

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

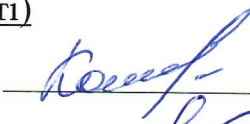
на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТАВКИ
МАРТЕНІВСЬКОГО ШЛАКУ У ВІДВАЛ В УМОВАХ ЗМІНИ
ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ ВАНТАЖУ ДО ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Виконав: студент(ка) II курсу, групи Тз-819м

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

Освітня програма (спеціалізація)

Транспортні технології (на залізничному
транспорті)

 О.А. Кошелєва
(прізвище та ініціали)
Керівник  С.М. Турпак
(прізвище та ініціали)
Рецензент  А.Ю. Сосик
(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 залізничному транспорті)
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Транспортні технології (на залізничному транспорті)
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

проф. Турпак С.М.

07 жовтня 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Кошелевої Оксани Анатоліївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження ефективності доставки мартенівського шлаку у відвал в умовах зміни технології підготовки вантажу до перевезень

керівник проєкту (роботи) Турпак Сергій Миколайович, д-р техн. наук, професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 27.11.2020 року № 353

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

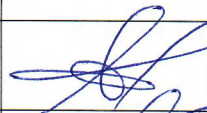
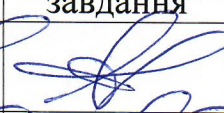
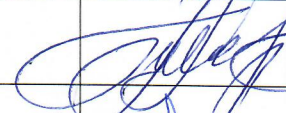
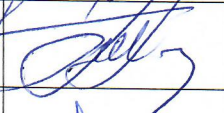
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) схема генерального плану; існуючі вантажопотоки; технічні характеристики транспортних засобів та навантажувально-розвантажувальних пунктів; вартість перевезення вантажів та виконання вантажних робіт; заробітна плата робітників; існуючі транспортно-технологічні схеми.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Аналіз вантажопотоків з використанням методів математичної статистики; 2.2 Аналіз програми мартенівського виробництва; 2.3 Нормування операцій з навантаження шлаку; 2.4 Нормування операцій з вивантаження шлаку; 2.4 Розробка технологічного графіку роботи; 2.5 Розробка моделі злиття ковшів.

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

Презентація

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання 05.10.2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Захист звітів зі стажування	23.09-04.10	
2	Аналітична частина	07.10-18.10	
3	Основна частина	21.10-04.11	
4	Економічна частина	05.11-15.11	
5	Охорона праці	18.11-22.11	
6	Оформлення МР	25.11-29.11	
7	Перевірка МР на плагіат	01.12-14.12	
8	Отримання зовнішніх рецензій	15.12-18.12	
9	Захист магістерських робіт	22.12-24.12	

Студент(ка)


 (підпис)
О.А. Кошелєва
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)


 (підпис)
С.М. Турпак
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 64 с., 10 рис., 12 табл., 16 джерел.

Об'єкт дослідження – процес доставки мартенівського шлаку у відвал в умовах зміни технології підготовки вантажу до перевезень на ПАТ «Запоріжсталь».

Мета роботи – удосконалення технології навантаження, використання рухомого складу іншого типу в процесі доставки мартенівського шлаку, розробка технологічних графіків.

Метод дослідження – математичної статистики, аналітичний, графоаналітичний, імітаційне моделювання.

Результати дослідження – удосконалено існуючу технологію вантажопереробки шляхом використання бортових думпкарів, що дозволяє краще використовувати вантажопідйомність вагонів, розроблено технологічні графіки роботи транспорту; скорочено кількість думпкарів та локомотивів; скорочено витрати на доставку; знижено експлуатаційні витрати.

МАРТЕНІВСЬКИЙ ШЛАК, ШЛАКОВЕ ВІДДІЛЕННЯ КОПРОВОГО ЦЕХУ, ВІДВАЛ, ДУМПКАР

ЗМІСТ

Завдання	2
Реферат	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	9
1.1 Загальна характеристика підприємства	9
1.2 Характеристика мартенівського процесу	12
1.3 Характеристика станції Шихта та відділення переробки мартенівського шлаку	13
1.4 Характеристика станції Відвальна	25
1.5 Аналіз існуючої ситуації та постановка задач дослідження	28
2 Основна частина	30
2.1 Аналіз вантажопотоків з використанням методів математичної статистики	30
2.2 Аналіз програми мартенівського виробництва	28
2.3 Нормування операцій з навантаження шлаку	31
2.4 Нормування операцій з вивантаження шлаку.....	39
2.4 Розробка технологічного графіку роботи	40
2.5 Розробка моделі злиття ковшів	46
3 Економічна частина	51
3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат за базовим варіантом	52
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на доставку шлаку бортовими думпкарами за проєктним варіантом	53
3.3 Розрахунок економічних показників проєктного рішення	55

4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	58
4.1 Аналіз потенційних небезпек	58
Висновки	60
Перелік посилань	62

ВСТУП

Одним із компонентів в загальній структурі перевезень на Запоріжсталі є доставка відходів мартенівського виробництва до відвалів. Однією з особливості перевезення в дійсний час є необхідність використання безбортових думкарів.

Це обумовлено високою температурою мартенівського шлаку, що викликає розширення металевих частин кузовів бортових думкарів, та ускладнює роботу механізмів при вивантаженні.

Безбортовий думпкар не дозволяє виконати повне навантаження його до вантажопідйомності, через висипання вантажу при досягненні такої висоти вантажу у вагоні, при якій край основи укусу досягає межі підлоги думпкару.

Вирішення проблеми можливе при проведенні відповідних досліджень та зміни технології вантажопереробки шляхом впровадження додаткової операції з охолодження гарячого шлаку в копровому цеху.

Технологія вантажопереробки та перевезення мартенівського шлаку складається з таких етапів:

- наповнювання ковшів у мартенівському цеху;
- доставка ковшів на станцію Шихта;
- злиття шлаку копровим цехом;
- переробка шлаку, відбір металу, навантаження думпкарів;
- доставка та вивантаження думпкарів на станції Відвальна.

Темою магістерської роботи передбачається удосконалення технології вантажопереробки та доставки мартенівського шлаку, етапи переробки наступні:

- налив ковшів мартенівським цехом;
- перевезення ковшів на станцію Шихта;
- злиття шлаку у копровому цеху;

- переробка шлаку, відбір металу;
- охолодження шлаку до температури, яка дозволяє використання бортових думпкарів;
- навантаження думпкарів;
- доставка та вивантаження думпкарів на станції Відвальна.

Для обґрунтування проєктного рішення необхідно виконати техніко-економічний аналіз.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика підприємства

Запоріжсталь історично є одним з найбільш відомих в Україні постачальників прокату чорних металів, гнутих профілів, жерсті та інших виробів для українських промислових підприємств та на експорт [1].

Металургійне виробництво представляють наступні основні цехи, які безпосередньо забезпечують головний технологічний процес [1]:

- агломераційний;
- доменний;
- мартенівський;
- обтискний;
- ЦГПТЛ;
- ЦХП-1;
- ЦХП-3.

Цех агломерації створений для підготовки залізорудної сировини для доменного виробництва з шихти - суміші аглоруди, концентрату, вапняку та інших матеріалів, а також забезпечує утилізацію залізовмісних відходів, що уловлюються в доменному цеху.

Після введення в експлуатацію в 2013 році агломашини МАК-75 потужність аглоцеху зросла та становить 5,9 млн. тон на рік.

Аглоцех має в своєму складі п'ять агломераційних машин типу К-2-50, модернізованих шляхом збільшення площі спікання до 62,5 м² по кожній і одну машину типу МАК-75 з площею спікання 75 м². Загальна сумарна площа спікання всіх агломашин становить 387,5 м² [1].

В 2007 році була введена в експлуатацію аспірація хвостових частин агломашин з метою зниження шкідливих викидів в атмосферу.

На агломащині МАК-75 був встановлений віброгροхїт, який дозволив знизити вміст фракції до 5 мм в агломераті на 4,2%, та споруджена більш ефективна система електрофільтрації газоочищення.

При виконанні капремонтів в 2014 році на агломащинах №2 та №5 були встановлені вібраційні грохоти, які дозволили вже у 2015 році знизити вміст дрібної фракції в агломераті по цеху до 11,7%. У 2016 році віброгροхоти встановлені на агломащинах № 3,4,6.

На агломераційній машині №2 та №3 у 2014-2015 роках були встановлені рукавні фільтри, які є більш ефективними за попередні газоочистки.

Агломераційний цех забезпечує до 100% потреби доменного цеху в залізорудній сировині - агломераті.

Доменне виробництво складається з 4 печей (раніше їх було 5, але одна найбільш стара піч була демонтована). Характеристика печей наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика доменних печей

Характеристика	ДП №2	ДП №3	ДП №4	ДП №5
Корисний обсяг печі, тис. м ³	1,513	1,513	1,513	1,513
Планова продуктивність за проектом, млн тон за рік	1,15	1,052	1,15	1,16
Завантажувальний пристрій	3-х конусний	3-х конусний	3-х конусний	БЗУ «Воронка-скліз»

Продовження таблиці 1.1

Характеристика	ДП №2	ДП №3	ДП №4	ДП №5
Кількість повітряних фурм, од.	20	16	20	18
Рік введення в експлуатацію на підприємстві	1949	1947	1948	1952
Останній капітальний ремонт першого розряду	2004	2000	2014	2020

Мартенівський цех у своєму складі 7 печей ємністю по 500 тон та двохванний агрегат (2 ванни по 250 т кожна), які разом здатні виробляти близько 4 млн. т сталі на рік. Сталь виготовляється з рідкого чавуну скрап-рудним процесом. Мартенівські печі працюють на природному газі, також використовується кисень для інтенсифікації виплавки сталі. Для продувки сталі використовується аргон. Якість сталі, яка виплавляється, - конструкційна та звичайна, вона формується при розливанні в злитки вагою до 20 тон, які у подальшому прокатуються у листовий прокат [1].

Підприємство постійно удосконалює технологічні процеси, підвищує якість продукції, розширює її сортамент, багато уваги приділяє охороні праці та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

Щодо роботи транспорту зусилля спрямовані на зменшення витрат при транспортуванні, збільшенні обсягу використання потужностей Запорізького річкового порту тощо.

1.2 Характеристика мартенівського процесу

Мартенівська піч складається з витягнутої в одному з напрямків камери, яка складена з вогнетривкої цегли. Простір плавлення обмежується знизу подиною, а зверху склепінням, з боків – стінками (задньою й передньою). Подина складена у формі ванни з укосами до стін. На передній стіні є вікна для завантаження шихти й флюсу, а на задній – отвір, призначений для випуску сталі [2].

У якості палива окрім природного газу може використовуватись мазут.

Піч має два регенератори для підігріву газу та повітря. Регенератор являє собою камеру, в якій розміщується насадка – клітка, складена з вогнетривкої цегли, саме вона призначена для нагрівання повітря та газу. Газу, які виходять з мартенівської печі, мають високу температуру – 1,5...1,6 тис. °С. При потраплянні до регенератору, ці газу нагрівають до температури 1250 °С насадку [2].

Через один регенератор подають повітря, щоб при проходженні через насадку, воно нагрівалось до 1200 °С і потім потрапляло у головку печі для змішування з паливом, при цьому, на виході з головки створюється факел, спрямований на шихту [2].

При виході газу проходять через іншу головку, очисні пристрої видаляють з газу частку шлаку й пилу, а потім направляються до другого регенератору [2].

Охолоджені газу залишають піч через димар.

Після охолодження насадки першого регенератора клапани перемикають для зміни напрямку потоку газу у печі.

Плавка триває 3...6 годин, для крупних печей - до 12 годин. Готову плавку випускають через отвір задньої стінки. Отвір забивається

вогнетривкими матеріалами, які при випуску плавки вибивають. До зупинки на капітальний ремонт безперервно здійснюється близько 500 плавок [2].

Спочатку до печі завантажують залізну руду та вапняк для флюсування, а вже після їх підігрівання засипають скрап. Після розігрівання скрапу до печі подається рідкий чавун.

У період плавлення інтенсивно окисляються домішки чавуну та утворюються шлаки, які включають оксиди заліза і марганцю. Після цього до печі завантажують залізну руду та виконують продування киснем. При цьому припиняють подавання в піч палива та повітря, видаляють шлаки [2].

В дійсний час на мартенівський спосіб виготовлення сталі припадає лише близько 3% світового виробництва, при чому сконцентроване таке виробництво в Росії та Україні, які в сукупності виробляють близько 90% мартенівської сталі в світі [2].

Мартенівський цех складається з головної будівлі, міксерного відділення, шихтового двору, відділення роздягання зливків та підготовки складів з виливницями. Головна будівля мартенівського цеху має два прольоти: пічний та розливний, а також шихтовий відкриток.

Мартенівський цех обслуговується цехом підготовки составів (ЦПС) [1].

Підготовка сумішей для розливання здійснюється на дворі виливниць, роздягання злитків - у відділенні роздягання зливків.

До складу ЦПС входять відділення мастила і підігріву виливниць, склад злитків і розливного запасу [1].

Технологія виплавки сталі і розливання в злитки в мартенівському цеху не забезпечує стабільної якості стали відповідно до світових стандартів. Запоріжсталь вже давно планує створити конвертерний цех та позбавитись мартенівського виробництва.

1.3 Характеристика станції Шихта та відділення переробки мартенівського шлаку

Станція Шихта розташована у північно-східній частині основної території Запоріжсталі.

До станції прилягають наступні перегони, лише в непарному напрямку:

Шихта - Східна - одноколіїний перегін, напіваавтоматична блокування;

Шихта - Східна (з залізниці колію №23 ст. Шихта) - одноколіїний перегін, телефонні засоби зв'язку (при відправленні поїздів на ст. Східна);

Шихта – Підбіркова - одноколіїний перегін, напіваавтоматичне блокування [3].

Відомість парків і колій [3] наведена у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Відомість парків і колій станції Шихта

Найменування парків або груп колій	№ кол.	Найменування колій	Стрілки, що обмежують колії		Кор. довж., м	Місткість у ваг.
			Від	до		
1	2	3	4	5	6	7
Перший маневровий район	III	Приймальна	19	35	525	37
	V	Приймальна	19	33	346	24
	23	Приймальна	101	101A	34	2
	1	Навант.-вивант.	33	упор	60	4
	2	Навант.-вивант.	111	упор	135	9
	3	Навант.-вивант.	119	упор	267	19
	4	Закрита для руху	119	упор	87,5	6

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7
Перший маневровий район	5	Навант.-вивант.	117a	147	325	23
	5A	Відстій вагонів	117a	145	200	14
	6	З'єднувальна-вагова.	117	145б	235	16
	7	Навант.-вивант.	115	упор	180	12
	14	Очищення вагонів	155	157	224	16
	15	Очищення вагонів	155	157	224	16
	16	Навант.-вивант.	139	159	100	7
	23	Приймальна	101	101a	34	2
	17	Навант.-вивант.	109a	121	180	13
	18	Навант.-вивант.	109a	135	195	14
	15a	Очищення вагонів	107	упор	175	12
Другий маневровий район	2	Приймальна	14	93	241	17
	4	Приймальна	14	87	317	22
	6	Приймальна	12	85	400	28
	8	Приймальна	6	77	565	40
	10	Приймальна, вагова	16	79	235	16
	12	Приймальна	16	95	169	12
	4A	Вантажно - вигр.	10	упор	154	10
Третій маневровий район	2	З'єднувальна	39	33	160	11
	3	Ремонту вагонів	47	упор	177	12
	19	Навант.-вивант.	49	упор	155	11
	20	Навант.-вивант.	57	упор	170	12
	4	Навант.-вивант.	55	147	325	23
	5	З'єднувальна	55	145a	325	23

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7
Шлакове відділення	1	Навант.-вивант.	93	37	422	30
	2	Навант.-вивант.	89	43	282	20
	18	Відстою вагонів	91	упор	60	4
	22	Навант.-вивант.	35	упор	78	5
Четвертий маневровий район	6	Навант.-вивант.	63	145Б	405	28
	23	Навант.-вивант.	63	упор	155	11
	8	Навант.-вивант.	143	упор	120	8
	9	Навант.-вивант.	122	141	155	11
	9А	Відстою вагонів	118	124	137	8
	9Б	З'єднувальна	118	120	125	8
	9В	Навант.-вивант.	124	упор	50	3
	10	Навант.-вивант.	128	137	162	11
	10А	Навант.-вивант.	114	128	70	5
	11	Навант.-вивант.	134	128	75	5
	12	Навант.-вивант.	134	упор	100	7
	13	Навант.-вивант.	130	упор	100	7
	14	Навант.-вивант.	130	133	215	15
	16А	З'єднувальна	120	143	155	11
П'ятий маневровий район	21	Відстою машин	95а	упор	100	7
	1	Навант.-вивант.	206	упор	155	11
	2	Приймальна	204	206	127	8
	3	З'єднувальна	204	206	127	8
Шостий маневровий район	30	З'єднувальна	83	132	150	10
	31	З'єднувальна	95	132	200	14
	5	Навант.-вивант.	209	упор	170	12
	6	Навант.-вивант.	207	упор	211	15

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7
Шостий маневровий район	7	Відстою вагонів	205	упор	148	10
	8	Навант.-вивант.	205	упор	199	14
	9	Навант.-вивант.	201	упор	252	18
	10	З'єднувальна	125	103	225	16
	20	З'єднувальна	101	103	162	11
	21	Навант.-вивант.	217	215	160	11
	22	Навант.-вивант.	217	215	160	11
	13	Навант.-вивант.	223	упор	525	37
	23	Навант.-вивант.	221	упор	150	10
	24	Навант.-вивант.	239	упор	62	4
	25	Навант.-вивант.	223	239	60	4
	26	Навант.-вивант.	215	упор	62	4
	27	Навант.-вивант.	239	упор	87	6
	28	З'єднувальна	221	213	137	9
	29	З'єднувальна	127	213	237	16
	32	З'єднувальна	201	131	65	4
Сьомий маневровий район (ПТМ ЦРПС)	17	Відстою вагонів	238	упор	30	2
	18	Навант.-вивант.	240	упор	50	3
	20	З'єднувальна	229	231	87	5
	21	Відстою кранів	233	упор	80	5
	22	Відстою кранів	233	упор	100	7
	23	З'єднувальна	231	240	112	8
	19	Відстою кранів	229	упор	20	1
	25	З'єднувальна	213	229	360	25
	31	Відстою кранів	237	упор	87	6
	32	Відстою кранів	237	упор	100	7

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7
Восьмий маневровий район (База ЦПУ і РК)	1	Навант.-вивант.	169	упор	150	10
	2	Навант.-вивант.	169	упор	150	10
	3	Навант.-вивант.	167	упор	150	10
	4	Навант.-вивант.	165	упор	150	10
	5	Навант.-вивант.	163	упор	150	10
	6	Навант.-вивант.	161	упор	150	10

Характеристика вантажних пристроїв [4] наведена у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Характеристика вантажних пристроїв

Ділянка	Номери колій	Довжина вантажного фронту у вагонах	Механізми, що використовуються на вантажних фронтах
1	2	3	4
Ковальське відділення	19	1	1 електромост. кран
Шлакове відділення	1	15	5 електромост. кранів
	2	15	5 електромост. кранів
Пресс Б101	4	15	4 електромост. крана
	20	4	1 електромост. кран
Прес Б1642	6	15	4 електромост. крана
	23	3	4 електромост. крана
Бійне відділення	9	7	3 електромост. крана
	10	7	3 електромост. крана
	9В	3	
Вибухове відділення	14	5	1 електромост. кран

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4
Ділянка вогнерезки «Портальний кран»	21	11	Мобільні перевантажувачі
	22	11	
Ділянка вогнерезки «Новий портальний кран»	17	13	
	18	14	
ділянка ножиць	1	1	
	3	10	
Ділянка ПГ-800	5	13	
Ділянка вогнерезки	7	11	2 електромост. крана
	8	10	Мобільні перевант.
Підлогові склади копрового цеху	10a	5	Кран на залізничному ходу, Мобільні перевантажувачі
	11	5	
	12	7	
	13	7	
	2	15	
	3	5	
	16	7	
	17	13	Кран на залізничному ходу, Мобільні перевантажувачі
	18	13	
	10	16	
	20	11	
Очищення вагонів, навантаження сміття	14	16	Кран на залізничному ходу
	15	16	
	15a	12	
ОЦВІ	22	3	1 електромост. кран

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4
Ливарний цех	1	3	2 електромост. крана
	4А	3	3 електромост. крана
	5	5	2 електромост. крана
	6	1	1 електромост. кран
	8	6	2 електромост. крана
	9	1	1 електромост. крана
	13	10	5 електромост. крана
	23	3	3 електромост. крана
	24	3	3 електромост. крана
	26	1	2 електромост. крана
	27	1	2 електромост. крана
	25	1	2 електромост. крана
	13	1	2 електромост. крана
Механічний цех	18	2	автонавантажувач
База ЦПУіРК	1	5	1 козловий кран, кран на залізничному ходу.
	2	5	
	3	5	
	4	5	
	5	5	
	6	5	

На рисунку 1.1 наведено фрагмент колійного розвитку Шихтового залізничного району [3-7] (приймальні колії станції).

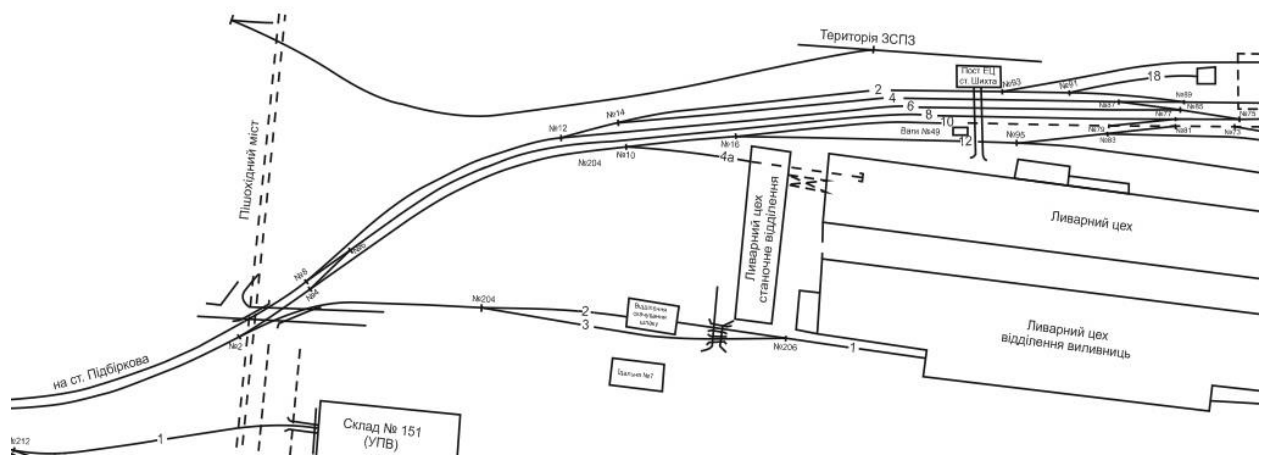


Рисунок 1.1 - Фрагмент колійного розвитку Шихтового залізничного району (приймальні колії 2,4,6,8)

Приймання поїздів зі станції Східна на станцію Шихта здійснюється вперед вагонами на вільні колії або частково зайняті з дозволу диспетчера ст. Шихта.

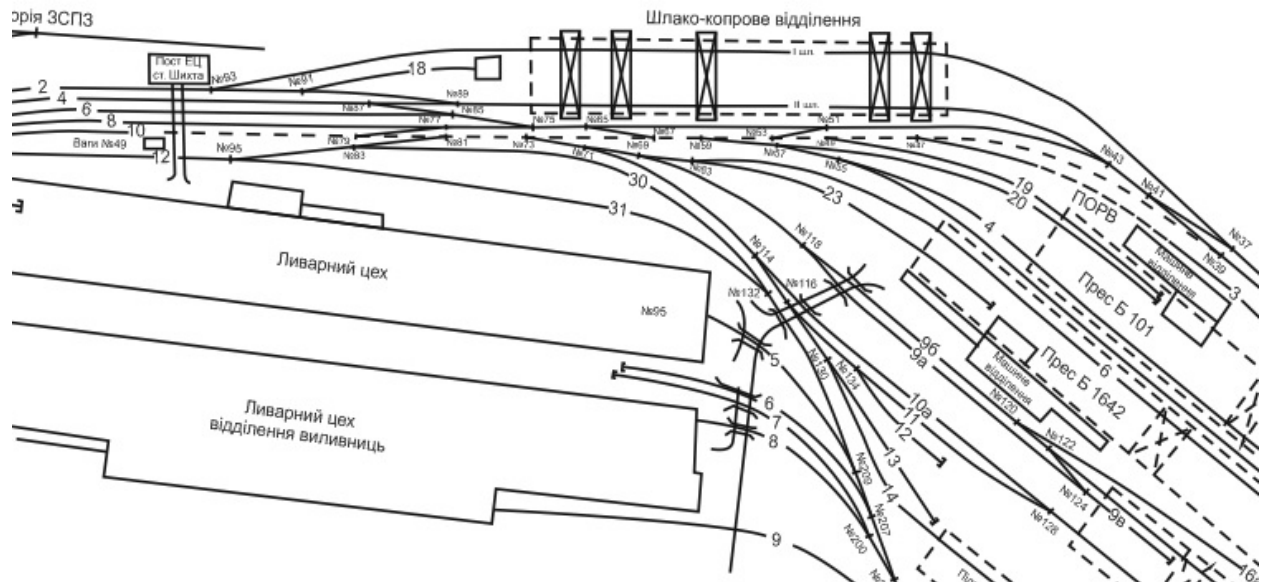
Відправлення поїздів на станцію Східна проводиться вперед локомотивом зі швидкістю до 15 км / год.

Рух поїздів по перегону Шихта-Підбіркова в парному і непарному напрямках здійснюється вперед локомотивом [3].

Правильність формування поїздів, зчеплення вагонів у поїзді, правильність навантаження перевіряє складач, який формує поїзд. Потяги на станцію Східну формує складач першого маневрового району, поїзда на станцію Підбіркова формують складачі 2,3,4 або 5 маневрових районів (відповідно місця формування поїзду).

На ваговій платформі по колії №10 забороняється залишати рухомий склад, тому що на ній відсутні рейкові кола і вільність ділянки колії на ваговій платформі не контролюється [3].

На рисунку 1.2 наведено фрагмент колійного розвитку Шихтового залізничного району із шлаковим відділенням, де здійснюється вантажопереробка мартенівського шлаку [3].



Також треба припинити маневри з виходом на колію та маршрут приймання. Після прийому поїзда вагони, що виходять за граничний стовпчик колії приймання, відчіплюються і переставляються на інший колія. Необхідність і можливість прийому зазначеного поїзда в межах станції одного району визначає диспетчер району [3,4].

При відправленні (прийомі) таких поїздів за межі району потрібно наказ поїзного диспетчера. У всіх випадках вага поїзда не повинен перевищувати встановлену для ділянки вагову норму. Для спеціального технологічного рухомого складу збільшення встановленої довжини поїзда не допускається [3].

Шлакове відділення (рисунок 1.3) переробляє мартенівські шлаки з метою видобування залишків металу [3].



Рисунок 1.3 – Шлакове відділення копрового цеху

Состав до 16 ковшів, які представляють лафети із встановленими на них чашами містять до 16 м^3 шлаку.

У відділенні є кранова естакада довжиною 211 метрів, а ширина її - 33 м. Під естакадою прокладені дві залізничні колії, проміж яких здійснюється шлакопереробка у ямі шириною до 28 м, глибина якої складає 3 м [3,5].

Для кантування біля залізничних колій встановлені пульти електроживлення [3].

Окрім кантування ковшів, у шлаковому відділенні вибивають з чаш залишки вантажу «грушею-довбнею» крана № 184, підсипають на дно чаш шлак та обприскують їх вапняним розчином.

Процедура кантування чаш наступна [3,5]:

- виконується закріплення лафетів спеціальними рейковими фіксаторами;
- від пульта під'єднується кабель до двигуна механізму кантування шлаковозу;
- здійснюється укриття оператора кантування у пункті кантування;
- подається попереджувальний звуковий сигнал, який передую початку кантування;
- здійснюється подання напруги від пульта – спочатку короткочасне, щоб переконатись у кантуванні в потрібну сторону, а потім – тривале – до повного кантування.
- після вибивання «грушею», чаша повертається у вихідне транспортне положення та від'єднується електрокабель від ковша.
- знімаються з колії рейкові фіксатори та закріплюються на шлаковозі;
- в центральну частину кожної чаші підсипають один грейфер подрібнених не вологих шлаків.

Обприскування вапном здійснюється вже за межами шлакової ями.

Для транспортування шлаку на станцію Відвальна використовуються саморозвантажувальні думпкери, зазвичай, 6-вісні безбортні,

вантажопідйомність яких складає 105 тонн, але навантажуються вони (через відсутність бортів) лише до 35 тон (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Навантаження безбортного думпкару шлаком

Вантажопереробка шлаку здійснюється електромостовими кранами, з використанням грейфера вантажопідйомністю 4 т.

1.4 Характеристика станції Відвальна

У думпках шлак перевозиться на станцію Відвальна, де вивантажується у відвал [6].

Відомість парків і колій [6] наведена у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Відомість парків і колій станції Відвальна

Найменування парків або груп колій	№ кол.	Найменування колій	Стрілки, що обмежують колії	Кор. довж., м	Місткість у ваг.
1	2	3	4	5	6
Приймально-відправний парк (23 Піст)	Гол. шлях	Приймальна	50	53	780
	5	Приймальна	52	57	180
Проміжний парк (24 Піст)	2	Приймальна	6	10	257
	3	Приймальна	6	12	316
	18	Витяжна	10	упор	68
Технологічний парк	1	Приймальна	7	22	425
	2	Приймальна	5	24	420
	3	Приймальна	13	20	386
	4	Виставкова	13	26	425
	5	Відстою вагонів	9	упор	94
	6	Відстою вагонів	11	упор	55
	7	Відстою вагонів	11	упор	55
	8	Навантаження вагонів	26	32	195
	10	Витяжна	36	упор	83
	11	Відстою вагонів	32	36	224
	12	Розвантажувальна	30	36	288
	16	З'єднувальна	12	16	3101

При русі по з'єднувальних коліях локомотивом вперед складач поїздів знаходиться в кабіні машиніста на місці помічника, при русі вагонами вперед – іде пішки на відстані 15-20 метрів попереду рухомого складу збоку колії зі сторони машиніста [6].

При осадженні рухомого складу на колії технологічного парку №№1, 2, 3, 4 з боку непарної горловини помічнику машиніста тепловоза – складачу поїздів дозволяється перебувати у сигналів М9, М11, М13 і М21; на коліях №№1, 2, 3, 4 з боку парної горловини - на паркових коліях біля сигналів М36, М38, М40 і М42, в місцях кращої видимості складу і машиніста [6].

При русі составу по фронту вивантаження складач знаходиться попереду составу з протилежного від укусу боку [6].

Подавання вагонів на колії №№10, 11, 12 проводиться без включення автогальм.

Норма кількості думпкарів, при подаванні на фронт кантування по 12 колії залежить від наявності фронту вивантаження, але не повинна перевищувати [6]:

- для сміття - 60 осей або 12 вагонів;
- для доменного шлаку - 72 осі або 18 вагонів;
- для мартенівського шлаку - 108 осей або 20 вагонів

Норма подачі на шлях відстоювання вагонів №11 - до 84 осей або 18 вагонів.

Кантування і маневрова робота по колії №12 одночасно двома і більше локомотивами заборонена. На зазначених тупиках маневрову роботу і вивантаження думпкарів може здійснювати тільки один локомотив [6].

Після вивантаження думпкарів на колії №12 і після постановки їх в транспортне положення, складач поїздів підіймається по сходах на думпкар і оглядає кузов на предмет залишків вантажу [6].

При з'єднанні локомотива з вагонами (спеціальним рухомим складом), коли складач поїздів знаходиться в протилежній стороні составу, обов'язки керівника маневрів в частині контролю за правильністю зчеплення локомотива з вагонами (спеціальним рухомим складом) покладені на машиніста локомотива [6].

В процесі вивантаження (кантування) думпкарів за наявності габаритів несе відповідальність складач поїздів. При неможливості очищення габаритів своїми силами, складач поїздів зобов'язаний повідомити чергового по станції Відвальна для вжиття відповідних заходів [6].

1.5 Аналіз існуючої ситуації та постановка задач дослідження

В ході виконаного аналізу існуючої системи роботи встановлено ряд недоліків:

- на перевезенні використовуються безбортові думпкари, що не дозволяє виконати їх повне навантаження до вантажопідйомності (вантаж починає висипатись з платформи при перевищенні певної висоти навантаження);
- визначення маси вантажу у вагоні здійснюється візуально, що не призводить до негативних наслідків при існуючій системі, оскільки навантаження понад вантажопідйомність неможливе, але при використанні бортових думпкарів, може створювати загрозу безпеці транспортування;
- низький коефіцієнт використання вантажопідйомності думпкарів призводить до збільшення потрібної кількості рухомого складу на маршруті перевезень, збільшуються загальні експлуатаційні витрати на перевезення.

В магістерській роботі пропонується використовувати безбортові думпкери, що дозволить збільшити коефіцієнт використання їх вантажопідйомності та виконувати зважування в процесі навантаження.

Таке рішення підвищить ефективність перевезень шлаку за рахунок зменшення експлуатаційних витрат на доставку.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.1):

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

Встановлюємо інтервал групування за формулою [8]:

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

де $L_{\max}$, $L_{\min}$ – максимальне та мінімальне з ряду.

Виконаємо розрахунки за (2.2):

$$I_{cp} = \frac{16 - 10}{6} = 6.$$

Результати подальшої обробки наведемо в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Обробка варіаційного ряду шлаку

Інтервал, ковші	Кількість спосте- режень, од.	Кількість спосте- режень з накопи- ченням, од.	Відсоток спосте- режень, %	Відсоток спосте- режень з накопи- ченням, %
до 10	31	31	62,0	62,0
11 - 12	8	39	16,0	78,0

Продовження таблиці 2.1

Інтервал	Кількість спостережень	Кількість спостережень з накопиченням	Відсоток спостережень, %	Відсоток спостережень з накопиченням %
12 - 13	2	41	4,0	82,0
13 -14	5	46	10,0	92,0
14 - 15	3	49	6,0	98,0
15 - 16	1	50	2,0	100,0

Коефіцієнт варіації для шлаку визначаємо за формулою [8]:

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

де D – дисперсія;

$\bar{M}$ – математичне очікування.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.3):

$$v = \frac{\sqrt{2,99}}{14,56} = \frac{\sqrt{1,73}}{14,56} \approx 0,1.$$

Коефіцієнт нерівномірності для шлаку визначаємо за формулою [8]:

$$\kappa_{шл} = I + v. \quad (2.4)$$

Виконаємо розрахунки за (2.4):

$$\kappa_{ш} = 1 + 0,10 = 1,1.$$

Розрахунковий змінний вантажопотік шлаку визначається за формулою [8]:

$$Q_{роз} = Q_{шл} \cdot \kappa_{шл}, \quad (2.5)$$

де $Q_{шл}$ – середня кількість ковшів зі шлаком.

Розрахуємо змінний вантажопотік за формулою (2.5):

$$Q_{роз} = 14,56 \cdot 1,1 = 16 \text{ ковшів.}$$

Добовий вантажопотік $Q_{доб} = 16 \cdot 3 = 48$ ковшів.

З метою встановлення відповідності розподілу загальноприйнятим уявленням, проаналізуємо фактичні відхилення від максимального значення 16 ковшів по вищенаведеній вибірці. Отримуємо значення:

4; 0; 2; 0; 4; 3; 0; 0; 4; 2; 0; 1; 0; 1; 1; 2; 2; 0; 1; 0; 0; 0; 0; 2; 0; 1; 3; 2; 0; 0;
0; 0; 2; 1; 5; 1; 0; 4; 2; 1; 6; 5; 0; 5; 0; 0; 0; 4; 1; 0.

На рисунку 2.1 наведено розподіл цих відхилень, який відповідає експоненціальному розподілу, що є поширеним явищем при дослідженні транспортних потоків.

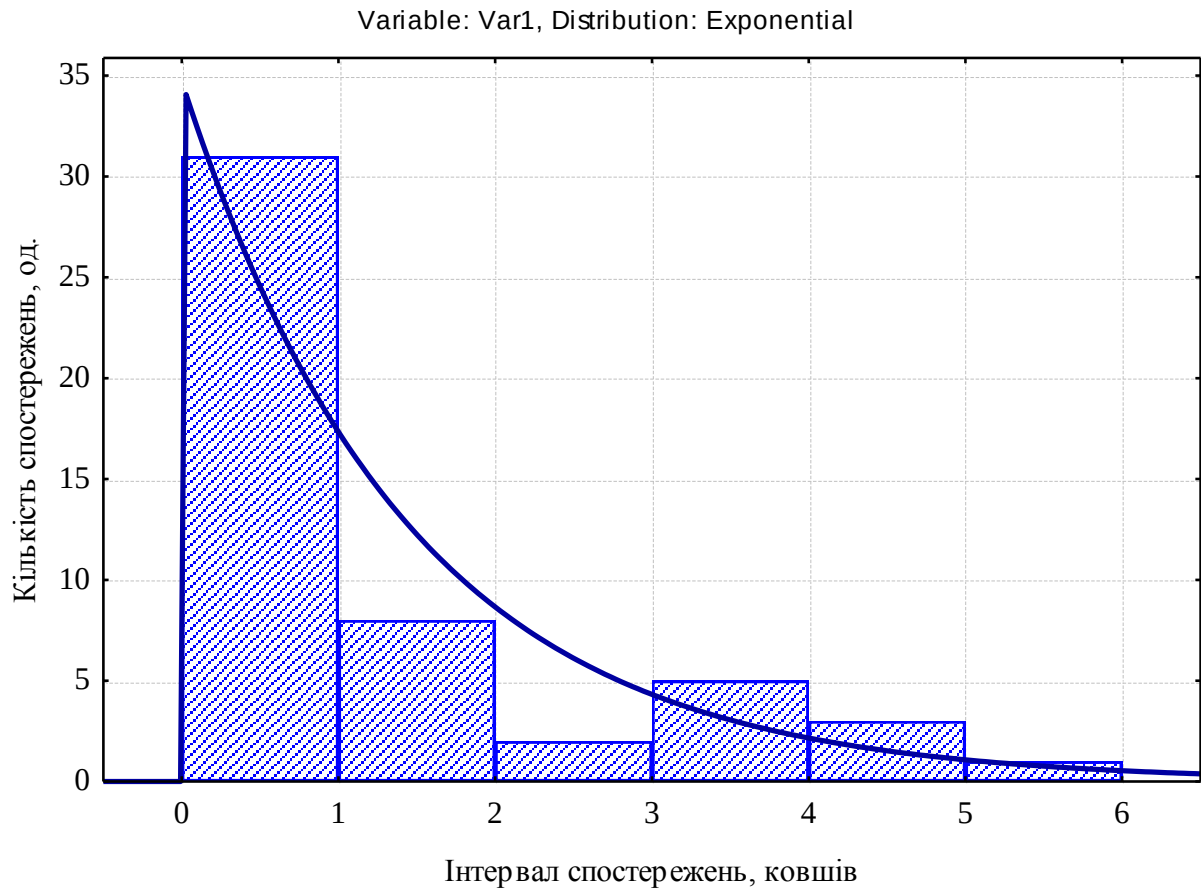


Рисунок 2.1 – Розподіл відхилень від нормативної кількості ковшів (стовпці) та експоненціальний розподіл (лінія)

Окрім виконаного економічного аналізу, необхідним є аналіз планів виробництва сталі та отримання побічного продукту – шлаку.

2.2 Аналіз програми мартенівського виробництва

Металургійне виробництво на Запоріжсталі працює за чіткою системою планування, яка ґрунтується на замовленнях споживачів та параметрах основних виробничих підрозділів.

Згідно плану виробництва сталі мартенівським цехом, місячний обсяг становить $O_{ст} = 336000$ т.

Виходячи з середнього коефіцієнту шлакоутворення $k_{шутв} = 0,092$, розрахункове виробництво шлаку складе:

$$O_{шл} = O_{ст} \cdot k_{шутв} = 336000 \cdot 0,092 = 30912 \text{ т/міс.}$$

Виходячи з цього, розрахункова кількість шлаку на добу:

$$O_{шл \text{ доб}} = O_{шл} / 30,5 = 1014 \text{ т/добу.}$$

Таким чином, кількість ковшів за добу, при середній вазі вантажу у ковші 10,7 т, становить:

$$K_k = O_{шл \text{ доб}} / 10,7 = 95 \text{ ковшів.}$$

Кількість составів за добу при максимальній кількості вагонів у составі 16 од. становить:

$$K_{сост} = K_k / 16 = 95/16 = 5,94 = 6 \text{ составів (по два состави за восьмигодинну зміну).}$$

Уточнена кількість ковшів у составі, од.:

$$K_k = 95/6 = 16 \text{ од.}$$

Таким чином, існуюча виробнича програма співпадає з результатами статистичного аналізу.

Разом з мартенівським шлаком до складу думпкарного поїзду входять вагони з іншими промисловими відходами. Ці вантажі накопичуються на коліях станції Східна та приєднуються до загального складу поїзду на Відвальну.

2.3 Нормування операцій з навантаження шлаку

Тривалість навантаження шлаком визначається за формулою [9]:

$$T = t_{nidg} + \frac{n_{np}}{m} \cdot t_{вант} + t_{закл}, \text{ хв.} \quad (2.6)$$

де n_{np} - кількість вагонів для навантаження шлаку, $n_{np} = 28$ од.;

m – кількість мостових кранів $m = 2$;

t_{nidg} - операції з підготовки, $t_{nidg} = 5$ хв.;

$t_{закл}$ – операції із завершення робіт, $t_{закл} = 5$ хв.;

$t_{вант}$ - час навантаження, розраховується за формулою [9]:

$$t_{вант} = \frac{q_s \cdot 60}{\Pi} + t_{\partial}, \quad (2.7)$$

де $q_{\text{в}}$ – вага вантажу у думпкарі. Вантажопідйомність бортового думпкару становить 105 тон, але місткість кузову – 50 м^3 , при завантаженні до бортів завантаженість становить $50 \text{ м}^3 \cdot 1,8 \text{ т/м}^3 = 90 \text{ т}$, враховуючи можливість додаткового навантаження в середній частині думпкару вантажу понад висоту бортів, приймаємо $q_{\text{в}} = 100 \text{ т}$;

Π – продуктивність крану, т/год.;

$t_{\text{д}}$ – витрати часу на операції, що не входять у основний цикл навантаження, $t_{\text{д}} = 5 \text{ хв}$.

Продуктивність крану визначаємо за формулою [9]:

$$\Pi = \frac{q_{\text{ц}} \cdot 3600}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.8)$$

де $t_{\text{ц}}$ - тривалість циклу роботи, с;

$q_{\text{ц}}$ - вага шлаку, яка переміщується за цикл, т. Визначаємо $q_{\text{ц}}$ за формулою [9]:

$$q_{\text{ц}} = V \cdot \gamma \cdot \varphi_{\text{з}}, \quad (2.9)$$

де V – об'єм грейферу крану, $V = 4 \text{ м}^3$;

γ – насипна щільність шлаку, $\gamma = 1,8 \text{ т/м}^3$.

$\varphi_{\text{з}}$ – коефіцієнт використання місткості грейфера, $\varphi_{\text{з}} = 0,8$.

Для мостового крану тривалість циклу визначаємо за формулою [9]:

$$t_{\text{ц}} = \varphi_{\text{о}} \cdot \left(\frac{H_{\text{но}}}{v_{\text{но}}} + \frac{L_{\text{нв}}}{v_{\text{нв}}} + \frac{L_{\text{нк}}}{v_{\text{нк}}} \right) + t_{\text{з}} + t_{\text{г}}, \text{ с} \quad (2.10)$$

де φ_o – коефіцієнт суміщення операцій, $\varphi_o = 0,8$;

H_{no} – довжина шляху підйому-опускання вантажу за цикл, $H_{no} = 16$ м;

L_{nv} – довжина переміщення вантажного візка крану за цикл, $L_{nv} = 12$ м;

$L_{нк}$ – сумарний шлях переміщення крану за цикл, приймаємо $L_{нк} = 25$ м;

v_{no} , v_{nv} , $v_{нк}$ – відповідно швидкості руху вантажу у вертикальній площині, та горизонтального до вагону, горизонтального уздовж думпкару, з коефіцієнтом 0,9, м/с;

t_3 – час захвату вантажу, $t_3 = 15$ с;

t_6 – час вивільнення вантажу, $t_6 = 8$ с.

Виконаємо розрахунки за (2.10), (2.9), (2.8), (2.7):

$$t_u = 0,8 \cdot \left(\frac{16}{0,8 \cdot 0,9} + \frac{12}{1,1 \cdot 0,9} + \frac{25}{1,7 \cdot 0,9} \right) + 15 + 8 = 64 \text{ с};$$

$$q_u = 4 \cdot 1,8 \cdot 0,8 = 5,76 \text{ т.}$$

$$II = \frac{5,76 \cdot 3600}{64} = 324 \text{ т/год.}$$

$$t_{вант} = \frac{100 \cdot 60}{324} + 5 = 24 \text{ хв.} = 0,5 \text{ год.}$$

За проєктним варіантом за добу необхідно перевезти на станцію Відвальна 1014 т шлаку.

Для цього знадобиться $1014/100 = 11$ шестивісних думпкарів. На підприємстві є 45 бортових думпкарів.

Розрахунок часу навантаження подачі з 11 вагонів за формулою (2.6):

$$T = 5 + \frac{11}{2} \cdot 24 + 5 = 142 \text{ хв. або } 2,4 \text{ год.}$$

Час навантаження шлаку становить 2,4 години.

2.4 Нормування операцій з вивантаження шлаку

Процес вивантаження думпкару складається зі стандартних операцій:

- огляд вагону, при цьому особова увага приділяється положенню кузову та циліндрам розвантажувальної системи (1 хв.);
- з'єднання кінцевих рукавів з сусіднім вагоном (локомотивом) – 0,5 хв.;
- відкриття кінцевого крану розвантажувальної магістралі – 0,3 хв.;
- відкриття кінцевого крану тепловозу та подача повітря до розвантажувальної магістралі – 0,5 хв.;
- переведення крану управління розвантаженням думпкару в верхнє положення до упору – 0,7 хв.;
- нахил кузова – 1 хв.;
- повернення кузова в транспортне положення – 0,5 хв.;
- огляд думпкара після вивантаження – 0,5 хв.

Час вивантаження одного думпкару становить:

$$T_{\text{вивант}} = 1 + 0,5 + 0,3 + 0,5 + 0,7 + 1 + 0,5 + 0,5 = 5 \text{ хв.}$$

Загальний час вивантаження 11 думпкарів становить:

$$T_{\text{заг}} = 11 \cdot 5 = 55 \text{ хв.} = 1 \text{ год.}$$

2.4 Розробка технологічного графіку роботи

За існуючим варіантом до станції Відвальна здійснюється перевезення трьох думпкарних поїздів: два у денну зміну, один – у нічну.

Оскільки для перевезення мартенівського шлаку використовуються безбортові думпкари, кількість вагонів у одному составі, якій навантажується в шихтовому відділенні копрового цеху складає 18 вагонів.

Вага вантажу у 18 вагонах $18 \cdot 30 = 540$ тон. Таким чином, обсяг перевезень за добу вимірюється 34 вагонами ($1014/30 = 34$). Як було зазначено раніше, крім мартенівського шлаку, на Відвальну перевозяться інші промислові відходи, обсяг яких за добу складає у середньому 16 вагонів. Загалом потрібно перевезти 40 вагонів.

Враховуючі обмеження довжини поїзду, за добу необхідно доставити 3 состави: $40 / 18 = 3$ (за існуючим варіантом).

Обмеження ваги поїзду на станцію Відвальна становить 1820 тон для одного локомотива.

За проєктним варіантом необхідно перевезти 11 вагонів мартенівського шлаку та 16 вагонів з іншими відходами, тобто разом – 27 вагонів.

Таким чином, потрібно два рейси – $(11+16)/18 = 2$ состави.

Довжина одного составу приймається 14 вагонів ($27/2$).

Розробимо графік обробки думпкарів на станції Шихта (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Операції по обробці думпкарів на станції Шихта

Операція	Час, хв.
1. Контроль прибуття думпкарного поїзду в повному складі диспетчером (11 вагонів)	0,3
4. Закріплення думпкарів гальмовими башмаками	10,0
5. Відчеплення локомотива	0,6
6. Виїзд локомотива	1,0
7. Переклад стрілок в охоронне положення	1,0
8. Надання вказівки на обробку складу	0,3
9. Технічний огляд (11 вагонів)	11,0
10. Доповідь про закінчення огляду	3,0
11. Вказівки щодо виконання маневрової роботи	0,3
12. Заїзд локомотива, прибирання башмаків, подавання думпкарів на фронт навантаження	10
13. Навантаження думпкарів	142
14. Доповідь про закінчення вантажних робіт, узгодження маневрової роботи	0,5
15. Заїзд локомотива, прибирання башмаків, вивіз думпкарів на колію відправлення, технічний огляд, підготовка маршруту відправлення, передавання документів	15
16. Відправлення поїзду на станцію Підбіркова	1
Загальний час	196

Час руху думпкарів зі станції Шихта на колію №1 станцію Підбіркова складе 10 хвилин.

Технологічний графік обробки думпкарів на станції Підбіркова представлений у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Технологічний графік обробки думпкарів на станції Підбіркова

Операція	Час, хв.
1. Контроль прибуття поїзда в повному складі	0,3
2. Маневри з причеплення групи вагонів з іншими відходами (11 + 3 вагони) та передавання документів	15
3. Включення і випробування автогальм	10,0
4. Приготування маршруту та відправлення поїзду	0,7
Загальний час	26,0

Час руху думпкарів до станції Східна становить 0,2 год., час слідування коліями станції Східна складає 0,2 год.

Час руху від станції Східна до станції Відвальна складає 0,8 год.

Технологічний графік обробки думпкарів на станції Відвальна представлений у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Технологічний графік обробки думпкарів на станції Підбіркова

Операція	Час, хв.
1. Контроль прибуття поїзда в повному складі	0,3
2. Маневри з подавання думпкарів на фронт вивантаження	15
3. Вивантаження думпкарів	60

Продовження таблиці 2.4

Операція	Час, хв.
4. Маневри з прибирання думпкарів з фронту вивантаження	12,0
5. Випробування автогальм	10
6. Приготування маршруту та відправлення поїзду	0,7
Загальний час	98

Час обробки думпкарів на станції Відвальна складає 1,6 години.

Дані для розробки загального графіку обороту думпкарів при вивезенні мартенівського шлаку зведемо до таблиць 2.5 та 2.6.

Таблиця 2.5 – Загальний графік обороту першого обороту думпкарів при вивезенні мартенівського шлаку

Операція	Час, год.
1. Час навантаження думпкарного поїзду на станції Шихта	3,3
2. Рух до ст. Підбіркова	0,2
3. Час обробки думпкарного поїзду на станції Підбіркова	0,5
4. Час руху думпкарного поїзду до станції Відвальна	1,2
5. Час вивантаження думпкарного поїзду на станції Відвальна	1,6

Продовження таблиці 2.9

Операція	Час, год.
6. Рух до станції Східна, відчеплення 3 вагонів	1,2
7. Рух до станції Шихта через станцію Підбіркова	0,6
Загальний час	8,6

Таблиця 2.6 – Загальний графік обороту другого обороту думпкарів при вивезенні промислових відходів

Операція	Час, год.
1. Час обробки думпкарного поїзду на станції Підбіркова	0,5
2. Час руху думпкарного поїзду до станції Відвальна	1,2
3. Час вивантаження думпкарного поїзду на станції Відвальна	1,6
4. Рух до станції Східна	1,2
5. Рух до станції Підбіркова	0,2
Загальний час	4,7

Для розрахунків витрат на роботу локомотиву в економічній частині, час навантаження мартенівського шлаку (2,4 год) вираховуємо з загального часу обороту составів:

$$T_{\text{лок доб}} = 8,6 - 2,4 + 4,7 = 10,9 = 11 \text{ локомотиво-годин/добу.}$$

Час роботи локомотиву за існуючим варіантом становить $3(8,6 - 2,4) = 18,6$ год./добу. Графіки обороту думпкарних поїздів за проектом наведено на рисунках 2.2 та 2.3.

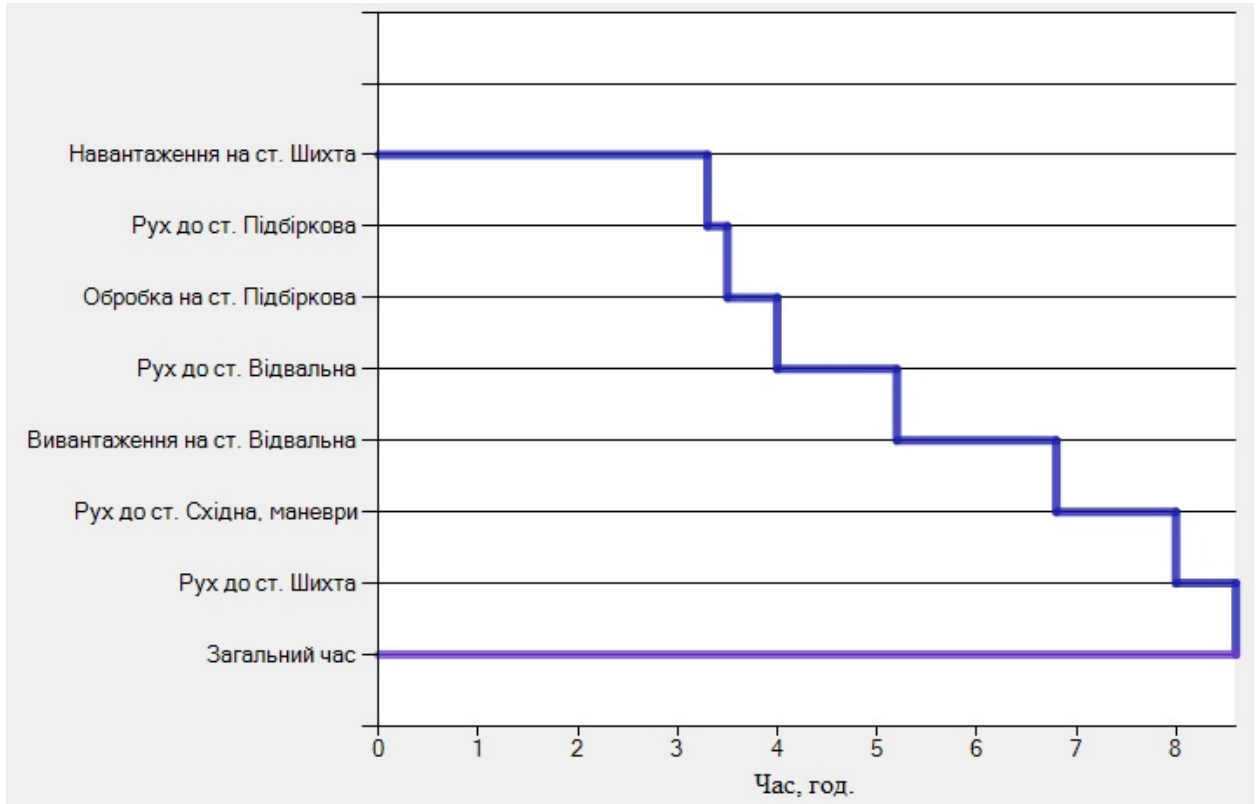


Рисунок 2.2 – Графік обороту першого думпкарного поїзду

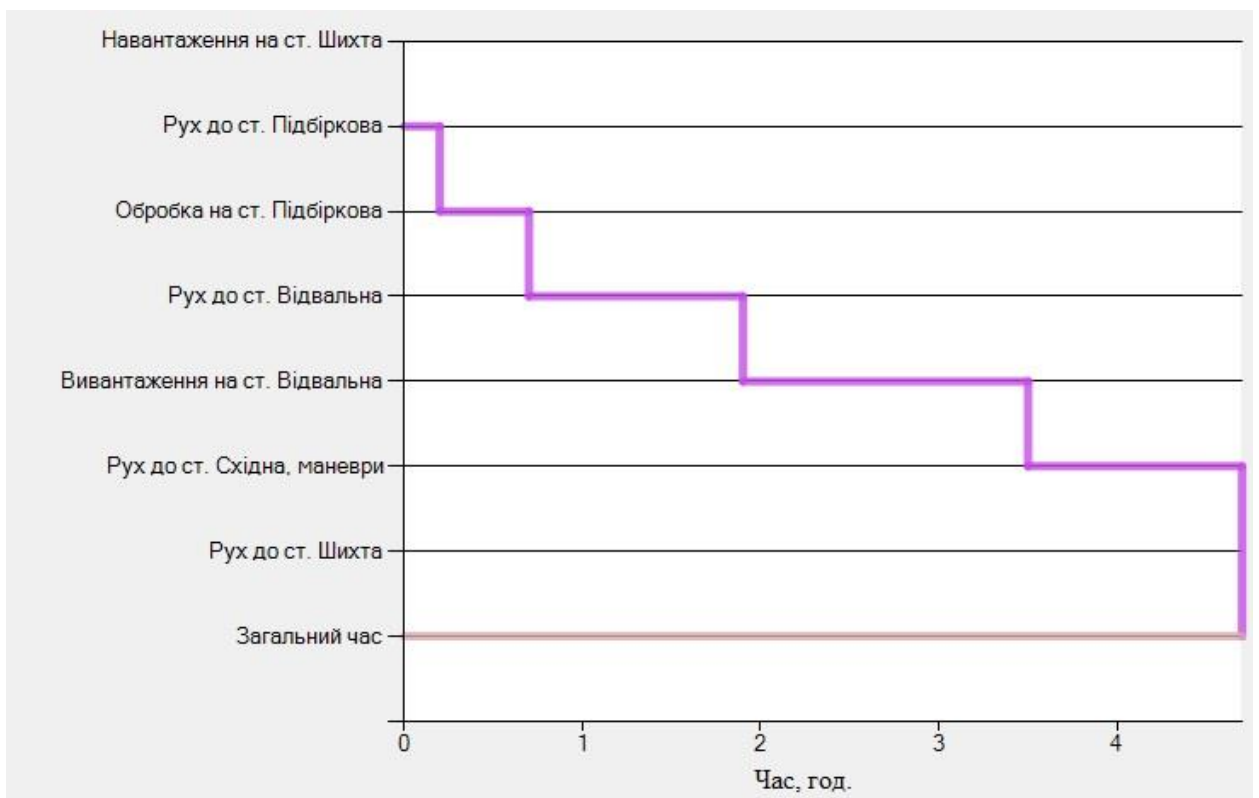


Рисунок 2.3 – Графік обороту другого думпкарного поїзду

Особливістю проєктного варіанту є необхідність більш тривалого охолодження мартенівського шлаку, оскільки при високих температурах він викликає розширення металевих елементів думпкарів та ускладнює відкривання бортів.

Це, в свою чергу, потребує додаткових вантажних робіт по підготовці вантажного фронту злиття ковшів.

За даними підприємства обсяг такої роботи становить 0,2 години на ківш, тобто $95 \cdot 0,2 = 19$ крано-годин на добу.

2.5 Розробка моделі злиття ковшів

У разі збільшення обсягів перевезень мартенівського шлаку до шлакового відділення копрового цеху необхідна перевірка можливості виділення ділянки для додаткового охолодження шлаку. Для цього пропонується використовувати імітаційну [10,11] модель (рисунок 2.4).

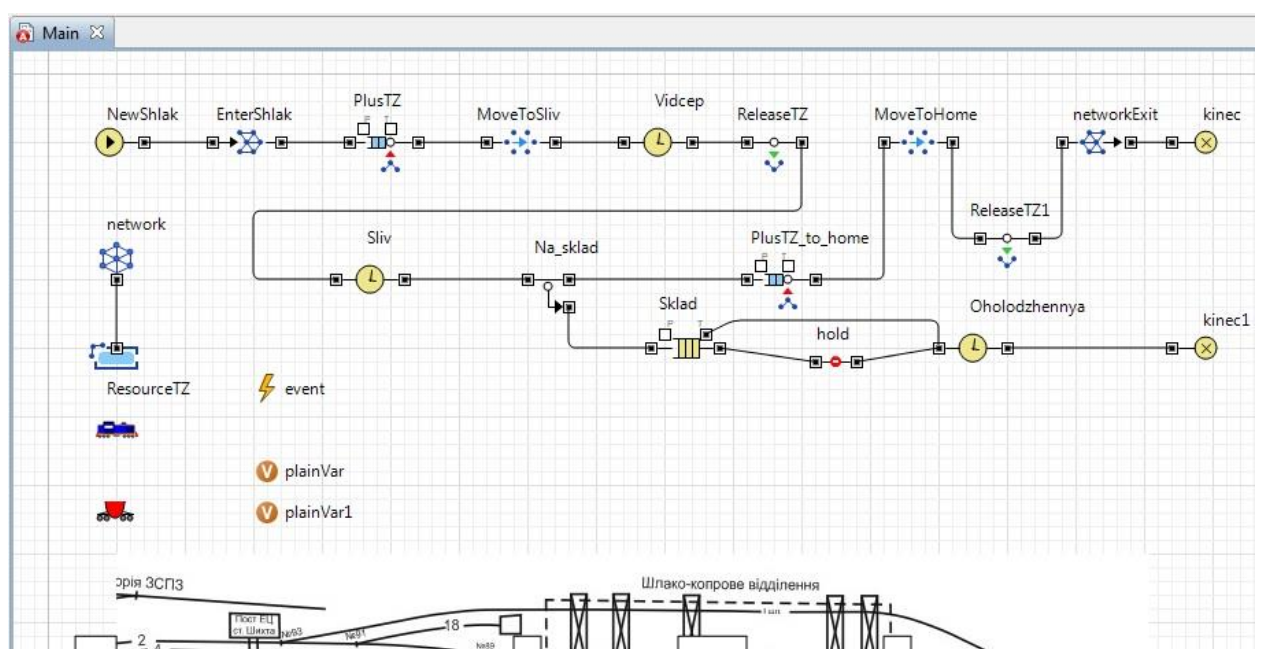


Рисунок 2.4 – Схема імітаційної моделі

Елемент Event через метод inject() кожні чотири години здійснює виклик замовлень – составів зі шлаком (по два состави за восьмигодинну зміну, як розраховано на початку розділу).

Замовлення вводяться елементом EnterShlak до створеною поверх підложки-схеми колійного розвитку мережі network, до якої прив'язуються ресурси-локомотиви ResourceTZ. Ці ресурси приєднують до замовлення елементом PlusTZ та разом направляються елементом MoveToSliv до елемента мережі, який позначає шлакову приймальну траншею (прямокутник у центрі рисунку 2.5).

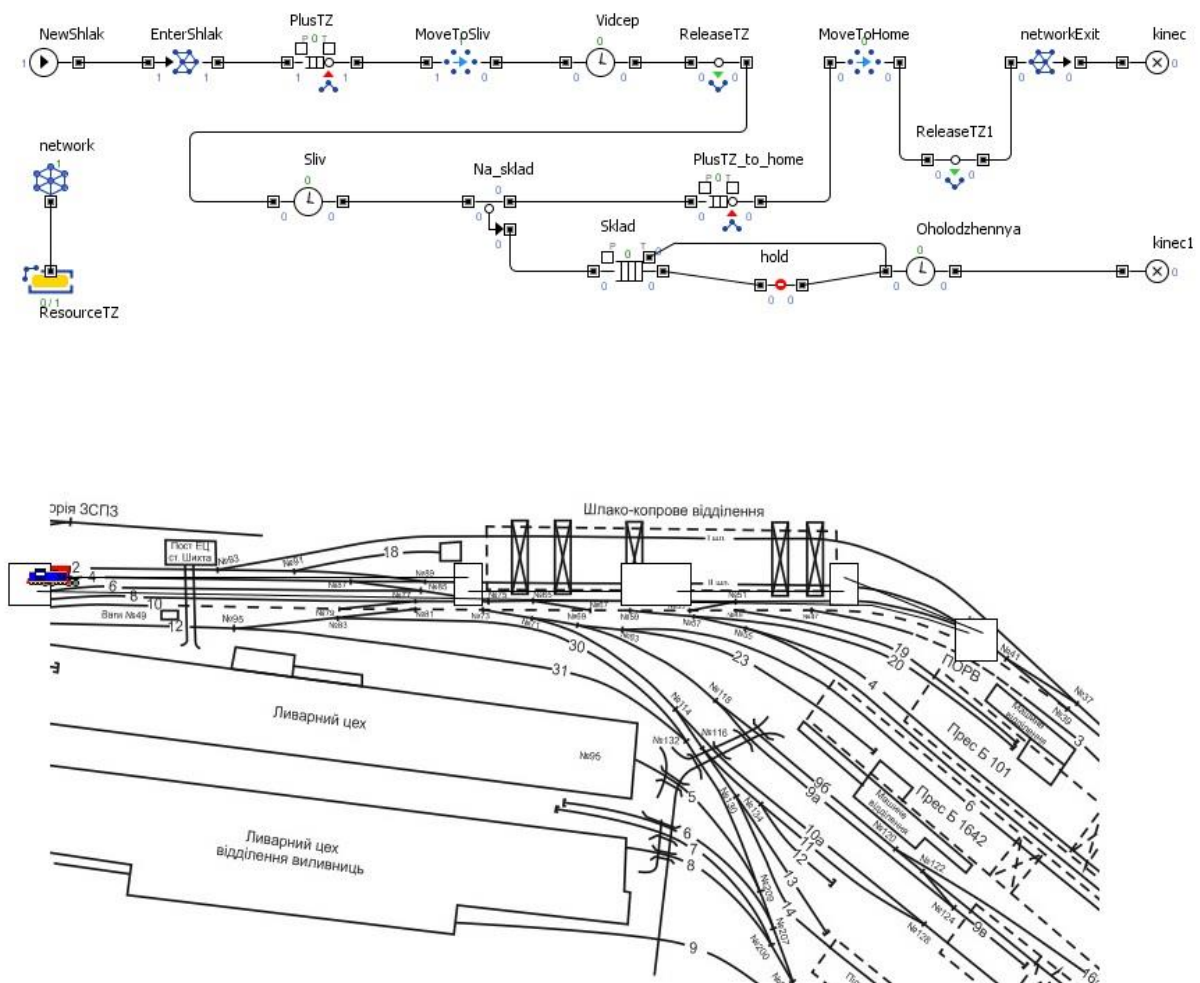


Рисунок 2.5 – Анімаційне поле моделі

Далі елементом Vidсер виконується затримка замовлення разом із ресурсом, чим імітується процес закріплення составу та відчеплення локомотиву. Наступний елемент ReleaseTZ вивільняє ресурс, який повертається до базового місцеположення, заданого в елементі ResourceTZ. Елемент Sliv імітує процес зливання шлаку з ковшів у траншею, шляхом затримки замовлення (на рисунку 2.6 - ківш у полі прямокутника).

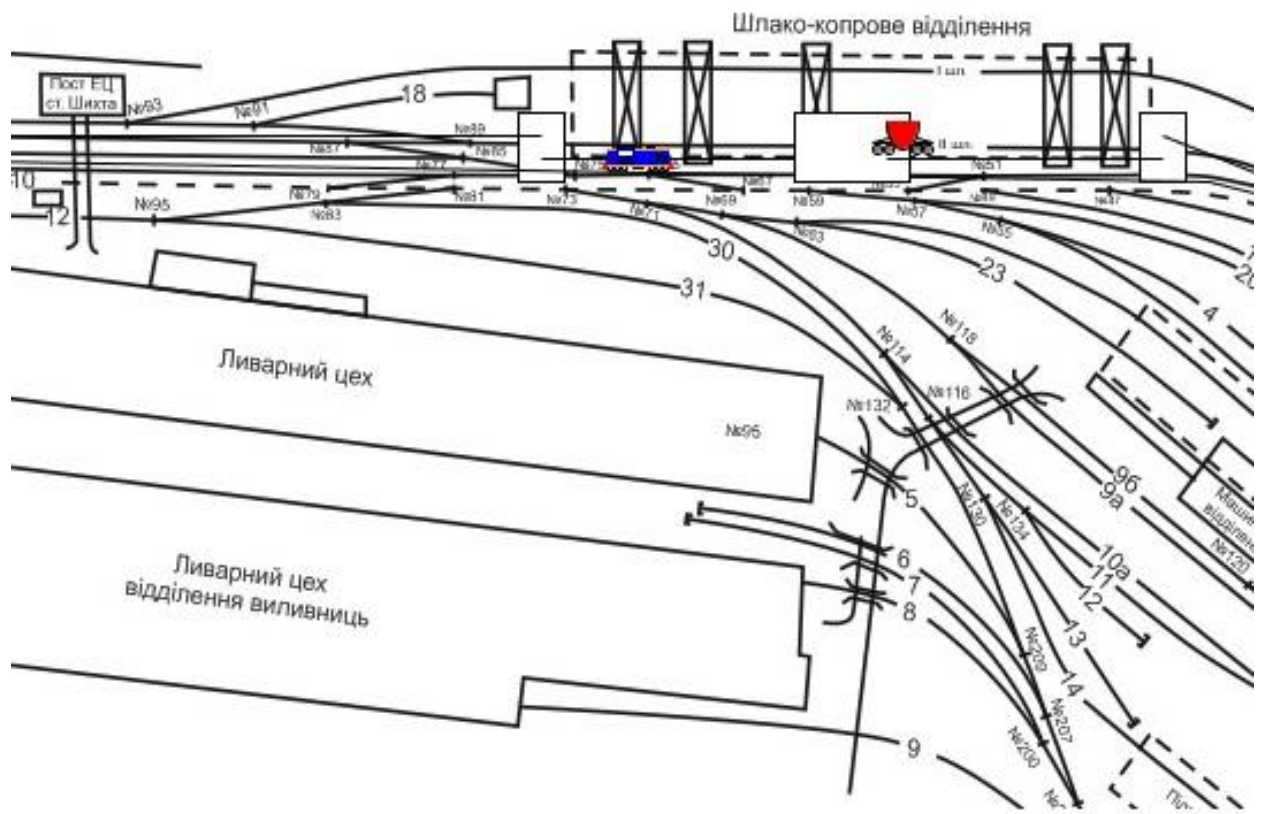


Рисунок 2.6 – Імітація злиття шлаку у приймальну траншею

Елемент Na_Sklad робить копію замовлення, яке потрапляє до черги Sklad, який імітує процес накопичення шлаку у шлаковому відділенні.

Вихід з цієї черги здійснюється за встановленим періодом таймауту, який відповідає необхідному технологічному періоду охолодження.

Спостерігаючи за кількістю замовлень у черзі на кінець роботи програми, можна визначити, чи є технічна можливість в реальних умовах зберігати таку кількість шлаку, оскільки територія шлакового відділення обмежена інфраструктурою копрового цеху.

Рух першого утвореного замовлення, яке імітує рух шлаковозів, після елементу Na_Sklad – об'єкту Plus_TZ_to_home, який знову робить виклик та приєднує до замовлення ресурс-локомотив, які разом за командою елементу MoveToHome спрямовуються до початкового базового пункту.

Елемент ReleaseTZ вивільняє ресурс-локомотив, який відтепер може бути захоплений наступною заявкою.

Елемент NetworkExit виводить заявку з мережі Network, потім вона знищується елементом kіnes.

Програма дозволяє врахувати випадковий характер кількості ковшів у складі составу.

Для цього використовується функція exponential, яка дає можливість генерації числа за експоненціальним розподілом з обмеженням реальними значеннями (від 10 до 16 ковшів) зі зміщенням осі щільності розподілу на 10 одиниць.

Параметр експоненціального розподілу є відношенням одиниці до середнього значення ковшів, яке було встановлене в ході статистичного аналізу – 15 ковшів.

Розроблена програма може бути удосконалена наступним чином:

- може бути розвинута мережа з урахуванням колійного розвитку станції Підбіркова та станції Мартени;
- може бути додані перевезення інших вантажів по станції Шихта (для цього потрібно розвинути мережу у межах цієї станції);
- може бути доданий процес навантаження думпкарів;

- може бути додана анімація та процеси роботи всіх кранів шлакового відділення;
- може бути відображена система станцій Східна, Сілікатна та Відвальна, що дасть найбільш повну картину доставки мартенівського шлаку.

Таким чином, дослідження, які розпочато в даній магістерській роботі, можуть бути продовжені наступними дослідниками.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Магістерською роботою передбачається використання бортових думпкарів для перевезення мартенівського шлаку. Це потребує збільшення обсягу вантажопереробки на шлаковому відділенні, оскільки необхідний більш тривалий період охолодження з метою забезпечення стабільної роботи механізмів відкривання бортів (за високих температур через розширення металу виникають проблеми в їх роботі). Але обсяг завантаження думпкарів з бортами набагато, більш ніж у 3 рази вище за думпкари без бортів. На підприємстві достатня кількість власних думпкарів, щоб забезпечити такі перевезення. Але деякі з них потребують ремонту.

Технологічні показники проєктного варіанту у порівнянні з базовим наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технологічні показники проєктних варіантів

№ з/п	Показник	Базовий варіант	Проектний варіант №1
1	Час роботи локомотивів год./добу	19	11
2	Режим роботи	цілодобовий	цілодобовий
3	Кількість вагонів в експлуатації, од.	40	27
4	Збільшення обсягу роботи кранів, год./добу	-	19
5	Капітальні витрати на ремонт думпкарів, грн.	-	650000

3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат за базовим варіантом

Експлуатаційні витрати по базовому варіанту визначаємо за формулою [12]:

$$Z_{\text{екс}}^{\delta} = Z_{\text{лок}}^{\delta} + Z_{\text{ваг}}^{\delta}, \quad (3.1)$$

де $Z_{\text{лок}}^{\delta}$ - витрати на експлуатацію тепловозів, грн;

$Z_{\text{ваг}}^{\delta}$ - витрати на утримання думпкарів, грн.

Витрати на експлуатацію тепловозів при перевезенні шлаку визначаються за формулою [12,13]:

$$Z_{\text{лок}}^{\delta} = N_{\text{лок}}^{\delta} \cdot T_p^{\text{лок}} \cdot C_{\text{год}}^{\text{лок}}, \quad (3.2)$$

де $N_{\text{лок}}^{\delta}$ - кількість тепловозів, задіяних на перевезенні шлаку, од.;

$T_p^{\text{лок}}$ - час роботи одного тепловозу протягом року, $T_p^{\text{лок}} = 19 \cdot 365 = 6935$ год;

$C_{\text{год}}^{\text{лок}}$ - собівартість локомотиво-години роботи, грн/год.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.2):

$$Z_{\text{лок}}^{\delta} = 1 \cdot 6935 \cdot 614,68 = 4262805,8 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання думпкарів визначаються за формулою [12]:

$$Z_{ваг}^{\delta} = T_{np}^{\delta} \cdot C_{доб}, \quad (3.3)$$

де T_{np}^{δ} - загальний час використання думпкарів, $T_{np}^{\delta} = 40 \cdot 365 = 14600$ вагонодіб;

$C_{доб}$ - вартість витрат на утримання думпкарів, грн/добу. $C_{доб} = 574,8$ грн/добу.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.3):

$$Z_{ваг}^{\delta} = 14600 \cdot 574,8 = 8392080 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки експлуатаційних витрат доставки шлаку думпкарами за базовим варіантом за формулою (3.1):

$$Z_{екс}^{\delta} = 4262805,8 + 8392080 = 12654885,8 \text{ грн.}$$

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на доставку шлаку бортовими думпкарами за проєктним варіантом

Експлуатаційні витрати по проєктному варіанту визначимо за формулою [12]:

$$Z_{екс}^{np} = Z_{лок}^{np} + Z_{ваг}^{np} + Z_{кран}^{np}, \quad (3.4)$$

де $З_{лок}^{np}$ - витрати на експлуатацію тепловозів при перевезенні шлаку за проєктним варіантом, грн.;

$З_{ваг}^{np}$ - витрати на утримання думпкарів за проєктним варіантом, грн.

Витрати на експлуатацію тепловозів відповідно до формули (3.2) становлять ($T_{np}^6 = 11 \cdot 365 = 4015$ з таблиці 3.1):

$$З_{лок}^{np} = 4015 \cdot 614,68 = 2467940,2 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання думпкарів місцевого парку визначаються за формулою (3.3), де загальний час використання думпкарів $T_{np}^{np} = 27 \cdot 365 = 9855$ діб:

$$З_{ваг}^{np} = 9855 \cdot 574,8 = 5664654 \text{ грн.}$$

Витрати на додаткову роботу кранів розрахуємо за формулою [12]:

$$З_{кран}^{np} = T_{кран}^{дод} \cdot C_{кран}, \quad (3.5)$$

де $T_{кран}^{дод}$ - час додаткової роботи кранів, $T_{кран}^{дод} = 19 \cdot 365 = 6935$ краногодин;

$C_{кран}$ - вартість години роботи електромостового крану, приймаємо $C_{кран} = 461,71$ грн/год.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.5):

$$Z_{\text{кран}}^{\text{нр}} = 6935 \cdot 461,71 = 3201958,85 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки експлуатаційних витрат по доставці шлаку думпкарами за проектним варіантом за формулою (3.4):

$$Z_{\text{екс}}^{\text{нр}} = 2467940,2 + 5664654 + 3201958,85 = 11334553,05 \text{ грн.}$$

3.3 Розрахунок економічних показників проектного рішення

Економія експлуатаційних витрат при доставці шлаку у бортових думпках розраховується за формулою [12]:

$$E = Z_{\text{екс}}^{\text{б}} - Z_{\text{екс}}^{\text{нр}}, \quad (3.6)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.6):

$$E = 12654885,8 - 11334553,05 = 1320332,75 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних витрат на ремонт вагонів визначається за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{доо}}}{E}. \quad (3.7)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.7):

$$T_{ок} = \frac{650000}{1320332,75} = 0,5 \text{ року.}$$

Термін окупності капітальних витрат на ремонт думпкарів досить короткий, що підтверджує ефективність проєктного рішення.

Дані економічних показників представимо в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Техніко-економічні розрахунки

№ з/п	Показник, грн.	Базовий варіант	Проектний варіант	Відхилення база - проєкт
1	Капітальні витрати на ремонт думпкарів	-	650000	650000
2	Витрати на експлуатацію тепловозів	4262806	2467940	-1794866
3	Витрати на утримання думпкарів	8392080	5664654	-2727426
4	Додаткові витрати на експлуатацію кранів	-	3201959	3201959

Продовження таблиці 3.2

№ з/п	Показник, грн.	Базовий варіант	Проектний варіант	Відхилення база - проєкт
5	Загальні експлуатаційні витрати	12654886	11334553	-1320333
6	Економія, експлуатаційних витрат	-	1320333	-
7	Термін окупності, років	-	0,5	-

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В роботі з дослідження ефективності доставки мартенівського шлаку у відвал в умовах зміни технології підготовки вантажу до перевезень проводиться аналіз потенційних небезпек, які можуть підстерігати дослідника під час збору статистичних даних та розроблені заходи по їх усуненню.

На основі аналізу транспортної системи, яка розглядається в проекті, виявлені наступні небезпечні та шкідливі фактори, здатні привести до травм та нанести збитків навколишньому середовищу.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Встановлені такі потенційні небезпеки:

- при навантаженні вагонів можливе зсипання мартенівського шлаку на дослідника, внаслідок знаходження його в небезпечній зоні, що призведе до травмування;
- можливість наїзду залізничного складу на дослідника, який знаходиться близько біля рухомого складу та веде спостереження за транспортно-технологічним процесом при подаванні вагонів на фронт вивантаження, що призведе до травмування;
- під час підймання (спускання) дослідника до (з) естакади для спостереження заходом вантажних робіт в цеху, можливе його падіння внаслідок несправності поручнів, сходинок або через особисту неувагу дослідника, що призведе до травмування;

- при роботі в холодний період, можливе переохолодження дослідника. В теплу пору - перегрів. Все це призводить до хвороби;
- з-за кантування думпкарів не по фронту вивантаження, можливе попадання мартенівського шлаку на дослідника та інших працівників з-за недостатнього освітлення в темну пору, що може призвести до травмування робітників та дослідника;
- при розвантаженні думпкарів, можливий шкідливий вплив пилу від залишків мартенівського шлаку на організм дослідника й робітників, що шкідливо впливає на дихальні шляхи робітників;
- виникнення пожежі на локомотиві з-за короткого замикання електропроводки та через відповідне її перегрівання, може привезти до загибелі робітників. Можливість виникнення пожежі через недотримання Правил з пожежної безпеки.
- при обробці статистичних даних на комп'ютері можливе виникнення важкості та напруженості праці, та можуть діяти інші фактори санітарно-гігієнічного характеру (освітлення, мікроклімат, шум та інші).

Заходи щодо усунення даних небезпек [14-16] представлені на презентації.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі розглянуто можливість використання бортових думпкарів для перевезення мартенівського шлаку.

Це потребує збільшення обсягу вантажопереробки на шлаковому відділенні, оскільки необхідний більш тривалий період охолодження з метою забезпечення стабільної роботи механізмів відкривання бортів (за високих температур через розширення металу виникають проблеми в їх роботі).

Але обсяг завантаження думпкарів з бортами набагато, більш ніж у 3 рази вище за думпкари без бортів. На підприємстві достатня кількість власних думпкарів, щоб забезпечити такі перевезення. Але деякі з них потребують ремонту.

В ході роботи був виконаний статистичний аналіз, встановлено розподіл випадкового значення кількості ковшів з мартенівським шлаком, які надходять двічі на восьмигодинну зміну до шлакового відділення копрового цеху.

В копровому цеху виконується злиття шлаку у траншею та його переробка. Встановлені тривалості транспортних та технологічних операцій, побудовано технологічні графіки роботи.

Для визначення можливості виконання запропонованої проєктом додаткової операції з охолодження шлаку, була розроблена імітаційна модель.

Дана модель імітує процес надходження шлаку до приймальної траншеї та ступінь її заповнення. Запропоновані шляхи подальшого удосконалення даної програми. Модель враховує випадковий характер надходження шлаку та у разі збільшення його обсягів дозволяє оцінити можливість охолодження.

В економічній частині виконані відповідні розрахунки витрат на експлуатацію тепловозів, утримання думпкарів та додаткові витрати на експлуатацію кранів при переміщенні шлаку в зону додаткового охолодження.

Економія експлуатаційних витрат становить 1320333 грн.

Розроблені також заходи з охорони праці.

.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2020. – Режим доступу: <https://www.zaporizhstal.com> (дата звернення 30.09.2020) – «Запоріжсталь».
2. Мовчан В.П. Основи металургії / В.П. Мовчан, М.М. Бережний. – Дніпропетровськ: Пороги, 2001. – 336 с.
3. ТРА станції Шихта ПАТ «Запоріжсталь». – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2019. – 34 с.
4. Єдиний технологічний процес роботи станції примикання Запоріжжя-Ліве та під'їзної колії ПАТ «Запоріжсталь». – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2017. – 180 с.
5. Міжцехова інструкція по взаємодії працівників копрового, ливарного, механічного цехів, ЦРМО-4, ЦТНС, ЦВП, ВТК, ЦТВС, ЦРРС УЗТ с робітниками станції Шихта ЦЕ УЗТ при обслуговуванні залізничними перевезеннями. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2018. – 36 с.
6. ТРА станції Відвальна ПАТ «Запоріжсталь». – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2017. – 24 с.
7. ТРА станції Підбіркова ПАТ «Запоріжсталь». – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2016. – 41 с.
8. Бабушкін Г. Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті / Г.Ф. Бабушкін. - Київ.: ІСДО, 1993. – 190 с.

9. Гриневич, Г.П. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте / Г.П. Гриневич. – М.: Транспорт, 1981. – 343 с.
10. Ivanov D. (2017). Operations and supply chain simulation with AnyLogic: Decision-oriented introductory notes for master students. 2-nd Edition, E-Textbook, Berlin School of Economics and Law (preprint).
11. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грінь Д. С., 2015. – 264 с.
12. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Основи економіки транспорту» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл.: ст. викл. Харченко Т.В. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 36 с.
13. Економіка залізничного транспорту [Текст]: підручник / за ред. Ю. В. Кулаєва, Ю. С. Бараша, М. В. Гненного; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2014. - 480 с.
14. Лазуткін М. І., Журавель М. О. 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 : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС.
15. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила)

- 16.ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. [Чинний від 1998-12-10]. К. : МОЗ України, 1998. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2445>. (Державні санітарні правила та норми)