A \cdot B \cdot a \cdot b} + a \cdot b), \quad (2.8)$$

де h_1 – висота пірамідальної частини бункера;

a та b – величини випускного отвору, $a = 0,3$ м, $b = 0,3$ м.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.8):

$$V_{nir}^{\bar{}} = \frac{1,5}{3} (2 \cdot 2 + \sqrt{2 \cdot 2 \cdot 0,3 \cdot 0,3} + 0,3 \cdot 0,3) \approx 2,3 \text{ м}^3$$

Визначимо загальний об'єм бункеру за формулою [3]:

$$V_{заг}^{\bar{}} = V_{призм}^{\bar{}} + V_{nir}^{\bar{}}, \quad (2.9)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (2.9):

$$V_{заг}^{\bar{}} = 16 + 2,3 = 18,3 \text{ м}^3.$$

Порівнюємо $V_{заг}^{\bar{}}$ та $V_{min}^{\bar{}}$ на виконання умови [6]:

$$V_{заг}^{\bar{}} \geq V_{min}^{\bar{}}. \quad (2.10)$$

В нашому випадку $18,3 \text{ м}^3 \geq 10,4 \text{ м}^3$, тобто умова (2.10) виконується.

Визначаємо кількість вантажу, яка може бути завантажена у розрахований бункер [6]:

$$Q_{ван}^{\bar{}} = V_{заг}^{\bar{}} \cdot \gamma, \quad (2.11)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (2.11):

$$Q_{ван}^{\bar{b}} = 18,3 \cdot 1,3 \approx 23,8 \text{ т.}$$

Кути нахилу бокових стінок бункеру α_c , α_{c1} повинні бути перевірені на відсутність гальмування вантажу [6]:

$$\operatorname{tg} \alpha_c \geq f, \quad (2.12)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \frac{h_1}{0,5(A-a)}, \quad (2.13)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{c1} = \frac{h_1}{0,5(B-b)}, \quad (2.14)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_p = \frac{1}{\sqrt{\operatorname{ctg}^2 \alpha_c + \operatorname{ctg}^2 \alpha_{c1}}}, \quad (2.15)$$

де f - коефіцієнт тертя вантажу по стінках бункеру. При русі вантажу по металевій поверхні можна приймати для вугілля, щебеню, гравію, глини, землі та піску $f = 0,75 \dots 0,80$ приймаємо $f = 0,8$.

Перевірку кутів нахилу бокових стінок бункеру виконуємо за формулами (2.12 – 2.15):

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \frac{1,5}{0,5(2-0,3)} = 1,76;$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{c1} = \frac{1,5}{0,5(2-0,3)} = 1,76.$$

Оскільки $1,76 > 0,8$, умова виконується.

$$\operatorname{tg} \alpha_p = \frac{1}{\sqrt{\operatorname{ctg}^2 \alpha_c + \operatorname{ctg}^2 \alpha_{c1}}} = 1,24.$$

Оскільки $1,24 > 0,8$, умова виконується.

Площа поперечного перерізу потоку вантажу при прямокутній формі випускного отвору визначається за формулою [6]:

$$F = (A - a') \cdot (B - a'), \quad (2.16)$$

де a' – розмір типового куска вантажу, приймаємо найбільшу випускаємо кар'єром фракцію: $a' = 40 \text{ мм} = 0,04 \text{ м}$.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.16):

$$F = (0,3 - 0,04) \cdot (0,3 - 0,04) \approx 0,07 \text{ м}^2.$$

Швидкість зсуву сипкого вантажу розраховується за формулою [6]:

$$V_{zc} = \lambda \cdot \sqrt{3,2 \cdot g \cdot R}, \quad (2.17)$$

де g – прискорення сили тяжіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

λ – коефіцієнт зсуву, який приймається для добресипких вантажів, однорідних, сортованих, сухих, зернистих 0,55.. 0,65;

R – гідравлічний радіус, визначається за формулою [6]:

$$R = \frac{F}{P}, \quad (2.18)$$

де P – периметр випускного отвору, $P = 0,3 \cdot 4 = 1,2 \text{ м}$.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.18):

$$R = \frac{0,07}{1,2} = 0,0583 \text{ м.}$$

Необхідно перевірити отримане значення гідравлічного радіусу на виконання умови [6]:

$$R \geq K \cdot f \cdot (a' + 0,08), \quad (2.19)$$

де K – коефіцієнт, що враховує ступінь плоскості вантажу та розташування впускного отвору, $K = 0,6$.

У відповідності до формули (2.19)

$$0,0583 \geq 0,6 \cdot 0,8 (0,04 + 0,08);$$

$$0,0583 > 0,0576;$$

дана умова виконується.

2.4 Розрахунок конвеєра

Далі виконуємо розрахунок стрічкового конвеєра, що безпосередньо подає вантаж у кузов автомобіля з бункера.

Стрічкові конвеєри призначаються для транспортування переважно сипких або штучних вантажів невеликої маси. Вони складаються з робочого органу у вигляді замкнутої конвеєрної стрічки, який є одночасно вантажонесучим і тяговим елементом, опор, приводного і хвостового барабанів, натяжного пристрою, завантажувального пристрою і рами. При необхідності передбачаються направляючі ролики та відхиляючі барабани для стрічки, розвантажувального пристрою, пристрою для очищення стрічки.

Розрахунок стрічкового конвеєра для подавання щебеню з бункера безпосередньо у кузов автомобіля ведемо за методикою [6] та наступними вихідними даними.

Насипна щільність $\rho = 1,3 \text{ т/м}^3$, необхідна продуктивність для конвеєра складає $Q = 100 \text{ т/год}$. Максимальний розмір шматка $a_{max} = 40 \text{ мм}$. Довжина ділянки $L_{кон} = 3 \text{ м}$. Конвеєр плануємо встановити на відкритому просторі з підвищеним рівнем вологості. Привід конвеєра та його розвантаження здійснюється через головний барабан.

Схема конвеєра показана на рисунку 2.3.

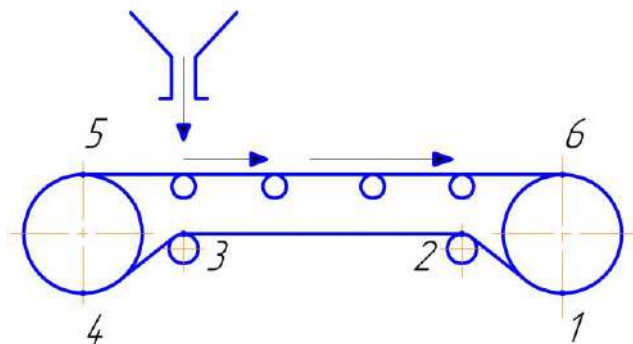


Рисунок 2.3 – Схема до розрахунку горизонтального стрічкового конвеєра

Приймаємо швидкість руху стрічки $v = 1,25 \text{ м/с}$ (дивись таблицю 6.2 [7]). По таблиці 4.1 [7] кут природного укоси вантажу в русі 35° . Приймаємо для робочої гілки стрічки трьохроликову опору з кутом нахилу бічних роликів 0° .

Розмір типового шматка щебеню, який транспортується, розраховуємо за формулою для сортованих матеріалів [7]:

$$a' = \frac{a_{max} + a_{min}}{2}, \quad (2.20)$$

де a_{max} – розмір максимального шматка, мм;

a_{min} – розмір максимального шматка, мм.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.20):

$$a' = \frac{20 + 40}{2} = 30 \text{ мм.}$$

Згідно табл. 4.2 [4] вантаж можна віднести до категорії мілкокускових насипних вантажів.

Необхідна ширина конвеєрної стрічки розраховується за формулою [7]:

$$B = 1,1 \left(\sqrt{\frac{Q}{V \cdot \rho \cdot k \cdot k_g}} + 0,05 \right), \text{ м} \quad (2.21)$$

де k – коефіцієнт, що залежить від кута природнього відкосу вантажу (таблиця 6.16 [7]), $k = 325$;

k_g – коефіцієнт, що залежить від кута нахилу конвеєра (таблиця 6.16 [4]), 1;

Q – необхідна продуктивність конвеєра, 100 т/год.;

v – швидкість руху стрічки конвеєра, $v = 1,25$ м/с;

ρ – насипна щільність вантажу, $\rho = 1,3$ т/м³.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.21):

$$B = 1,1 \left(\sqrt{\frac{100}{1,25 \cdot 1,3 \cdot 325 \cdot 1}} + 0,05 \right) = 0,534 \text{ м.}$$

З урахуванням рекомендацій параграфа 4.2 обираємо (див. табл. 4.3 [7]) конвеєрну стрічку загального призначення типу 2 шириною (див. табл. 4.4 [7]) $B = 650$ мм з трьома тяговими прокладками міцністю 100 Н/мм БКНЛ–100 (див. табл. 4.6 [7]), що допускають робоче навантаження (див. табл. 4.5

[7]) $k_p = 12$ Н/мм, з товщиною гумового обкладання класу міцності В (див. табл. 4.9 [7]) товщиною робочої поверхні $\delta_p = 3$ мм, неробочої поверхні немає.

Позначення обраної стрічки :

Стрічка 2 – 650 – 3 – БКНЛ – 100 – 3 – В.

Допустиму мінімальну ширину стрічки знаходимо за наступною формулою [7]:

$$B_{\min} = 2 \cdot a' + 200, \text{ мм} \quad (2.22)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (2.22):

$$B_{\min} = 2 \cdot 30 + 200 = 260 < 650 \text{ мм.}$$

Розраховуємо товщину стрічки за формулою [7]:

$$\delta = Z\delta_{п.т} + \delta_{н.з} + \delta_p + \delta_n, \quad (2.23)$$

де Z – кількість тягових прокладок, $Z = 3$;

$\delta_{п.т}$ – товщина тягової прокладки, $\delta_{п.т} = 1,2$ мм;

$\delta_{н.з}$ – товщина захисної прокладки, відсутня (0 мм);

δ_p – товщина резинової обкладки робочої поверхні стрічки конвеєра (див. табл. 4.9 [7]), 3 мм;

δ_n – товщина неробочої поверхні стрічки конвеєра, $\delta_n = 0$ мм.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.23):

$$\delta = 3 \cdot 1,2 + 0 + 3 + 0 = 6,6 \text{ мм.}$$

Погонна маса стрічки (дивись таблицю 4.12[7]) розраховується за формулою [7]:

$$q_l = \rho \cdot B \cdot \delta, \quad (2.24)$$

де ρ – щільність стрічки, 1100 кг/м³ ;

B – прийнята ширина стрічки, $B = 0,65$ м.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.24):

$$q_l = 1100 \cdot 0,65 \cdot 0,0066 = 4,7 \text{ кг/м.}$$

Згідно рекомендаціям таблиці 6.12 [7], приймаємо діаметр роликів роликкоопор $d_p = 89$ мм.

Погонна маса частин роликів, які обертаються (згідно таблицю 6.18 [7]): робочої гілки $q_p^p = 10,2$ кг/м, холостої гілки $q_p^x = 4,4$ кг/м.

Погонна маса рухомих частин конвеєра, розраховується за формулою [7]:

$$q_k = q_k^p + q_k^x = (q_l + q_p^p) + (q_l + q_p^x), \quad (2.25)$$

де q_k^p – погонна маса рушійного тягового органу, кг/м;

q_k^x – погонна маса холостого тягового органу, кг/м;

q_p^p – погонна маса частин роликів, робочої гілки, кг/м;

q_p^x – погонна маса частин роликів, холостої гілки, кг/м.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.25):

$$q_k = 4,7 + 10,2 + 4,7 + 4,4 = 24 \text{ кг/м.}$$

Для попереднього розрахунку визначимо тягову силу конвеєра за формулою [7]:

$$F_0 = [\omega \cdot L_2 \cdot (q + q_k) \pm qH] \cdot g k_n, \quad (2.26)$$

де ω – коефіцієнт опору при роботі поза приміщенням, з підвищеним вмістом абразивних часток та підвищеною вологістю повітря, $\omega = 0,035$;

L_2 – довжина горизонтальної частини конвеєра, 3 м;

q – погонна маса вантажу, кг/м;

k_n – коефіцієнт, що враховує геометричні та конструктивні особливості конвеєра;

H – висота підйому “+” чи спуску “–” вантажу при транспортуванні, м.

Коефіцієнт k_n розраховується за такою формулою [7]:

$$k_n = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5, \quad (2.27)$$

де k_1 – коефіцієнт, що залежить від довжини конвеєру, $k_1 = 1,5$ (таблиця (6.20)[4]);

k_2 – коефіцієнт, що залежить від кута нахилу конвеєра, $k_2 = 1$;

k_3 – коефіцієнт, що залежить від знаходження приводу, $k_3 = 1$;

k_4 – коефіцієнт, що залежить від розміщення натяжного пристрою, $k_4 = 1$;

k_5 – коефіцієнт, що залежить від способу розвантаження, $k_5 = 1$.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.27):

$$k_n = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,5$$

Визначаємо погонну масу вантажу за формулою [7]:

$$q = A \cdot \rho, \quad (2.28)$$

де A – площа поперечного перетину потоку вантажу на конвеєрі,

$$A = 0,05 \cdot B^2 = 0,05 \cdot 0,65^2 = 0,0211 \text{ м}^2.$$

Виконаємо розрахунки за формулами (2.28 та 2.26):

$$q = 0,0211 \cdot 1300 = 27,4 \text{ кг/м};$$

$$F_0 = (0,035 \cdot 3(27,4 + 24) + 27,4 \cdot 0)9,81 \cdot 1,5 = 79,4 \text{ Н}.$$

З таблиці 6.7 [7] приймаємо коефіцієнт зчеплення між гумовотканинною стрічкою і сталевим барабаном (для вологого навколишнього повітря) $f = 0,15$. Приймаючи кут обхвату стрічкою приводного барабана $\alpha = 200^\circ$, з таблиці 6.21 знайдемо $k_s = 1,42$.

Максимальне статичне натягнення стрічки визначається за формулою [7]:

$$F_{\max} = k_s \cdot F_0, \quad (2.29)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (2.29):

$$F_{\max} = 1,42 \cdot 79,4 = 112,7 \text{ Н}.$$

Перевіряємо необхідне мінімальне число тягових прокладок в стрічці за формулою [7]:

$$z_{\min} = F_{\max} / (k_p \cdot B), \quad (2.30)$$

де k_p – максимально допустиме робоче навантаження на прокладку (приймаємо з таблиці 4.5 [7]), $k_p = 12$.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.30):

$$z_{\min} = 112,7 / (12 \cdot 650) = 0,014, \text{ где } z_{\min} < Z, 0,03 < 3.$$

Визначаємо найменший діаметр приводного барабана за наступною формулою [7]:

$$D_{n.\bar{o}}^{\min} = k \cdot Z, \quad (2.31)$$

де k – наименьше значення для визначення діаметра приводного барабану, $k = 125$.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.31):

$$D_{n.\bar{o}}^{\min} = 125 \cdot 3 = 375 \text{ мм.}$$

Приймаємо $D_{n.\bar{o}}^{\min} = 400$ мм (з номінального ряду по ГОСТ 22644 –77).

Визначимо тягове зусилля конвейєра методом обходу по його контуру. Розіб'ємо трасу конвейєра на окремі ділянк, пронумерувавши їх межі згідно схеми на рисунку 2.3. Визначимо натягнення стрічки в окремих точках траси конвейєра. Обхід починаємо з точки 1, натягнення стрічки в якій позначимо F_1 .

Опір на відхиляючих роликах $F_{\text{пов}}$ визначимо при $k_{\text{п}} = 1,03$ за формулою [7]:

$$F_{\text{від}} = F_{\text{наб}} \cdot (k_{\text{п}} - 1), \quad (2.32)$$

де $F_{\text{наб}}$ – натяг тягового органу, в точці набігання на барабан поворотного пункту, Н.

Відповідно до формули (2.32) натягнення стрічки в точці 2:

$$F_2 = F_1 + F_{\text{пов}} = F_1 + F_{\text{наб}}(k_{\text{п}} - 1) = F_1 + F_1(1,03 - 1) = 1,03F_1.$$

Опір на прямолінійній горизонтальній ділянці 2 холостої гілки розраховуємо за формулою [7]:

$$F_{2-3} = F_x = \omega \cdot g \cdot (q_p^x \cdot L_x + q_T \cdot L_x), \quad (2.33)$$

де L_x – довжина холостої ланки.

За формулою (2.33) $F_{2-3} = 0,035 \cdot 9,81(4,4 \cdot 2,2 + 4,7 \cdot 2,2) = 6,9$ Н, при погонній масі рухомих частин холостої гілки конвеєра, $q_T = q_L = 4,7$ кг/м і $L_x^x = L_x = L_{\text{кон}} - 2 \cdot D_{\text{н.б}}^{\text{min}} = 3 - 0,8 = 2,2$ м.

Натягнення в точці 3:

$$F_3 = F_2 + F_{2-3} = 1,03F_1 + 6,9 \text{ Н.}$$

Натягнення в точці 4:

$$F_4 = F_3 + F_{\text{пов}} = F_3 + (k_{\text{п}} - 1) \cdot F_3 = F_3 + F_3(1,03 - 1) = 1,03(1,03F_1 + 6,9) = 1,06F_1 + 7,1 \text{ Н.}$$

Натягнення у точці 5 знаходимо при $k_{\text{п}} = 1,05$:

$$F_5 = F_4 + F_{\text{пов}} = F_4 + (k_{\text{п}} - 1) \cdot F_4 = F_4 + F_4(1,05 - 1) = 1,05 \cdot (1,06F_1 + 7,1) = 1,11F_1 + 8 \text{ Н.}$$

Визначаємо опір на прямолінійному звантаженому відрізку робочої гілки конвеєра:

$$F_{5-6} = F_p = \omega \cdot g \cdot [(q + q_l) L_2 + q_p^p \cdot L_2],$$

де L_2 – довжина звантаженої ланки конвеєра, 3 м.

$$F_{5-6} = F_p = 0,035 \cdot 9,81 \cdot [(27,4 + 4,7) 3 + 10,2 \cdot 3] = 44 \text{ Н.}$$

Визначаємо натяжіння в точці б:

$$F_6 = F_5 + F_{5-6} = 1,11F_1 + 8 + 44 = 1,11F_1 + 52 \text{ Н.}$$

Визначаємо натягнення в точці, що набігає на приводний барабан гілки тягового органу, з урахуванням опору на поворотному пункті б (на приводному барабані):

$$F_{\text{наб}} = F_6 + F_6(k_{\text{п}} - 1) = F_6 + F_6(1,03 - 1) = 1,03F_6 = 1,03(1,11F_1 + 52) = 1,14F_1 + 54 \text{ Н.}$$

Згідно формули Ейлера

$$F_{\text{наб}} = F_{\text{сб}} e^{f\alpha} = F_1 e^{f\alpha};$$

$$F_{\text{наб}} = F_1 e^{0,15 \cdot 3,5} = 1,7 \cdot F_1,$$

де $F_{\text{сб}}$ – натягнення в гілці стрічки, яка збігає з приводного барабана:

$$F_{\text{сб}} = F_1;$$

f – коефіцієнт зчеплення між стрічкою і приводним барабаном, $f = 0,15$;

α – кут обхвату стрічкою приводного барабана: $\alpha = 200^\circ = 3,5$ рад.

При цьому:

$$1,14F_1 + 54 = 1,7F_1;$$

$$\text{звідки } F_1 = 54/(1,7 - 1,14) = 96 \text{ Н.}$$

Визначаємо натягнення (Н) конвеєрної стрічки в решті точок траси:

$$F_2 = 1,03F_1 = 1,03 \cdot 96 = 99 \text{ Н;}$$

$$F_3 = 1,03F_2 + 6,9 = 1,03 \cdot 99 + 6,9 = 109 \text{ Н;}$$

$$F_4 = 1,06F_3 + 7,1 = 1,06 \cdot 99 + 7,1 = 112 \text{ Н;}$$

$$F_5 = 1,11F_4 + 8 = 1,11 \cdot 99 + 8 = 118 \text{ Н;}$$

$$F_6 = 1,11F_5 + 52 = 1,11 \cdot 99 + 52 = 162 \text{ Н;}$$

$$F_{\text{наб}} = 1,14F_6 + 54 = 1,14 \cdot 99 + 54 = 167 \text{ Н.}$$

По уточненому значенню $F_{\text{max}} = F_{\text{наб}} = 167 \text{ Н}$ перевіряємо міцність стрічки. Необхідне мінімальне число прокладок:

$$z_{\text{min}} < Z$$

$$z_{\text{min}} = 167/(12 \cdot 650) = 0,002 \text{ отримане число менше ніж прийняте } Z=3.$$

Перевіряємо правильність вибору діаметру приводного барабана за тиском між стрічкою і барабаном за наступною формулою [7]:

$$D_{\text{п.б.}} \geq 360 \cdot F_0 / (B \cdot [\rho] \cdot 3,14 \cdot \alpha \cdot f), \quad (2.34)$$

де $[\rho]$ – допустимий середній тиск між стрічкою та барабаном, 10^5 Па .

Прийнятий $D_{\text{п.б.}} = 0,4 \text{ м}$.

Тут тягова сила:

$$F_0 = F_{\text{наб}} - F_{\text{сб}} = 167 - 96 = 71 \text{ Н.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (2.34):

$$0,4 \geq 360 \cdot 71 / (0,65 \cdot 10^5 \cdot 3,14 \cdot 200 \cdot 0,15);$$

$$0,4 \geq 0,04, \text{ умова виконується.}$$

Потужність на привідному валу конвеєра розраховуємо за формулою [7]:

$$P_0 = 10^{-3} F_0 v, \quad (2.35)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (2.35):

$$P_0 = 10^{-3} \cdot 71 \cdot 1,25 = 0,1 \text{ кВт, приймаємо мінімальну потужність 1,5 кВт.}$$

Необхідна потужність двигуна розраховується за наступною формулою [7]:

$$P = k \cdot P_0 / \eta, \quad (2.36)$$

де k – коефіцієнт запаса, $k = 1,35$;

η – ККД передач від двигуна привідного валу, $\eta = 0,9$.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.36):

$$P = 1,35 \cdot 1,5 / 0,9 = 2,25 \text{ кВт.}$$

З таблиці Ш.3.1 [7] вибираємо електродвигун типу 4A100S4УЗ номінальною потужністю $P_{\text{дв}} = 4 \text{ кВт}$ при частоті обертання $n = 1430 \text{ хв}^{-1}$.

Момент інерції ротора $I_p = 0,0112 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Кратність максимального моменту $\psi_{\max} = 2,2$.

Частота обертання валу приводного барабана розраховуємо за формулою [7]:

$$n_{п.б} = 60 \cdot v / (3,14 \cdot D_{п.б}), \quad (2.37)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (2.37):

$$n_{п.б} = 60 \cdot 1,25 / (3,14 \cdot 0,4) = 59,7 \text{ хв.}^{-1}.$$

Необхідне передавальне число приводу розраховується за наступною формулою [7]:

$$u = n / n_{п.б}, \quad (2.38)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (2.38):

$$u = 1430 / 59,7 = 24.$$

Для наближення фактичної продуктивності конвеєра до заданої, враховуючи, що ширина стрічки прийнята більше розрахункової, приймемо передавальне число приводу більшим. Згідно поясненням до формули (1.101) методики [4], розрахункова потужність на швидкохідному валу редуктора для машин безперервної дії приймається рівній найбільшій статичній потужності. У нашому випадку потужність розраховується так [7]:

$$P_p = k_p P, \quad (2.39)$$

де k_p – коефіцієнт, що враховує умови роботи редуктора (табл. 1.33) [7],
1,75.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.39):

$$P_p = 1,75 \cdot 4,0 = 7 \text{ кВт.}$$

З таблиці Ш.4.2 [7] вибираємо редуктор типорозміру Ц2–250 з передавальним числом $u_p = 25$, що має при частоті обертання швидкохідного валу 1500 хв^{-1} потужність $P = 5,6 \text{ кВт}$; ККД редуктора $\eta = 0,9$.

Уточнюємо швидкість стрічки (дивись (6.24) [7]):

$$v_\phi = 3,14 \cdot D_{п.б} \cdot n / (60 \cdot u_\phi), \quad (2.40)$$

при фактичному передавальному числі приводу (передавальне число редуктора) $u_\phi = 25$.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.40):

$$v_\phi = 3,14 \cdot 0,4 \cdot 1430 / (60 \cdot 25) = 1,2 \text{ м/с.}$$

Фактична продуктивність конвеєра розрахуємо за формулою [7]:

$$Q_\phi = k \cdot k_\epsilon \cdot (0,9 \cdot B - 0,05)^2 \cdot v_p \cdot \rho, \quad (2.41)$$

де $k = 325$;

k_ϵ – для горизонтального конвеєра, $k_\epsilon = 1$;

ρ – насипна щільність вантажу, $\rho = 1,3 \text{ т/м}^3$.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.41):

$$Q_\phi = 325 \cdot 1 \cdot (0,9 \cdot 0,65 - 0,05)^2 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 145 \text{ т/год.}$$

Перевіряємо виконання умови, де $Q_{\phi} > Q$:

145 > 100 т/год., умова виконується.

Необхідна умова по виконанню мінімального заданого обсягу робіт виконується.

Конструктивним елементом, що буде забезпечувати рівномірну та порційну подачу піску з бункера на стрічку є віброживильник.

Живильник вібраційний типа ЖЕВ (живильник електро-вібраційний) це пристрій, призначений для регульованої подачі неліпких сипких, шматкових і зернистих матеріалів і одночасно є затвором отвору бункера. Основними елементами даного віброживильника є: лоток (робочий орган), електромагнітний привод і віброізолятори (підвісні або опорніє). Продуктивність віброживильників складає від 6 до 300 м³/час [7].

Віброживильники з електромагнітним приводом, хоч і мають вищу ціну і вагу в порівнянні з аналогічними віброживильниками з мотор-вібраторами, володіють наступними важливими перевагами: миттєвий розгін до номінальної продуктивності і зупинка; відсутність частин, які труться і обертаються, що збільшує надійність живильника; стабільність коливань віброживильника при зміні навантаження на лоток; низьке енергоспоживання; можливість плавного регулювання продуктивності від нуля до максимуму [7].

Розраховувати його параметри немає необхідності. Необхідний віброживильник обираємо з існуючих на ринку. Обираємо пружинний віброживильник з укритим лотком, який наведено на рисунку 2.4.

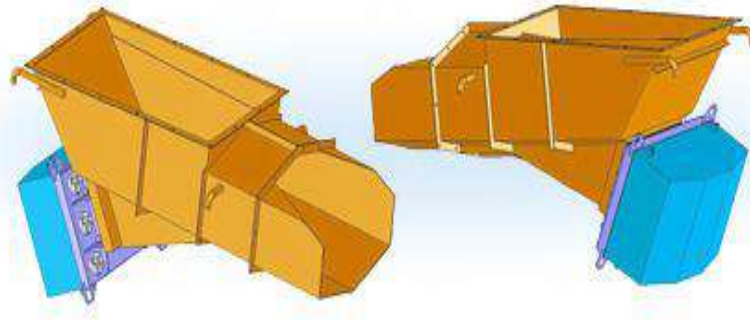


Рисунок 2.4 – Пружинний електровібраційний живильник з укритим лотком

З існуючого ряду обираємо живильник з наступними показниками: позначення – ПЕВУ 360/215х940-25; ширина лотка – 360 мм; довжина лотка – 940 мм; висота – 215 мм; крупність шматків вантажу – до 50 мм; продуктивність – до 25 м³/год; маса – 127 кг; ток електромагніта – 5 А; потужність – 4 кВт/год.

2.5 Розрахунок тривалості вантажних операцій

Час виконання вантажних операцій визначається за формулою [8]:

$$T = t_{nidz} + \frac{n_{np}}{m} \cdot t_{вант} + t_{закл}, \text{ хв.} \quad (2.42)$$

де n_{np} - кількість транспортних засобів, що одночасно завантажуються, або розвантажуються, при використанні декількох машин m . $m = 1$, $n_{np} = 1$.

t_{nidz} - підготовчі операції: узгодження порядку виконання вантажних робіт, встановлення автомобіля біля вантажного фронту, вихід водія з кабіни та ін., $t_{nidz} = 5$ хв.;

$t_{закл}$ - заключні операції: перевірка габаритів, відсутності просипів вантажу, рівномірності навантаження та ін., $t_{закл} = 4$ хв.;

$t_{вант}$ - час навантаження вантажу у транспортний засіб за допомогою засобів механізації, включаючи необхідні пересування транспортного засобу або механізму, розраховується за формулою, хв. [8]:

$$t_{вант} = \frac{q_{мз} \cdot 60}{П} + t_{\delta}, \quad (2.43)$$

де $q_{мз}$ – вантажопідйомність транспортного засобу, $q_{мз} = 13,5$ т;

$П$ – продуктивність вантажного механізму, т/год.;

t_{δ} – витрати часу на допоміжні операції в процесі навантаження, вивантаження, що не входять у робочий цикл, $t_{\delta} = 4$ хв.

Навантажувально-розвантажувальні машини поділяються на машини циклічної дії, що перевантажують вантажі через певний інтервал часу окремими порціями, і безперервної дії, що перевантажують вантажі безперервним потоком.

Для машин циклічної дії (автонавантажувачів, екскаваторів, вагоноперекидачів, кранів) продуктивність визначається за формулою, т/год. [8]:

$$П = \frac{q_{ц} \cdot 3600}{t_{ц}}, \quad (2.44)$$

де $t_{ц}$ - тривалість одного циклу роботи, с. Визначається відрізком часу від одного захвату вантажу до наступного захвату й встановлюється розрахунковим шляхом на підставі даних технічної характеристики машини: швидкості руху виконавчих механізмів, швидкості пересування для самохідних машин й інших даних. У розрахунках повинна враховуватися можливість поєднання робочих рухів машини за часом. Тривалість циклу переміщення вантажу для екскаватора ЕКГ-4 вказана у технічних

характеристиках (дивись таблицю 1.1) та становить $t_{ц} = 24$ с;

$q_{ц}$ - середня маса вантажу, що переміщується за один цикл, т. Значення $q_{ц}$ не може перевищувати третину вантажопідйомності транспортного засобу та визначається за формулою, т [8]:

$$q_{ц} = q_{з} \cdot \varphi_{з}, \quad (2.45)$$

де $q_{з}$ – вантажопідйомність захватного пристрою, $q_{з} = 4$ т;

$\varphi_{з}$ – коефіцієнт використання вантажопідйомності захватного пристрою, $\varphi_{з} = 0,8$.

Виконаємо розрахунки за формулами (2.45), (2.44), (2.43), (2.42):

$$q_{ц} = 4 \cdot 0,8 = 3,2 \text{ т.}$$

$$П = \frac{3,2 \cdot 3600}{24} = 480 \text{ т/ГОД.}$$

$$t_{вант} = \frac{13,5 \cdot 60}{480} + 4 \approx 6 \text{ хв.}$$

$$T = 5 + \frac{1}{1} \cdot 6 + 4 = 15 \text{ хв.}$$

Таким чином, час навантаження одного автомобіля щебенем за існуючим варіантом екскаватором ЕКГ-4 складає 15 хвилин, або 0,25 години.

За проектним варіантом при використанні конвеєра час навантаження автомобіля визначається за формулою [8]:

$$t_{нав} = \frac{q_{мз}}{\Pi_{конв}} \quad (2.46)$$

де $P_{\text{конв}}$ – продуктивність конвеєра.

Виконаємо розрахунки за формулами (2.46), (2.42) для проектної системи навантаження:

$$t_{\text{вант}} = \frac{13,5 \cdot 60}{145} = 6 \text{ хв};$$

$$T = 5 + \frac{1}{1} \cdot 6 + 4 = 15 \text{ хв.}$$

Таким чином, час навантаження одного автомобіля за проектним варіантом із бункера складає 15 хвилин, або 0,25 години.

2.6 Розробка маршрутів руху та аналіз графічної моделі роботи

Маршрутом називається попередньо розроблений шлях руху рухомого складу від початкового до кінцевого пункту при виконанні перевезень [8].

Маршрути бувають маятникові та кільцеві. Маятниковим називається маршрут, при якому шлях слідування рухомого складу в прямому та зворотному напрямках проходить по одній і тій же трасі. Маятникові маршрути бувають з зворотнім холостим та зворотнім завантаженим пробігами [8].

Різновидом маятникових маршрутів є маятниковий зі зворотнім не повністю завантаженим пробігом та розгалужені маршрути з вантажопотоками, що сходяться чи розходяться.

Перевага маятникових маршрутів полягає в простоті їх організації. Втім коефіцієнт використання пробігу при маятниковому маршруті зі

зворотнім холостим пробігом дорівнює 0,5, а з обліком нульового пробігу (з гаража в гараж) - ще менше.

Кільцевим маршрутом називається маршрут, при якому шлях слідування рухомого складу складає замкнутий контур, який з'єднує декілька навантажувально-розвантажувальних пунктів [8].

Різновидом кільцевим маршрутів являються збірний, розвізний та збірно-розвізний маршрути.

Збірний – це маршрут на якому рухомий склад послідовно проходить декілька навантажувальних пунктів, послідовно завантажується та завозить вантаж в один пункт розвантаження [8].

Розвізний – кільцевий маршрут, на якому одночасно розвозиться вантаж по декільком пунктам призначення та поступово розвантажується [8].

Збірно-розвізний – кільцевий маршрут, на якому одночасно розвозиться один вантаж та забирається інший [8].

В нашому випадку вантаж для перевезень у зворотному напрямку автомобілями-самоскидами відсутній. Тому організуємо рух автомобільного транспорту за маятниковим маршрутом руху із зворотним порожнім пробігом.

Розрахуємо необхідну кількість транспортних засобів на маршруті перевезень. Час роботи одиниці рухомого складу на маршруті визначається за формулою [8]:

$$T_m = T_n - t_n \quad (2.47)$$

де T_n – час перебування в наряді, год.;

t_n - час на нульовий пробіг, год.

Час перебування в наряді є часом з моменту виїзду рухомого складу із гаража до повернення до нього за винятком часу на приймання їжі та відпочинок водія, та визначається за формулою [8]:

$$T_n = T_3 - T_6 - T_{пер} \quad (2.48)$$

де T_3 – час заїзду в гараж, год.;

T_6 – час виїзду з гаража, год.;

$T_{пер}$ - час на прийняття їжі та відпочинок водія (приймається від півгодини до години за робочу зміну через 3,5...4 години роботи), $T_{пер} = 0,5$ год.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.47):

$$T_n = 19,5 - 8 - 0,5 = 11 \text{ год.}$$

Час на нульовий пробіг визначається за формулою (2.23) [8]:

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

де l'_n – нульовий пробіг при виїзді із гаражу до пункту навантаження,

$$l'_n = 1 \text{ км};$$

l''_n – нульовий пробіг при заїзді у гараж від пункту вивантаження,

$$l''_n = 41 \text{ км};$$

v_T – середня технічна швидкість, $v_T = 40$ км/год.

Виконаємо розрахунки за формулами (2.49) та (2.47):

$$t_n = \frac{1 + 41}{40} = 1,1 \text{ год};$$

$$T_m = 11 - 1,1 = 9,9 \text{ год.}$$

Визначимо кількість їздок за добу за формулою [8]:

$$E = \frac{T_m \cdot v_T \cdot e}{l_m + v_T \cdot t_{np}}, \quad (2.50)$$

де e – кількість їздок в обороті;
 l_m – довжина маршруту, км;
 t_{np} – час на навантаження і розвантаження за один оберт автомобіля на маршруті, розраховується за формулою [8]:

$$t_{np} = t_{nv} + t_v, \quad (2.51)$$

де t_{nv} – час навантаження автомобілю, $t_{nv} = 0,25$ год.;
 t_v – час вивантаження автомобілю, год. Приймаємо згідно «Єдиних норм часу на перевезення вантажів автомобільним транспортом» $t_{nv} = 0,2$ год.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.51):

$$t_{np} = 0,25 + 0,2 = 0,45 \text{ год.}$$

Добова продуктивність автомобілів розраховується за формулою [8]:

$$P_{авт} = q_{авт} \cdot E, \quad (2.52)$$

де $q_{авт}$ – кількість вантажу у автомобілі.

Необхідний робочий парк на маршруті розраховується за формулою [8]:

$$N_{PM} = \frac{Q_p}{P_{авт}}, \quad (2.53)$$

Виконаємо розрахунки потрібного робочого парку автомобілів для кожного маршруту за формулами (2.50), (2.52), (2.53).

Базовий варіант.

1) Маршрут Новополтавський кар'єр – Токмак.

Кількість їздок -

$$E_{1\delta} = \frac{9,9 \cdot 40 \cdot 1}{52 + 40 \cdot 0,45} = 5,6 \approx 5 \text{ їздок.}$$

Продуктивність автомобіля за добу при $q_{авт} = 4 \cdot q_{ц} = 4 \cdot 3,2 = 12,8$ т :

$$P_{1\delta} = 12,8 \cdot 5 = 64 \text{ т/добу.}$$

Необхідний робочій парк на маршруті

$$N_{PM}^{1\delta} = \frac{89,6}{64} = 1,4 \text{ автомобіля.}$$

2) Маршрут Новополтавський кар'єр – Пологи.

Кількість їздок -

$$E_{2\delta} = \frac{9,9 \cdot 40 \cdot 1}{41 + 40 \cdot 0,45} = 6,7 \approx 6 \text{ їздок.}$$

Продуктивність автомобіля за добу при $q_{авт} = 12,8$ т :

$$P_{2\delta} = 12,8 \cdot 6 = 76,8 \text{ т/добу.}$$

Необхідний робочій парк на маршруті

$$N_{PM}^{2\delta} = \frac{51,2}{76,8} = 0,7 \text{ автомобіля.}$$

3) Маршрут Новополтавський кар'єр – Гуляйполе.

Кількість їздок -

$$E_{3\delta} = \frac{9,9 \cdot 40 \cdot 1}{61 + 40 \cdot 0,45} = 5 \text{ їздок.}$$

Продуктивність автомобіля за добу при $q_{авт} = 12,8$ т :

$$P_{3\delta} = 12,8 \cdot 5 = 64 \text{ т/добу.}$$

Необхідний робочий парк на маршруті

$$N_{PM}^{3\delta} = \frac{76,8}{64} = 1,2 \text{ автомобіля.}$$

Загальна кількість автомобілів за базовим варіантом становить

$$N_{PM}^{\delta} = N_{PM}^{1\delta} + N_{PM}^{2\delta} + N_{PM}^{3\delta} = 1,4 + 0,7 + 1,2 = 3,3 \approx 4 \text{ автомобіля.}$$

Проектний варіант.

1) Маршрут Новополтавський кар'єр – Токмак.

Кількість їздок -

$$E_{1n} = \frac{9,9 \cdot 40 \cdot 1}{52 + 40 \cdot 0,45} = 5,6 \approx 5 \text{ їздок.}$$

Продуктивність автомобіля за добу при $q_{авт} = 13,5$ т :

$$P_{1n} = 13,5 \cdot 5 = 67,5 \text{ т/добу.}$$

Необхідний робочій парк на маршруті

$$N_{PM}^{1n} = \frac{89,6}{67,5} = 1,3 \text{ автомобіля.}$$

2) Маршрут Новополтавський кар'єр – Пологи.

Кількість їздок -

$$E_{2n} = \frac{9,9 \cdot 40 \cdot 1}{41 + 40 \cdot 0,45} = 6,7 \approx 6 \text{ їздок.}$$

Продуктивність автомобіля за добу при $q_{авт} = 13,5$ т :

$$P_{2n} = 13,5 \cdot 6 = 81 \text{ т/добу.}$$

Необхідний робочій парк на маршруті

$$N_{PM}^{2n} = \frac{51,2}{81} = 0,6 \text{ автомобіля.}$$

3) Маршрут Новополтавський кар'єр – Гуляйполе.

Кількість їздок -

$$E_{3n} = \frac{9,9 \cdot 40 \cdot 1}{61 + 40 \cdot 0,45} = 5 \text{ їздок.}$$

Продуктивність автомобіля за добу при $q_{авт} = 13,5$ т :

$$P_{3n} = 13,5 \cdot 5 = 67,5 \text{ т/добу.}$$

Необхідний робочій парк на маршруті

$$N_{PM}^{3n} = \frac{76,8}{67,5} = 1,1 \text{ автомобіля.}$$

Загальна кількість автомобілів за проектним варіантом становить

$$N_{PM}^n = N_{PM}^{1n} + N_{PM}^{2n} + N_{PM}^{3n} = 1,3 + 0,6 + 1,1 = 3 \text{ автомобіля.}$$

Виконані аналітичні розрахунки уточнимо за допомогою графіків руху автомобільного транспорту, які наведено на слайдах 7 та 8.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок капітальних витрат

В роботі розглянуто транспортну систему Новополтавського кар'єра Чернігівського району Запорізької області. Підприємство останніми роками покращило показники роботи та обсяги видобутку щебеню. Щебінь на підприємстві зберігається на штабельно-естакадно-тунельних складах відкритого типу. Для навантаження щебеню в залізничний транспорт використовуються дві конвеєрні системи з напрямними лотками змінної висоти, для навантаження автотранспорту використовується кар'єрний екскаватор ЕКГ-4.

В роботі пропонується навантажувальну систему, розташовану поблизу колії №1, обладнати бункером, живильником та конвеєром для навантаження автотранспорту.

За рахунок проектних рішень підвищується коефіцієнт завантаження рухомого складу, відповідно збільшується продуктивність автомобілів на маршрутах та зменшується їх потрібна кількість.

Крім того, екскаватор ЕКГ-4 може бути використаний на кар'єрних роботах, таким чином на ділянці навантаження буде зменшено чисельність обслуговуючого персоналу. Оператор пункту навантаження при існуючому рівні автоматизації технологічних процесів здатний обслуговувати як автомобільний, так і залізничний транспорт.

Таким чином, капітальні затрати на придбання та облаштування бункера та конвеєра можуть бути окуплені за рахунок зменшення експлуатаційних витрат.

Вартість впроваджуваної конструкції складається з вартості:

1) металу на стінки бункера – 3 листи 2000x6000x5 мм загальною вартістю 30200 грн [9];

2) опори для утримання бункеру – 4 опори загальною вартістю 10400 грн;

3) кути для зварювання – вартістю 3600 грн;

4) віброживильник – 10000 грн [10];

5) стрічковий конвеєр – 12000 грн [10].

Загальна вартість конструкції $B_{\text{бун}} = 66200$ грн.

Вартість встановлення 20% від 66200 грн - $B_{\text{бун}}^{\text{вст}} = 13240$ грн.

$$B_{\text{б}} = 66200 + 13240 = 79440 \text{ грн.}$$

3.2 Розрахунок собівартості перевезень

В магістреській роботі при виконанні перевезень за базовим варіантом використовуються 4 одиниці автомобілів самоскидів КрАЗ-6510.

В проектному варіанті застосовується той самий рухомий склад в кількості 3 од.

Розрахунок собівартості перевезень виконуємо на 1 км пробігу

Собівартість кілометра пробігу визначимо за формулою [11]:

$$C_{\text{км}} = Z_{\text{в}} + Z_{\text{р}} + C_{\text{т}} + C_{\text{см}} + C_{\text{тор}} + C_{\text{и}} + A + C_{\text{пр}}, \quad (3.1)$$

де $Z_{\text{в}}$ – заробітна плата водіїв основна та додаткова з відрахуваннями на соціальне страхування, грн;

$Z_{\text{р}}$ – заробітна плата ремонтних робітників основна та додаткова, з відрахуваннями на соціальне страхування, грн;

$C_{\text{т}}$ – витрати на паливо, грн;

$C_{\text{см}}$ – витрати на мастильні матеріали, грн;

$C_{тор}$ – витрати на технічне обслуговування та ремонт, грн;

$C_{ш}$ – витрати на ремонт та відновлення автомобільних шин, грн;

A – амортизаційні відрахування, грн;

$C_{пр}$ – інші витрати, грн.

Розрахунок заробітної плати водіїв наведений у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок заробітної плати водіїв

Стаття	Варіант	
	базовий	проектний
1. Основна заробітна плата (годинна тарифна ставка), грн/год.	22,5	22,5
2. Додаткова заробітна плата, грн/год., у тому числі:		
доплата за класність (25%)	5,63	5,63
сплата відпусток (9,5%)	2,14	2,14
3. Заробітна плата основна та додаткова, грн/год.	30,27	30,27
4. Експлуатаційна швидкість, км/год.	27,45	27,45
5. Заробітна плата, грн/км.	1,1	1,1
6. Заробітна плата інженерно-технічних робітників та службовців (10% від фонду заробітної плати водіїв), грн/км.	0,11	0,11
7. Загальний фонд заробітної плати, грн/км	1,21	1,21
8. Відрахування на соціальне страхування 22%	0,27	0,27
Всього заробітна плата, грн/км	1,48	1,48

Розрахунок заробітної плати ремонтних робітників, зайнятих ремонтом рухомого складу, наведений у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок заробітної плати ремонтних робітників

Стаття	Варіант	
	базовий	проектний
1. Річний пробіг, км	58563	73750
2. Періодичність видів технічного обслуговування, км.		
ТО-1	4000	4000
ТО-2	16000	16000
3. Нормативи трудомісткості:		
ЩО, чол-год обслуговування	0,8	0,8
ТО-1, чол-год обслуговування	5,8	5,8
ТО-2, чол-год обслуговування	24	24
ПР, чол-год/1000 км	6,2	6,2
4. Кількість обслуговувань на річний пробіг, од.		
ЩО	250	250
ТО-1	14	18
ТО-2	3	4
5. Трудомісткість робіт ТО та ПР, чол.-год:		
ЩО	200	200
ТО-1	87	110,2
ТО-2	96	120
ПР	363,1	457,3
Всього	746,1	887,5

Продовження таблиці 3.2

Стаття	Варіант	
	базовий	проектний
6. Трудомісткість робіт ТО та ПР на 1000 км пробігу, чол.-год.	12,2	12
7. Годинна тарифна ставка ремонтних робітників, грн/год.	21,16	21,16
8. Розмір доплат і надбавок за інтенсивну працю (12%), за високу професійну майстерність (12%)	24%	24%
9. Годинна тарифна ставка з врахуванням доплат і надбавок, грн/год.	26,24	26,24
10. Сплата відпусток (9,5%), грн/год.	2,01	2,01
11. Всього годинна тарифна ставка з врахуванням доплат, надбавок і сплати відпусток, грн/год.	28,25	28,25
12. Відрахування на соціальне страхування (22%) грн/год.	6,22	6,22
13. Всього годинний фонд заробітної плати ремонтних робітників з відрахуваннями на соціальне страхування, грн/год.	34,47	34,47
14. Заробітна плата ремонтних робітників на 1 км пробігу, грн/км	0,42	0,41

Витрати на паливо визначимо за формулою [11]:

$$C_m = 0,01 \cdot (1 + k_{\Sigma}) \cdot H_s \cdot C_m, \quad (3.2)$$

де H_s – базова лінійна норма витрати палива на пробіг, л/100 км.;

k_{Σ} – сумарний коригуючий коефіцієнт до базової лінійної норми витрат палива, %;

C_m – вартість 1 л палива, грн/л.

Розрахунок витрат на паливо наведений у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок витрат на паливо

Стаття	Варіант	
	базовий	проектний
1. Лінійна норма витрат палива, л/100 км.	48 ДП	48 ДП
2. Додаткові витрати палива, %	10	10
3. Вартість 1 л палива, грн/л	32	32
4. Витрати палива на 1 км пробігу, л	0,53	0,53
5. Витрати на паливо на 1 км пробігу, грн/км	16,96	16,96

Витрати на мастильні матеріали по даним підприємства приймаємо у розмірі 17,5% від витрат на паливо – 2,97 грн/км.

Витрати на автомобільні шини визначимо за формулою [11]:

$$C_{ш} = \frac{C_{ш}}{L_{ш}}, \quad (3.3)$$

де $C_{ш}$ – ціна комплекту шин, грн;

$L_{ш}$ – нормативний пробіг шин до заміни, км.

Таблиця 3.4 – Розрахунок витрат на технічне обслуговування та ремонт

Стаття	Варіант	
	базовий	проектний
1. Витрати на запчастини, грн/1000 км пробігу	88,8	88,8
2. Витрати на матеріали, грн/1000 км пробігу	116,44	116,44
3. Витрати на ремонт і матеріали, грн/1000 км пробігу	205,24	205,24
4. Витрати на ремонт і матеріали, грн/км.	3,5	2,78

Розрахунок витрат на автомобільні шини наведений у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Витрати на автомобільні шини

Стаття	Варіант	
	базовий	проектний
1. Кількість шин, одиниць	10	10
2. Тип та розмір шин	12.00R 22 (320R-508)	12.00R 22 (320R-508)
3. Норма експлуатаційного пробігу автошин, тис. км.	80	80
4. Вартість шини, грн.	8100	8100
5. Витрати на автошини на 1 км пробігу, грн/км.	1,01	1,01

Амортизаційні відрахування на рухомий склад визначаємо виходячи з річної норми амортизаційних відрахувань 20%.

Результати розрахунку амортизаційних відрахувань наведені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахунок амортизаційних відрахувань

Стаття	Варіант	
	базовий	проектний
1. Балансова вартість, грн.	208000	156000
2 Річна норма амортизації, %	20	20
3. Річний пробіг, км.	58563	73750
4. Амортизаційні відрахування у перший рік експлуатації, грн.	41600	31200
5. Амортизаційні відрахування у перший рік експлуатації, грн/км	0,71	0,42

Загальновиробничі витрати приймаємо у розмірі 40% від фонду заробітної плати водіїв.

Для базового варіанту:

$$C_{\bar{o}} = 0,4 \cdot 1,1 = 0,44 \text{ грн/км.}$$

Для проектного варіанту:

$$C_{np} = 0,4 \cdot 1,1 = 0,44 \text{ грн/км.}$$

Витрати на заміну відновлення акумуляторних батарей визначимо за формулою [11]:

$$C_a = \frac{100 \cdot C_{аб} \cdot n_{аб}}{N_{аб} \cdot I}, \quad (3.4)$$

де $C_{аб}$ - вартість акумуляторної батареї, грн;

$n_{аб}$ - кількість акумуляторних батарей, встановлених на автобусі;

$N_{аб}$ - експлуатаційна норма середнього ресурсу акумуляторної батареї, встановлена «Експлуатаційними нормами середнього ресурсу акумуляторних свинцевих батарей колісних транспортних засобів і спеціальних машин, виконаних на колісних шасі»;

I - фактична інтенсивність експлуатації автомобільного транспортного засобу, км/місяць.

Розрахунок витрат на акумуляторні батареї наведений у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 — Розрахунок витрат на акумуляторні батареї

Стаття	Варіант	
	базовий	проектний
1. Тип акумуляторної батареї	6СТ-190А	6СТ-190А
2. Кількість акумуляторних батарей	1	1
3. Місячний пробіг, км	4880	6146
4. Норма середнього ресурсу акумуляторної батареї, міс.	18	18
5. Вартість акумулятора, грн.	4550	4550
6. Витрати на акумулятори на 1 км пробігу, грн/км	0,05	0,04

Результати розрахунку собівартості перевезень наведені у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Собівартість виконання 1 км пробігу по статтях витрат

Стаття	Варіант	
	базовий	проектний
1. Заробітна плата водіїв, грн/км	1,48	1,48
2. Заробітна плата ремонтних робітників, грн/км.	0,42	0,41
3. Витрати на паливо, грн/км.	16,96	16,96
4. Мастильні матеріали, грн/км.	2,97	2,97
5. Автомобільні шини, грн/км.	1,01	1,01
6. Ремонт і технічне обслуговування, грн/км.	3,5	2,78
7. Амортизація рухомого складу, грн/км.	0,71	0,42
8. Загальновиробничі витрати, грн/км.	0,44	0,44
9. Витрати на акумулятори на 1 км пробігу, грн/км	0,05	0,04
Собівартість виконання 1 км пробігу, грн	27,54	26,51

3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат та економічного ефекту

Вартість річних витрат на електрику визначаємо за наступною формулою [11]:

$$B_{ел} = N_{річ}^{кВт} \cdot B_{кВт}, \quad (3.5)$$

де $B_{кВт}$ – вартість 1 кВт, грн;

$N_{річ}^{кВт}$ – необхідна річна кількість кВт·год для роботи, кВт/год на рік [11]:

$$N_{річ}^{кВт} = T_{роб} \cdot T_{нав} \cdot P_{кон}, \quad (3.6)$$

де $N_{кон}$ – сумарна потужність конвеєра та віброживильника, 8 кВт/год.

$$N_{річ}^{кВт} = 264 \cdot 1,5 \cdot 8 = 3168 \text{ кВт/год};$$

$$B_{ел} = 3168 \cdot 2,55 = 8078,4 \text{ грн.}$$

Сума для амортизації складається з вартості конструкції та вартості її встановлення 79440 грн. Амортизацію розраховуємо за формулою [11]:

$$A = \frac{Ц_{б} \cdot Ам_{см}}{100}, \quad (3.7)$$

де $Ц_{авто}$ – вартість конструкції, що амортизується, грн.;

A_{cm} – відсоток амортизаційних відрахувань у розмірі 24%.

$$A'_o = \frac{79440 \cdot 24}{100} = 19065,6 \text{ грн};$$

За базовим варіантом витрати на експлуатацію екскаватора складуть [11]:

$$C_e = T_p \cdot t_e \cdot C_{\text{год}} \quad (3.8)$$

де T_p – період роботи за рік, діб;

t_e – тривалість роботи протягом доби, год.;

$C_{\text{год}}$ – вартість години роботи екскаватора за даними підприємства, грн.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.8):

$$C_e = 264 \cdot 1,5 \cdot 510,55 = 202177,8 \text{ грн.}$$

Витрати на перевезення вантажів складуть за проектним варіантом:

$$C_a = 3 \cdot 73750 \cdot 26,51 = 5865337,5 \text{ грн.}$$

За базовим варіантом:

$$C_a = 4 \cdot 58563 \cdot 27,54 = 6451300,08 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати за базовим варіантом складуть:

$$C_o = 6451300,08 + 202177,8 = 6653477,88 \text{ грн.}$$

За проектним варіантом:

$$C_6 = 19065,6 + 8078,4 + 5865337,5 = 5892481,5 \text{ грн.}$$

Економія експлуатаційних витрат:

$$E = 6653477,88 - 5892481,5 = 760996,38 \text{ грн.}$$

Строк окупності капіталовкладень [11]:

$$T_{ок} = \frac{K}{E}. \quad (3.9)$$

Для проектного варіанта:

$$T_{ок1} = 79440 / 760996,38 = 0,1 \text{ року.}$$

Запропоновані проектні рішення є економічно доцільними.

Аналіз техніко-економічних показників наведений на слайді №9.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Оскільки темою роботи є «Оптимізація перевезень продукції ПрАТ «Новополтавський кар'єр», тому нижче виконаємо аналіз небезпек та розглянемо заходи по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці і пожежної безпеки при роботі дослідника при вивченні транспортно-технологічних процесів експлуатації транспортних засобів, підйомно-транспортних машин та механізмів, що використовуються в процесі доставки.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

1. Можливість наїзду автотранспорту на дослідника, який спостерігає за ходом транспортно-технологічних процесів при подаванні транспорту під бункери зі щебенем, що може призвести до травм або загибелі.

2. Падіння під час підймання дослідника по металевій стаціонарній драбині до приміщення оператора для спостереження за процесом навантаження автомобіля, або спускання дослідника з неї внаслідок несправностей поручнів, сходинок, що може призвести до травми.

3. Зіткнення дослідника з ковшем екскаватора через його пересування з однієї ділянки складу щебеню до іншої по невстановленому Технологічною картою проїзду, що може стати причиною травми дослідника.

4. Внаслідок дії пилу, який утворюється в процесі виконання вантажних робіт, на дихальні шляхи дослідника, можливе отримання захворювань органів дихальної системи.

5. Переохолодження організму дослідника через температурні коливання в холодні періоди року на відкритому складі щебеню можуть призвести до простудних захворювань.

6. Можливість падіння в вільні від вантажу приймальні устрої складу щебеня через недостатню освітленість робочої зони території, що може призвести до травмування дослідника.

7. Підвищений рівень шуму та вібрації при роботі конвеєра, який здійснює подачу щебеня зі складу до бункерного пункту навантаження може призвести до погіршення слуху.

8. Проливання мастила на двигуні автомобіля може привести до короткого замикання електропроводки та загоряння транспортного засобу, що, в свою чергу, може призвести до пожежі.

9. Ускладнення надзвичайної ситуації у разі організації навчання працюючого та непрацюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях на неналежному рівні.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

1. Запобігання наїзду автотранспорту на дослідника забезпечується встановленням визначених маршрутів руху пішоходів, місця де рух заборонено, теж позначаються знаками. Шляхи пересування позначені відповідними знаками відповідно до НПАОП 0.00-7.11-12 «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників».

2. Для уникнення травм під час підймання дослідника по сходах металевої драбини, необхідно дотримуватись вимог Правил охорони праці під час виконання робіт на висоті, затверджених наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 27 березня 2007 року № 62, зареєстрованих у Міністерстві юстиції

України 4 червня 2007 року за № 573/13840 (НПАОП 0.00-1.15-07), забезпечити наявність, міцність і стійкість огорожень, поручнів, настилів, драбин.

3. Для попередження випадків зіткнення з ковшем екскаватора через його пересування з однієї ділянки складу щебеню на іншу вимоги НПАОП 63.1.-2.5-28-2006 «Правила безпеки при роботі на складі», складування вантажів повинно здійснюватися за технологічними картами з зазначенням місць і розмірів складування, розмірів проходів, проїздів. Технологічна карта виконується у вигляді плану складу, на якому зазначаються місця та розміри складування, під'їзні шляхи для автомобільного та залізничного транспорту, підйомно-транспортних машин, проходи для робітників, місця установлювання транспорту під навантаження або розвантаження.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

1. Для запобігання отримання профзахворювання в наслідок дії пилу, необхідно користуватись засобами індивідуального захисту - респіраторами згідно до ДНАОП 0.00-3.06-98 «Типові норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам».

2. При знаходженні дослідника на складі щебеню низька температура навколишнього середовища в холодний період року може призвести до простудних захворювань, тому потрібно використовувати взуття та одяг відповідно до ДНАОП 0.00-3.06-98 «Типові норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам».

3. У темний час склад освітлюється прожекторами з газорозрядними лампами ДРЛ 400 згідно ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення».

Розрахуємо кількість прожекторів та висоту їх встановлення на складі щебеню розмірами 50х80 м при нормованій освітленості $E_n = 10$ лк. Для освітлення використовуємо прожектори типу ПЗС-45 з газорозрядними лампами ДРЛ-400.

Необхідну кількість прожекторів визначаємо за формулою:

$$n = \frac{k_3 \cdot E_{нд} \cdot S_d \cdot 0,25}{P_l}, \quad (4.1)$$

де k_3 – коефіцієнт запасу, для газорозрядних ламп $k_3 = 1,5$;

$E_{нд}$ - нормована освітленість, $E_n = 10$ лк;

S_d – площа, що освітлюється, $S_d = 50 \cdot 80 = 4000$ м²;

P_l – потужність лампи прожектора, $P_l = 400$ Вт;

0,25 – емпіричне значення питомої потужності прожекторів для локалізованого освітлення, Вт/м².

Виконаємо розрахунки за формулою (4.1):

$$n = \frac{1,5 \cdot 10 \cdot 4000 \cdot 0,25}{400} = 38.$$

Для освітлення обираємо 38 прожекторів типу ПЗС-45 з газорозрядними лампами ДРЛ-400.

Висоту встановлення прожекторів визначаємо за формулою:

$$H = \sqrt{\frac{I}{300}}, \quad (4.2)$$

де I – максимальна сила світла прожектора, $I = 10$ ккд;

300 – емпіричний коефіцієнт.

Виконаємо розрахунки за формулою (4.2):

$$H = \sqrt{\frac{10000}{300}} = 6 \text{ м.}$$

Висота встановлення прожекторів становить 6 м.

4. Для запобігання захворювань, які викликаються підвищеним рівнем шуму та вібрації використовуються засоби індивідуального захисту – протишумні вкладиші, які видаються згідно ДНАОП 0.00-3.06-98 «Типові норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам». Значення параметрів шуму і вібрації в робочій зоні від конвеєра не перевищують величини, вказані в діючих нормативах, які визначаються згідно з ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности» і ГОСТ 12.1.012-90 «Вибробезопасность. Общие требования».

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Для забезпечення безпеки необхідно дотримуватись вимог НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожарной безопасности Украины». Для запобігання короткого замикання необхідно періодично мити двигун, при щоденному технічному обслуговуванні спостерігати за рівнем мастила в двигуні.

Відповідно до діючих Правил дорожнього руху останньої редакції передбачений виїзд транспортних засобів на лінію тільки при наявності вогнегасників відповідних до класу транспорту. Згідно ДСТУ 3675-98 – «Пожежна техніка. Вогнегасники переносні» автомобілі оснащуються

вогнегасниками порошковими ВП-5 та вуглекислотним ВВК-5 (по одному). Вони розміщуються: один - на стінці кабіни з боку водія, другий - під правим переднім кріслом для пасажирів. При виявленні займання або в разі пожежі необхідно повідомити в пожежну охорону та адміністрацію й приступити до гасіння пожежі наявними первинними засобами пожежогасіння відповідно до інструкції з пожежної безпеки.

До будівель і санітарно-побутових приміщень повинен бути забезпечений вільний доступ у відповідності до НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні». Проїзди і під'їзди до пожежних вододжерел, підступи до пожежного інвентаря і устаткування також завжди вільні.

4.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях. Організація навчання працюючого та непрацюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях

Д сучасних умовах існування на земній кулі збільшилось техногенне, природне, екологічне навантаження на людину. і це стає запорукою виживання населення у надзвичайних ситуаціях техногенного та природного характеру. кожна держава світу має свою систему по захисту населення та територій в екстремальних умовах. не винятком є і україна.

На даний час в Україні створена і функціонує єдина державна система цивільного захисту. ці системі державою визначені завдання і функції по захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій.

Одним із головних завдань, яке визначене в кодексі цивільного захисту України - є навчання населення діям при загрозі та виникненні надзвичайних ситуацій. визначається, як сукупність організаційних і навчально-методичних заходів щодо підвищення теоретичних і практичних знань для населення,

набуття й закріплення практичних навичок, необхідних для збереження життя та здоров'я людей в умовах надзвичайної ситуації й під час виконання невідкладних робіт у зоні надзвичайної ситуації або в осередку ураження.

Навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях здійснюється:

- за місцем роботи - працюючого населення;
- за місцем навчання - дітей дошкільного віку, учнів та студентів;
- за місцем проживання - непрацюючого населення.

Навчання працюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях є обов'язковим і здійснюється в робочий час за рахунок коштів роботодавця за програмами підготовки населення діям у надзвичайних ситуаціях, а також під час проведення спеціальних об'єктових навчань і тренувань з питань цивільного захисту.

Навчання учнів, студентів та дітей дошкільного віку діям у надзвичайних ситуаціях та правилам пожежної безпеки є обов'язковим і здійснюється під час навчально-виховного процесу.

Навчання непрацюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях здійснюється шляхом проведення інформаційно-просвітницької роботи за місцем проживання та самостійного вивчення загальної програми навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях та інших інформаційно-довідкових матеріалів з питань цивільного захисту, правил пожежної безпеки у побуті та громадських місцях.

Інформаційно-просвітницька робота з питань поведінки в умовах надзвичайних ситуацій організовується місцевими органами виконавчої влади та органами місцевого самоврядування, в тому числі через утворені при них консультаційні пункти, та передбачає:

- інформування населення про методи реагування у разі виникнення надзвичайних ситуацій;
- створення в консультаційних пунктах умов для оволодіння громадянами навичками користування найбільш поширеними засобами захисту і надання першої само та взаємодопомоги.

4.6 Висновки до розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»

В даному розділі був проведений аналіз потенційних небезпек при виконанні дослідницької роботи щодо оптимізація перевезень продукції ПрАТ «Новополтавський кар'єр та розроблені заходи по забезпеченню безпеки, по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці, заходи з пожежної безпеки та з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

В ході роботи було розглянуто транспортний процес доставки щебеню Новополтавського кар'єра споживачам. Досліджено технологічний процес перевезення та вантажопереробки щебеню.

В дійсний час підприємство інтенсивно нарощує обсяги видобутку щебеню. Але для навантаження продукції в автотранспорт використовується кар'єрний екскаватор ЕКГ-4.

За допомогою методів статистичного аналізу встановлено нерівномірність вантажопотоку, розрахунковий обсяг вантажопереробки.

В роботі пропонується обладнати бункером, живильником та конвеєром існуючу навантажувальну систему для залізничного транспорту, пристосувавши її таким чином, для навантаження автотранспорту.

Розраховано параметри засобів навантаження автомобілів – стрічкового конвеєра, який дозволяє скоротити час знаходження автомобілів в очікуванні навантаження.

Розроблено транспортно-технологічну схему доставки, розроблені маршрути руху транспортних засобів, побудовано моделі руху автомобілів самоскидів за базовим та проектним варіантами.

Запропоновані проектні рішення є економічно доцільними. Економія експлуатаційних витрат становить 760996,38 грн. на рік, термін окупності капітальних вкладень менше року.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Коробійчук, В. В. Обґрунтування лінійних розмірів блоків природного каменю залежно від вимог споживачів / В. В. Коробійчук // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки. - 2015. - № 4. - С. 123-130. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhdtu_2015_4_20
2. <https://granit-pk.com/ua/articles/shcheben-osnovnyye-kharakteristiki-i-primeneniye>.
3. <http://novopoltkar.pat.ua/>.
4. Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни „Основи теорії систем і системного аналізу”, для студентів спеціальності 7.100403 / Укл. О. А. Лащених, О. Ф. Кузькін – З.: ЗНТУ, 2014. -83с.
5. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки / А. И. Воркут. - К.: Вища школа, 1986. - 447 с.
6. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины / А.О. Спиваковский, В.К. Дьячков. –М.: Машиностроение, 1983. – 487 с.
7. Кузьмин А.В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин / А.В. Кузьмин, Ф.Л. Марон. – Минск: Вышэйшая школа, 1983. – 350 с.
8. Бабушкін Г. Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті / Г. Ф. Бабушкін. - Київ.: ІСДО, 1993. - 190 с.
9. http://www.metall-holding.com.ua/ru/catalog/chorniy_metal.
10. <http://brend-group.com/ua/page/tseni-214>.
11. Зайцев М.Л. Экономика промышленного предприятия / М.Л. Зайцев // Учебное пособие. - М.: Инфра-М, 1996. – 187 с.
12. Методичні вказівки до дипломного проектування розділу “Охорона праці”/ Укл.: Г.І. Дуднік, В.П. Порохненко, А.А. Потуремець, А.О.

Писарський, О.В. Коваленко, О.М. Савчук. – Запоріжжя: ЗДТУ, 2000. - 60 с.

13. Демиденко Г.П. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения / Г.П. Демиденко. – К.: «Вища школа», 1987. – 256 с.