

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ ТА
АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВІДХОДІВ МЕТАЛУРГІЙНОГО
ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Виконав: студент II курсу, групи T-310м

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

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

		Анатолій МОРОЗ (прізвище та ініціали)
Керівник		Олексій КУЗЬКІН (прізвище та ініціали)
Рецензент		Андрій ЩЕРБИНА (прізвище та ініціали)

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«05» 10 2021 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Мороза Анатолія Юрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення організації вантажопереробки та автомобільних перевезень відходів металургійного виробництва в умовах ПАТ «Запоріжсталь»

керівник проєкту (роботи) Кузькін Олексій Феліксович, д-р.техн.наук, проф.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «05» листопада 2021 р. №426

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2021 р.

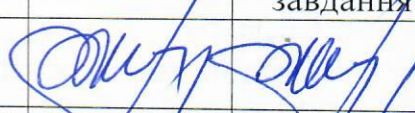
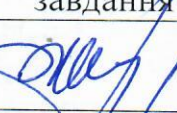
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуючі вантажопотоки, існуюча система організації перевезень шлаку автомобільним та залізничним транспортом

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1. Пропонована транспортно-технологічна схема вантажопереробки та організації перевезень у шлаковому відвалі. 2.2. Розрахунок навантажувальних пристроїв. 2.3. Моделювання роботи автомобілів та навантажувальних засобів у шлаковому відвалі. 2.4. Розрахунок ділянки навантаження та вивозу шлаку.

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

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

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання «05» жовтня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	18.10-30.10	
2	Основна частина	01.11-13.11	
3	Економічна частина	15.11-20.11	
4	Охорона праці	22.11-26.11	
5	Оформлення МР	27.11-30.11	
6	Перевірка МР на плагіат	01.12-10.12	
7	Отримання зовнішніх рецензій	13.12-18.12	
8	Захист магістерських робіт	20.12-24.12	

Студент(ка)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

(підпис)

Анатолій МОРОЗ
(прізвище та ініціали)

Олексій КУЗЬКІН
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 106 с., 38 табл., 11 рис., 12 джерел.

АВТОСАМОСКИД, БУНКЕР, КАР’ЄР, ЕКСКАВАТОР,
ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ, ПИТОМІ ВИТРАТИ, СИСТЕМА
МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ, СТАВКА ДИСКОНТУ

Об’єкт дослідження – гарячі відвали ПАТ «Запоріжсталь», а саме технологія вантажопереробки і організація перевезень охолодженого шлаку автомобільним та залізничним транспортом.

Мета дослідження – дослідження транспортно-виробничої системи з метою розробки заходів з удосконалення організації перевезень та зниження транспортних витрат на перевезеннях шлаку.

Методи дослідження – аналітичні, імовірісно-статистичні, економікоматематичні з використанням ЕОМ, статистичне моделювання на ЕОМ.

В магістерській роботі розглянута технологія вантажопереробки охолодженого шлаку у гарячому відвалі ПАТ «Запоріжсталь». Проаналізовані вантажопотоки та існуюча система організації перевезень шлаку за участю автомобільного та залізничного транспорту. Методом статистичного моделювання досліджена робота транспортно-виробничої системи за різної кількості рухомого складу за типами. Розрахована ділянка бункерного навантаження, що передбачає безпосереднє перевантаження шлаку з автомобілів у вагони. Проведені економічні розрахунки для обґрунтування проектних рішень.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на магістерську роботу	2
Реферат	4
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Стисла характеристика основного виробництва та генерального плану ПАТ «Запоріжсталь»	8
1.2 Транспортні властивості доменного шлаку, умови його перевезення	10
1.3 Аналіз існуючої транспортно-технологічної схеми перевезення доменного шлаку	12
1.4 Характеристика гарячого шлакового відвалу	18
1.5 Аналіз організації вантажопереробки та організації перевезень у гарячих відвалах доменного шлаку	20
1.6 Розрахунок обсягів перевезень у гарячому шлаковому відвалі	26
1.7 Патентно-інформаційний пошук	30
1.8 Недоліки існуючого становища та постановка задач у магістерській роботі	35
2 Основна частина	37
2.1 Пропонована транспортно-технологічна схема вантажопереробки та організації перевезень у шлаковому відвалі	37
2.2 Розрахунок навантажувальних пристроїв	38
2.3 Моделювання роботи автомобілів та навантажувальних засобів у шлаковому відвалі	42
2.3.1 Загальні принципи моделювання	42
2.3.2 Статистична обробка спостережень тривалості транспортно-технологічних операцій	44
2.3.3 Розробка моделюючого алгоритму	52

2.3.4	Розрахунок показників обслуговуючої системи на ЕОМ	56
2.4	Розрахунок ділянки навантаження та вивозу шлаку	67
3	Економічна частина	72
3.1	Вибір оптимальної кількості автомобілів на перевезеннях шлаку	72
3.2	Розрахунок капітальних вкладень	79
3.3	Розрахунок річних експлуатаційних витрат	80
3.4	Розрахунок чистої поточної вартості проекту	88
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	90
4.1	Аналіз потенційних небезпек	90
4.2	Заходи по забезпеченню безпеки	91
4.3	Заходи з виробничої санітарії і гігієни праці	92
4.4	Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	99
4.4.1	Заходи з пожежної безпеки	99
4.4.2	Заходи з цивільної безпеки	100
	Висновки	104
	Перелік посилань	105

ВСТУП

Будь-яке промислове підприємство, поряд із виготовленням, якоїсь продукції, виробляє чимало промислових відходів. Одні відходи легко переробляються і використовуються підприємством як вторинна сировина. Інші відходи, що не підлягають переробці, транспортують на спеціальні склади (відвали). Не винятком є і комбінат «Запоріжсталь», одним із основних виробництв якого є виплавка доменного чавуну, а відходами – різноманітні перedільні шлаки.

На гарячих шлакових відвалах накопичилося понад 5,5 млн. тон доменних шлаків, які займають 30 гектарів корисних земель. Така ситуація склалася не за один рік, і навіть не за один десяток років. На самому початковому етапі розвитку комбінату ніхто не ставив задачу створювати такий незалежний підрозділ, як цех шлакопереробки, не кажучи вже про питання екології й охорони навколишнього середовища. Доменний шлак сприймали просто як відходи виробництва, у результаті чого останні складували в найближчій балці.

Існуюча технологія вантажопереробки та вивезення шлаку зі шлакового відвалу на полігон промислових відходів полягає у розробці охолодженого шлаку екскаваторами з подальшим навантаженням на автосамоскиди та транспортуванням до тупика навантаження. Тут шлаки за допомогою екскаватора вантажать на залізничні вагони та вивозять до балки Середньої.

З причини того, що з вивезенням шлаку на досить далеку відстань витрати на його перевезення збільшилися у порівнянні з безпосереднім прибиранням шлаку з тупиків зливу по території гарячого відвалу, то постають питання зниження собівартості вантажопереробки шлаку у гарячому відвалі. Цим питанням і присвячена дана магістерська робота.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Стисла характеристика основного виробництва і генерального плану ПАТ «Запоріжсталь»

Металургійний комбінат ПАТ «Запоріжсталь» є одним з найкрупніших та найстаріших металургійних підприємств України. Завод заснований у 1933 році, з того часу він безперервно розширюється та реконструюється.

Рельєф існуючої ділянки підприємства промислового майданчика є спланованою терасою, що має середній ухил 5 ‰ з заходу на схід. Промисловий майданчик розташований у північно-східній частині м. Запоріжжя на лівому березі річки Дніпро у шести кілометрах від острова Хортиця. Зі сходу та південного сходу комбінат обмежений залізничною магістраллю Придніпровської залізниці, західна та північно-західна частини комбінату обмежені блоком заводів.

Автомобільні магістралі обходять комбінат зі сходу та південного сходу. На територію комбінату ведуть три автомобільних в'їзди. Основні показники генерального плану ПАТ «Запоріжсталь» наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні показники генерального плану ПАТ «Запоріжсталь»

Показник	Значення
1. Територія у загорожі, Га	520
2. Площа забудови, Га	16
3. Коефіцієнт забудови, %	31
4. Протяжність залізничних колій, км	250
5. Площа під залізничними коліями, Га	150
6. Протяжність автошляхів, км	70
7. Площа під автошляхами, Га	56
8. Площа озеленення, Га	26

Металургійний комбінат «Запоріжсталь» є одним з основних постачальників якісного плоского прокату, гнутих профілів і жерсті для потреб української промисловості і на експорт. За обсягами виробництва сталі ПАТ «Запоріжсталь» входить до четвірки найбільш значних металургійних підприємств України, а за виробництвом тонколистового металопрокату, у тому числі холоднокатаного, утримує лідерство. ПАТ «Запоріжсталь» є єдиним на Україні підприємством з виробництва тонколистового прокату із нержавіючих легованих сталей, гнутих профілів, консервної жерсті.

Комбінат «Запоріжсталь» складається з 8 основних і 56 допоміжних цехів, у яких працюють понад 20 тис. чоловік. Щорічно підприємство виробляє більш 3,1 млн. т. чавуну, 3,9 млн. т. сталі і 3,4 т. прокату. Комбінат має унікальне устаткування по виробництву великогабаритних холоднокатаних смуг і листів із нержавіючих сталей.

До складу основного металургійного виробництва входять агломераційний цех (налічує 6 агломераційних машин), доменний цех (5 доменних печей), мартенівський цех (9 печей) і цех підготування сталерозливних складів. Прокатне виробництво має у своєму складі 4 прокатних цехи, призначених для виробництва гарячекатаної і холоднокатаної листової сталі, сталевий стрічки, білої жерсті і холодногнутих профілів. Загальна виробнича потужність по виробництву листової сталі - 3,5 млн. т. на рік і 600 тис. т. холодногнутих профілів.

На п'ятьох доменних печах комбінат щорічно виплавляє 3,1 млн. т. чавуну високої якості для виробництва сталі, великогабаритного чавунного лиття і товарного чавуну в чушках.

У мартенівському цеху комбінату працює 9 печей ємністю 250 – 500 т. із загальною виробничою потужністю 3,9 млн. т. сталі на рік. Сталь виплавляється скрап-рудним процесом на рідкому чавуні. Мартенівські печі опалюються природним газом. Для інтенсифікації виплавки сталі на всіх печах використовується кисень. Сталь продувається аргоном. Виготовлювана сталь – низьковуглецева конструкційна і звичайної якості, низьколегована – розливається в злитки масою до 20 т., використовувані для виробництва листового прокату.

Цех гарячого прокату тонкого листа оснащений агрегатами для забезпечення постачання прокату в листах і рулонах - шириною від 850 до 1500 мм.

У цеху холодного прокату №1 на безупинних станах провадиться холоднокатаний лист, смуги і стрічки з вуглецевої, низьколегованої, легованої і сталі, що не іржавіє.

Цех холодного прокату №3 має у своєму розпорядженні унікальний стан «2800» для виробництва великогабаритного холоднокатаного листа товщиною 1,5 - 5,5 мм, шириною 1000 - 2300 мм і довжиною до 4500 мм з вуглецевих, легованих і нержавіючих сталей. У складі цеху діє спеціалізоване відділення по виробництву шліфованих і полірованих листів і смуг у рулонах із нержавіючої сталі.

Вироблене комбінатом пакування металопродукції забезпечує цілість і товарний вид при доставці її споживачам будь-яким видом транспорту (автомобільним, залізничним, водним), переробці і збереженні в портах. Основним транспортом на підприємстві ПАТ «Запоріжсталь» є залізничний.

Транспорт посідає одне з найважливіших місць у діяльності підприємства. Практично всі зовнішні та близько 85% внутрішніх перевезень здійснюються залізничним транспортом. На автомобільний транспорт припадає менше 7% зовнішніх перевезень підприємства (з яких біля 70% виконуються автомобілями автотранспортного цеху підприємства) та близько 10-15% міжцехових перевезень різних вантажів [1].

1.2 Транспортні властивості доменного шлаку, умови його перевезення

Доменні шлаки утворюються при виплавці чавуну з руд. У металургійних процесах шлаки поглинають шкідливі домішки і неметалеві включення, регулюють температуру і склад металу і захищають його від окислювання. Шлаки є розчинами (однорідними по зовнішньому вигляду речовинами змінного складу) різноманітних окислів і сірчаних з'єднань.

Доменні шлаки утворюються в результаті з'єднання порожньої породи руд, компонентів палива і флюсів. Склад і фізичні властивості доменних шлаків залежать від виду використовуваної сировини, якості використовуваного палива і сорту чавуну. Загалом у обсязі виходу шлаків 93-94% займають шлаки, що утворюються при виплавці передільних і ливарних чавунів, та 6-7% – при виплавці доменних феросплавів. Об'ємна маса холодного шлаку – $0,6 - 1,0 \text{ т/м}^3$. Кут природного нахилу в спокої 50° , а в русі 35° .

Середньорічна відносна кількість шлаку складає 1411844 т. Доменний цех, виплавляючи 7500 т чавуну в добу, повинний прибрати 3700 тонн шлаку загальним обсягом біля 1681 м^3 . Перевезення такої кількості шлаку ускладняється тим, що на заводі утворюються три види доменних шлаків.

При розрахунках шлаковозного парку рекомендується застосовувати коефіцієнт заповнення ківшів 0,80-0,85. Проте на основі досліджень на комбінаті «Запоріжсталь», коефіцієнт заповнення ківшів є значно нижчим - 0,55. Розбіжності між нормативними і фактичними коефіцієнтами заповнення ківшів пояснюються такими причинами:

- ківші у більшості випадків не доливають - висота недоливу 300-800 мм;
- останні ківші з партії нерідко наливають не на всю ємність;
- чаші ківшів після декількох місяців роботи (400-500 наливів) помітно деформуються і втрачають 10-20% своєї початкової ємності.

Об'ємна маса рідкого шлаку (по нормативах Укргіпромезу) дорівнює $2,2 \text{ т/м}^3$. Корисна місткість ківшу дорівнює 23,5 т. Виходячи з маси шлаку у ківші 23,5 тонн, протягом доби повинно бути, вивезено близько 157 ківшів шлаку. Шлак вивозять складами по 8-10 шлаковозів у кожному. Отже, із цеху повинно вийти на добу близько 20 потягів. Шлаковозні склади повинні виходити з доменного цеху через рівні проміжки часу, у даному випадку через кожні 90 хв.

На підприємстві застосовують такий засіб перевезення шлаку від печей: шлак випускається у шлаковозні ківші та вивозиться у відвали або на переробку. Переробка включає в себе грануляцію шлаку або виготовлення шлакової пемзи. Розподіл вантажопотоків доменного шлаку наведений у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Розподіл вантажопотоків доменного шлаку

Місяць	Розподіл доменного шлаку, т			Загальна кількість, т
	гранбасейн	пемза	відвал	
Січень	47062	7523	55558	110143,00
Лютий	53351	19984	33177	106512,00
Березень	50417	20847	47317	118581,00
Квітень	60178	23398	33926	117502,00
Травень	77240	11564	30361	119165,00
Червень	56800	15399	46441	118640,00
Липень	49590	19343	55540	124473,00
Серпень	61672	12250	52917	126839,00
Вересень	65361	14150	41585	121096,00
Жовтень	66611	18519	21198	106328,00
Листопад	68301	18876	29302	116479,00
Грудень	61427	12515	52144	126086,00
Всього:	718010	194368	499466	1411844,00

1.3 Аналіз існуючої транспортно-технологічної схеми перевезення доменного шлаку

Випуск шлаку з доменних печей (так само, як і випуск чавуну) виконується згідно з графіком. Графік випуску шлаку складають, виходячи з кількості випусків чавуну, маси й обсягу шлаку, що випускається, тривалості обороту шлаковозів, тобто часу, витраченого на виконання перевізного циклу ківшу – від моменту однієї постановки ківшу під піч до моменту наступної постановки. Оборот шлаковозів залежить від чисельності і стану шлаковозного парку, наявності локомотивів, забезпеченості шлаковими відвалами, наявності установок, що переробляють шлак, витрат часу на окремі операції наливу, транспортування і зливу шлакових ківшів.

Нормативи часу обороту шлаковозів визначаються за даними маршрутних фотографій і хронометражу прямувань ківшів. Тривалість обороту шлаковозів складає від 2,5 до 6 год.

При упорядкуванні графіків випуску шлаку за основу беруть кількість випусків чавуну (з ним тісно пов'язана кількість випусків шлаку). В даний час у доменних печах здійснюють 18 випусків чавуну на добу. У залежності від сорту чавуну, відносна кількість шлаку на підприємстві складає: при виплавці фосфористого передільного чавуну – 0,553 т/т, звичайного передільного – 0,505 т/т і ливарного – 0,410 т/т.

На всіх печах шлак випускають один раз між випусками чавуну. На печах, що виплавляють передільні чавуни і працюють із великою кількістю шлаку, випуск останнього починають через 45 хвилин після закінчення випуску чавуну. На печах, що виплавляють ливарні чавуни, шлак випускають через 1 годину 10 хвилин після закриття чавунної льотки. Щоб забезпечити максимальну видачу шлаку, його випускають з невеличкими перервами до наступного випуску чавуну. Як правило, шлак випускають крізь другу шлакову льотку – більш віддалену від чавунної льотки. Для підтримки першої льотки в робочому стані крізь неї шлак випускають один раз на добу.

Облік випусків шлаку ведеться у журналі роботи доменних печей з вказівкою часу випуску, номери льотки і кількості налитих ківшів. Ківші для наливу шлаку повинні бути встановлені за 20 хвилин до початку його випуску.

Наповнені ківші транспортують від печей спеціальними маневровими локомотивами серії ТГМ 4. Шлаковозні поїзди формуються у складі 8-10 одиниць. Шлаковозні поїзди транспортують спеціальні вивізні тепловози на шлакові відвали та шлакопереробні установки. На заводі шлаковий бік доменного цеху, обслуговують 4 маневрові тепловози, вивозять шлак на переробні установки також 4 тепловози.

Організація перевезень шлаку залежить від його виходу, напрямки і відстані перевезень, тривалості операцій по наливів, зливу і транспортуванню ківшів, а також від часу простоїв ківшів на різних стадіях їх обороту.

Керівництво перевезеннями рідкого шлаку і прямуванням поїздів здійснюється черговими станції «Доменна» (у межах своєї станції) і поста «Шлаковий».

Начальник зміни відділення шлакопереробки, дає вказівки черговому поста «Шлаковий», куди спрямовувати шлак для переробки: на грануляцію або в щебеневі траншеї. Черговий по станції дає відповідні вказівки бригадам тепловозів і черговим стрілочних постів. Одночасно по двосторонньому гучномовному зв'язку, черговий поста повідомляє персоналу шлакопереробних установок про те, що до них прибувають ківші, з яких доменних печей і порядок їх розташування у потязі.

При розподілі шлаку по установках начальник зміни відділення шлакопереробки керується такими обставинами. На грануляцію надходять шлаки з усіх печей. Проте бажано основні і кислі шлаки гранулювати на різних установках і уникати подачі на грануляцію шлаків із доменних печей, що працюють зі зниженим нагріванням.

За нормальної роботи шлакопереробних установок, на грануляцію подається 16 складів із 8 шлаковозів на добу. Інтервал між подачами складає 1,5 год. Фронт зливу ківшів складає: на грануляційних і щебених установках 16-20 ківшів.

Після зливу шлаку всі шлаковозні потяги подають тепловозом прибулого поїзда на установку для очищення ківшів від скардовин (тупикові вибивки). Після очищення ківшів шлаковозних поїздів їх подають на технічний огляд і змащування. На установку для сплиску чаш вапняним молоком слідують, як правило, усі шлаковози, за винятком взятих з ремонту, а також чаші, що охолонули до температури нижче 100⁰ С. Після сплиску ківші відправляють на станцію «Доменна» а потім – до печей.

Начальник зміни відділення шлакопереробки, диспетчер доменного цеху, чергові станції «Доменна» і поста «Шлаковий», а також старший упорядник шлакової сторони повинні знати в будь-який момент, скільки шлаковозів

знаходиться в роботі, встановлено у печей порожніх і налитих шлаком; транспортується на шлакопереробні установки і шлакові відвали; знаходиться на установках; у резерві, на змащуванні й у ремонтному депо; прямує до цеху.

Зазвичай в траншею зливають по два ківші одночасно. Коші нахиляють до повного спорожнення (якщо в них немає чавуну). Якщо в шлаковозні ківші разом із шлаком потрапив чавун, то кантування їх треба негайно припинити, як тільки в струмені шлаку заявляться характерні зірочки, що вказують на наявність чавуну.

Злив партії ківшів триває 20-25 хвилин із усіма допоміжними і маневровими роботами. Затвердіння прошарку шлаку відбувається на повітрі протягом 20-30 хв. За цей час із шлаку частково виходять розчинені в ньому гази. Після затвердіння шлак охолоджують водою до температури 50° - 60° С. Операція охолодження триває 25-35 хв. Поливка водою попереджує утворення моноліту з декількох прошарків шлаку. Після охолодження водою прошарок шлаку витримують на повітрі до повного видалення пару і висихання прошарку. Цикли зливання шлаку й охолодження чергують до заповнення траншеї. У траншею в залежності від її глибини зливають до 30-40 партій шлаковозів, на що потрібно 3-4 доби.

При наповненні ківшів і переробці рідких шлаків виникає небезпека вибухів, особливо коли в шлак потрапляє метал. Шлакові ківші необхідно подавати сухими. Рівень шлаку повинний бути на 200 мм нижче рівня верхньої крайки чаші. Перший від локомотива ківш наповнюється на 500 мм нижче верхньої крайки чаші, між локомотивом і першим ківшем доцільно ставити металеву платформу. Швидкість прямування ківшів зі шлаком під печами, на переходах і переїздах через шляхи, на стрілках, при під'їзді до місць зливу не повинна перевищувати 5 км/год. На ділянках, де відсутні люди і будівлі, припускається швидкість до 15 км/год.

При вивозі шлаку на підйом локомотив встановлюють у хвості поїзда. При прямуванні шлаковозних потягів по відкритих перегонах у голові поїзда встановлюють металеву платформу з будкою для упорядника, що попереджує

про небезпеку людей, які знаходяться поблизу. По закритих перегонах (вони оголошуються небезпечною для ходіння зоною) швидкість прямування складів складає до 15 км/год. На перетинах залізничних колій з автодорогами і пішохідними доріжками встановлюють шлагбауми зі світлофорами, попереджувальні знаки і звукові сигнали, що включаються автоматично при наближенні поїздів не менше чим на 100 м від переїзду або переходу.

При нахилі ківшу необхідно мати на увазі, що внаслідок неправильного базування ківш може нахилитися убік, протилежний зливу (можливі опіки людей, горіння кабелів, заливання шляхів шлаком). Для попередження цієї небезпеки необхідна правильне базування з оцінкою в агрегатному журналі. Необхідна особлива обережність на початку кантування ківшів із кірками, при прориві яких велика маса шлаку, миттєво стикаючись із водою, викликає вибухи.

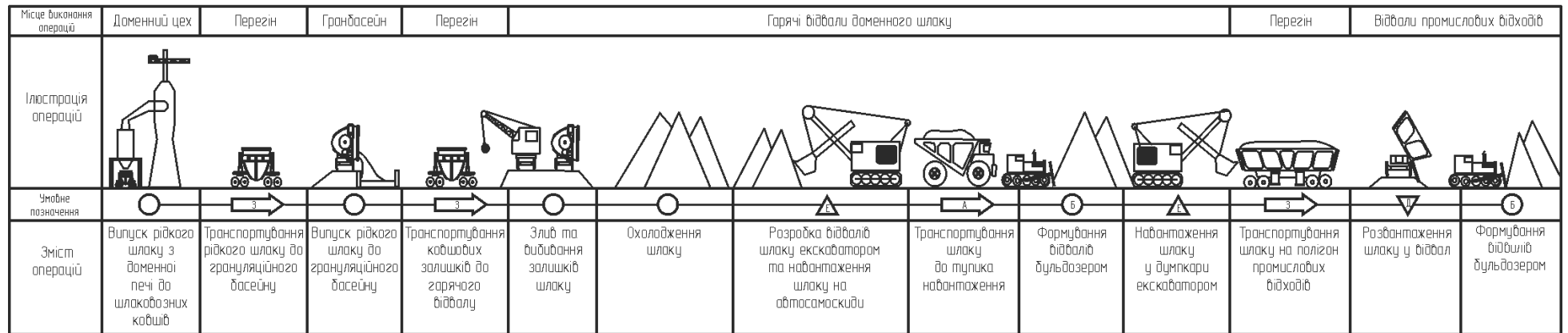
Прориви шлаку попереджують попереднім пробиванням кірок за допомогою механізмів. Ручне пробивання бруктами не припускається, з метою уникнення опіків. Вибухи бувають особливо сильні при попаданні до шлаку чавуну і зливі шлаку в секції грануляційного басейну, що містять мало води. Навіть невеличкий струмінь шлаку викликає миттєве пароутворення і вибух. Щоб уникнути випадання кірок і скардовин, які, падаючи на вологі місця, також викликають вибухи, ківші не слід нахилити до крайніх положень.

Ванну і жолоба очищають тільки після затвердіння шлаку. Брили шлаку підіймають краном не вище чим на 0,5 м від майданчика. На необхідну висоту підйом провадиться тільки перед бар'єрами або навантажувальними засобами.

Перед початком заливання траншеї шлаком попередньо переконуються, що в ній немає людей, бочок з паливом і ін. Перебування людей, їзда автомашин і переміщення займистих вантажів поблизу траншей під час зливу шлаку повинні бути заборонені.

При вибивці скардовин із чаш на відвалах або установках для очищення ківшів механізми для вибивки, як правило, переміщуються своїм ходом, і працюють тільки на прямих ділянках залізничних колій. Перебування механізмів на стрілочних переводах не припускається.

ІСНУЮЧА



ПРОПОНОВАНА

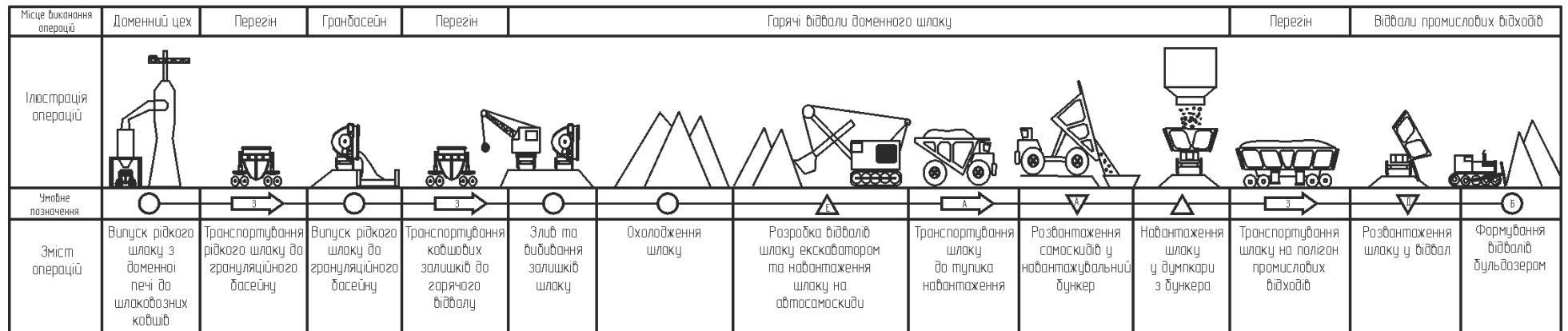


Рисунок 1.1 – Транспортно-технологічні схеми вантажообробки доменного шлаку

Механізми для вибивки на гусеничному ході повинні пересуватися і працювати на рівних площадках. У зоні можливого падіння баби перебування людей забороняється. Температура шлаку перед початком розробки повинна бути не вище 100°C . Екскаватор повинний стояти на рівній площадці і гусениця його повинні знаходитися не ближче 1 м від лінії призми можливого завалення.

Під час роботи екскаватора зона дії його стріли вважається небезпечною та у ній знаходитися не можна. Самоскиди під навантаження шлаку подають заднім ходом; кабіна самоскида не повинна знаходитися в зоні прямування ківшу екскаватора. При навантаженні самоскида водій залишає кабіну. При навантаженні самоскидів ківш опускають якнайнижче для послаблення ударів по дну кузова.

Брівка верхнього краю траншеї повинна знаходитися не ближче 0,3-0,5 м від кінців шпал залізничних колій, що проходять уздовж траншей. Перед перегонем екскаватора з траншеї в траншею заздалегідь підготовляють дорогу для пересування. Перехід екскаватора через залізничні колії роблять тільки після повідомлення чергового по залізничному посту і в присутності змінного майстра.

1.4 Характеристика гарячого шлакового відвалу

Відвали доменного шлаку ПАТ «Запоріжсталь» розташовані на південному схилі балки у північно-західній частині комбінату й обгороджені:

- з півдня – Північним шосе і доменним цехом;
- з півночі – житловим мікрорайоном Павло-Кичкас;
- із заходу – високовольтною лінією – 150 кВ, мазутним складом і ділянкою переробки ківшових залишків;
- зі сходу – територією колишніх шлакових відвалів, спланованих під будівництво комплексу киснево-конвертерного цеху.

Відвали утворені насипанням доменних шлаків з чотирма робочими укосами з залізничними тупиками для зливу поточних шлаків; місцями є навали будівельного сміття, вогнетривів і інших відходів металургійного виробництва. Щорічно у відвали завозиться в середньому порядку 500 тис. т. ківшових залишків доменних шлаків.

Початок формування відвалів відноситься до середини 30-х років, коли на лівобережному схилі балки комбінат «Запоріжсталь» почав зливати доменні шлаки та інші неутилізовані відходи металургійного виробництва. На момент початку посипання відвалів абсолютні оцінки тальвегу складали 63 м.

Відвали формувалися традиційним для металургійного виробництва методом. Доменні, рідше мартенівські шлаки, колошниковий пил, сміття різноманітного походження завозилися залізничним транспортом і зсипалися під укіс. По мірі зростання відвалів залізничні колії переміщалися на північ і піднімалися, потужність відвалів зростала.

Через те, що кожний вид відходів скидали у визначеному місці, їхній розподіл у відвалах підпорядкований визначеною зональністю. Доменні шлаки займають основну площу відвалів. В даний час чинні відвали мають максимальну абсолютну оцінку – 120 м, мінімальну – 80 м.

Укргіпромезом була виконана детальна зйомка чинних відвалів загальною площею 30 Га, і зроблений підрахунок обсягів шлаків. Таким чином, орієнтовний обсяг надлишків шлаку при технічній рекультивації під будівництво промислових споруджень (оцінка планування 93,50 м) складає 2500 тис. т. відвального доменного шлаку. Траншеї для заливання рідких шлаків розміщуються на шлакових відвалах. Розміри траншей у плані визначаються товщиною прошарку шлаку, що зливається в один прийом; товщина прошарку, у свою чергу, визначає швидкість охолодження і засоби розробки шлаку в траншеї, а також подрібнення і сортування.

Багаторічний досвід показує, що при глибині траншеї 6 м стіни її утворюються достатньо тривкими і не потребують спеціального кріплення. При облаштування траншеї в звичайному ґрунті необхідно надійне кріплення стін із

масивного жаротривкого бетону або металу (сляби, блюми, чавунні плити товщиною не менше 250 мм, старі піддони і т.п.). Дуже бажано ущільнення дна траншеї катками. На дні траншеї не повинно бути ніяких поглиблень і ям щоб уникнути утворення значного шлакового буту. Для попередження напучування першого прошарку, що заливається шлаком і утворення легкого щебню, дно траншеї повинно бути сухим. Для зручності пересування екскаваторів, бульдозерів і самоскидів спуски в траншеї повинні мати ухил не більше 15° .

На початку горизонтальної ділянки основи траншеї (після спуску) роблять підсипку з рядового шлаку для поліпшення врізання екскаватора у забій. Висота гребня підсипки повинна бути на 200-300 мм вище верхньої позначки останнього прошарку шлаку, злитого до траншеї. Траншеї повинні мати два в'їзди для можливості нормальної роботи екскаватора за будь-якого напрямку вітру (для забезпечення видимості і захисту машиністів від шкідливих паро-газових виділень). Найбільше сприятливий для роботи механізмів і автотранспорту такий устрій траншей, при якому заїзд у них буде горизонтальним або з невеличким ухилом до декількох градусів. У цьому випадку перед зливом шлаку в траншеї в місцях заїздів необхідно відсипати загороджуючи вали зі шлаку.

1.5 Аналіз організації вантажопереробки та організації перевезень у гарячих відвалах доменного шлаку

Шлак у траншеях розробляють універсальними повнообертовими одно-квішовими екскаваторами на гусеничному ході типу “пряма лопата”. З огляду на те, що робота траншей для зливу напряду пов'язана з забезпеченням доменного цеху шлаковозними ківшами, необхідно передбачати відповідний резерв екскаваторів.

При старанно залитій траншеї і добре охолодженому масиві шлаку (товщина окремих прошарків не більш 100 - 150 мм і відсутність цапів і буту в забої)

шлак розробляється екскаваторами ЕКГ-5. Одноківшовий екскаватор ЕКГ–5А призначений для будівельних, кар'єрних, вскришних, тунельних і шахтних вантажно-розвантажувальних робіт і складських операцій із насипними вантажами.

Основні особливості екскаватора: робота у важких забоях; рейковий напірний механізм з двохбалковою рукояттю; двохгусеничний ходовий візок; стрілова лебідка, що забезпечує надійну роботу у різноманітних гірсько-геологічних і кліматичних умовах. Технічна характеристика екскаватора надана в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика екскаватора ЕКГ – 5

Параметр	Значення
Місткість ківшу, м ³	5,6
Максимальний радіус, м:	
черпання	15,3
розвантаження	13,3
Максимальна висота розвантаження, м	7,5
Основні розміри, м:	
висота без стріли	9,6
радіус обертання кузова	6,5
просвіт під поворотною платформою	2,3
довжина гусеничної ходи	6,66
ширина гусеничного ланцюга	1,4
Конструктивні показники:	
робоча швидкість пересування, км/год	0,58
середній питомий тиск на ґрунт, Н/см ²	23,2
швидкість підйому ковша, м/с	0,75
потужність двигуна, кВт	320
приєднана напруга, В	6000/3000
тривалість циклу з поворотом на 90°, с	25,0
маса екскаватора з противагою, т	248,0

Завод виробник – «Уральський завод важкого машинобудування».

Проте такі екскаватори потребують відповідного забезпечення автотранспортом. Для більш повного використання потужності саморозвантажні транспортні засоби повинні мати ємність у 4 рази більше ніж ємність ківшу екскаватора. На підприємстві сумісно з екскаваторами ЕКГ-5 працюють самоскиди БелАЗ-7523 та МАЗ-5551.

Автомобілі БелАЗ ставляться до позадорожнього рухомого складу особливстю якого є велике осьове навантаження (понад 10 т). БелАЗи не призначені до експлуатації на дорогах загального користування з капітальним асфальтобетонним покриттям. Відповідно до чинного Держстандарту, ці автомобілі призначені для експлуатації для кар'єрних, лісовозних і інших спеціальних дорогах. В таблицях 1.4–1.5 наведені основні технічні характеристики автомобілів БелАЗ-7523 та МАЗ-5551.

Обслуговуванням гарячих відвалів займається автомобільна колона №3 автотранспортного цеху комбінату. Автоколона працює щодня по 12 годин, з яких 30 хвилин відводиться на обід та по п'ять хвилин кожної години на відпочинок водію. Загальна кількість автомобілів, що знаходяться у колоні – 30 одиниць, з яких близько 80% становлять автомобілі МАЗ-5551. На зміну у гарячі шлакові відвали виділяється шість автомобілів МАЗ та один автомобіль БелАЗ. У залежності від ситуації подається автомобіль БелАЗ вантажопідйомністю 30 т чи 40 т.

Автомобіль БелАЗ-7523 за одне завантаження приймає до кузова чотири ківші зі шлаком. Маса одного ківшу переробленого екскаватором шлаку становить близько 7 тонн. Змінна норма ходок, що повинен виконати кожний автомобіль, складає 27. Таким чином, за зміну один автомобіль перевозить близько 750 тонн переробленого шлаку.

Автомобіль МАЗ-5551 за одне завантаження приймає до кузова один ківш зі шлаком. Змінна норма ходок, що повинен виконати один автомобіль, складає 50. Таким чином, кожний автомобіль за зміну перевозить близько 350 тонн переробленого шлаку.

Таблиця 1.4 – Характеристика автомобіля БеЛАЗ - 7523

Параметр	Значення
Номінальна вантажопідйомність, т	30
Повна вага з вантажем, т	68,8
Вага спорядженого автомобіля, т	28,8
Максимальна швидкість із повним вантажем на горизонтальній ділянці дороги, км/год	55
Радіус повороту, мм	10200
Габаритний радіус повороту за буфером, мм	11500
Габаритні розміри, мм:	
довжина	8120
ширина	3787
по шинах задніх коліс	3700
по платформі	3460
Висота, мм:	
по платформі	3800
по козирку платформи	7630
Обсяг платформи, м ³	21
Час підйому навантаженої платформи, с	25
Час опускання платформи, с	20
Гальмівний шлях автомобіля з повним навантаженням із швидкості 40 км/год до зупинки, м	22
Контрольна витрата палива, л/100 км	120

Основна частина переробленого шлаку подається автомобілями під навантаження на залізничний транспорт. На території поста «Шлаковий» побудовані дві тупикові колії №12 і №14 – один для навантаження шлаку, другий для накопичення порожніх вагонів. Між постом «Гранбасейн» і постом «Шлаковий» побудований двоколійний перегін, тому що склади рідкого шлаку з метою безпеки слід відправляти окремою колією.

Таблиця 1.5 – Характеристика автомобіля МАЗ-5551

Параметр	Значення
Номінальна вантажопідйомність, т	8,0
Габаритна довжина, мм	7010
Габаритна ширина, мм	2920
Габаритна висота, мм	2500
Внутрішні розміри кузова, мм	4920x2350
Потужність двигуна, кВт	132

Схема колійного розвитку посту «Шлаковий» наведена на рисунку 1.2, а ситуаційний план з розташуванням технологічних об'єктів - на рисунку 1.3.

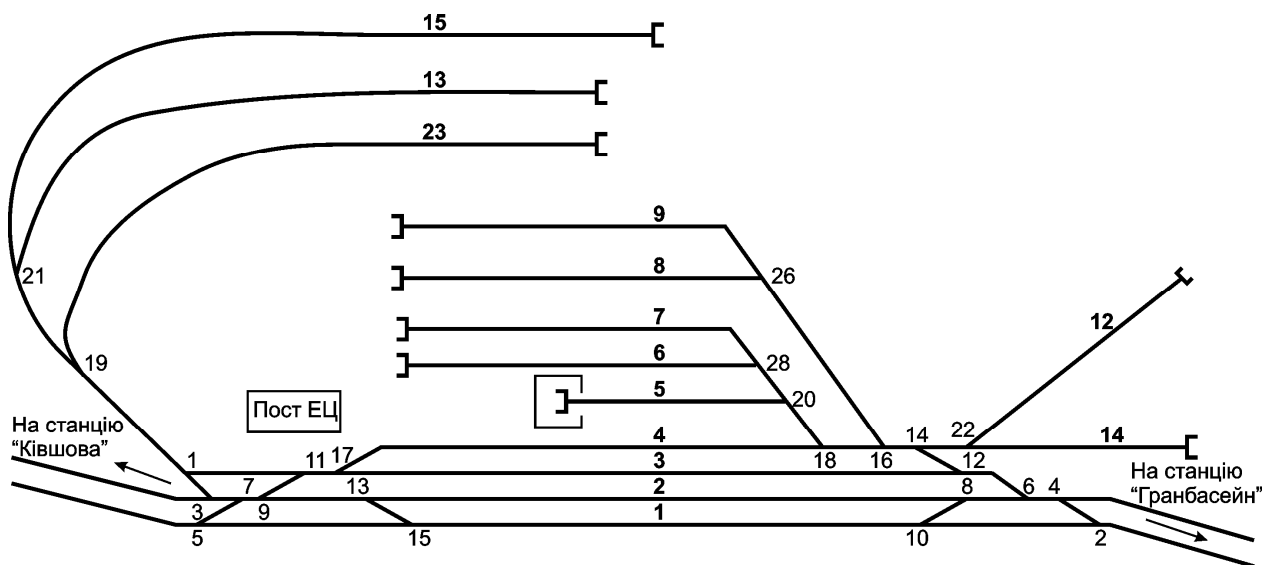


Рисунок 1.2 – Схема колійного розвитку посту «Шлаковий»

Екскаватори ЕКГ - 5 вантажать на автомобілі БелАЗ-7523 і МАЗ- 5551 холодний доменний шлак. Ті, у свою чергу, везуть шлак під навантаження, де його висипають у відвали. Бульдозер Т-330 підгортає шлак під екскаватор, що завантажує його у думпкари 5ВС-60 і надалі тепловоз ТЕМ-2 транспортує їх на дальні відвали.

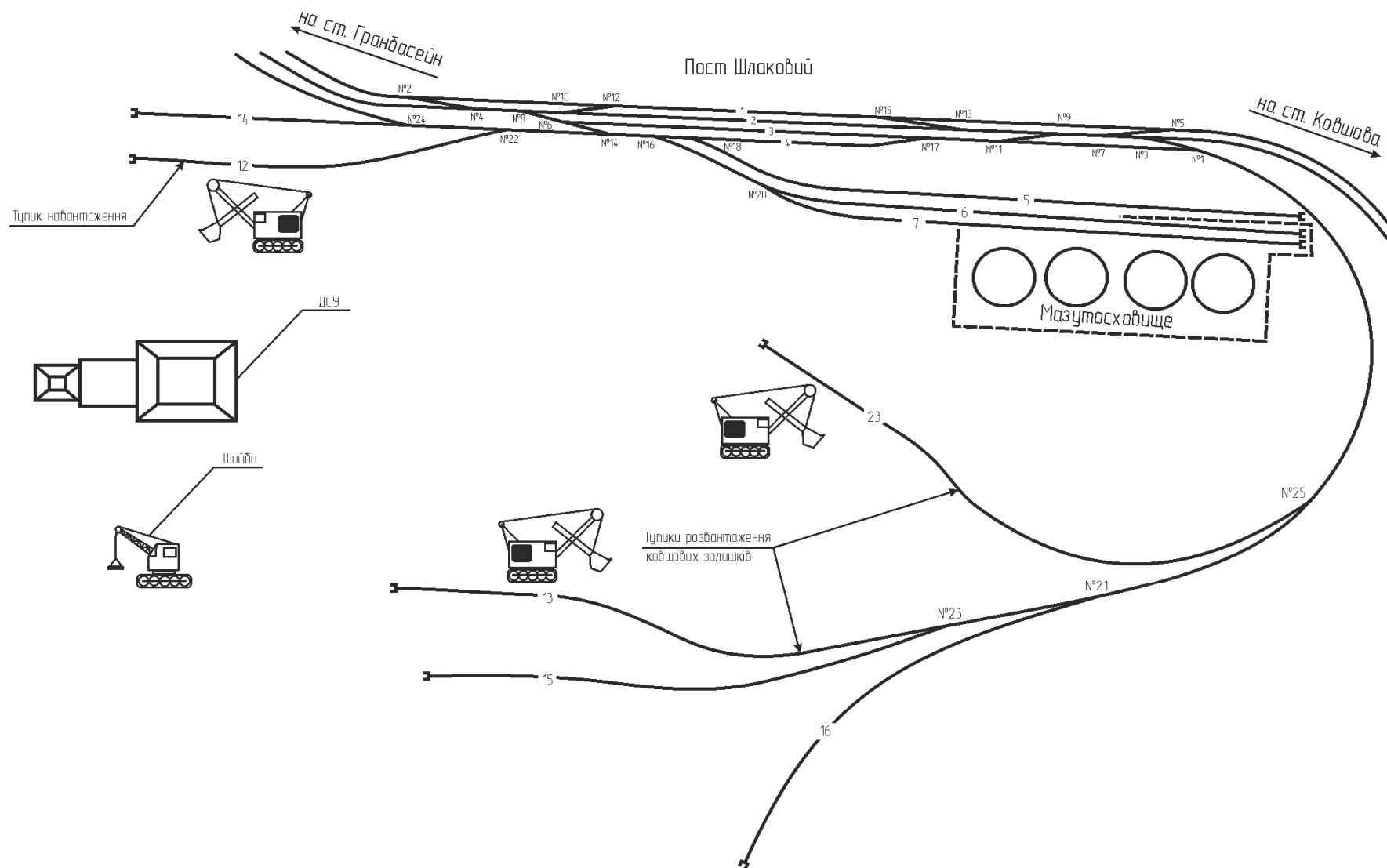


Рисунок 1.3 – Ситуаційний план розташування технологічних об'єктів

Для виявлення та відбирання невеликих металевих включень у шлаку, подрібнення шлаку та переробки його у фракціонований щебінь на території гарячого шлакового відвалу встановлені подрібнювально-сортувальний пристрій та так звана «шайба».

Фракціонований щебінь відвантажується фракціями діаметром 0–40 мм, 40–70 мм та 70–120 мм. Цей щебінь, що має гарні в'язучі та усадочні властивості, використовується для відсіпання під'їзних колій на будівництвах, підсіпання у дорожні основи. Основні технологічні маршрути перевезення шлаку та металевих скрапу наведені у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Технологічні маршрути руху автомобілів

Технологічний маршрут		Відстань, м
звідки	куди	
ЕКГ-5 (тупик 14)	відвантаження (тупик 12)	500
ЕКГ-5 (тупик 13, 23)	відвантаження (тупик 12)	400
ДСУ	відвантаження (тупик 12)	400
ЕКГ-5 (тупик 13, 23)	ДСП	400
ЕКГ-5 (тупик 13, 23)	Шайба	400
Шайба	Копровий цех	7000
АК-3	шлаковий відвал	7200

1.6 Розрахунок обсягів перевезень у гарячому шлаковому відвалі

Базові (фактичні) вантажопотоки за певний період часу можна визначити одним з наступних методів [2]:

- а) за коефіцієнтом витрат матеріалу на тонну продукції;
- б) на основі даних облікової документації за минулі періоди;
- в) на основі даних одночасного статистичного обліку.

При визначенні проектних обсягів перевезень у гарячих шлакових відвалах існують певні труднощі, до яких слід віднести:

а) перевезення виконуються за певними технологічними маршрутами, при цьому кількість їздок за такими маршрутами визначається у оперативному порядку (в залежності від стану шлаку та вмісту у ньому чавунного скрапу, наявності залізничного рухомого складу під навантаження у тупику тощо);

б) крім вивезення поточних шлаків у відвалах виконується вивезення залишків шлаків минулих періодів.

Для визначення проектних вантажопотоків був проведений статистичний облік кількості їздок за технологічними маршрутами (таблиця 1.7).

Таблиця 1.7 – Статистична інформація про кількість їздок за технологічними маршрутами у змін

№ з/п	Кількість їздок за технологічними маршрутами			
	ЕКГ – тупик 12		ЕКГ – шайба (МАЗ)	шайба – копровий цех (МАЗ)
	МАЗ	БелАЗ		
1	290	25	29	7
2	315	24	31	6
3	292	27	33	7
4	290	30	29	4
5	294	22	29	8
6	280	29	32	7
7	310	26	29	6
8	286	32	31	7
9	299	32	32	4
10	319	30	33	7
11	306	25	32	4
12	285	24	33	4
13	293	31	31	8

Кінець таблиці 1.7.

№ з/п	Кількість їздок за технологічними маршрутами			
	ЕКГ – тупик 12		ЕКГ – шайба (МАЗ)	шайба – копровий цех (МАЗ)
14	300	30	32	6
15	308	27	29	6
16	284	33	31	6
17	289	26	32	4
18	303	24	30	8
19	291	30	29	6
20	282	22	31	6
21	299	33	33	8
22	293	23	28	4
23	281	25	28	5
24	288	30	33	6
25	288	24	29	8

На технологічних маршрутах ЕКГ – тупик 12 та ЕКГ – шайба виконується перевезення охолодженого шлаку, на маршруті Шайба – Копровий цех виконується перевезення чавунного скрапу.

Проектний розрахунковий змінний вантажопотік за видами рухомого складу визначаємо за формулою

$$Q_p = \bar{n} \cdot k_n \cdot q_a \quad (1.1)$$

де $\bar{n}$ – середньозмінна кількість їздок за технологічним маршрутом;

k_n – коефіцієнт нерівномірності кількості їздок за технологічними маршрутами;

q_a – розрахункове завантаження автомобіля, т. Приймаємо для автомобіля МАЗ $q_a = 7,0$ т, для автомобіля БелАЗ $q_a = 28,0$ т.

Середньозмінну кількість їздок за маршрутами визначимо за формулою

$$\bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i}{k} \quad (1.2)$$

де n_i – кількість їздок з вантажем у i -му спостереженні;

k – загальна кількість спостережень ($k = 25$).

Коефіцієнт нерівномірності визначаємо за формулою

$$k_n = 1 + \nu \quad (1.3)$$

де ν – коефіцієнт варіації змінної кількості їздок.

Коефіцієнт варіації визначається за формулою

$$\nu = \frac{\sigma}{\bar{n}} \quad (1.4)$$

де σ – стандартне відхилення середньозмінної кількості їздок.

Стандартне відхилення обчислюється за формулою

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (n_i - \bar{n})^2}{k - 1}}. \quad (1.5)$$

Результати розрахунку змінного вантажопотоку наведені у таблиці 1.8. Обчислення середнього значення та стандартного відхилення виконувалось на ЕОМ у статистичному пакеті STATISTICA.

Дані обчислення вантажопотоків показуємо на діаграмі вантажопотоків, що наведена на рисунку 1.4. Діаграму вантажопотоків виконуємо додержуючись наступних правил [3]:

- а) кожний вид вантажу показуємо відповідним умовним позначенням;
- б) витримуємо поперечний масштаб обсягу вантажопотоків;
- в) вантажопотоки розміщуємо з правого боку у напрямку їх прямування;
- г) цехи та ділянки розміщуємо у міру можливості у відповідності до їх розташування на генеральному плані підприємства.

Таблиця 1.8 – Розрахункові вантажопотоки

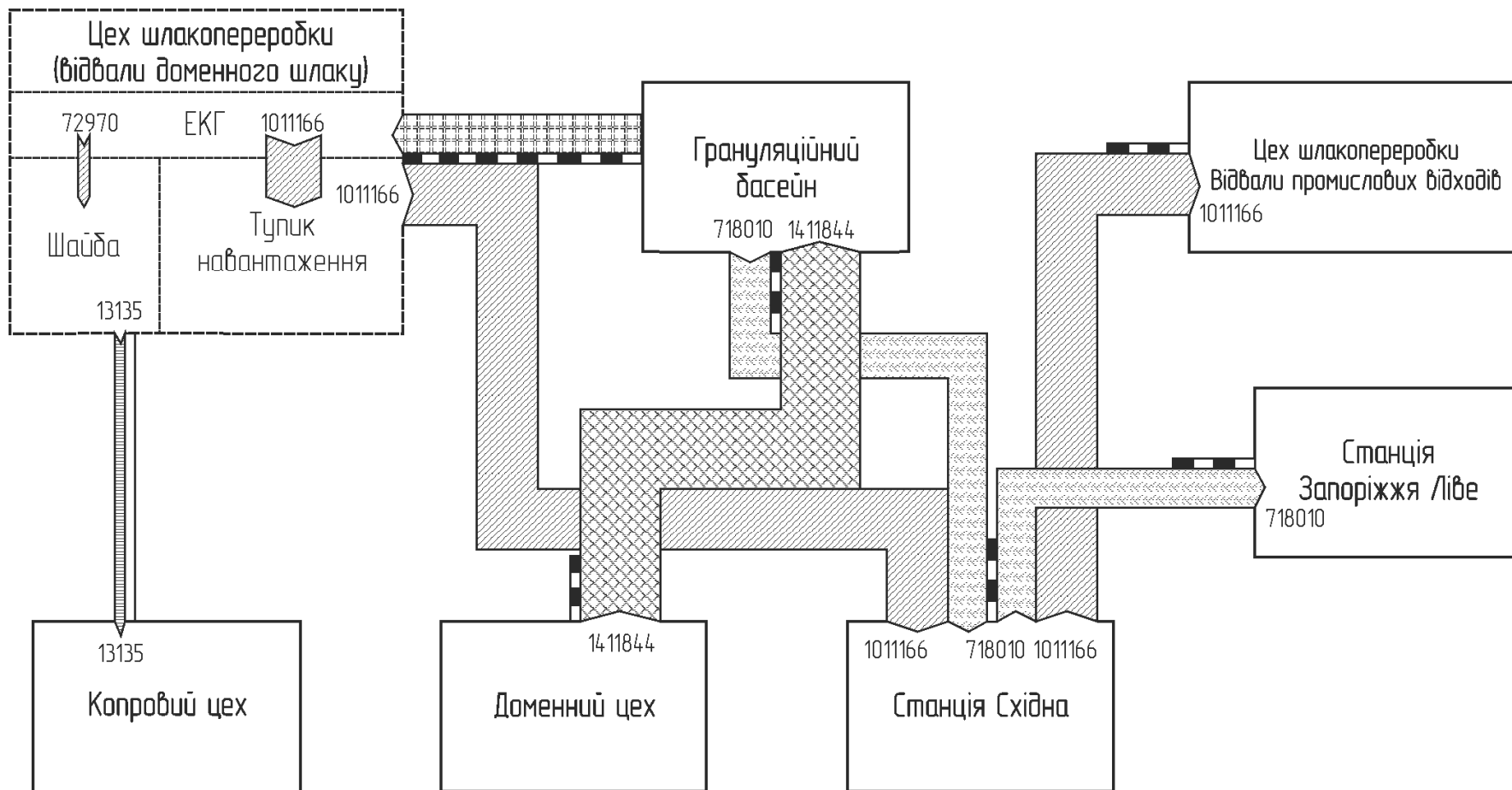
Маршрут	Розрахункові значення				
	$\bar{n}$, їздок	σ , їздок	ν	k_n	Q_p , т
ЕКГ – тупик 12 (МАЗ)	294.6	10.64	0.04	1.04	2144.7
ЕКГ – тупик 12 (БелАЗ)	27.36	3.53	0.13	1.13	865.7
ЕКГ – шайба	30.76	1.71	0.06	1.06	228.2
Шайба – Копровий цех	6.08	1.44	0.24	1.24	60.3

Діаграма вантажопотоків при перевезенні доменного шлаку на ПАТ «Запоріжсталь» наведена на рисунку 1.4.

1.7 Патентно-інформаційний пошук

Зі сталі та цементу // www.mtrus.com

Вклавши 40000 фунтів стерлінгів у придбання вагової платформи *Chiftian* та високопродуктивної системи управління *Jaguar* фірми *Mettler Toledo*, компанія *North East Slag Ltd* у всеозброєнні готова зустріти зростаючий попит на свою продукцію. Чотири роки тому підприємство, що розташоване неподалеку від Мідлсбро, у містечку під назвою Тиспот, здійснило реконструкцію та розширення своїх виробничих площ, а не так давно збільшило обсяги складів готової продукції, для чого були встановлені два додаткові бункери, що здатні вмістити 1500 тонн гранульованого шлаку, що призначений для відвантаження перевізнику.



Умовні позначення

- | | | | |
|---|----------------------|---|-------------------------|
|  | – рідкий шлак |  | – ковшові залишки шлаку |
|  | – гранульований шлак |  | – чавунний скрап |
|  | – охолоджений шлак | | |

Рисунок 1.2 – Діаграма вантажопотоків

Вантажівки завантажуються на ваговій платформі *Chiftian* крізь розташований під бункерами центральний жолоб. Спостереження за процесом навантаження ведеться з диспетчерської за допомогою системи кабельного телебачення. Туди ж надходять дані з вагової платформи, що передаються через інтерфейс вводу-виводу *Allen Bradley RIO* терміналу *Jaguar*.

Дві інші вагові платформи, що обслуговували старі бункери, також були оснащені системами *Jaguar* після того, як їх аналогові датчики ваги були замінені датчиками *PowerCell* фірми *Mettler Toledo*. За словами управляючого Коліна Сюзерена, його підприємство, що виробляє зараз біля 400000 тонн продукції на рік та завантажує щодня до 80 вантажівок, відчувало гостру потребу у збільшенні пропускної спроможності з метою задоволення зростаючого у Північній Англії попиту на готові суміші та збірний бетон.

«Додаткова вагова платформа та швидкодіючі системи *Jaguar* – саме те, що нам було потрібно», – повідомив управляючий. Ще однією перевагою нової системи є те, що все обладнання сертифіковане для використання у торгівлі, через це його повторне калібрування може проводитись у плановому порядку інженерами *Mettler Toledo*, без залучення офіційних представників метрологічної служби.

Платформа ваг *Chiftian* вантажопідйомністю до 50 тонн монтується на поверхні. Ваги мають монолітну платформу з британської сталі та оснащені бортами безпеки. Датчики ваги *PowerCell* мають герметичний корпус, що захищає від проникнення вологи та корозії, а також надійний захист від удару блискавки.

Шлаки у бетон // www.ilyichevets.com.ua

Комбінат «Азвсталь» щороку випускає порядку 2,5 млн. т. доменних та 0,3 млн. т. сталеливарних шлаків, раціональне використання яких може дати значний економічний ефект.

У недалекому минулому шлаки використовувались, в основному, у якості матеріалу для зворотних засипок котлованів при облаштуванні штучних основ

фундаментів будівель та споруд, насипів та основ доріг. Між тим, доменні шлаки найбільш доцільно використовувати у будівельній індустрії – у виробництві будівельних матеріалів, бетонів та розчинів. Відомо, що крупний заповнювач – щебінь як інгредієнт бетонних сумішей вводиться до їх складу з метою економії цементу, але більше для забезпечення каркасу, що запобігає усадці бетону.

У цехах комбінату при виготовленні залізобетонних конструкцій та монолітного бетону використовується коштовний гранітний щебінь. У той же час комбінат володіє необмеженими можливостями замінити його власним шлаковим, що є економічно вигідним сировинним джерелом отримання бетонів класу В-25. Практика застосування шлакових матеріалів підтверджує можливість отримання бетонів зі сталими якісними показниками. Немалого економічного ефекту можна досягти також частковою заміною у бетонах та розчинах коштовного, що став дефіцитним, природного піску шлаковим.

На жаль, застосування доменних шлаків комбінату «Азовсталь» для вказаних цілей поки неможливе через невідповідність їх якості вимогам стандарту: вони мають високий вміст окислів металу та шлаку з незавершеним процесом силікатного та залізного розпадів. Це призводить до усадочних деформацій та неоднорідності структури шлакобетону. Надлишковий вміст металевих включень у шлаку викликає іржаві плями на поверхні залізобетонних конструкцій та шлакової цегли. Експлуатаційні якості таких бетонів знижені, їх довговічність не забезпечена – нерідко термін служби обмежується 1–3 роками.

Щоб заміна гранітного щебеню та природного піску шлаковими заповнювачами була можливою, необхідно якість доменних шлаків привести до відповідності з вимогами стандартів. З цією метою у цеху шлакопереробки та цехах-виробниках бетонної продукції необхідна деяка реконструкція, безумовно, не без додаткових капіталовкладень, об'єм яких у порівнянні з передбаченим ефектом є незначним. Якщо у цехах-виробниках достатньо монтування додаткових приймальних бункерів та виділення площ під склади шлаку, то у цеху

шлакопереробки необхідні більш конструктивні зміни. По-перше, технологічну лінію подрібнювально-сортувальної установки необхідно доповнити ситами, що забезпечують вихід шлакового піску фракції до 5 мм та щебеню фракції 5-20 мм. Дрібна призначена для виробництва шлакової цегли, мілко штучних стінових блоків та часткової заміни природного піску у бетонах та розчинах. Крупна – для бетонів у якості крупного заповнювача. По-друге, забезпечити максимальне видобування зі шлаку металевих включень шляхом встановлення додаткових електромагнітних шайб після сортування шлаку на фракції. По-третє, на території цеху організувати площадки тимчасової витримки шлакової продукції не менше одного місяця з метою її стабілізації за змістом розкладення зерен до норми.

Вибір видобувного та транспортного обладнання у кар'єрах. Diskontinuierlich laden und kontinuierlich sparen // Naturstein-Ind. - 2011. - 35, 2. - С. 21-22.

Ефективність роботи кар'єрів, наприклад, з видобування каменю, залежить від правильного вибору видобувного та транспортного обладнання та співвідношення об'єму робочого органа та кузова автосамоскида, що використовується для перевезення гірничої маси. Наприклад, при використанні ковшового навантажувача типу CAT-5080 з ковшем ємністю 5.2 м³ доцільно використовувати автосамоскиди типу SKW-771D вантажопідйомністю 40 т. Наведені рекомендації вибору при ємності ковшів 4.8 – 20 м³. Відзначено, що застосування обладнання з робочими органами більшого об'єму зменшує витрати на утримання персоналу.

Кар'єрний самоскид SCANIA 400CV // Costr. strade cant. - 2008. - 15, 4. - С. 28-32.

Повідомляється про результати дорожніх випробувань самоскиду шведської фірми SCANIA, що є розвитком попередньої моделі кар'єрного самоскиду, отриманого заміною двигуна потужністю 264 кВт на 294 кВт. Наведені

стислі характеристики по самоскиду в цілому та по двигуну. Між осьова відстань – 3100 + 1350 мм. Кузов може відкидатися на три боки. Двигун DSC 12 Euro2 шестициліндровий, з рядним розташуванням, чотирма клапанами на циліндр, об'ємом 11705 см³ та потужністю 294 кВт при 1800–1900 об/хв. Максимальний обертовий момент 1810 Нм при 1100–1500 об/хв. Зчеплення – сухе однодискове. Коробка передач – класична синхронізована. На самоскиді є 8 точок відбору потужності, з яких 4 залежні від зчеплення та 4 незалежні від нього. Передня підвіска на параболічних пружинах зі стабілізуючим стрижнем та амортизаторами, задня обладнана новою підвіскою з симетричними трапецієподібними пружинами та реактивною штангою з новими втулками, що розраховані на довгий період служби. Гальма – барабанні пневматичні з незалежними ланцюгами управління на всі вісі. Мінімальний діаметр повороту на випробуваннях склав 15.4 м, а моделі з більшими між осьовими відстанями (3300 та 3900 мм) мають відповідно 16.1 та 17.6 м. Максимальна швидкість на шосе склала 63 км/год. Наведені дані про витрату палива за різних навантажень та дорожніх умов.

1.8 Недоліки існуючого становища та постановка задач у магістерській роботі

Проаналізувавши існуючий стан вантажопереробки та організації перевезень шлакових залишків у гарячому шлаковому відвалі доменного шлаку ПАТ «Запоріжсталь» можна відзначити наступні недоліки:

- наявна значна кількість перевантажувальних операцій зі шлаками, що виконуються екскаваторами. Екскаватори виконують розробку відвалів шлаку після охолодження та навантаження шлаку у залізничні вагони. Тобто, маємо подвійну перевалку вантажу, що збільшує витрати на засоби механізації у відвалі та собівартість переробки шлаку;

– внаслідок значної невизначеності тривалості операцій навантаження-розвантаження та руху наявні значні черги автомобілів в очікуванні навантаження у тупиках зливу та охолодження шлаку. Вантажні операції є нерівномірними у часі внаслідок виконання одночасно з навантаженням первинної переробки шлаку та відбиранням з нього великих слябів чавуну. Невизначеність тривалості операцій розвантаження викликане необхідністю маневрування автосамоскидів. Операції руху автомобілів є нерівномірними у часі внаслідок складних дорожніх умов та динамічності відвалоутворення.

Зважаючи на вказані недоліки у магістерській роботі передбачається вжити наступних заходів щодо поліпшення існуючого становища:

– впровадити бункерне навантаження залізничного рухомого складу за схемою «автосамоскид – завантажувальний бункер – вагон». Це потребує встановлення навантажувальної естакади з бункерами та створення автомобільного під'їзду до неї;

– обґрунтування необхідної кількості та типу автосамоскидів, що працюють у відвалах. Внаслідок значної невизначеності тривалості технологічних операцій для рішення цієї задачі необхідно застосування методів економіко-математичного моделювання з використанням інформаційних технологій та ЕОМ.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Пропонована транспортно-технологічна схема вантажопереробки та організації перевезень у шлаковому відвалі

Перевезення доменного шлаку у шлаковому відвалі ПАТ «Запоріжсталь» здійснюється за допомогою автомобільного та залізничного транспорту. Автомобільний транспорт виконує перевезення шлаку від екскаваторів за технологічними маршрутами у напрямку залізничного тупика навантаження та шайби (де з шлаку відбирається металевий скрап магнітним способом). Крім того, автомобільний транспорт виконує перевезення відібраного зі шлаку скрапу у копровий цех підприємства. Автомобілі працюють на маятникових маршрутах з оберненим порожнім пробігом.

З метою виключення подвійного перевантаження шлаку за існуючою схемою (перевезення шлаку від екскаваторів на відвал біля тупика навантаження з подальшим навантаженням шлаку на залізничний рухомий склад) пропонується безпосереднє навантаження шлаку з автосамоскидів до думпкарів за допомогою бункерного перевантажувального пристрою.

Внаслідок нерівномірного прибуття автомобілів під навантаження, статистичної невизначеності тривалості руху, навантаження, розвантаження біля екскаваторів, що працюють на розробці охолодженого шлаку, виникають черги. За даними статистичних спостережень середня тривалість очікування навантаження складає близько 7 хвилин за одну їзду. У даній магістерській роботі пропонується обґрунтування необхідної кількості автомобілів, що працюють на перевезеннях шлаку з метою визначення їх оптимальної кількості за критерієм мінімальних витрат від очікування автомобілів та навантажувальних пристроїв методами імітаційного моделювання.

2.2 Розрахунок навантажувальних пристроїв

Навантажувальний пристрій для перевантаження шлаку з автомобілів безпосередньо до вагонів представляє собою естакаду з навантажувальним бункером (рисунок 2.1). Розрахуємо бункер навантаження за наступних вихідних даних [4]:

- а) вид вантажу – шлак, об'ємна вага $\gamma = 0,9 \text{ т/м}^3$;
- б) об'єм бункера – $V_{\text{б}} = 60 \text{ м}^3$;
- в) розмір найбільшого шматку вантажу $d_{\text{max}} = 150 \text{ мм}$;
- г) кут природного нахилу вантажу у спокої $\varphi = 50^0$;
- д) вантажопідйомність вагону, що завантажується $q_{\text{в}} = 60 \text{ т.}$;
- е) розрахункова тривалість навантаження вагону $t_{\text{н}} = 2,0 \text{ хв.}$

Необхідна величина гідравлічного радіусу визначається за формулою

$$R \geq kf(d_{\text{max}} + 80) \quad (2.1)$$

де k – коефіцієнт, що враховує ступінь площини вантажу та розміщення випускного отвору. Приймаємо $k = 0,7$;

f – коефіцієнт внутрішнього тертя вантажу. $f = \text{tg} \varphi$.

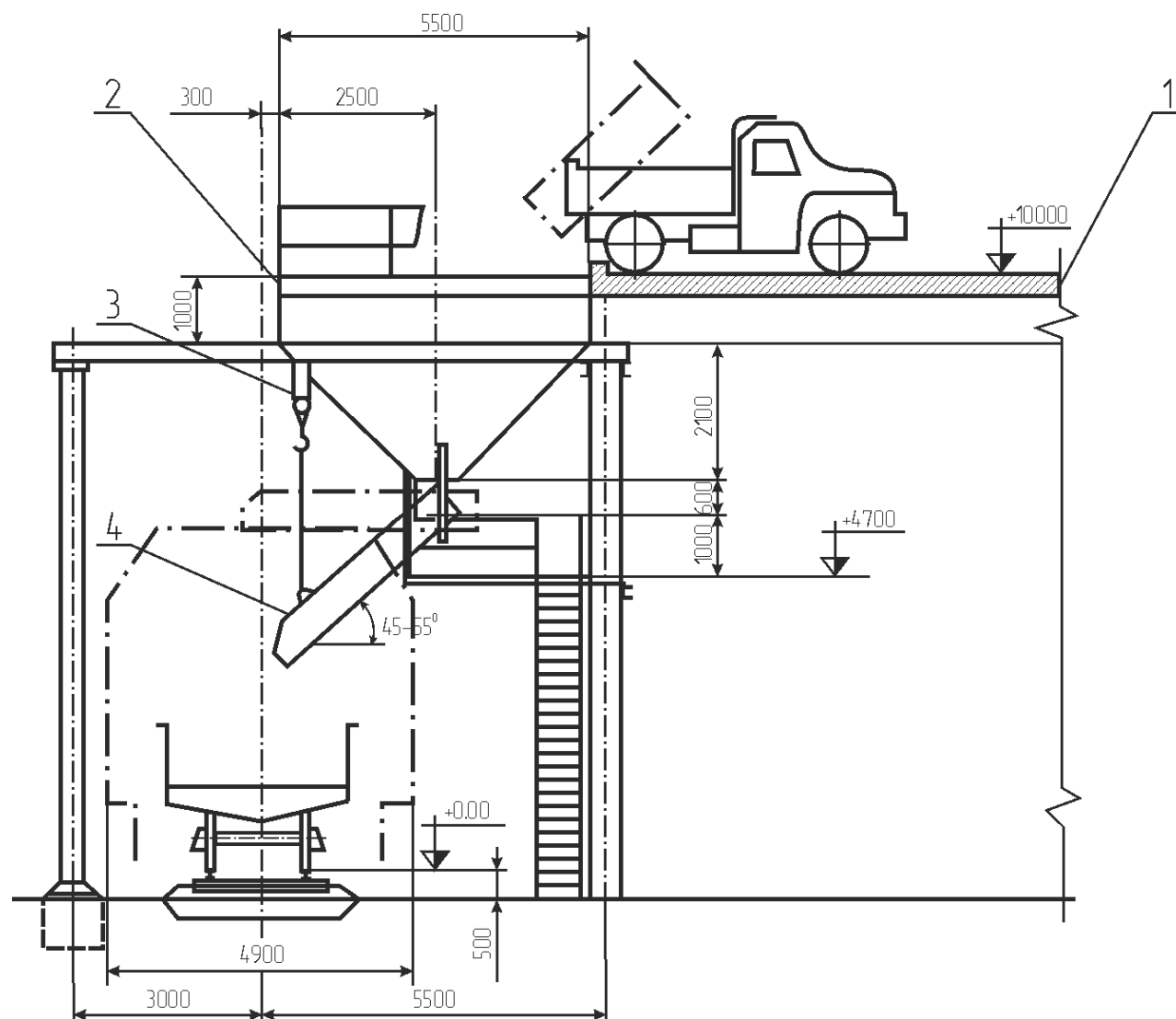
$$R \geq 0,7 \cdot \text{tg} 50^0 (150 + 80) = 191,8 \text{ мм.}$$

Приймаємо $R = 0,2 \text{ м.}$

Очікувана швидкість витікання вантажу з бункера розраховується за формулою

$$v = \lambda \sqrt{3,2 \cdot g \cdot R_x}, \quad (2.2)$$

де λ – коефіцієнт витікання, що приймається для кускових сипких вантажів у межах $0,25 - 0,5$. Приймаємо $\lambda = 0,45$.



Умовні позначення

- 1 – естакада
- 2 – перевантажувальний пристрій
- 3 – електрична таль
- 4 – поворотний лоток

Рисунок 2.1 – Бункерний завантажувальний пристрій

$$v = 0,45 \sqrt{3,2 \cdot 9,81 \cdot 0,2} = 1,13 \text{ м/с.}$$

Необхідну пропускну спроможність випускного отвору бункера розрахуємо за формулою

$$П = \frac{60 \cdot q_{\epsilon}}{t_n \cdot k_{\epsilon}} \quad (2.3)$$

де k_{ϵ} – коефіцієнт, що враховує додаткові витрати часу на технологічні перерви у роботі. Приймаємо $k_{\epsilon} = 0,9$.

$$П = \frac{60 \cdot 60}{1,5 \cdot 0,9} = 2667 \text{ т/год.}$$

Необхідна площа та розміри випускного отвору

$$F = \frac{П}{3600 \cdot \gamma \cdot v} \quad (2.4)$$

Таким чином

$$F = \frac{2667}{3600 \cdot 0,9 \cdot 1,13} = 0,728 \text{ м}^2.$$

Обираємо випускний отвір квадратної форми, при цьому ширина квадрату визначається за формулою

$$a = \sqrt{F} = \sqrt{0,728} = 0,85 \text{ м.}$$

Фактично отримане значення гідравлічного радіуса визначається як

$$R = \frac{F}{P}, \quad (2.5)$$

де P – периметр випускного отвору. Для квадратного отвору $P = 4a$.

$$R = \frac{0,728}{4 \cdot 0,85} = 0,214 \text{ мм.}$$

Це більше раніше отриманого значення $R = 0,2$ м, тому приймаємо ширину випускного отвору бункера $a = 0,85$ м.

Для визначення розмірів бункера у плані задалегідь задаємось квадратною формою корисного перетину бункера у плані зі шириною $B = 5,5$ м.

Місткість пірамідної частини бункера визначаємо за формулою

$$V_1 = \frac{1}{6}(B^3 - a^3) \operatorname{tg} \beta \quad (2.6)$$

де β – кут нахилу площини дна бункера до горизонту. Приймаємо на 5° більше ніж кут природного нахилу вантажу у спокої $\beta = 55^\circ$.

$$V_1 = \frac{1}{6}(5,5^3 - 0,85^3) \cdot \operatorname{tg} 55^\circ = 39,45 \text{ м}^3.$$

Висоту призматичної частини бункера визначимо за формулою

$$H_2 = \frac{(V_6 - V_1)}{B^2} \quad (2.7)$$

Тобто маємо

$$H_2 = \frac{60 - 39,45}{5,5^2} = 0,675 \text{ м.}$$

Приймаємо висоту призматичної частини бункера $H_2 = 1,0$ м.

Загальну висоту бункера визначимо за формулою

$$H_{\bar{o}} = H_0 + H_1 + H_2 \quad (2.8)$$

де H_0 – висота розміщення випускного отвору бункера над рівнем головки рейки з врахуванням габариту 1-С та необхідності розміщення конструкції затвору та лотка. Приймаємо $H_0 = 5,8$ м.;

H_1 – висота пірамідної частини бункера.

$$H_1 = (B - a) \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = (5,5 - 0,85) \cdot \operatorname{tg} 27,5^0 = 2,42 \text{ м.}$$

$$H_{\bar{o}} = 5,8 + 2,42 + 0,675 = 8,895 \text{ м.}$$

2.3 Моделювання роботи автомобілів та навантажувальних засобів у шлаковому відвалі

2.3.1 Загальні принципи моделювання

Загальним методом дослідження обслуговуючих систем, до яких зокрема відносяться системи сумісної роботи транспортних засобів та навантажувально-розвантажувальних механізмів, є апарат теорії масового обслуговування. У теорії масового обслуговування розглядається обслуговувана система, у якій виникають вимоги на обслуговування, та обслуговуюча система, що виконує сукупність операцій, які визначаються терміном «обслуговування». У систему у випадкові моменти часу надходять вимоги на обслуговування, причому поведінка обслуговування зумовлена деякими обмеженнями. Обслуговувана та обслуговуюча системи утворюють систему масового обслуговування. Послідовність надходження вимог до обслуговуючої системи представляється вхідним потоком вимог. Період часу від початку обслуговування до моменту його завершення називається тривалістю обслуговування [5].

У наших умовах у якості обслуговуючої системи можна розглядати пункти навантаження автомобілів (екскаватори). Вимоги на обслуговування виникають тоді, коли до екскаваторів надходять автомобілі. Окремими лініями (каналами обслуговування), що самостійно забезпечують повний цикл операцій, пов'язаний з обслуговуванням вимог, є окремі екскаватори, що виконують навантаження вантажів.

При рішенні задач організації роботи навантажувально-розвантажувальних пунктів наявні характеристики тривалості обслуговування не завжди дозволяють використати для визначення параметрів функціонування системи аналітичний апарат теорії масового обслуговування. З'ясувати, як змінюється поведінка системи за різних умов її функціонування, що не враховуються аналітичною моделлю, можна шляхом моделювання методом статистичних випробувань (методом Монте-Карло).

Оскільки самоскиди надходять до екскаваторів у випадкові моменти часу внаслідок невизначеності тривалості руху, а тривалість навантаження автомобіля є також випадковою величиною, то у деякі проміжки часу можливий простій автомобілів, а у інші – простої екскаваторів.

Дана система є замкненою [6]. Вимогами на обслуговування є автомобілі, вхідний потік вимог утворюється формуванням частинних вимог від кожного автомобіля. Його інтенсивність – величина змінна: вона дорівнює нулю, якщо всі автомобілі знаходяться у черзі та під навантаженням, та досягає максимуму, якщо біля екскаваторів автомобілів немає. Схема існуючої системи організації перевезень як системи масового обслуговування представлена на рисунку 2.2. Система складається з двох екскаваторів (канали обслуговування) та автомобілів (вимоги на обслуговування). При цьому автомобілі працюють за двома технологічними маршрутами: ЕКГ – тупик навантаження та ЕКГ – Шайба. При надходженні автомобіля до екскаваторів за умови, якщо хоча б один з них вільний, автомобіль поступає на обслуговування (завантажується). Якщо ж автомобіль надходить до екскаваторів та обидва з них зайняті роботою, то автомобіль стає до черги та очікує доти, поки один з екскаваторів не звільниться.

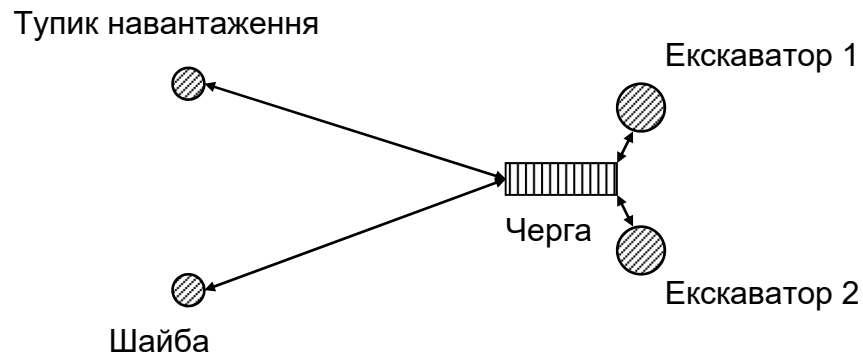


Рисунок 2.2 – Схема обслуговуючої системи

Даній системі з огляду на те, що вона є замкненою, властива обмеженість черги. Тобто, довжина черги не може бути більшою, ніж наявна кількість автомобілів у системі.

При збільшенні кількості автомобілів у системі виникають простой автомобілів, а при зменшенні – простой екскаваторів.

2.3.2 Статистична обробка спостережень тривалості транспортно-технологічних операцій

У розглядуваній системі статистичному аналізу з метою отримання вихідних даних для моделювання, підлягають наступні випадкові величини:

- а) тривалість руху автомобіля за маршрутами ЕКГ – тупик навантаження t_1 та ЕКГ – Шайба t_2 ;
- б) тривалість навантаження автомобіля екскаватором t_n , тривалість розвантаження автомобіля t_p ;
- в) імовірність виконання автомобілем технологічного маршруту ЕКГ – тупик навантаження p_1 та маршруту ЕКГ – Шайба p_1 .

Імовірність виконання автомобілем технологічних маршрутів знайдемо як відношення середньозмінного обсягу перевезень за даним технологічним

маршрутом до загального обсягу перевезень за зміну за всіма маршрутами. Враховуючи, що змінний обсяг перевезень за маршрутом ЕКГ – тупик навантаження складає 3010,4 т, а за маршрутом ЕКГ – Шайба 228,2 т., то імовірність виконання автомобілем їздки від екскаватора до тупика навантаження складає

$$p_1 = \frac{3010,4}{3010,4 + 228,2} = 0,93.$$

Відповідно, імовірність виконання автомобілем їздки від екскаватору до шайби складає

$$p_2 = \frac{228,2}{3010,4 + 228,2} = 0,07.$$

Результати натурних спостережень за роботою автомобілів у відвалі наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати спостережень за роботою автомобілів

№ з/п	Навантаження t_n , хв.	Розвантаження t_p , хв.	Рух за маршрутом	
			ЕКГ–тупик t_1 , хв.	ЕКГ–Шайба t_2 , хв.
1	2,33	0,57	4,5	5,41
2	2,25	0,62	5,2	5,85
3	2,28	0,53	5,87	6,54
4	2,7	0,65	5,66	5,88
5	3,02	0,63	4,5	5,18
6	2,96	0,48	5,33	5,94
7	2,66	0,55	5,01	5,03
8	2,2	0,58	3,85	4,51

Кінець таблиці 2.1.

№ з/п	Навантаження t_n , хв.	Розвантаження t_p , хв.	Рух за маршрутом	
			ЕКГ–тупик t_1 , хв.	ЕКГ–Шайба t_2 , хв.
9	2,62	0,57	4,33	4,64
10	2,08	0,53	4,66	4,77
11	2,75	0,45	5,1	5,88
12	2,85	0,57	4	4,62
13	2,33	0,62	5	5,53
14	2,53	0,55	4,33	5,15
15	2,73	0,53	4,33	5,07
16	3,13	0,55	5,01	5,94
17	1,88	0,58	4,8	5,33
18	2,13	0,57	4,22	4,59
19	2,68	0,62	4,66	5,11
20	2,75	0,57	5,2	6,04
21	2,2	0,57	4,33	4,61
22	1,88	0,58	5	5,59
23	2,73	0,58	3,85	4,22
24	2,62	0,55	5,01	5,81
25	2,53	0,62	4,33	4,64
26	2,96	0,48	4,8	5,33
27	2,33	0,55	5,01	5,06
28	2,33	0,50	5,1	5,18
29	2,96	0,55	4,33	4,97
30	2,13	0,62	4,5	4,93

Для визначення параметрів розподілу досліджуваних випадкових величин спочатку обчислимо їх основні статистики – математичне очікування m_x та стандартне відхилення σ_x за формулами [7]

$$m_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad \sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^2}{n-1}},$$

де n – кількість спостережень (у нашому випадку $n = 30$);
 x_i – значення випадкової величини у i -му спостереженні.
 Результати розрахунку зводимо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку основних статистик

Випадкова величина	Значення статистики	
	m_x , хв.	σ_x , хв.
t_1	4,73	0,498
t_2	5,23	0,560
t_n	2,52	0,342
t_p	0,56	0,046

Для визначення характеру розподілу побудуємо гістограми досліджуваних випадкових величин. Для цього спочатку розраховується інтервал групування за формулою [8]

$$I = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3,22 \lg n}, \quad (2.9)$$

де $x_{\max}$, $x_{\min}$ – відповідно, найбільше та найменше значення випадкової величини у спостереженнях.

Подальші розрахунки зводяться до таблиці спеціального вигляду.

Розраховуємо для тривалості навантаження t_n .

$$x_{\max} = 3,13; \quad x_{\min} = 1,88; \quad I = \frac{3,13 - 1,88}{1 + 3,22 \lg 30} = 0,217$$

Таблиця 2.3 – Обробка варіаційного ряду спостережень

№ інтервалу i	Границі інтервалу $x_i - x_{i+1}$	Середина інтервалу $\bar{x}_i$	Частота попадання до інтервалу m_i	Відносна частота f_i	Інтегральна функція $F(x)$
1	1,88 – 2,09	1,99	3	0,10	0,10
2	2,09 – 2,31	2,20	6	0,20	0,30
3	2,31 – 2,53	2,42	6	0,20	0,50
4	2,53 – 2,75	2,64	7	0,23	0,73
5	2,75 – 2,96	2,85	6	0,20	0,93
6	2,96 – 3,18	3,07	2	0,07	1,00

Розраховуємо для тривалості розвантаження t_p .

$$x_{\max} = 0,65 ; x_{\min} = 0,45; I = \frac{0,65 - 0,45}{1 + 3,22 \lg 30} = 0,035.$$

Таблиця 2.4 – Обробка варіаційного ряду спостережень

№ інтервалу i	Границі інтервалу $x_i - x_{i+1}$	Середина інтервалу $\bar{x}_i$	Частота попадання до інтервалу m_i	Відносна частота f_i	Інтегральна функція $F(x)$
1	0,45 – 0,485	0,4675	3	0,10	0,10
2	0,485 – 0,52	0,5025	1	0,03	0,13
3	0,52 – 0,555	0,5375	9	0,30	0,43
4	0,555 – 0,59	0,5725	10	0,33	0,76
5	0,59 – 0,625	0,6075	5	0,17	0,93
6	0,625 – 0,66	0,6425	2	0,07	1,00

Розраховуємо для тривалості руху за маршрутом ЕКГ – тупик навантаження t_1 .

$$x_{\max} = 5,87 ; x_{\min} = 3,85; I = \frac{5,87 - 3,85}{1 + 3,22 \lg 30} = 0,351.$$

Таблиця 2.5 – Обробка варіаційного ряду спостережень

№ інтервалу i	Границі інтервалу $x_i - x_{i+1}$	Середина інтервалу $\bar{x}_i$	Частота попадання до інтервалу m_i	Відносна частота f_i	Інтегральна функція $F(x)$
1	3,85 – 4,201	4,025	3	0,10	0,10
2	4,201 – 4,552	4,376	10	0,33	0,43
3	4,552 – 4,903	4,728	4	0,13	0,57
4	4,903 – 5,254	5,078	10	0,33	0,90
5	5,254 – 5,605	5,429	1	0,03	0,93
6	5,605 – 5,956	5,781	2	0,06	1,00

Розраховуємо для тривалості руху за маршрутом ЕКГ – Шайба t_2 .

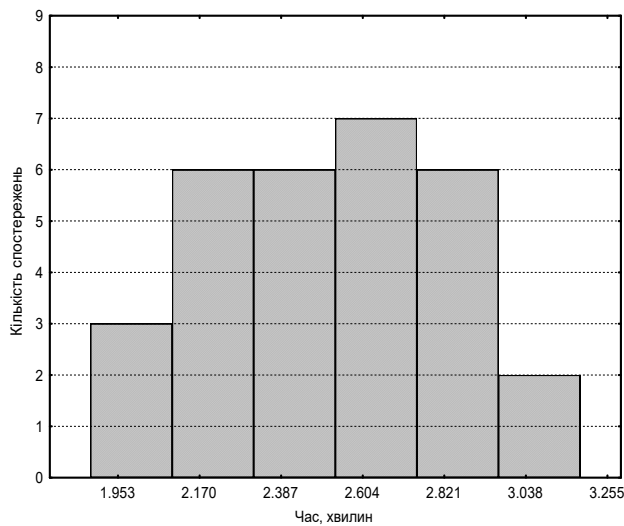
$$x_{\max} = 6,54 ; x_{\min} = 4,22; I = \frac{6,54 - 4,22}{1 + 3,22 \lg 30} = 0,403.$$

За даними розрахунків будуємо гістограми частот враховуючи, що всі інтервали групування кожної випадкової величини є рівними за довжиною. Гістограми наведені на рисунку 2.3.

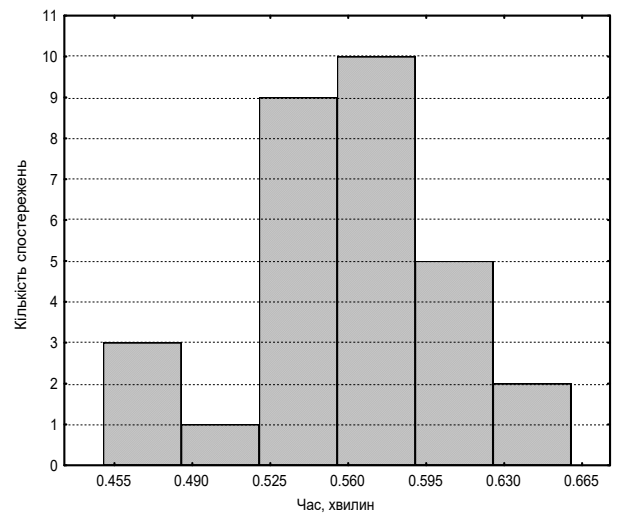
Зважаючи на зовнішній вигляд гістограм можна висунути гіпотези про нормальний та рівномірний розподіл досліджуваних величин. Перевірку гіпотез про закони розподілу проводимо на ЕОМ у пакеті аналізу STATISTICA за критерієм згоди Пірсона [9].

Таблиця 2.6 – Обробка варіаційного ряду спостережень

№ інтервалу i	Границі інтервалу $x_i - x_{i+1}$	Середина інтервалу $\bar{x}_i$	Частота попадання до інтервалу m_i	Відносна частота f_i	Інтегральна функція $F(x)$
1	4,22 – 4,62	4,42	5	0,167	0,167
2	4,62 – 5,03	4,82	5	0,167	0,334
3	5,03 – 5,43	5,23	10	0,333	0,667
4	5,43 – 5,83	5,63	3	0,100	0,767
5	5,83 – 6,24	6,03	6	0,200	0,967
6	6,24 – 6,64	6,44	1	0,033	1,000



а)

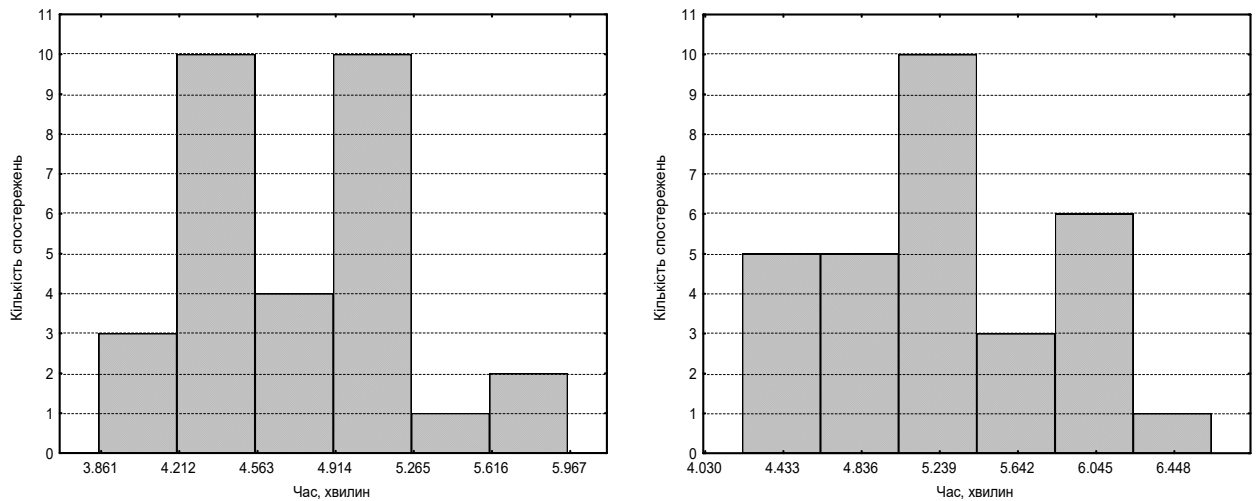


б)

Рисунок 2.3 – Гістограми частот (тривалості навантаження (а), тривалості розвантаження (б), тривалості руху за маршрутом ЕКГ – тупик навантаження (в), тривалості руху за маршрутом ЕКГ – Шайба (г))

в)

г)



Кінець рисунку 2.3.

Результати розрахунку критерію Пірсона та імовірності узгодження для обраних законів розподілу наведені у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Результати перевірки гіпотез про закони розподілу

Випадкова величина	Нормальний закон розподілу		Рівномірний закон розподілу	
	χ^2	p	χ^2	p
t_1	1,59	0,207	—	—
t_2	1,81	0,178	20	0,005
t_n	0,43	0,512	7,67	0,021
t_p	3,70	0,054	7,99	0,018

Гіпотеза про підпорядкованість випадкової величини обраному закону розподілу підтверджується, якщо імовірність згоди p є більшою ніж обраний рівень значущості. Приймаємо рівень значущості $p = 0,05$, тобто припускаємо похибку у 5%. Зважаючи на отримані результати бачимо, що немає підстав відвернути гіпотезу про нормальний закон розподілу для всіх досліджуваних випадкових величин.

2.3.3 Розробка моделюючого алгоритму

Моделюючий алгоритм моделювання роботи автомобілів та екскаваторів у системі наведений на рисунку 2.4 та складається з наступних блоків.

Блок 1. Встановлення моменту надходження до системи i -ої вимоги t_i^{ex} з фіксуванням номеру обслуговуваного джерела вимог (самоскида). Позначаємо цей номер символом a

$$t_i^{ex} = \min T_k = T_a$$

де T_k – моменти прибуття різних самоскидів ($k = \overline{1, m}$).

За декількох рівних мінімальних значеннях T_k обирається самоскид з меншим порядковим номером.

Блок 2. Моделювання за заданим законом розподілу (у нашому випадку нормальним) тривалості обслуговування i -ї вимоги (завантаження самоскида) t_{osci} . Моделювання виконується за допомогою виразу

$$t_{osci} = m_x + \sigma_x \left(\sum_{j=1}^{12} \xi_j - 6 \right)$$

де ξ – випадкове число, рівномірно розподілене на інтервалі $[0,1]$.

Блок 3. Порівняння моментів виникнення i -ї вимоги t_i^{ex} та закінчення навантаження екскаватором $(i-1)$ вимоги t_{i-1}^o . Якщо $t_i^{ex} \geq t_{i-1}^o$, то екскаватор вільний та виконується перехід до блоку 7, інакше виконується перехід до блоку 4.

Блок 4. Визначення тривалості простою i -го самоскиду t_{och} в очікуванні обслуговування

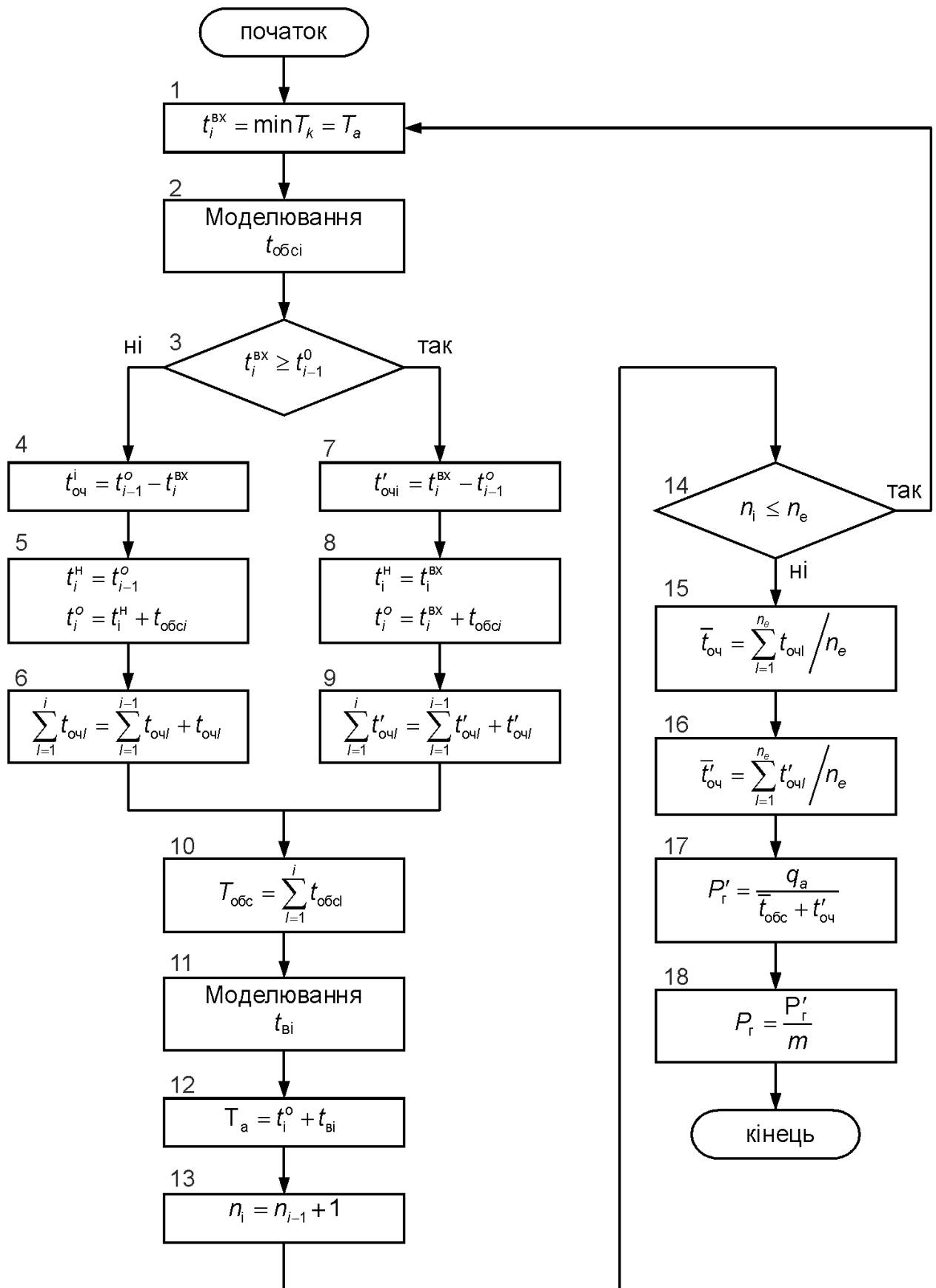


Рисунок 2.4 – Блок-схема моделювання

$$t_{och} = t_{i-1}^o - t_i^{ex}$$

Блок 5. Визначення моментів початку та закінчення обслуговування i -го самоскиду

$$t_i^H = t_{i-1}^o, \quad t_i^o = t_i^H + t_{обсi}$$

Блок 6. Підрахунок сумарного часу очікування для всіх самоскидів, що надійшли раніше враховуючи поточний, тобто тривалість простоїв самоскидів перед навантаженням

$$\sum_{l=1}^i t_{och} = \sum_{l=1}^{i-1} t_{och} + t_{och}$$

Блок 7. Підрахунок простою t'_{och} екскаваторів в очікуванні прибуття самоскиду

$$t'_{och} = t_i^{ex} - t_{i-1}^o$$

Блок 8. Визначення моментів початку та закінчення обслуговування i -го самоскиду

$$t_i^H = t_i^{ex}, \quad t_i^o = t_i^{ex} + t_{обсi}$$

Блок 9. Підрахунок загальної тривалості простою екскаваторів в очікуванні самоскидів, враховуючи поточний

$$\sum_{l=1}^i t'_{och} = \sum_{l=1}^{i-1} t'_{och} + t'_{och}$$

Блок 10. Визначення сумарного часу на обслуговування, враховуючи i -й самоскид

$$T_{обс} = \sum_{l=1}^i t_{обсл}$$

Блок 11. Моделювання у відповідності до встановленого закону розподілу час, що витрачається на повернення самоскида під навантаження t_{ei} . Цей час складається з суми трьох випадкових величин: тривалості руху з вантажем, тривалості розвантаження та тривалості руху самоскида без вантажу. Кожна з величин у нашому випадку має нормальний закон розподілу.

Блок 12. Встановлення моменту надходження чергової вимоги від a -го самоскида.

$$T_a = t_i^o + t_{ei}$$

Блок 13. Підрахунок кількості обслугованих автомобілів

$$n_i = n_{i-1} + 1$$

Блок 14. Перевірка умови закінчення моделювання, тобто порівняння значень n_i та n_e . Якщо $n_i < n_e$, переходимо до блоку 1 та моделюємо t_{i+1}^{ex} , використовуючи у якості вихідної інформації результати моделювання i -ої вимоги та дані масиву T_k , у якому попередній момент надходження вимоги до системи замінюємо на значення T_a . Якщо ж $n_i = n_e$, то фіксуємо поточну кількість автомобілів m та переходимо до блоку 15.

Блок 15. Визначається середня тривалість простою самоскиду в очікуванні звільнення одного з екскаваторів

$$\bar{t}_{оч} = \sum_{l=1}^{n_e} t_{очl} / n_e$$

Блок 16. Розрахунок середньої тривалості простою екскаваторів в очікуванні самоскидів

$$\bar{t}'_{оч} = \sum_{l=1}^{n_e} t'_{очl} / n_e$$

Блок 17. Розрахунок годинної виробки екскаваторів без врахування втрат часу за технічними причинами та перерв у роботі

$$P'_z = \frac{q_a}{\bar{t}_{обс} + \bar{t}_{оч}}$$

де q_a – кількість вантажу у кузові самоскида, т.

Блок 18. Підрахунок середньої годинної виробки одного самоскида

$$P_z = \frac{P'_z}{m}.$$

На цьому моделювання закінчується. На підставі отриманих результатів обґрунтування оптимальної кількості самоскидів за типами виконується за допомогою економічних розрахунків.

Через те, що самоскиди працюють на двох технологічних маршрутах з різною тривалістю руху та через наявність двох типів рухомого складу з різним часом навантаження-розвантаження моделювання роботи екскаваторів та самоскидів виконаємо на ЕОМ у спеціалізованому пакеті імітаційного моделювання Service Model, спеціально пристосованого для моделювання систем, процеси у яких є процесами обслуговування. Пакет виконує моделювання за заданими вихідними даними та формує звіти по результатах моделювання у вигляді текстового файлу.

2.3.4 Розрахунок показників роботи обслуговуючої системи на ЕОМ

Моделювання роботи досліджуваної транспортної системи проводимо на ЕОМ у пакеті Service Model за прийнятих вихідних даних:

а) кількість реалізацій $n_p = 100$;

б) діапазони зміни кількості автомобілів

для автомобілів МАЗ-5551 – 1.. 10;

для автомобілів БелАЗ-7523 – 1.. 6;

в) тривалість моделювання у одній реалізації $t_p = 11$ годин;

г) тривалість навантаження одного автомобіля МАЗ-5551 (один ківш екскаватора) підлягає нормальному закону розподілу з параметрами $m = 2,52$ хв., $\sigma = 0,342$ хв.; тривалість навантаження автомобіля БелАЗ-7523 приймаємо у чотири рази більшою (чотири ківші екскаватора);

д) тривалість руху автомобіля за маршрутом ЕКГ – тупик навантаження підлягає нормальному закону розподілу з параметрами $m = 4,73$ хв., $\sigma = 0,498$ хв., тривалість руху автомобіля за маршрутом ЕКГ – Шайба підлягає нормальному закону розподілу з параметрами $m = 5,23$ хв., $\sigma = 0,56$ хв.;

е) тривалість розвантаження автомобіля МАЗ-5551 підлягає нормальному закону розподілу з параметрами $m = 0,56$ хв., $\sigma = 0,046$ хв.; тривалість розвантаження автомобіля БелАЗ-7523 приймаємо у чотири рази більшою;

ж) імовірність виконання автомобілем їздки за маршрутом ЕКГ – тупик навантаження складає $p_1 = 0,93$, імовірність виконання автомобілем їздки за маршрутом ЕКГ – Шайба складає $p_1 = 0,05$.

Роздрук параметрів моделювання транспортно-технологічної системи сумісної роботи автомобілів та екскаваторів у пакеті Service Model наведений у додатку А.

В результаті моделювання зі звіту за його результатами фіксувались наступні показники транспортно-технологічного процесу:

а) середня змінна кількість їздок кожного автомобіля МАЗ-5551 n_{e1} та кожного автомобіля БелАЗ n_{e2} ;

б) середня змінна кількість їздок всіх автомобілів МАЗ-5551 N_{e1} та БелАЗ-7523 N_{e2} ;

в) середня тривалість очікування початку навантаження кожним автомобілем МАЗ-5551 $\bar{t}_{оч1}$ та кожним автомобілем БелАЗ-7523 $\bar{t}_{оч2}$;

г) середня тривалість очікування початку навантаження всіма автомобілями МАЗ-5551 $\bar{T}_{оч1}$ та всіма автомобілями БелАЗ-7523 $\bar{T}_{оч2}$;

д) частка робочого часу зміни, коли екскаватори простоюють в очікуванні автомобілів $\bar{E}_{оч}$.

Результати моделювання наведені у таблиці 2.8.

За результатами моделювання розраховуємо наступні показники.

Змінна виробка автомобілів МАЗ P_1 (т/зміну), автомобілів БелАЗ P_2 (т/зміну) та загальна виробка P (т/зміну) визначаються за формулами

$$P_1 = n_{e1} \cdot q_1; \quad P_2 = n_{e2} \cdot q_2; \quad (2.10)$$

$$P = P_1 + P_2 \quad (2.11)$$

де q_1, q_2 – кількість вантажу, що перевозиться відповідно автомобілем МАЗ та БелАЗ за одну їздку, т. Для автомобіля МАЗ $q_1 = 7,0$ т, для автомобіля БелАЗ $q_2 = 28,0$ т.

Змінний пробіг автомобілів МАЗ L_1 (км), БелАЗ L_2 (км) знаходимо за формулою

$$L_i = 2\bar{l} \cdot n_{ei} \quad (2.12)$$

де $\bar{l}$ – середньозважена довжина вантажної їздки, км.

$$\bar{l} = p_1 \cdot l_1 + p_2 \cdot l_2 \quad (2.13)$$

де l_1, l_2 – відповідно, довжина вантажної їздки за маршрутом ЕКГ – тупик навантаження та ЕКГ – шайба.

Таблиця 2.8 – Результати моделювання

Кількість автомобілів		Кількість їздок одного автомобіля		Кількість їздок всіх автомобілів		Простій одного автомобіля в очікуванні навантаження, хв.		Загальний простій автомобілів в очікуванні навантаження, год		Процент простою екскаваторів від тривалості зміни, %
МАЗ	БелАЗ	МАЗ	БелАЗ	МАЗ	БелАЗ	МАЗ	БелАЗ	МАЗ	БелАЗ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	1	0	31,0	0	31	0,00	0,00	0,00	0,00	76,70
0	2	0	62,0	0	62	0,00	0,00	0,00	0,00	53,80
0	3	0	30,6	0	92	0,00	7,90	0,00	0,40	31,76
0	4	0	30,3	0	121	0,00	20,30	0,00	1,35	11,00
0	5	0	132,0	0	132	0,00	100,40	0,00	8,37	2,51
0	6	0	135,0	0	135	0,00	190,20	0,00	19,02	1,30
1	0	53	0,0	53	0	0,00	0,00	0,00	0,00	89,97
1	1	53	31,0	53	31	0,00	0,00	0,00	0,00	66,82
1	2	50	62,0	50	62	36,20	6,23	0,60	0,21	44,85
1	3	47	30,3	47	91	89,10	17,17	1,49	0,86	24,04
1	4	41	29,0	41	116	160,80	40,60	2,68	2,71	6,28
1	5	33	125,0	33	125	263,00	129,90	4,38	10,83	1,70

Продовження таблиці 2.8.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	6	27	128,0	27	128	340,40	214,10	5,67	21,41	1,30
2	0	107	0,0	107	0	0,00	0,00	0,00	0,00	79,90
2	1	53	31,0	106	31	3,84	2,77	0,13	0,05	57,07
2	2	51	30,0	102	60	33,34	11,53	1,11	0,38	35,80
2	3	45	29,3	90	88	105,20	29,50	3,51	1,48	17,42
2	4	38	27,8	76	111	193,20	67,70	6,44	4,51	3,25
2	5	30	23,6	60	118	293,13	159,80	9,77	13,32	1,43
3	0	159	0,0	159	0	1,74	0,00	0,09	0,00	70,02
3	1	52	31,0	156	31	9,27	3,88	0,46	0,06	47,51
3	2	51	29,0	153	58	38,80	15,70	1,94	0,52	26,80
3	3	43	29,0	129	87	130,60	42,90	6,53	2,15	11,53
3	4	35	26,5	105	106	225,70	98,50	11,29	6,57	2,10
4	0	212	0,0	212	0	3,63	0,00	0,24	0,00	60,20
4	1	52	30,0	208	30	16,10	7,97	1,07	0,13	38,28
4	2	49	30,5	196	61	50,70	19,99	3,38	0,67	18,60
4	3	41	28,0	164	84	158,40	57,80	10,56	2,89	6,67
4	4	33	25,0	132	100	257,90	130,40	17,19	8,69	1,60

Продовження таблиці 2.8.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	0	264	0,0	264	0	6,17	0,00	0,51	0,00	50,50
5	1	51	31,0	255	31	27,42	11,02	2,29	0,18	29,45
5	2	47	29,5	235	59	68,10	25,50	5,68	0,85	11,04
5	3	38	27,0	190	81	187,90	78,00	15,66	3,90	3,39
6	0	315	0,0	315	0	8,80	0,00	0,88	0,00	40,90
6	1	50	27,0	300	27	49,50	15,80	4,95	0,26	22,04
6	2	45	29,0	270	58	101,30	36,00	10,13	1,20	5,84
6	3	36	25,7	216	77	217,80	106,00	21,78	5,30	1,83
7	0	52	0,0	364	0	12,90	0,00	1,51	0,00	31,44
7	1	47	30,0	329	30	79,00	17,13	9,22	0,29	15,88
7	2	42	28,0	294	56	142,30	54,50	16,60	1,82	2,93
8	0	51,8	0,0	415	0	17,80	0,00	2,37	0,00	22,22
8	1	45	30,0	360	30	105,00	19,40	14,00	0,32	10,36
8	2	38	27,0	304	54	183,80	80,30	24,51	2,68	1,79
9	0	461	0,0	461	0	25,60	0,00	3,84	0,00	13,61
9	1	43	29,0	387	29	126,90	21,40	19,04	0,36	5,10
9	2	36	26,0	324	52	220,80	105,70	33,12	3,52	1,26

Кінець таблиці 2.8.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	0	502	0,0	502	0,0	39,20	0,00	6,53	0,00	6,13
10	1	41	29,0	410	29	155,20	37,90	25,87	0,63	1,70
10	2	33	24,5	330	49	253,20	132,60	42,20	4,42	1,13

Тривалість зайнятості екскаваторів роботою з навантаження самоскидів за зміну знаходимо за формулою [10]

$$T_{pe} = n \cdot T'_{зм} \left(1 - \frac{\bar{E}_{оч}}{100} \right) \quad (2.14)$$

де n – кількість екскаваторів. Приймаємо $n = 2$;

$T'_{зм}$ – тривалість робочої зміни за винятком обідньої перерви та технологічних перерв на відпочинок водіїв та механізаторів. Приймаємо $T'_{зм} = 11$ год.

Результати розрахунку вищезазначених показників наведені у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Показники роботи транспортної системи

Кількість автомобілів у системі		Змінний пробіг автомобілів, км		Загальна тривалість операцій навантаження, год
МАЗ	БелАЗ	МАЗ	БелАЗ	
0	1	0,00	26,23	10,16
0	2	0,00	52,45	21,45
0	3	0,00	77,83	19,58
0	4	0,00	102,37	16,71
0	5	0,00	111,67	19,01
0	6	0,00	114,21	8,76
1	0	44,84	0,00	7,30
1	1	44,84	26,23	12,13
1	2	42,30	52,45	20,62
1	3	39,76	76,99	14,12
1	4	34,69	98,14	21,63
1	5	27,92	105,75	21,71

Продовження таблиці 2.9.

Кількість автомобілів у системі		Змінний пробіг автомобілів, км		Загальна тривалість операцій навантаження, год
МАЗ	БелАЗ	МАЗ	БелАЗ	
1	6	22,84	108,29	4,42
2	0	90,52	0,00	6,60
2	1	89,68	26,23	11,55
2	2	86,29	50,76	16,10
2	3	76,14	74,45	19,46
2	4	64,30	93,91	21,54
2	5	50,76	99,83	22,00
3	0	134,51	0,00	9,44
3	1	131,98	26,23	13,58
3	2	129,44	49,07	17,91
3	3	109,13	73,60	20,53
3	4	88,83	89,68	21,65
4	0	179,35	0,00	10,89
4	1	175,97	25,38	18,51
4	2	165,82	51,61	15,52
4	3	138,74	71,06	21,25
4	4	111,67	84,60	21,69
5	0	223,34	0,00	13,00
5	1	215,73	26,23	15,08
5	2	198,81	49,91	20,72
5	3	160,74	68,53	21,60
6	0	266,49	0,00	2,21
6	1	253,80	22,84	15,01
6	2	228,42	49,07	21,36
6	3	182,74	65,14	21,29

Кінець таблиці 2.9.

Кількість автомобілів у системі		Змінний пробіг автомобілів, км		Загальна тривалість операцій навантаження, год
МАЗ	БелАЗ	МАЗ	БелАЗ	
7	0	307,94	0,00	17,11
7	1	278,33	25,38	19,72
7	2	248,72	47,38	21,61
8	0	351,09	0,00	5,13
8	1	304,56	25,38	20,88
8	2	257,18	45,68	21,72
9	0	390,01	0,00	20,65
9	1	327,40	24,53	21,63
9	2	274,10	43,99	21,75
10	0	424,69	0,00	21,71
10	1	346,86	24,53	19,57
10	2	279,18	41,45	18,17

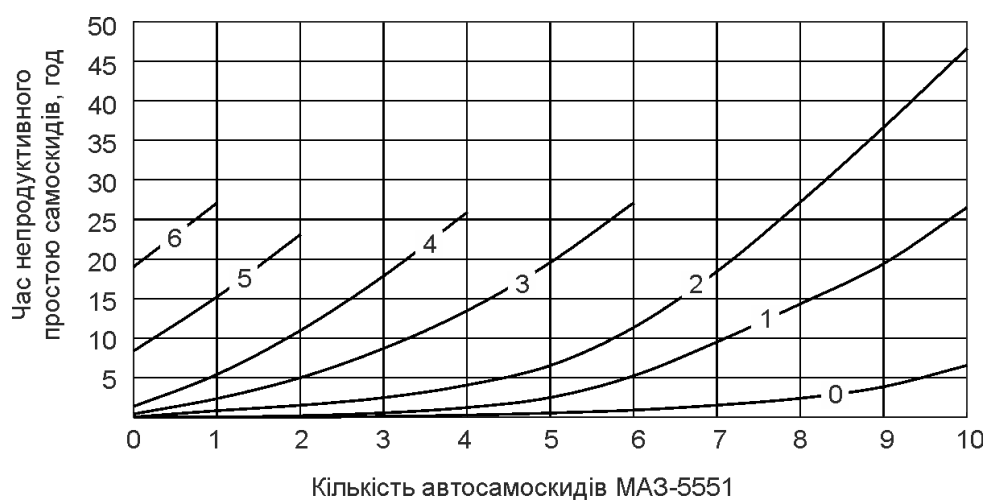
На підставі проведених розрахунків будуємо графіки залежності розрахованих показників (змінного виробітку, тривалості очікування навантаження автомобілями та частку часу простою екскаватора) від кількості автомобілів кожного типу у системі. Зазначені графіки наведені на рисунку 2.5. На графіку змінної виробітку позначаємо нижню та верхню межі існуючого вантажопотоку. До зони, обмеженої мінімальним та максимальним вантажопотоком попадають наступні комбінації використовуваних автомобілів:

- а) 1 автомобіль МАЗ-5551 та 3 автомобілі БелАЗ-7523;
- б) 3 автомобілі МАЗ-5551 та 2 автомобіля БелАЗ-7523;
- в) 6 автомобілів МАЗ-5551 та 1 автомобіль БелАЗ-7523 (відповідає існуючому варіанту);
- г) 8 автомобілів МАЗ-5551.

Вибір оптимального варіанту за критерієм мінімальних витрат буде проведений у економічній частині магістерської роботи.



а)



б)



в)

Рисунок 2.5 – Результати моделювання за показниками: добового виробітку (а), непродуктивного простоя самоскидів (б) та екскаваторів (в)

2.4 Розрахунок ділянки навантаження та вивозу шлаку

Навантаження шлаку до рухомого складу за проектним варіантом передбачається з бункеру завантаження, що заповнюється безпосередньо з автосамоскидів. Для вивезення шлаку з гарячих відвалів застосовуємо думпкари типу 5BC-60, технічні характеристики якого наведені у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Технічні характеристики думпкару 5BC–60

Параметр	Значення
Вантажопідйомність, т	60
Об'єм кузова, м ³	26.1
Тара, т	30.0
Довжина, мм	11 720
Ширина кузова, мм	3200
Висота кузова всередині, мм	960
Кут нахилу кузова при розвантаженні, град	45

Потрібну добову кількість вагонів, що вивозять шлак з гарячого відвалу, визначимо за формулою [11]

$$n_{\epsilon} = \frac{Q_{\text{доб}}}{q_{\epsilon} \cdot k_{\epsilon}} \quad (2.15)$$

де $Q_{\text{доб}}$ – добовий вантажопотік шлаку, т.;

q_{ϵ} – вантажопідйомність вагону, т;

k_{ϵ} – коефіцієнт використання вантажопідйомності вагону. Приймаємо $k_{\epsilon} = 0,75$.

Добовий розрахунковий вантажопотік визначаємо з розрахунку, що 97% переробленого шлаку вивозиться на тупик навантаження. Розрахунок потрібної кількості вагонів за варіантами роботи автомобілів наведений у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Розрахунок потрібної кількості вагонів

Варіант	Змінний виробіток, т	Обсяг вивозу шлаку, т	Розрахункова кількість вагонів, од.
1	2877	2676	59
2	2695	2506	56
3	2856	2656	59
4	2905	2701	60

Таким чином, необхідна кількість вагонів складає 60 одиниць. Враховуючи, що існуючий графік руху потягів на полігон промислових відходів дозволяє пропускати дві подачі на добу, приймаємо кількість вагонів у одній подачі $n_n = 30$ вагонів.

За існуючим варіантом навантаження думпкарів виконується екскаватором ЕКГ-5 за допомогою бульдозера, що формує відвали. Тривалість навантаження одного вагону визначимо за формулою

$$t_{не} = \frac{q_s \cdot k_s \cdot t_u}{3600 \cdot q_u \cdot k_e} \quad (2.16)$$

де t_u – тривалість циклу екскаватору, с. Приймаємо за технічними даними екскаватора $t_u = 25$ с.;

q_u – вага шлаку, переміщуваного екскаватором за цикл. $q_u = 7,0$ т.;

k_e – коефіцієнт, що враховує подовження циклу екскаватору, пов'язане з маневруванням та переміщенням вздовж фронту навантаження. Приймаємо $k_e = 0,7$.

Таким чином, тривалість навантаження одного вагону

$$t_{пв} = \frac{60 \cdot 0,75 \cdot 25}{3600 \cdot 7 \cdot 0,7} = 0,064 \text{ год.} \approx 4 \text{ хвилини.}$$

Враховуючи, що корисна довжина колії тупика навантаження становить 210 м, що за умовної довжини вагону 11,72 м становить 17 вагонів, приймаємо дві подачі по 15 вагонів у кожній. Технологічний графік обробки потягу за існуючим варіантом наведений на рисунку 2.6., а за пропонованим варіантом – на рисунку 2.7.

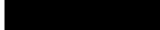
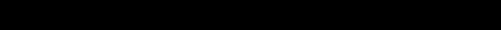
Назва операції	Час, хв.	Тривалість операції, год.	Виконувач роботи
Прибирання гальмівних башмаків	1		Складач
Відчеплення групи вагонів в кількості 15 одиниць	1		Складач
Подача вагонів на тупик навантаження	7		Локомотивна бригада
Навантаження вагонів в кількості 15 одиниць	60		Експлуатаційна бригада
Прибирання вагонів з тупика навантаження на тупик накопичення	4		Локомотивна бригада
Перестановка другої групи вагонів на тупик навантаження	13		Локомотивна бригада
Навантаження другої групи вагонів	60		Бункерна бригада
Формування потягу на вільній паркової колії	15		Локомотивна бригада
Закріплення складу гальмівними башмаками	0,5		Складач
Запис номерів вагонів і оформлення накладних	15		Нарядник
Загальний час	176,5		

Рисунок 2.6 – Технологічний графік обробки вертушки (існуючий)

Назва операції	Час, хв.	Тривалість операції, год.	Виконувач роботи
Прибирання гальмівних башмаків	1		Складач
Відчеплення групи вагонів в кількості 15 одиниць	1		Складач
Подача вагонів на тупик навантаження	7		Локомотивна бригада
Навантаження вагонів в кількості 15 одиниць	30		Екскаторна бригада
Прибирання вагонів з тупика навантаження на тупик накопичення	4		Локомотивна бригада
Перестановка другої групи вагонів на тупик навантаження	13		Локомотивна бригада
Навантаження другої групи вагонів	30		Бункерна бригада
Формування потягу на вільній паркової колії	15		Локомотивна бригада
Закріплення складу гальмівними башмаками	0,5		Складач
Запис номерів вагонів і оформлення накладних	15		Нарядник
Загальний час	116,5		

Рисунок 2.7 – Технологічний графік обробки вертушки (пропонований)

Тривалість обороту вертушки визначимо за формулою

$$t_{об} = t_n + t_p + t'_p + t''_p \quad (2.17)$$

де t_n , t_p – відповідно, тривалість навантаження та розвантаження вертушки, год.;

t'_p, t''_p – відповідно, тривалість руху за маршрутом пост Шлаковий – станція Відвальна та у зворотному напрямку.

За даними УЗТ тривалість розвантаження вагонів на станції Відвальна складає $t_p = 91 \text{ хв.} = 1,52 \text{ год.}$, тривалість руху за маршрутом складає $t'_p = t''_p = 53 \text{ хв.} = 0,88 \text{ год.}$

Таким чином, тривалість обороту вертушки складає:

– за існуючим варіантом

$$t_{об} = 2,94 + 1,52 + 0,88 + 0,88 = 6,22 \text{ год.};$$

– за пропонованим варіантом

$$t_{об} = 1,94 + 1,52 + 0,88 + 0,88 = 5,22 \text{ год.}$$

Враховуючи, що тривалість робочої зміни по відвантаженню шлаку складає 11 годин, то для вивозу шлаку достатньо однієї вертушки з 60 вагонів, що обертається між пунктом навантаження та розвантаження двічі на добу.

Необхідну кількість бункерів знайдемо, виходячи з того, що за відсутності вертушки бункери повинні вмістити весь шлак, що відвозиться з екскаватора на тупик навантаження, за формулою

$$n_{б} = \frac{Q_{доб}}{T_p \cdot V_{б} \cdot \gamma} (t_p + t'_p + t''_p) \quad (2.18)$$

Таким чином, необхідна кількість бункерів за проектним варіантом складе

$$n_{б} = \frac{2650}{12 \cdot 60 \cdot 1,0} (1,52 + 0,88 + 0,88) = 12 \text{ бункерів.}$$

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Вибір оптимальної кількості автомобілів на перевезеннях шлаку

Оптимальний варіант роботи автомобілів визначається за критерієм мінімальних витрат на 1 т видобутого та перевезеного шлаку за формулою

$$s = \frac{C'_{зм}}{Q'_{зм}} \quad (3.1)$$

де $C'_{зм}$ – змінні експлуатаційні витрати у системі «автомобілі-екскаватори», грн.;

Q'_p – змінний обсяг перевезень за варіантом, т.

Змінні експлуатаційні витрати знаходимо, як сума витрат на експлуатацію автомобілів C_a та експлуатацію екскаваторів C_e

$$C'_p = C_a + C_e \quad (3.2)$$

Експлуатаційні витрати на експлуатацію автомобілів за варіантами розраховуємо за формулою

$$C_a = c_{ач}^{МАЗ} \cdot T_{ач}^{МАЗ} + c_{ач}^{БелАЗ} \cdot T_{ач}^{БелАЗ} + c_{км}^{МАЗ} \cdot L_{зм}^{МАЗ} + c_{км}^{БелАЗ} \cdot L_{зм}^{БелАЗ} \quad (3.3)$$

де $c_{ач}^{МАЗ}$, $c_{ач}^{БелАЗ}$ – вартість години роботи відповідно, автомобілів МАЗ та БелАЗ, грн./год.;

$T_{ач}^{МАЗ}$, $T_{ач}^{БелАЗ}$ – кількість відпрацьованих годин на зміну відповідно, автомобілів МАЗ та БелАЗ, год. За прийнятих умов приймаємо $T_{ач}^{МАЗ} = T_{ач}^{БелАЗ} = 12$ годин;

$c_{\text{км}}^{\text{МАЗ}}$, $c_{\text{км}}^{\text{БелАЗ}}$ – вартість кілометра пробігу відповідно, автомобілів МАЗ та БелАЗ, грн./км;

$L_{\text{зм}}^{\text{МАЗ}}$, $L_{\text{зм}}^{\text{БелАЗ}}$ – змінний пробіг відповідно, автомобілів МАЗ та БелАЗ, км.

Виконаємо калькуляцію вартості години роботи автомобілів та кілометра пробігу використовуваних автомобілів.

У вартість години роботи автомобілів увійдуть такі витрати:

а) заробітна платня водіїв з доплатами (премія, доплата за шкідливі умови праці, доплата за змінність роботи) та відрахуваннями на соціальне страхування;

б) накладні витрати з амортизацією транспортних засобів.

Калькуляція вартості години роботи автомобілів наведена у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Калькуляція вартості години роботи автомобілів

Параметр	Позначення, формула	Значення для автомобілів, грн	
		МАЗ-5551	БелАЗ-7523
1. Основна заробітна платня водія	$C_{\text{ум}}$	52,56	71,12
2. Премія	$0,65 \cdot C_{\text{ум}}$	34,16	46,23
Всього заробітна платня	C_z	86,72	117,35
3. Доплата за шкідливі умови	$C_{\text{ш}}$	4,10	
4. Доплата за змінність	$C_{\text{зр}}$	6,25	
Всього фонд заробітної платні	$C_{\text{зн}}$	97,07	127,70
5. Накладні витрати і амортизація	$0,792 \cdot C_{\text{зн}}$	76,88	101,14
6. Відрахування на соціальне страхування	$0,22 \cdot C_{\text{зн}}$	21,36	28,09
Всього вартість години роботи	$c_{\text{аг}}$	195,31	256,93

У вартість кілометра пробігу увійдуть витрати на паливо, гаражні витрати, витрати на мастильні матеріали та ремонт рухомого складу, відновлення та ремонт шин.

Калькуляція вартості кілометра пробігу автомобілів наведена у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Калькуляція вартості кілометра пробігу автомобілів

Параметр	Позначення, формула	Значення для автомобілів	
		МАЗ-5551	БелАЗ-7523
1. Норма палива на пробіг, л/100 км	H_s	28	160
2. Додаткові витрати палива за роботу у кар'єрі	$0,1 \cdot H_s$	2,8	16,0
Всього витрати палива на пробіг, л/км	$0,1 \cdot 1,1 \cdot H_s$	0,308	1,76
3. Середня кількість розвантажень на 1 км пробігу	n_p	2,457	
4. Норма витрат палива на 1 розвантаження, л	H_p	0,25	1.0
5. Додаткові витрати палива на розвантаження, л/км	$n_p \cdot H_p$	0,614	2,457
Витрати палива на 1 км пробігу, л/км		0,922	4,22
6. Вартість 1 л дизпалива	$\Pi_{\text{дн}}$	30,0	30,0
Вартість палива на 1 км пробігу, грн	C_n	27,66	126,6
7. Гаражні витрати	$0,07 \cdot C_n$	1,94	8,87
8. Витрати на мастила	$0,30 \cdot C_n$	8,30	37,98
9. Витрати на ремонт	$0,67 \cdot C_n$	18,53	84,82
10. Вартість комплекту шин	$\Pi_{\text{ш}}$	63000	490000
11. Норма пробігу до заміни шин	$L_{\text{ш}}$	80000	80000
12. Витрати на ремонт і заміну шин	$C_{\text{ш}} = \Pi_{\text{ш}} / L_{\text{ш}}$	0,79	6,13
Всього витрати на 1 км пробігу, грн	$c_{\text{км}}$	57,22	264,40

Використовуючи дані розрахунків про змінний пробіг автомобілів (таблиця 2.9) розраховуємо витрати на експлуатацію автомобілів за їх різної кількості у системі «автомобілі – екскаватори» (таблиця 3.3).

Витрати на експлуатацію екскаваторів знайдемо за формулою

$$C_e = c_{ep} \cdot T_{ep} + c_{en} \cdot T_{en} \quad (3.4)$$

де c_{ep} , c_{en} – витрати на одну годину відповідно, роботи та простою екскаватора, грн.;

T_{ep} , T_{en} – загальна тривалість відповідно роботи та простою екскаваторів протягом зміни, год.

Таблиця 3.3 – Витрати на експлуатацію автомобілів, грн./зміну

Кількість автомобілів МАЗ-5551	Кількість автомобілів БелАЗ-7523						
	0	1	2	3	4	5	6
0		10017	20035	29828	39398	44942	48696
1	4909	14927	24799	34223	42608	47317	50781
2	9867	19836	29212	37978	45528	49402	
3	14728	24600	33578	41986	48157		
4	19637	29237	38674	45353	50466		
5	24498	34080	42458	48284			
6	29311	37707	46272	50991			
7	34027	42126	49331				
8	38839	45970	51711				
9	43410	49397	54576				
10	47738	52854	56539				

У вартість години роботи екскаватора увійдуть: заробітна платня з доплатами, відрахування до фондів соціального страхування, накладні витрати, витрати на електроенергію, амортизаційні відрахування, витрати на змащення та витрати на ремонт. Калькуляція витрат на годину роботи екскаватора наведена у таблиці 3.4.

Вартість години простою екскаватора дорівнює вартості години роботи екскаватора за винятком витрат на електроенергію, тобто

$$C_{zn} = C_{zp} - C_e,$$

де C_e – годинні витрати на електроенергію, грн.

Таким чином,

$$C_{zn} = C_{zp} - C_e = 1704,58 - 1077,76 = 626,82 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.4 – Калькуляція вартості години роботи екскаватора

Показник	Механізатори	
	машиніст	помічник
1. Годинна тарифна ставка	61,10	48,25
2. Премія (65%)	39,72	31,36
Всього основна заробітна плата, грн	100,82	79,61
3. Доплата за шкідливі умови праці	4,10	
4. Доплата за змінність	6,25	
Всього фонд заробітної плати, грн.	111,17	89,96
5. Відрахування у фонд соціального страхування (22 %)	24,46	19,79
6. Накладні витрати (79,2%)	88,05	71,25
7. Балансова вартість екскаватора, грн.	2426603	
8. Річні амортизаційні відрахування (25 % балансової вартості), грн.	606651	

Кінець таблиці 3.4.

Показник	Механізатори	
	машиніст	помічник
9. Річний фонд робочого часу, год	4380	
10. Годинні амортизаційні відрахування, грн.	138,50	
11. Річні витрати на ремонт (5% балансової вартості)	121330	
12. Годинні витрати на ремонт, грн.	27,70	
13. Річні витрати на мастильні матеріали (10% від балансової вартості), грн.	242660	
14. Годинні витрати на мастила, грн	55,40	
13. Сумарна потужність двигунів, кВт	320	
14. Коефіцієнт використання двигунів за потужністю	0.8	
15. Вартість 1 кВт-год електроенергії, грн.	4,21	
16. Годинні витрати на електроенергію, грн.	1077,76	
Всього витрати на 1 годину роботи	1704,58	

На підставі даних про змінну тривалість роботи та простою екскаваторів за різної кількості та типів автомобілів (таблиця 2.5) розраховуємо змінні витрати на експлуатацію екскаваторів (таблиця 3.5).

Загальні витрати та питомі витрати на одну тонну видобутого та перевезеного шлаку зводимо до таблиць 3.6 та 3.7. У таблицях напівжирним шрифтом позначений існуючий варіант, а курсивом – можливі проєктні варіанти.

З розрахунків бачимо, що варіант з використанням 8 автомобілів МАЗ-5551 має питомі витрати на вантажопереробку шлаку, що практично дорівнюють існуючим. Тому у подальшому оцінюємо економічну ефективність наступних проєктних варіантів:

- а) 1 автомобіль МАЗ-5551 та 3 автомобілі БелАЗ-7523;
- б) 3 автомобілі МАЗ-5551 та 2 автомобілі БелАЗ-7523.

Таблиця 3.5 – Витрати на експлуатацію екскаваторів, грн./зміну

Кількість автомобілів МАЗ-5551	Кількість автомобілів БелАЗ-7523						
	0	1	2	3	4	5	6
0		20568	25998	31224	36146	38159	38446
1	17422	22911	28120	33054	37265	38351	38446
2	19810	25223	30266	34624	37984	38415	
3	22152	27489	32400	36021	38256		
4	24481	29678	34344	37173	38375		
5	26780	31772	36137	37951			
6	29057	33529	37370	38320			
7	31300	34989	38060				
8	33486	36298	38330				
9	35527	37545	38456				
10	37301	38351	38486				

Таблиця 3.6 – Загальні змінні витрати $C'_{зм}$, грн. на вантажопереробку шлаку

Кількість автомобілів МАЗ-5551	Кількість автомобілів БелАЗ-7523						
	0	1	2	3	4	5	6
0		30586	46033	61052	75544	83101	87142
1	22331	37838	52919	67278	79874	85669	89227
2	29677	45059	59478	72602	83512	87818	
3	36880	52090	65977	78006	86413		
4	44118	58915	73018	82526	88841		
5	51279	65852	78595	86235			
6	58368	71236	83642	89312			
7	65326	77115	87390				
8	72325	82268	90041				
9	78937	86943	93031				
10	85039	91206	95025				

Таблиця 3.7 – Питомі витрати s , грн./т на вантажопереробку шлаку

Кількість автомобілів МАЗ-5551	Кількість автомобілів БелАЗ-7523						
	0	1	2	3	4	5	6
0		35,24	26,52	23,70	22,30	22,48	23,05
1	60,19	30,54	25,37	23,38	22,60	22,96	23,65
2	39,62	27,99	24,84	23,47	22,94	23,58	
3	33,14	26,58	24,48	23,36	23,34		
4	29,73	25,66	23,71	23,58	23,86		
5	27,75	24,82	23,84	23,97			
6	26,47	24,94	23,80	24,35			
7	25,64	24,54	24,10				
8	24,90	24,48	24,74				
9	24,46	24,69	24,98				
10	24,20	24,77	25,81				

3.2 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні вкладення за проектними варіантами визначаються за формулою

$$K_{\text{дон}} = K_p + n_{\bar{\sigma}} \cdot K_{\bar{\sigma}} + K_a \quad (3.5)$$

де K_p – витрати на будівництво естакади, що включають земляні роботи на відсипання насипу необхідної висоти. За даними УЗТ ПАТ «Запоріжсталь» $K_p = 2\,575\,000$ грн.;

$K_{\bar{\sigma}}$ – вартість бункера, грн. Приймаємо $K_{\bar{\sigma}} = 79500$ грн.;

$n_{\bar{\sigma}}$ – кількість бункерів, од. За даними розрахунків $n_{\bar{\sigma}} = 12$ одиниць.;

K_a – капітальні вкладення на придбання автомобілів, грн. (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 – Капітальні вкладення на придбання автомобілів

Варіант	Додаткова кількість автомобілів		Вартість автомобіля, грн.		Всього , грн
	МАЗ-5551	БелАЗ-7523	МАЗ-5551	БелАЗ-7523	
1	0	2	1 548 129	6 428 720	12 867 440
2	0	1			6 428 720

Загальні капітальні вкладення за варіантами зводимо до таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Додаткові капітальні вкладення за варіантами

Варіант	Капітальні вкладення, грн.			Всього
	на будівництво естакади	на виготовлення бункерів	на придбання автомобілів	
1	2 575 000	954 000	12 867 440	16 396 440
2			6 428 720	9 957 720

3.3 Розрахунок річних експлуатаційних витрат

Річні експлуатаційні витрати за варіантами розраховуємо за формулою

$$C_p = C_a + C_e + C_{\delta} + C_{\text{лг}} + C_{\text{вг}} + A + 3_{\delta}, \quad (3.6)$$

де C_a – річні витрати на експлуатацію автомобілів, грн.;

C_e – річні витрати на експлуатацію екскаваторів, грн.;

C_{δ} – річні витрати на експлуатацію бульдозера, грн.;

$C_{\text{лг}}$ – річні витрати на локомотиво-години з подачі та прибирання вагонів з тупика навантаження, грн. ;

$C_{\text{вз}}$ – річні витрати на вагоно-години місцевого парку, грн. ;

A – амортизаційні відрахування на нову придбану техніку та устаткування, грн. ;

$З_о$ – заробітна платня операторів бункерного навантаження, грн.

Річні витрати на експлуатацію автомобілів визначаємо за даними розрахунків (п. 3.1) з врахуванням, що кількість робочих змін на рік складає 365. Таким чином:

– за базовим варіантом $C_{\text{аб}} = 37707 \cdot 365 = 13763055$ грн.;

– за першим проектним варіантом $C_{\text{анр1}} = 34223 \cdot 365 = 12491395$ грн.;

– за другим проектним варіантом $C_{\text{анр2}} = 33578 \cdot 365 = 12255970$ грн.

Річні витрати на експлуатацію екскаваторів знаходимо за формулою

$$C_e = C_e^H + C_e^m, \quad (3.7)$$

де C_e^H – витрати на експлуатацію екскаваторів, що працюють на навантаженні автомобілів, грн.;

C_e^m – витрати на експлуатацію екскаватора, що працює на навантаженні вагонів.

Величину витрат на експлуатацію екскаваторів на навантаженні автомобілів знаходимо за даними розрахунків (п. 3.1) з врахуванням річної кількості робочих змін (365 змін).

Витрати на експлуатацію екскаватора, що працює на навантаженні вагонів знаходимо за формулою

$$C_e^m = 365 \left[(n_{\text{в}} \cdot t_{\text{в}}) \cdot c_{\text{зр}} + (12 - n_{\text{в}} \cdot t_{\text{в}}) \cdot c_{\text{зн}} \right] \quad (3.8)$$

де $n_{\text{в}}$ – добова кількість завантажених вагонів, ваг.;

$t_{\text{в}}$ – тривалість навантаження одного вагону, год.

Таким чином, за базовим варіантом

$$C_{eб} = 365 [(60 \cdot 0,064 \cdot 1704,58 + (12 - 60 \cdot 0,064) \cdot 626,82)] = 4256060 \text{ грн.}$$

За проектними варіантами $C_e^m = 0$.

Річні витрати на експлуатацію екскаваторів складуть:

– за базовим варіантом

$$C_e = 33529 \cdot 365 + 4256060 = 16494145 \text{ грн.};$$

– за першим проектним варіантом

$$C_{еп1} = 33054 \cdot 365 = 12064710 \text{ грн.};$$

– за другим проектним варіантом

$$C_{еп2} = 32400 \cdot 365 = 11826000 \text{ грн.}$$

Річні витрати на експлуатацію бульдозера за базовим варіантом знаходимо за формулою

$$C_{б} = A_{б} + Z_{б} + C_{нб} + C_{зб} + C_p + C_n \quad (3.9)$$

де $A_{б}$ – амортизаційні відрахування;

$Z_{б}$ – заробітна платня машиніста бульдозера, грн.;

$C_{нб}$ – витрати на паливо, грн.;

$C_{зб}$ – витрати на мастильні матеріали, грн.;

$C_{рб}$ – витрати на ремонт бульдозера, грн.;

$C_{нб}$ – накладні витрати.

Амортизаційні відрахування знаходимо на підставі балансової вартості бульдозера $C_{бал} = 363600$ грн. та річної норми амортизаційних відрахувань у 15%. Таким чином, $A_6 = 363600 \cdot 0,15 = 54540$ грн.

Розрахунок річного фонду заробітної платні машиніста бульдозера показаний у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Розрахунок річного фонду заробітної плати машиніста бульдозера

Параметр	Позначення, формула	Значення
1. Основна заробітна платня	$C_{чт}$	51,50
2. Премія	$0,65 \cdot C_{чт}$	33,48
Всього заробітна платня за годину	C_z	84,98
3. Доплата за шкідливі умови	$C_{ш}$	4,10
4. Доплата за змінність	$C_{зр}$	6,25
Всього фонд заробітної платні за годину, грн	$C_{зн}$	95,33
Річний фонд відпрацьованих годин	Φ	4 380
Річний фонд заробітної плати, грн	$C_{зпр}$	417 545
5. Відрахування на соціальне страхування	$0,22 \cdot C_{зпр}$	91 860
Всього		509 405

Витрати на пальне для бульдозера розраховуємо за формулою

$$C_{нб} = \frac{T_{рб}}{1000} \cdot H_6 \cdot k_e \cdot C_m \quad (3.10)$$

де $T_{рб}$ – річний фонд робочого часу бульдозеру, год.;

H_6 – норма витрат палива на тисячу годин роботи бульдозера, т. Для бульдозера ДЗ-24 $H_6 = 14,2$ т;

k_{ϵ} – коефіцієнт використання бульдозера у часі. Приймаємо $k_{\epsilon} = 0,8$;

$Ц_m$ – вартість 1 т дизельного пального, грн. $Ц_m = 34\,884$ грн/т.

Таким чином

$$C_{пб} = \frac{4380}{1000} \cdot 14,2 \cdot 0,8 \cdot 34884 = 1735716 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильні матеріали приймаємо у розмірі 30% від витрат на паливо, тобто

$$C_{зб} = 0,3 \cdot 1735716 = 520715 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт бульдозера приймаємо у розмірі 5% від його балансової вартості, тобто

$$C_{рб} = 0,05 \cdot 363600 = 18180 \text{ грн.}$$

Накладні витрати приймаємо у розмірі 79,2% від річного фонду заробітної плати, тобто

$$C_{нб} = 0,792 \cdot 417545 = 330695 \text{ грн.}$$

Таким чином, річні витрати за базовим варіантом на експлуатацію бульдозера складуть

$$C_{\epsilon} = 54540 + 509405 + 1735716 + 520715 + 18180 + 330695 = 3169251 \text{ грн.}$$

Витрати локомотиво-годин, що пов'язані з навантаженням вагонів на ту-пику навантаження знайдемо за формулою

$$C_{лг} = 365 \cdot n_{\epsilon} \cdot t_{\epsilon} \cdot c_{лг} \quad (3.11)$$

де $c_{лз}$ – собівартість однієї локомотиво-години. За даними УЗТ $c_{лз} = 797,65$ грн/год.

За базовим варіантом

$$C_{лзб} = 365 \cdot 60 \cdot 0,064 \cdot 797,65 = 1117986 \text{ грн.};$$

За проектними варіантами

$$C_{лzn} = 365 \cdot 60 \cdot 0,025 \cdot 797,65 = 436713 \text{ грн.}$$

Витрати на вагоно-години простою вагонів під навантаженням знайдемо за формулою

$$C_{вз} = 365 \cdot n_{вн} \cdot t_{в} \cdot n_n \cdot c_{вз} \quad (3.12)$$

де $n_{вн}$ – кількість вагонів у подачі. $n_{вн} = 15$;

n_n – кількість подач вагонів на добу. $n_n = 4$;

$c_{вз}$ – вартість вагоно-години. За даними УЗТ $c_{вз} = 0,97$ грн/год.

За базовим варіантом

$$C_{взб} = 365 \cdot 15 \cdot 0,064 \cdot 4 \cdot 0,97 = 1360 \text{ грн.}$$

За проектними варіантами

$$C_{вzn} = 365 \cdot 15 \cdot 0,025 \cdot 4 \cdot 0,97 = 531 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на нову техніку та обладнання розраховуємо на 4 роки. Норма річних амортизаційних відрахувань на естакаду та автошляхи 5%, на бункери 15%, на автомобілі 20%. Розрахунок амортизаційних відрахувань за першим проектним варіантом по роках наведена у таблиці 3.11, за другим проектним варіантом – у таблиці 3.12.

Таблиця 3.11 – Розрахунок амортизаційних відрахувань (1 проектний варіант, придбання додатково двох самоскидів БелАЗ)

Рік	Групи основних фондів					
	естакада та шляхи		бункери		нові автомобілі	
	балансова вартість, грн.	амортизаційні відрахування, грн.	балансова вартість, грн.	амортизаційні відрахування, грн.	балансова вартість, грн.	амортизаційні відрахування, грн.
1	2575000	128750	954000	143100	12 867 440	2 573 488
2	2446250	122313	810900	121635	10 293 952	2 058 790
3	2323938	116197	689265	103390	8 235 162	1 647 032
4	2207741	110387	585875	87881	6 588 130	1 317 626
Разом		477 647		456006		7 596 936

Таблиця 3.12 – Розрахунок амортизаційних відрахувань (2 проектний варіант, придбання додатково одного автомобіля БелАЗ)

Рік	Групи основних фондів					
	естакада та шляхи		бункери		нові автомобілі	
	балансова вартість, грн.	амортизаційні відрахування, грн.	балансова вартість, грн.	амортизаційні відрахування, грн.	балансова вартість, грн.	амортизаційні відрахування, грн.
1	2575000	128750	954000	143100	6 428 720	1 285 744
2	2446250	122313	810900	121635	5 142 976	1 028 595
3	2323938	116197	689265	103390	4 114 381	822 876
4	2207741	110387	585875	87881	3 291 505	658 301
Разом		477 647		456006		3 795 516

Заробітна платня оператора бункерного навантаження дорівнює за величиною заробітній платні машиніста бульдозера (годинні тарифні ставки та доплати є однаковими). При складі бригади з трьох операторів, річний фонд оплати праці складе

$$З_{\sigma} = 3 \cdot 509405 = 1528215 \text{ грн.}$$

Загальні річні експлуатаційні витрати за базовим варіантом складуть

$$C_{\theta} = 13763055 + 16494145 + 3169251 + 1117986 + 1360 = 34545797 \text{ грн.}$$

Річні експлуатаційні витрати по роках для першого проектного варіанта зводимо у таблицю 3.13, а для другого проектного варіанта – у таблицю 3.14.

Таблиця 3.13 – Річні експлуатаційні витрати (1 проектний варіант)

Статті витрат	Роки			
	1	2	3	4
Амортизаційні відрахування	2845338	2302738	1866619	1515894
Витрати на експлуатацію автомобілів	12491395	12491395	12491395	12491395
Витрати на експлуатацію екскаваторів	12064710	12064710	12064710	12064710
Витрати на роботу локомотива	436713	436713	436713	436713
Витрати на експлуатацію вагонів	531	531	531	531
Заробітна плата операторів	1528215	1528215	1528215	1528215
Всього	29366902	28824302	28388183	28037458

Таблиця 3.14 – Річні експлуатаційні витрати (2 проектний варіант)

Статті витрат	Роки			
	1	2	3	4
Амортизаційні відрахування	1557594	1272543	1042463	856569
Витрати на експлуатацію автомобілів	12255970	12255970	12255970	12255970
Витрати на експлуатацію екскаваторів	11826000	11826000	11826000	11826000
Витрати на роботу локомотива	436713	436713	436713	436713
Витрати на експлуатацію вагонів	531	531	531	531
Заробітна плата операторів	1528215	1528215	1528215	1528215
Всього	27605023	27319972	27089892	26903998

3.4 Розрахунок чистої поточної вартості проекту

Чисту поточну вартість запропонованих варіантів знаходимо за формулою

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} \quad (3.13)$$

де B_t – річні вигоди від впровадження проекту у термін t , грн;

C_t – витрати на проект у році t , грн;

i – ставка дисконту, приймаємо $i=0.20$;

n – тривалість проекту, років. Приймаємо $n = 4$ роки.

Для визначення чистих річних вигод розрахуємо економію експлуатаційних вкладень за роками тривалості проекту. Економію річних експлуатаційних витрат за варіантами знайдемо за формулою

$$\Delta C = C_{\bar{o}} - C_{np1} \quad (3.14)$$

Результати розрахунку наведені у таблиці 3.15.

Таблиця 3.15 – Економія річних експлуатаційних витрат

Рік	Базові експлуатаційні витрати $C_{\bar{o}}$, грн	Перший проектний варіант		Другий проектний варіант	
		C_{np1} , грн.	ΔC , грн.	C_{np2} , грн.	ΔC , грн.
1	34 545 797	29366902	5178895	27605023	6940774
2	34 545 797	28824302	5721495	27319972	7225825
3	34 545 797	28388183	6157614	27089892	7455905
4	34 545 797	28037458	6508339	26903998	7641799
Всього			23566343		29264303

Розрахунок чистої поточної вартості проекту за першим проектним варіантом наведений у таблиці 3.16, за другим проектним варіантом – у таблиці 3.17.

Таблиця 3.17 – Чиста поточна вартість проекту (1 варіант)

Рік	Капітальні вкладення К, грн.	Економія експлуатаційних витрат ΔС, грн.	Чисті вигоди ΔС – К	Коефіцієнт дисконтування	Дисконтовані чисті вигоди
1	12 857 440	5178895	–7 678 545	1	– 7 678 545
2	–	5721495	5 721 495	0,83	4 748 841
3	–	6157614	6 157 614	0,69	4 248 754
4	–	6508339	6 508 339	0,58	3 744 837
Чиста поточна вартість проекту					5 063 887

Таблиця 3.18 – Чиста поточна вартість проекту (2 варіант)

Рік	Капітальні вкладення К, грн.	Економія експлуатаційних витрат ΔС, грн.	Чисті вигоди ΔС – К	Коефіцієнт дисконтування	Дисконтовані чисті вигоди
1	6 428 720	6 940 774	– 512 954	1	– 512 054
2	–	7 225 825	7 225 825	0,83	5 997 435
3	–	7 455 905	7 455 905	0,69	5 144 574
4	–	7 641 799	7 641 799	0,58	4 432 243
Чиста поточна вартість проекту					15 062 198

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі магістерської роботи на тему «Удосконалення організації вантажопереробки та автомобільних перевезень відходів металургійного виробництва в умовах ПАТ «Запоріжсталь» розглянуто аналіз потенційних небезпек, що можуть вплинути на дослідника та робітників. Розроблені заходи по їх усуненню. Розглянуті небезпеки при перевезенні вантажу автомобільним транспортом.

Підприємство працює над рециклінгом відходів металургійного виробництва. Так, у виробництво повертаються залізовмісні відходи сталеплавильного виробництва, доменний шлак, який йде на переробку. До шихт, шлаків входять кремній, кальцій, кокс, вугілля, вапняк. Сталеплавильні шлаки вміщують мінеральні відходи, металобрухт, пил, окалину. Тому для вантажної переробки цих матеріалів застосовується автотранспорт.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

При вантажопереробці та транспортуванні шлаку можливі такі потенційні небезпеки:

- при подачі автомобіля до навантаження заднім ходом можливі наїзди на робітників, що призведе до травмування;
- доменний шлак переробляється і майже 10% реалізується іншим виробникам. При перевезенні продукції до інших споживачів, можливо відбутися ДТП, що призведе до падіння вантажу з кузова і - до травмування людей;
- при навантаженні шлаків, який в стані навалом, пил сильно діє на організм вантажників і на дослідника. При вдиханні можливе запалення слимакових дихальних шляхів, а також явлення загального отруєння (нудота);

- при вантажопереробки окалини, з-за її дрібнодисперсності (до 0,05 мм), відбувається великий вплив на захворювання легенів робітників;
- при навантаженні агломерату на автомобілі кранами можливо розсипання його, що призводить до травмування робітників. Пил руди також діє на дихальні шляхи робітників;
- при роботах в темну пору при вантажних роботах при недостатньому освітленні можливо не дотримання технології навантаження вантажу на автомобілі, що призведе до травмування робітників;
- під час вантажних робіт в холодну пору року можливе переохолодження робітників, що призводить до захворювання;
- можливе ураження робітників струмом від не ізольованих та пошкоджених кабелів крану, що може призвести до електричних травм;
- пожежі на кранах можуть виникнути від самозаймання, загорання обтиральних, горючих матеріалів та від не виконання елементарних вимог протипожежної безпеки;
- для постачання вапняку до аглофабрики, останню засипають у біг-беги. При завантаженні та розвантаженні можливо обрив вантажу з-за несправних такелажних тросів, ненадійного кріплення траверси до гаку крану. Це може призвести до травмування робітників;
- при обробці статистичних даних на комп'ютері можливе виникнення важкості та напруженості праці, та можуть діяти інші фактори санітарно-гігієнічного характеру (не достатнє освітлення, мікроклімат не відповідає нормативним, підвищений шум та інші).

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Для запобігання ДТП необхідно перед виїздом транспортного засобу провести технічний огляд, водій повинен пройти медичний огляд та з ним

повинні провести інструктаж з правил дорожнього руху та небезпек які можуть виникнути під час перевезень на даному маршруті відповідно НПАОП «Правила охорони праці на автомобільному транспорті».

Для запобігання ураження електричним струмом необхідно перед початком робіт ретельно перевіряти підводячі електричні кабелі кранів на стан пошкодження. В випадку пошкодження, негайно викликати службу по їх ремонту.

Задній хід автомобіля у зоні робіт повинен виконуватися водієм тільки за сигналом одного з працівників, зайнятих на цих роботах та з обов'язковою подачею сигналу («Правила охорони праці під час навантажувальних-розвантажувальних робіт» Наказ № 21 від 19.01.2015).

Для виключення травмування під час навантажувальних робіт, запропоновано застосування спеціального траверсного захвату, який дозволяє швидко й надійно кріпити біг-беги при навантажуванні та розвантаженні. Перед початком роботи стропальник перевіряє стан стропів траверси та стропів, якими траверса кріпиться до гаку крана. НПАОП 0.00-5. «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

4.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Для попередження переохолодження робітників необхідно забезпечити їх теплим одягом. А в теплу пору від перегріву – легкий одяг та мінеральну воду відповідно ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для забезпечення нормативного рівня освітленості на майданчику навантаження передбачено обладнання освітленості в розмірі 30 лк відповідно ДБН В.2-5-28-2018 «Природне та штучне освітлення». Робоче освітлення розміщено на щоглах поза зоною майданчика. Для освітлення застосовуються прожектори типу ПЗС-35 з газорозрядними лампами ДРЛ-700.

Для забезпечення не попадання пилу від руди, вапняка, окалини, коксу та інших в легені робітників необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту. До таких відноситься застосування респіраторів. ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Оцінку рівня умов, важкості та напруженості праці за бальною шкалою розглянемо на прикладі оцінки факторів виробничого середовища для дослідника лабораторії обладнаної ПК.

У відповідності до вихідних даних, які були заміряні в лабораторії, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища, що впливають на працівника в процесі трудової діяльності, їх фактичне значення та час дії вносимо до таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [12], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1б.

З додатків [12], відповідно до категорії робіт 2а, розряду зорових робіт А-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до таблиці 4.1 «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Таблиця 4.1 – Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн},$ бали	Клас умов праці	$X_i,$ бали
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	27,4	8	23,9-25,8	4	3.4	4
Освітленість приміщення $E, лк$	380	8	400	—	1.2	0
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	А-2	—	—	—	—	—

Кінець таблиці 4.1.

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн}$, бали	Клас умов праці	X_i , бали
Рівень шуму L , дБА	95	6	50	—	3.2	1,5
Загальні енергозатрати організму, Вт	310	7	290	0,94	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	60000	7	40000	1,31		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	82	7	75	0,96		
Тривалість робочого дня, год.	8	8	8	0,15		

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{визн}$ та вносять їх значення до таблиці 4.1 «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

а) загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$ – для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [12]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою (7.1):

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 8}{8} = 4,$$

для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою (7.2):

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{310 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,94;$$

б) стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{60000 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,31;$$

в) тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{82 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,96;$$

г) тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,15.$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика б, таблиці 4.1 «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

– для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 4$, з таблиці 7.2 [12] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

– при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 380$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [12] – 2 клас;

– для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 93$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [12] – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

– клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою (7.3) [12]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,947 + 1,31 + 0,96 + 0,15 = 3,35.$$

З таблиці 7.3 [12] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 3,35$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3).

Загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії виробничих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 3 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до стовпчика 7, таблиці 4.1 «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

– для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{см} = X_i = 4$;

– при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 8 годин, тому коректування не потрібно – $X_{см} = X_i = 1$;

– для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 2 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою (7.4) [12]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{2 \cdot 6}{8} = 1,5;$$

– для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 3$.

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою (7.5) [12]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 0 + 1,5 + 3 = 8,5.$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 8,5$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [12]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 %.

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції:

1. Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці дослідника лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця.

2. Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці -дослідника належать до категорії 2а, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 2а, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом 19,2-21,9°C;
- освітленість приміщення для роботи з дисплеями й відповідає розряду зорових робіт А-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 400$ лк;
- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 50 дБА;
- загальні енергозатрати організму, до 232 Вт;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 40000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 100%;
- тривалість робочого дня 8 год.

3. Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;
- для забезпечення нормованої освітленості приміщення відповідає нормативним умовам;
- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;
- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 8 год
- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;
- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [12], у розмірі 20%.

4.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

4.4.1 Заходи з пожежної безпеки

Комплекс заходів з пожежної безпеки для накопичувального майданчика, розроблений відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Для попередження займання ізоляції електропроводки на майданчику необхідно захистити електропроводку від пошкодження, розмістивши її в товстостінні труби або зробити повітряний підвіс, відповідно вимогам ДСТУ 7237:2011 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека». Клас можливої пожежі буде визначено як «В», а категорія приміщення складу по пожежній безпеці – до «Г». Площа складу складає – 1580 м². Згідно НАПБ 03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників» обираються 6 порошкових вогнегасників ВП-8. Первинні засоби пожежогасіння розташовуються при майданчику на пожежному щиті.

Відповідно нормативам по пожежній безпеці, в приміщенні де розташовані ПК, на кожні 20 кв. м повинен бути один вогнегасник. Для гасіння електрообладнання, до яких відноситься і ПК, застосовується вогнегасник порошковий. Тому для кімнати, де розташований ПК, з площею 32 м² треба розмістити вогнегасник ВВП-5 в кількості 2 шт.

4.4.2. Заходи з цивільної безпеки

Інженерно-технічні заходи, спрямовані на підвищення стійкості виробничих об'єктів до впливу світлового випромінювання, вторинних факторів ядерного вибуху, проникаючої радіації і радіоактивного зараження.

Впливу світлового випромінювання піддаються всі елементи інженерно-технічного комплексу промислового об'єкта. Тому для захисту промислового об'єкта від впливу світлового випромінювання проводиться ряд певних заходів спрямованих на:

- підвищення протипожежної стійкості;
- протипожежну стійкість технологічного процесу.

На промислових об'єктах проводяться протипожежні профілактичні заходи, як для запобігання пожеж, так і для створення умов, що утрудняють поширення вогню та полегшуючих боротьбу з ним у вогнищі ядерної ураження.

Для підвищення вогнестійкості дерев'яних конструкцій застосовуються вогнезахисне фарбування та обмазка. Фарбування проводиться фарбою світлих тонів. У якості захисних покриттів використовуються вогнестійкі фарби, а також побілка, що відбиває світлове випромінювання, а для відкритих дерев'яних конструкцій застосовується також вапняна або суперфосфатна обмазка, глина.

Для гасіння пожеж на об'єкті споруджуються водойми, обладнаються під'їзди до них, а на берегах рік, озер і ставків створюються майданчики та пірси для установки пожежних насосів. Якщо неможливо використовувати водойми, то для забезпечення технічних потреб об'єкта та гасіння пожеж бурять артезіанські свердловини.

Протипожежна стійкість технологічного процесу залежить від його характеру та особливостей. Заходи які проводяться для зменшення впливу світлового випромінювання на технологічний процес виробництва та

обладнання, тісно пов'язані із заходами, проведеними для підвищення протипожежної стійкості об'єкта.

До спеціальних заходів щодо захисту технологічного процесу, які проводяться на об'єкті при загрозі нападу та в особливий період, можна віднести наступні:

- захист від світлового випромінювання відкритих технологічних установок, верстатів, ванн для промивання деталей і інших апаратів з горючими рідинами та газами;

- зменшення в цехах до технологічно обґрунтованого мінімуму мастил, гасу, бензину, фарб та інших горючих речовин;

- зміна технології, що виключає застосування у виробництві яких-небудь вогнебезпечних або вибухонебезпечних речовин (наприклад, застосування для промивання деталей замість гасу або бензину водяного розчину хромпіка);

- видалення горючих матеріалів від віконних прорізів;

- застосування автоматичних ліній і засобів гасіння пожеж як найбільш ефективних для боротьби з пожежами, які починаються від світлового випромінювання;

- максимальне усунення умов, які створюють вибухові суміші в будівлях;

- обладнання аварійних заглиблених ємностей для швидкого спуска з обладнання та технологічних систем горючих рідин.

Заходи щодо виключення або обмеження ураження від вторинних факторів тісно пов'язані із заходами, проведеними для підвищення стійкості інженерно-технічного комплексу до впливу ударної хвилі та світлового випромінювання. Спеціальними є наступні заходи:

- вивіз наднормативних запасів речовин, що викликають вторинні фактори ураження (пально-мастильні матеріали, отрутохімікати, вибухонебезпечні речовини) на безпечну відстань від об'єкта;

- зміна технологічного процесу, що виключає виникнення вторинних вражаючих факторів;
- полегшення перекриттів та стін заповнення виробничих будівель;
- застосування пристроїв, у тому числі автоматичних, для відключення систем, руйнування яких може викликати вторинні вражаючі фактори;
- винос за межі території об'єкта та заглиблення сховищ бензину, нафти, мазуту, мастил та інших вогненебезпечних і вибухонебезпечних речовин;
- установка у вибухонебезпечних приміщеннях пристроїв, які локалізують дії вибуху (противибухових клапанів, вишибних панелей, самовідчиняючихся вікон й фрамуг)
- централізація виготовлення розчинів сильно діючих отруйних речовин (далі СДОР) за межами основних цехів;
- захист ємностей для зберігання СДОР і пально-мастильних матеріалів шляхом розташування їх на низьких опорах, заглиблення та обвалування ґрунтом;
- застосування пристосувань, що виключають розлив СДЯВ по території підприємства;
- заглиблення або надійне закріплення ємностей для зберігання та приготування хімікатів, а також установка у системах їх подачі автоматичних відмикаючих пристроїв;
- будівництво захисних дамб проти затоплення території;

На підприємствах, виробнича діяльність яких в особливий період може тривати в умовах радіоактивного, хімічного або бактеріологічного зараження, проводяться захисні заходи: герметизація основних виробничих будівель і споруд шляхом обладнання тамбурів, герметизації дверей, віконних прорізів і прорізів технологічних магістралей. Віконні, дверні та інші прорізи, необов'язкові для нормальної експлуатації обладнання, можуть закладатися цеглою. У системі припливно-витяжної вентиляції встановлюються фільтри та герметичні засувки. Підготовляються пристрої для знезаражування води, яка надходить на господарські, побутові та виробничі потреби. Створюються

запаси дезактивуючих, дегазуючих та дезінфікуючих речовин, підготовляються технічні засоби для їх застосування.

Розробляються можливі режими захисту робітників та службовців в умовах радіоактивного зараження. Весь виробничий персонал забезпечується засобами індивідуального захисту.

В розділі розглянуто аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника та робітників. Розроблені заходи по їх усуненню. Розглянуті заходи при роботі на ПК. Зроблено висновок по доплатам за шкідливі умови праці. Розроблені заходи по пожежній безпеці та цивільному захисту.

ВИСНОВКИ

В ході виконання магістерської роботи була вивчена та проаналізована технологія вантажопереробки та організації перевезень шлаку у гарячому шлаковому відвалі ПАТ «Запоріжсталь».

На підставі статистичних даних та результатів натурних спостережень розраховані проектні вантажопотоки та параметри елементів транспортного процесу.

Методом статистичного моделювання на ЕОМ досліджена поведінка транспортно-виробничої системи переробки шлаку за умови використання рухомого складу різних типів та розрахована питома вартість розробки та перевезення охолодженого доменного шлаку на полігон промислових відходів.

Запропоновано використання бункерної естакади, яка складається з 12 бункерів навантаження, що скорочує простій вагонів під навантаженням, виключає додаткову перевалку шлаку з вивільненням екскаватору та бульдозера. Розроблений технологічний графік обробки вертушок на коліях тупика навантаження шлаку.

Проведено економічне обґрунтування проектних рішень. При цьому визначений оптимальний склад рухомого складу на перевезеннях шлаку у відвалі, який включає 3 автомобілі-самоскиди МАЗ-5551 та один автомобіль-самоскид БелАЗ-7523.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Кальченко, А. Г. Логістика : навч. посібник / А. Г. Кальченко, В. В. Кривещенко. – 2-ге вид. – К. : КНЕУ, 2008. – 472 с.
2. Бабушкін, Г. Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті. – К.: ІСДО, 1993 – 192 с.
3. Белов, И. В. Экономика и планирование железнодорожного транспорта / И. В. Белов, Т. Н. Бондарева и др.; Под ред. И.В. Белова. – М. : Транспорт, 1994 – 519 с.
4. Павленко, А. Ф. Складське господарство : підручник / А. Ф. Павленко, В. В. Кривещенко ; ДВНЗ «Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана». – К. : КНЕУ, 2016. – 395 с.
5. Статистика железнодорожного транспорта: Учебник для вузов / Т. И. Козлов, А. А. Поликарпов, Е. П. Леонова – М. : Транспорт, 1998 – 327 с.
6. Воркут, А. И. Грузовые автомобильные перевозки. – К. : Вища школа, 1986. – 447 с.
7. Коновалов В.С. Организация, механизация и экономика заводского транспорта.– М.: Машиностроение, 1980.– 280 с.
8. Лашених, О. А. Методи і моделі оптимізації транспортних процесів і систем : навч. посібник для студ. вищих навч. закл. / О. А. Лашених, О. Ф. Кузькін ; Запорізький національний технічний ун-т. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2006. – 435 с.
9. Панов С.А. Совершенствование перевозок на автомобильном транспорте.– М.: Наука, 1973.– 151 с.
10. Ерофеевский Н.П. Суточное планирование грузовых автомобильных перевозок (практическое пособие).– М.: Транспорт, 1974.– 56 с.
11. Лашених, О. А. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних процесів і систем : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом підготов. «Транспортні технології» /

О. А. Лащених, О. Ф. Кузькін, С. В. Грицай ; Запоріз. нац. техн. ун-т. - Запоріжжя : ЗНТУ, 2012. – 419 с.

12. Лазуткін, М. І. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання / М. І. Лазуткін, М. О. Журавель : Запоріжжя, ЗНТУ ; Каф. ОП і НС, 2018. – 44 с.