

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

Кафедра транспортних технологій
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДВАНТАЖЕННЯ
І ДОСТАВКИ В ПОРТ ПРОКАТУ У РУЛОНАХ В УМОВАХ
ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Виконав: студент II курсу, групи Тз-313м
спеціальності (напряму підготовки)

275 «Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)»
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Кудак Б.Р.
(прізвище та ініціали)

Керівник Каплуновська А.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Артюх О.М.
(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя

2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет машинобудівний інститут, транспортний факультет
Кафедра транспортних технологій
Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) магістр
Спеціальність 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»
(код і назва)
Напрямок підготовки 27 «Транспорт»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри транспортних технологій

проф. С.М. Турпак

23 11 2018 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Кудаку Богдану Руслановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження технологічного процесу відвантаження і доставки в порт прокату у рулонах в умовах ПАТ «Запоріжсталь»
керівник проекту (роботи) Каплуновська А.М., ст. викладач

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 23 листопада 2018 року № 361

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 03.12.2018р.

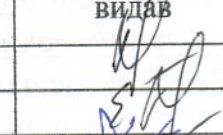
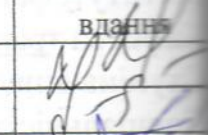
3. Вихідні дані до проекту (роботи) схема технологічного процесу відвантаження металопрокату; існуючі вантажопотоки; технічні характеристики транспортних засобів механізмів; існуючий технологічний процес транспортування металопрокату в порт автотранспортом, техніко-економічні показники існуючих технологічних процесів відвантаження і перевезення автотранспортом.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Аналітична частина. 2 Основна частина. 2.1 Розробка проектної ТТС. 2.2 Дослідження параметрів металопрокату. 2.3 Статистичний аналіз параметрів завантаження автотранспорту. 2.4 Дослідження вантажопотоків металопрокату в рулонах. 2.5 Організація відвантаження металопрокату в рулонах. 2.6 Вибір засобів транспортування металопрокату в рулонах. 2.7 Розрахунок тривалості виконання вантажних операцій. 2.8 Організація завантаження металопрокату в рулонах в порт. 2.9 Розробка імітаційної моделі для перевірки проектних рішень. 3 Економічна частина. 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

1 Схема ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь». 2. Існуюча ТТС відвантаження і завантаження в порт металопрокату в рулонах. 3. Проектна схема відвантаження і завантаження в порт металопрокату в рулонах. 4. Гістограма емпіричного розподілу маси гарячекатаних рулонів. 5. Гістограма емпіричного розподілу маси холоднокатаних рулонів. 6. Спеціалізований напівпричіп Schmitz S.CS COOL для транспортування металопрокату у рулонах. 7. Схеми розміщення рулонів різної маси в напівпричепі. 8. Технологічний графік роботи автопоїздів за варіантами. 9. Схема імітаційної моделі роботи автопоїздів. 10. Анімаційне представлення імітаційної моделі. 11. Техніко-економічні показники

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання 03.09.2018 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Кудак Б.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Каплуновська А.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 119 с., 7 рис., 25 табл., 24 посилання, 2 додатки.

Об'єктом дослідження є існуюча технологія й організація відвантаження й перевезення з металургійного комбінату «Запоріжсталь» у Запорізький річковий порт гарячекатаних рулонів металопрокату.

Ціль дослідження – вивчення й аналіз існуючої системи організації відвантаження з підприємства і завезення в річковий порт автотранспортом металопрокату в рулонах.

Завданням дослідження є розробка пропозицій по вдосконалюванню технологічного процесу відвантаження із ЦХП 1 та автомобільних перевезень рулонів металопрокату.

Методи дослідження – графоаналітичний, математичної статистики й розрахунки на ЕОМ.

В роботі виконано дослідження технологічного процесу відвантаження й автомобільних перевезень металопрокату в рулонах виробництва «Запоріжсталь». На основі детального аналізу розроблені пропозиції по концентрації відвантаження прокату на одному вантажному фронті (тупик 27 ЦХП 1), розташованому в безпосередній близькості від складу гарячекатаних рулонів. Цей захід дозволяє уникнути велику кількість перевалок рулонів при подачі зі складу на вантажний фронт та зосередити автомобільний вантажний фронт в одному місті. Обрано захват для кантування рулонів із вертикального положення у горизонтальне для подальшого транспортування, що дозволяє підвищити схоронність прокату при перевезенні та виконанні перевантажувальних операцій. Розроблено модель роботи автотранспорту при доставці рулонів в порт.

ЦЕХ ХОЛОДНОГО ПРОКАТУ, ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЙНИЙ ПРОЦЕС, ВІДВАНТАЖЕННЯ, ГАРЯЧЕКАТАНИЙ РУЛОН, ВАНТАЖОПЕРЕРОБКА, ДОСТАВКА, ПЕРЕКРИТТЯ, КАНТУВАЧ, ГРАФІК РУХУ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ГРАФІК, ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

ЗМІСТ

Завдання на дипломне проектування.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	9
1.1 Загальні відомості про підприємство ПАТ «Запоріжсталь».....	9
1.2 Структура виробництва ПАТ «Запоріжсталь».....	10
1.3 Загальна характеристика генерального плану підприємства та транспор- тної мережі.....	12
1.4 Характеристика автомобільного транспорту комбінату.....	16
1.5 Характеристика виробничого технологічного процесу ЦХП-1.....	18
1.6 Транспортна характеристика металопрокату.....	20
1.7 Дослідження існуючого технологічного процесу відвантаження металоп- рокату у рулонах на автотранспорт та доставки в порт	27
1.8 Дослідження технологічного процесу перевезення металопрокату в ру- лонах з ПАТ «Запоріжсталь» у річковий порт	30
1.9 Дослідження існуючої технології вантажопереробки металопрокату в рулонах в Запорізькому річковому порту	34
1.10 Постановка задач дослідження.....	35
2 Проектна частина.....	38
2.1 Розробка проектної транспортно-технологічної схеми відвантаження і перевезення автотранспортом металопрокату у рулонах.....	38
2.2 Дослідження параметрів металопрокату в рулонах ПАТ «Запоріжсталь».....	40
2.3 Статистичний аналіз параметрів завантаження автотранспорту	44
2.4 Дослідження вантажопотоків металопрокату в рулонах.....	49
2.5 Організація відвантаження металопрокату у рулонах.....	49
2.5.1 Визначення продуктивності та річного фонду робочого часу механізмів при переробці металопрокату в рулонах у ЦХП 1.....	49
2.5.2 Організація вантажопереробки металопрокату в рулонах в Запорізько- му річковому порту.....	55

2.6 Вибір засобів транспортування металопрокату в рулонах з ПАТ «Запоріжсталь» у річковий порт.....	58
2.7 Розрахунок тривалості виконання вантажних операцій.....	60
2.8 Організація завезення металопрокату у рулонах в річковий порт автотранспортом за варіантами	64
2.9 Розробка імітаційної моделі для перевірки проектних рішень	68
3 Економічна частина.....	73
3.1 Обґрунтування техніко-економічних розрахунків.....	73
3.2 Розрахунок додаткових капітальних вкладень за проектом.....	75
3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат на відвантаження металопрокату в рулонах на автотранспорт в ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь».....	77
3.4 Розрахунок експлуатаційних витрат на доставку металопрокату в рулонах в річковий порт автотранспортом	89
3.5 Визначення річної економії експлуатаційних витрат.....	96
3.6 Розрахунок дисконтованого доходу й терміну окупності за проектом.....	97
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	100
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	100
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	102
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	104
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	106
4.5 Заходи з безпеки у надзвичайній ситуації.....	107
4.6 Висновки з розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»	108
Висновки.....	110
Перелік посилань.....	114
Додаток А Статистичний аналіз параметрів вантажних місць.....	117
Додаток Б Розрахунок проектних вантажопотоків.....	119

ВСТУП

Важливу роль для забезпечення життєдіяльності людства грає продукція з металу. Для будівельних цілей використовується металопрокат, що має широке застосування, прийнятну ціну при своїх характеристиках. Залежно від розміру й форми його використовують для спорудження будинків, або виробництва деталей, вузлів, заготівель, машин, у літако- і автобудуванні. Він легкий в обробці, витримує перепади температур і навантаження.

У будівельній сфері для створення унікальних, міцних і високотехнічних будинків і споруджень неможливо обійтися без продукції, що зроблена з металу. Метал знаходить застосування в різних сферах будівництва – його використовують для виготовлення вузлів і деталей, різної складності заготівель, для створення нових моделей машин тощо. У металу величезна кількість вигідних для експлуатації властивостей, серед яких особливо можна виділити його легкість при обробці, а також неймовірну, у порівнянні з іншими видами матеріалів, стійкість до перепадів температур і важких навантажень.

ПАТ «Запоріжсталь» займає одне із провідних місць у металургійній галузі України й входить до складу найбільшої гірничо-металургійної компанії – групи Метінвест.

У 2017 році комбінат «Запоріжсталь» виробив 4,2 млн. т чавуну, 4,07 млн. т сталі, 1,2 млн. т прокату.

Спеціалізація комбінату – сталевий гарячекатаний рулон і лист, холоднокатаний лист, рулон з вуглецевих і низьколегованих сталей, а також сталевана смуга, чорна жерсть, гнутий профіль.

З розвитком економічних зв'язків особливу актуальність одержала проблема вдосконалювання організації руху вантажопотоків. Це викликано тим, що транспорту в економічній діяльності відведена досить важлива роль. Від його роботи залежить якість, ефективність і розвиток економічних зв'язків. У

сучасних умовах господарювання до транспортного забезпечення висуваються нові вимоги.

Транспортна індустрія прагне відповідати пропонованим їй новим вимогам з боку користувачів. У логістичному ланцюзі, тобто ланцюзі, по якому проходять товарний й інформаційний потоки від постачальника до споживача, виділяються такі головні ланки:

- зниження капітальних витрат;
- поставки матеріалів, сировини й напівфабрикатів;
- виробництво товарів;
- зберігання товарів на стадії закупівлі;
- розподіл і відправлення товарів зі складу готової продукції гуртовикам і посередникам.

Процес матеріально-технічного постачання підприємства також у цей час змінився. Виробництво, покупка й продаж або поставка товарів вже не мають на увазі використання створених заздалегідь запасів. Поставки сировини або готових виробів у цей час здійснюються саме в той момент, коли вони необхідні. При цьому запаси скорочуються до мінімуму, і на транспортних операторів лягає відповідальність за забезпечення необхідних запасів.

У магістерській роботі виконується дослідження технологічного процесу відвантаження металопрокату в рулонах з цеху холодного прокату на автотранспорт та завезення його в Запорізький річковий порт для подальшої доставки на підприємства закордонних споживачів та розробка заходів з підвищення ефективності цих процесів.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні відомості про підприємство ПАТ «Запоріжсталь»

ПАТ «Запоріжсталь» займає одне із провідних місць у металургійній галузі України й входить до складу найбільшої гірничо-металургійної компанії – групи Метінвест. «Запоріжсталь» чітко тримає курс на підвищення ефективності виробництва, модернізацію встаткування, а також створення й поліпшення безпечних умов праці для співробітників.

Комбінат «Запоріжсталь» виробляє сталевий гарячекатаний рулон й лист, холоднокатаний лист і рулон з вуглецевих, низьколегованих сталей, гнутий профіль, а також сталеву стрічку й чорну жерсть [1].

Висока якість продукції підприємства підтверджується попитом на неї на внутрішньому й зовнішньому ринках. Вона затребувана більш ніж в 50 країнах миру (Туреччина, Італія, Польща, Росія, Сирія, Ізраїль, Болгарія, Ефіопія, Нігерія й інші), а стратегічним напрямком збутової політики комбінату залишається український ринок. В 2015 році комбінат виробив 3807,8 тис. т чавуну, 3979,5 тис. т стали й 3354,0 тис. т прокату.

Дотримуючись принципів орієнтування на клієнтів й підвищення конкурентоздатності своєї продукції на світових ринках металу, ПАТ «Запоріжсталь» в 2015 році освоїв виробництво сталі з більш високим гарантованим вмістом алюмінію. Нова продукція по своїх технічних характеристиках відповідає вимогам європейського стандарту EN 10025-1:200. Нова марка стали затребувана європейськими виробниками трубної продукції, тому що підвищує міцність і довговічність оцинкованих труб. Серед споживачів ключовий клієнт комбінат – світова компанія Marcegaglia (Італія).

Для реалізації поставлених цілей ПАТ «Запоріжсталь» послідовно вирішує наступні стратегічні завдання:

- виробництво високоякісної металопродукції, що задовольняє потребам клієнтів;

- модернізація й реконструкція основних виробничих фондів;
- впровадження передових технологій й інновацій;
- досягнення лідируючих позицій в області виробництва, керування й організації бізнесів-процесів;
- забезпечення промислової безпеки, здорових і безпечних умов праці;
- скорочення техногенного впливу на навколишнє середовище.

МК «Запоріжсталь» веде масштабну модернізацію й реконструкцію виробничих потужностей.

В 2012 році була уведена в експлуатацію установка по вдмухуванню пиловугільного палива в доменному цеху й реконструйована агломераційна машина № 1. В 2013 році уведена в дію нова агломераційна машина № 1 з високоефективним газоочищенням, що забезпечує концентрацію пилу на виході установки не більше 50 мг/м^3 , абсорбери сприяють зниженню концентрації SO_2 (сірчисті ангідриди) у газах, що відходять, до 400 мг/м^3 , що відповідає європейським нормам.

В 2014 році модернізована доменна піч № 4, побудовані нова лінія соляно-кислотного травлення в ЦХП № 1 і нове газоочищення на агломераційній машині № 2. Крім того, у програму модернізації підприємства входять реконструкція газоочищення агломераційних машин № 3 - № 6, відбудовні ремонти доменних печей № 3 й № 5 і будівництво нової турбоповітродувки. Також у перспективних планах підприємства перехід до конвертерного способу виплавки стали.

1.2 Структура виробництва ПАТ «Запоріжсталь»

Виробничі потужності «Запоріжсталь» становлять [1]:

- агломераційний цех (6 агломераційних машин);
- доменний цех (4 доменні печі);
- мартенівський цех (7 мартенівських печей й 1 двованний сталеплавильний агрегат);

- цех підготовки сполук;
- ливарний цех;
- обтискний цех;
- цех гарячої прокатки тонкого листа;
- цех холодної прокатки № 1;
- цех холодної прокатки № 3.

В агломераційному цеху комбінату виробляється основний залізорудний агломерат. Практично всі процеси виробництва агломерату автоматизовані.

Доменне виробництво щорічно виплавляє порядку 3,5 млн. т чавуну. Відмінною рисою чавуну виробництва МК «Запоріжсталь» є низький вміст у ньому сірки й фосфору.

Виробництво мартенівського цеху становить близько 4,0 млн. т сталі/рік. Мартенівські печі використовують природний газ. Сталь продувається киснем й аргонном. Виплавлена сталь розливається в злитки масою до 18,6 т, які використовуються для виробництва листового прокату.

Ливарне виробництво є базою для одержання литих заготівель запчастин і змінного металургійного встаткування для цехів комбінату й сторонніх споживачів, до складу якого входить спеціалізоване відділення з виробництва виливниць. Проектна потужність відділення виливниць – 360 тис. т/рік.

Цех гарячої прокатки тонкого листа виробляє гарячекатаний прокат в листах і рулонах товщиною від 2,0 до 8,0 мм. Цех гарячої прокатки тонкого листа оснащений агрегатами для забезпечення поставки прокату в листах і рулонах. Безперервний тонколистовий стан «1680» максимальною виробничою потужністю 3,7 млн. т/рік призначений для виробництва гарячекатаних смуг товщиною 2,0-8,0 мм, шириною 860-1500 мм, масою рулону до 16 т. На трьох профілегибних агрегатах виробляється більше 500 типорозмірів холодно-гнутих профілів з вуглецевих і низьколегованих марок сталі товщиною від 1,0 до 8,0 мм і із шириною розгорнення профілю до 1440 мм.

Цех холодної прокатки № 1 робить холоднокатаний плоский прокат товщиною від 0,5 до 2,0 мм, шириною від 850 до 1500 мм в листах довжиною до 4000

мм й у рулонах масою до 16 т, а також холоднокатану стрічку товщиною від 0,2 до 2,0 мм.

У ЦХП № 1 виробляється холоднокатаний прокат з вуглецевої і низьколегованої сталі. Цех оснащений засобами для дресирування, поперечного різання й поздовжнього розпуску, що забезпечують поставку холоднокатаного прокату товщиною від 0,2 до 2,0 мм, шириною від 10 до 1500 мм і довжиною аркуша до 3950 мм, а також рулонів масою до 15 т.

Цех холодної прокатки № 3 на стані «2800» робить холоднокатаний лист товщиною від 1,5 до 5,0 мм, шириною 1000-2300 мм і довжиною до 3500 мм із вуглецевих марок стали. У складі цеху є спеціалізоване відділення з виробництва шліфованих і полірованих листів і рулонів. Максимальна виробнича потужність по гарячекатаному прокату – до 3,7 млн. т, по холоднокатаному прокату – 1,1 млн. т, по холодно-гнутих профілях – до 500 тис. т.

1.3 Загальна характеристика генерального плану підприємства та транспортної мережі

Територія ВАТ «Запоріжсталь» розташована в північно-східній частині міста Запоріжжя на лівому березі Дніпро. Рельєф існуючої ділянки території заводу являє собою сплановану трасу, що має середній ухил із заходу на схід – 5%. Загальна площа території в огорожі комбінату складає близько 520 га.

Переважні вітри в літній період – північні (25%), у зимовий період – східні (23%). Середня швидкість вітру за три самих жарких місяці – 3,5 м/с; за три самих холодних місяці – 4,8 м/с. Річна кількість опадів 455 мм.

Зі сходу і південно-сходу комбінат обмежений залізничною магістраллю Придніпровської залізниці, західна і північно-західна частина комбінату обмежена блоком заводів. Розширення підприємства передбачається за рахунок зносу

житлового масиву одноповерхової забудови. Схема території заводу обгороджена частково залізобетонною огорожею зі збірних елементів.

Зручність розташування промислової площадки комбінату полягає в тому, що вона знаходиться поблизу зовнішніх транспортних магістралей. Так, залізнична станція «Східна» знаходиться безпосередньо у східному краї комбінату і зв'язана декількома під'їзними коліями з внутрішнім шляховим розвитком металургійного комбінату.

Автомобільні магістралі обходять комбінат зі сходу і південно-сходу. На території комбінату ведуть три автомобільних в'їзди.

Відповідно до санітарних норм необхідна санітарно-захисна зона підприємства складає 300-500 метрів.

Ґрунтово-рослинний шар на площадці розповсюджений не повсюдно. Підставою фундаментів може служити вся товща ґрунтів, включаючи і намівні піски. Ґрунтові води мають сульфатну агресивність стосовно бетону.

Оцінки підлоги проєктованих будинків, автомобільних доріг і залізничних колій визначені шляхом пророблення схеми організації рельєфу в ув'язуванні з оцінками підлоги існуючих будинків, оцінками голівок рейок існуючих залізниць, оцінками прилягаючих територій.

Інженерні мережі на промисловій площадці запроектовані в підземному виконанні (у траншеях і каналах) і надземному (на естакадах). Розміщення мереж ув'язане з загальним рішенням генерального плану, шириною проїздів і обліком існуючих споруджень.

З метою економії і зручності обслуговування інженерні мережі частково винесені на комунікаційну естакаду. При розміщенні мереж враховувалася глибина заповнення, сумісність прокладки і мінімальні нормативні відстані. Комплекс заходів щодо благоустрою передбачає архітектурно-планувальні рішення й інженерно-технічні заходи, спрямовані на створення сприятливих умов праці і короткочасного відпочинку трудящих, поліпшення санітарно-гігієнічних умов.

Дійсний генеральний план передбачає озеленення в районі знову проектуваних споруджень і вільних від забудови місцях посадки вільно зростаючого чагарнику і облаштування газонів.

Основні показники генерального плану ПАТ «Запоріжсталь» приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні показники генерального плану ПАТ «Запоріжсталь»

Найменування показника	Значення показника
Територія в огорожі, га	520
Площа забудови, га	16
Коефіцієнт забудови, %	31
Довжина залізничного шляху, км	250
Площа під залізничними шляхами, га	150
Довжина автодоріг, км	10
Площа під автодорогами, га	56
Площа озеленення, га	26

Одне з найважливіших місць у діяльності комбінату займає транспорт. Практично всі зовнішні і близько 85 % внутрішніх перевезень на комбінаті «Запоріжсталь» здійснюється залізничним транспортом. На автомобільний транспорт приходить менш 7 % зовнішніх перевезень, з яких близько 70 % – автомобілями автотранспортного цеху, і близько 10-15 % міжцехових перевезень вантажів.

Транспортування заготовок у процесі прокатки, наприклад з безупинного листового стану гарячої прокатки ЦГПТЛ в цех холодної прокатки, переважно здійснюється засобами внутрішньо-цехового спеціального транспорту.

Удосконалювання планувальних і технічних рішень по транспорту прокатного виробництва повинне йти в напрямку забезпечення потоковості транспортно-технологічного процесу шляхом використання засобів безупинного і спеціального транспорту для передачі заготівлі і застосування автомобільного транспорту для перевезення окалини, скапу, вогнетривів, ремонтного металу, засобів пакетування вантажів, відходів виробництва й інших вантажів. Перевезення готової продукції

буде здійснюватися в основному залізничним транспортом. Зазначені напрямки розвитку в сполученні з використанням безупинного розливання сталі і будівництвом безупинних прокатних станів великої потужності забезпечать компактне планування й економічні технічні рішення на транспорті.

До внутрішньо-цехового транспорту пред'являються найбільш високі вимоги: у першу чергу безпека, широкий температурний діапазон роботи, зручність для персоналу і легкість керування, швидко здійснюваний монтаж, надійність і довговічність, швидкість і продуктивність.

У ряді випадків, коли за умови технології і генерального плану заготівля подається на стани, розташовані на значній відстані від заготівельних і використання засобів спеціального транспорту неефективно, заготівлю транспортують залізничним транспортом. В останні роки для цього перевезення намічається використовувати також автомобільний транспорт.

Готову продукцію перевозять, головним чином, залізничним транспортом. Цей процес включає операції по забезпеченню порожніми вагонами, підготовці вагонів до вантажних операцій, упакуванню і навантаженню прокату і відправленню на зовнішню мережу. Діючі ДСТУ визначають основні вимоги до упакування готової продукції. Сортова гаряче прокатна продукція перевозиться на металевих піддонах.

У зв'язку з відносно великими відстанями між цехами, а також через невідповідний стан автомобільних доріг, на комбінаті практично не застосовується електротранспорт, за винятком автонавантажувачів і електронавантажувачів на навантажувально-розвантажувальних роботах.

Залізничним транспортом у вагонах магістрального та заводського парку перевозяться основні технологічні вантажі, такі як руда, рудний концентрат, пісок, кокс, окатиші, агломерат і інші масові вантажі.

Автомобільним транспортом, що належить ПАТ «Запоріжсталь», перевозяться наступні вантажі: устаткування, дошка, брус, рейка, паливо, хімічні порошки, сіль, вапно, папір, дрібні технологічні вантажі. Споживачами цих вантажів є практично всі цехи і ділянки комбінату. Основний пункт відправлення вантажів на ав-

томобілях – цех підготовки виробництва, на території якого сконцентровано в основному все складське господарство ПАТ «Запоріжсталь».

Як визначилося раніше, лише 7-12 % перевезень на ПАТ «Запоріжсталь» приходить на автотранспортні перевезення. Обсяг цих перевезень можна було б довести до 60-70 % від загального обсягу, що з'явилося б більш економічним способом транспортної переробки вантажів на відстанях 3-30 км.

Однак, при забудові підприємства в організації транспортних перевезень була віддана перевага розвитку залізничних колій. Таким чином, розвита мережа залізничних колій не дозволяє збільшити обсяг перевезень автотранспортом, тому що створюється підвищена небезпека при частому перетинанні автодоріг із залізничними коліями.

Розглядаючи існуючий генеральний план підприємства, потрібно відзначити, що забудова комбінату здійснюється трохи хаотично. Внаслідок цього розміщення будинків і споруджень не відповідає технологічному процесу роботи заводу, основна група складів розміщена вдалині від головних цехів виробництва, розв'язка автомобільних доріг і залізниць має багато небезпечних перетинань.

1.4 Характеристика автомобільного транспорту комбінату

Управління автомобільного транспорту є структурним підрозділом ПАТ «Запоріжсталь» та підпорядковується Директору з постачання.

Основні задачі та мета діяльності Управління автотранспорту:

- забезпечення безперебійної роботи автогосподарства, ефективне користування автомобільним транспортом;
- нагляд, експлуатація, утримання та ремонт рухомого складу, обладнання, комунікацій, будівель цеху відповідно до плану і графіків ремонту;

- організація охорони праці відповідно до закону України «Про охорону праці», Положення про систему управління охороною праці у ПАТ «Запоріжсталь», нормативних актів з охорони праці;
- забезпечення планування та виконання техніко-економічних показників, збільшення прибутку підприємства;
- організація виробництва, праці та управління;
- робота з кадрами;
- організація постачальної роботи.

Всього в автотранспортному цеху близько 500 автомобілів та 5 колон. На 1-й автоколоні здійснюються перевезення технологічного вантажу, міжміські перевезення. 2-а автоколона обслуговує доставку керівництва на роботу та по домівках, доставку трудівників на бази відпочинку та інші необхідні перевезення. Автомобілі 3-ої автоколони здійснюють перевезення технологічних вантажів, обслуговують цех шлакопереробки, в колоні є автомобілі, які працюють в кар'єрах. 4-та автоколона обслуговує дитячий сектор, їдальні, медичні пункти, здійснює перевезення свіжих продуктів. 5-та автоколона здійснює технологічні перевезення, обслуговує ЦХП-1.

До нормативних документів, які використовуються на колонах автотранспортного цеху можна віднести наступні:

- лист обліку технічного обслуговування та ремонту автомобілів, в якій вказується призначення та виконання технічного обслуговування автомобіля (відмічається гаражний номер автомобіля, прізвище шофера, дата та час виписки, виробнича ділянка) і дається на підпис механіку та виконання поточного ремонту (вказується час виконання ремонту, найменування агрегату, стисла характеристика несправності та виконання роботи, причина несправності) та подається на підпис диспетчеру;
- дорожній лист службового легкового автомобіля та дорожній лист вантажного автомобіля, де вказуються завдання водієві, робота водія та автомобіля, рух пального, результати роботи автомобілів. Підписують такі листи бухгалтери, таксувальники та диспетчер.

Також окрему увагу слід приділити замовленням на перевезення вантажів автотранспортом та замовлення на виділення автотранспорту, на які теж складається документація. В них вказуються місця навантаження автомобілів, місця розвантаження, відстань, найменування вантажу, вага, упаковка вантажу, спосіб навантаження-розвантаження, вид замовленого транспорту, кількість та час подачі автомобіля. В замовленні обов'язково вказуються обов'язки замовника, його прізвище та посада.

1.5 Характеристика виробничого технологічного процесу ЦХП-1

Цех холодної прокатки призначений для виготовлення товарної продукції у вигляді гарячекатаних листів, холоднокатаних листів і рулонів. Товщина прокату від 0,2 до 2,0 мм, ширина – від 10 до 1500 мм і довжина листа до 4000 мм, маса рулонів до 14,0 т.

Вихідним матеріалом для холодної прокатки служать рулони гарячекатаної смуги товщиною 2 - 4 мм, які надходять із ЦГПТЛ.

ЦХП-1 у своєму складі має наступні технологічні відділення [2]:

- травильне;
- прокатне;
- термічне;
- дресирувальне;
- відділення з виробництва жерсті й металів з покриттями.

Травильне відділення містить у собі три травильні лінії, у яких відбувається процес видалення окалини з поверхні смуг хімічним шляхом. Травильні лінії мають у своєму складі по 4 травильні й 2 промивні ванни, а так само допоміжне устаткування: розмотувачі, окалиноломачі, пристрої для згортання, ножиці нижнього різку для обрізки кінців смуг, дискові ножі для обрізки крайки. Травлення смуг ведеться в розчинах сірчаної кислоти каскадним способом. Смуги на триви-

льних лініях № 1, № 2 зварюються встик на ССМ (стикозварювальних машинах), на лінії № 3 – «зшиваються» зшивною машиною (за типом ластівчин хвіст).

Технологічний процес виробництва холоднокатаної листової сталі дуже складний, тому що вимагає застосування різноманітного встаткування й містить у собі велику кількість переділів, а саме:

- травлення гарячекатаної смуги;
- холодну прокатку;
- світлий рекристалізаційний випал;
- дресирування відпаленого металу;
- різання, промаслення, сортування готової продукції;
- упакування й відвантаження пачок листів і рулонів.

До складу прокатного відділення входять: безперервний чотириклітьовий стан «1680» і реверсивні стани «1680», «1200».

Безперервний чотириклітьовий стан «1680» складається з чотирьох послідовно розташованих клітей, що мають у своєму складі два опорних і два робочих валки, а також допоміжного устаткування для завдання й змотування смуги в рулон.

Реверсивний стан «1680» складається із кліті «кварто» і допоміжного устаткування: конвеєра, що підводить, перекидача, розмотувача, двох моталок.

Реверсивний стан «1200» складається з 4-х валкової кліті й допоміжного устаткування: конвеєра, що підводить, розмотувача, правилотягучої машини, плоского проводкового стола, двох моталок.

У термічному відділенні виробляється світлий рекристалізаційний випал холоднокатаних рулонів в одностопних ковпакових газових печах із захисною атмосферою NH_x газу а так само в печах фірми «Ебнер» з випалом у середовищі сухого водню. Максимальна вага садки – 54,0 т. У відділенні встановлено 234 стенди згрупованих в 16 блоків. Блоки мають автономну систему подачі природного й захисного газів, повітря, електроенергії, води. На печах фірми «Ебнер» для випалу середовища сухого металу встановлено 18 стендів. Кожен стенд обладнаний циркуляційним вентилятором для створення конвекції захисного газу під муфелем.

Печі також обладнані контрольно-вимірювальною апаратурою, що забезпечує задані режими випалу відповідно до технології.

Тепловий режим випалу складається із трьох періодів:

- нагрівання печі до заданої температури;
- витримка при температурі 650 - 710 °С (по стендовій термопарі) протягом 14 - 25 год. залежно від марки сталі;
- охолодження під муфелем до $t = 140$ °С (зняття муфеля при температурі вище 140 °С приводить до окислювання поверхні смуги у вигляді кольорів мінливості).

На ділянці приймання й відвантаження готової продукції ЦХП-1 виробляється відвантаження металопрокату як залізничним транспортом (у чотирьох основних прольотах і трьох допоміжних), так й автомобільним транспортом (із шести прольотів).

1.6 Транспортна характеристика металопрокату

На комбінаті «Запоріжсталь» [1] виробляються різні види металопрокату.

Прокат підрозділяють по таких ознаках:

1. По способі виробництва: гарячекатаний; холоднокатаний.
2. По видах продукції: листи; рулони.
3. За мінімальним значенням тимчасового опору на групи міцності: К260В, К270В, ОК300В, К310В, К330В, К350В, ОК360В, ОК370В*, К390В, ОК400В, К490В.
4. По нормативних характеристиках на категорії 1, 2, 3, 4, 5, 6.
5. По якості обробки поверхні на групи:
 - холоднокатаний: особливо високої обробки – І**;
високої обробки – ІІ; підвищеної обробки – ІІ (ІІа, ІІб);
 - гарячекатаний: підвищеної обробки – ІІІ; звичайної обробки – ІV.

6. По здатності до витяжки:

- глибокої витяжки – Г;
- нормальної витяжки – Н.

Цех холодного прокату 1 (ЦХП-1) робить холоднокатаний прокат з вуглецевої сталі загального призначення по таких нормативних документах [3-7]:

- ГОСТ 9045-93 «Прокат тонколистовой холоднокатаный из низкоуглеродистой качественной стали для холодной штамповки. Технические условия»; поширюється на тонколистовий холоднокатаний прокат з низьковуглецевої якісної сталі товщиною до 3,9 мм, призначений для холодного штампування;
- ДСТУ 2834-94 (ГОСТ 16523-97) «Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия»; поширюється на тонколистовий гарячекатаний і холоднокатаний прокат з вуглецевої сталі якісної й звичайної якості загального призначення, виготовлений шириною 500 мм і більше, товщиною до 3,9 мм включно;
- ГОСТ 19904-90 «Прокат листовой холоднокатаный. Сортамент»; поширюється на аркушевий холоднокатаний прокат шириною 500 мм і більше, виготовлений в аркушах товщиною від 0,35 до 5,00 мм, рулонах товщиною від 0,35 до 3,50 мм.

Цех холодного прокату 3 (ЦХП-3) виробляє гарячекатаний прокат з легованої сталі по таких нормативних документах:

- ГОСТ 11268-76 «Прокат тонколистовой специального назначения из конструкционной легированной высококачественной стали. Технические условия»; поширюється на гарячекатаний і холоднокатаний листовий прокат з легованої високоякісної сталі, спеціального призначення, виготовлений в листах товщиною до 3,9 мм і застосовуваний у термічно обробленому стані;
- ГОСТ 19903-74 «Прокат листовой горячекатаный. Сортамент»; поширюється на листовий гарячекатаний прокат шириною 500 мм і більше, виготовле-

ний в листах товщиною від 0,40 до 160 мм і рулонах товщиною від 1,2 до 120 мм;

- ГОСТ 1577-93 «Прокат толстолистовой и широкополосный из конструкционной качественной стали. Технические условия»; поширюється на прокат гарячекатаний товстолистовий і широко-смушний з якісної конструкційної нелегованої й лекованої сталі.

Відповідно до нормативних документів поверхня холоднокатаного прокату повинна бути без плівок, наскрізних розривів, міхурів-здуттів, розкатаних міхурів, плям злипання зварювання, порізів, надривів, вкатої окалини, перетравів, недотравів, смуг нагартування, вкатаних металевих і сторонніх часток.

Пачки листів холоднокатаного прокату обертають листами м'якої сталі, укладають на бруси й міцно скріплюють сталевими смугами. Допускається використання інших матеріалів і способів упакування, що забезпечують схоронність прокату при транспортуванні. На вимогу споживача пачки перед обгортанням листами м'якої сталі додатково обертають вологонепроникним папером. Кожна партія повинна супроводжуватися документом про якість.

Одним із різновидів металопродукату є рулон гарячекатаний (г/к). Процес виготовлення рулону ґрунтується на одночасному використанні двох видів сталевих продукцій: низьколегованої сталі (звичайної) і високолегованої (сталь вуглецева якісна). Виробляється цей різновид металопродукції методом гарячої прокатки, здійснюваної на листопрокатних станах. Готові аркуші, товщина яких може варіювати від 1,8 до 8 мм, скачуються в гарячекатані рулони шириною від 500 мм. Стандартизація рулонів гарячекатаних здійснюється відповідно до вимог стандарту EN 10051.

Найважливішою характеристикою г/к рулону сталевих є точність зробленої прокатки, що може бути як підвищеної (категорія А), так і нормальної (категорія Б). Що ж стосується якісних характеристик обробки рулонної поверхні, вона може бути особливо високої, підвищеної або звичайної. Відповідно до ГОСТ 19903-74, рулони г/к не можуть мати зім'ятих (скручених) кінців, а загнутість крайки не

повинна перевищувати кута в 90° . Впливають на якість рулону й такі характеристики, як:

- телескопічність: 50-100 мм при товщині до 2,5 мм, 35-70 мм - при товщині стали понад 2,5 мм;
- кількість шматків у рулоні: не більше двох з'єднаних швом або окремих;
- серпоподібність: на кожні 3 м не більше 10 мм.

Сталевий рулон гарячекатаний, що має товщину прокату в межах 4-8 мм, може бути застосований для наступного етапу виготовлення арматури. Рулон гарячекатаний з товщиною прокату 2 - 4 мм, призначається для подальшого формування смуг гарячекатаних, з яких роблять різні супутні матеріали – куточки, сітки для штампування металевих профнастилів, сайдингу, панелей. Широко використовуються гарячекатані рулони в суднобудуванні й мостобудуванні. Крім того, даний вид металопродукції призначається для подальшого виробництва рулонів холоднокатаних, клепаних, болтових або зварених виробів тощо.

Граничні відхилення по ширині гарячекатаного листа з обрізною крайкою, що поставляється у рулонах, не повинні перевищувати таких значень:

- +2 мм – при ширині від 500 до 1000 мм;
- +5 мм – при ширині більш 1000 до 1600 мм;
- +7 мм – при ширині більш 1600 мм.

За вимогою споживачів гарячекатаний лист виробляють з такими граничними відхиленнями по довжині:

- +5 мм – при довжині листів до 1500 мм;
- +6 мм – при довжині листів більш 1500 до 2000 мм;
- +10 мм – при довжині листів більш 2000 до 3000 мм;
- +20 мм – при довжині листів більш 3000 мм.

Маркування наносять безпосередньо на металопродукцію, якщо вона не підлягає впакуванню, і на ярлики, якщо металопродукція впакована в пачки, рулони. Маркування, що наноситься на прокат або ярлик, повинно містити:

- найменування виробника;
- найменування організації, що експортує;

- контракт - специфікацію;
- країну призначення вантажу;
- розмір металопродукції, що поставляється;
- марку стали, а також групу або клас міцності при нанесенні маркування на ярлик;
- номер плавки й номер партії, якщо плавка ділиться на партії;
- масу брутто й нетто;
- номер місця (дробом: чисельник – порядковий номер даного місця, знаменник – загальна кількість місць у даній партії).

Листи й смуги в пачці повинні бути міцно обв'язані в поздовжньому й поперечному напрямках. У місцях огибання обв'язуваннями обрізних крайок листів і смуг укладають прокладки. Швелери повинні закривати бічні й торцеві крайки листів у пачках.

Рулони повинні бути щільно змотані й обв'язані двома-шістьма радіальними обв'язуваннями. Маса металевих впакувань не повинна перевищувати 2,5 % маси прокату.

Упакування рулонного холоднокатаного тонколистового прокату й стрічки складається із зовнішнього й внутрішнього циліндрів розмірами, рівними відповідно до зовнішнього й внутрішнього діаметру рулону, і висоти, рівній ширині листа й двох торцевих кришок.

Папір, застосовуваний для обгортки металопродукції й вистилання твердої тари, повинний бути вологонепроникним, міцним й нейтральним (безхлорним і безкислотним) за ГОСТ 515-77, ГОСТ 8828-89, ГОСТ 9569 та іншим або спеціальним технічним умовам.

Відповідно до замовлення встановлюють масу вантажного місця. При відсутності в замовленні вказівки про масу вантажного місця її встановлює постачальник.

Упаковані рулони холоднокатаного й гарячекатаного травленого тонколистового прокату й стопи рулонів установлюють на дерев'яні піддони.

Маса пачки, рулону, а також маса із прокату при механізованому навантаженні й розвантаженні не повинна перевищувати, відповідно до замовлення, вантажопідйомності вантажно-розвантажувальних механізмів.

Геометричні розміри виробленого прокату ПАТ «Запоріжсталь» представлені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Геометричні розміри виробленого прокату [1]

Типорозмір продукції, мм	
гарячекатаний лист	гарячекатаний рулон
2,00...2,50×1000...1260×1800...4000	1,80...2,50×1000...1250
2,60...3,00×1000...1400×1800...5000	2,60...3,00×1000...1400
3,10...3,90×1000...1500×1800...5850	3,10...3,90×1000...1500
4,00...8,00×1000...1500×1800...5850	4,00...8,00×1000...1500
холоднокатаний лист	холоднокатаний рулон
0,50...0,65×1000×1400...2000	0,50...0,65×1000
0,65...0,80×1000...1250×1400...2500	0,65...0,80×1000...1250
0,80...1,20×1000...1400×1400...3500	0,80...1,20×1000...1400
1,20...2,00×1000...1500×1400...3800	1,20...2,00×1000...1500

Для пакування експортних рулонів сталі застосовуються різні елементи кріплення [8,9]:

- пакувальна ПЕТ - стрічка перетином 1,3×25мм або металева стрічка перетином 1,0×32 мм,
- куточки захисні (картонні або пластикові). Ширина полиці куточка: не менш 60 мм; товщина куточку 2,0-3,0 мм;
- зовнішні й внутрішні захисні листи: пластикові, зі спіненої композиції поліетиленів або стільникового поліпропілену товщиною 3,5-5,0 мм;
- металеві листи із м'якої сталі товщиною 0,5-0,9 мм; Довжина зовнішніх і внутрішнього пакувальних листів повинна бути на 100-200 мм більше відповідно довжини зовнішньої й внутрішньої окружності рулону;

- торцеві захисні диски: пластикові, зі спіненої композиції поліетиленів або стільникового поліпропілену товщиною 3,0-5,0 мм; металеві із м'якої сталі товщиною 0,5-0,9 мм;
- пакувальний папір, поліетиленова плівка. З метою посилення антикорозійного захисту рулонів, що відвантажують на експорт через морські порти (із тривалим періодом зберігання в несприятливих умовах і великому числі вантажно-розвантажувальних операцій), а також на вимогу замовлення при впакуванні рулонів додатково може застосовуватися поліетиленова плівка товщиною 0,15-0,20 мм. Ширина й довжина листа поліетиленової плівки дорівнює ширині й довжині листа пакувального паперу;
- обичайки внутрішні й зовнішні;
- пластикові захисні бандажні стрічки із шипами, що закріплюють на тілі рулону за допомогою пакувальних стрічок, призначені для захисту рулонів, що відвантажують без дерев'яних піддонів (або після їхнього видалення в порту) від травмування при установці рулонів на бетонну підлогу й складуванні їх у яруси після вивантаження з вагонів;
- замки утяжні: призначені для скріплення металевих пакувальних стрічок при обв'язці рулонів за допомогою пневматичного інструмента, штамповані з холоднокатаної нагартованої сталі марки 08пс товщиною 0,8 мм.

Рулон, що подається на впакування, за допомогою пакувальної машинки обв'язується на дресировальному стані або агрегаті різання однією металевою пакувальною стрічкою по окружності, а також однією металевою стрічкою в радіальному напрямку (на відстані не більше 100 мм від кінця внутрішнього витка смуги).

Тип упакування рулонів в експортному виконанні наведений в табл. 1.3.

Рулони перед упакуванням зважуються на кранових вагах (вага нетто).

Для визначення ваги брутто (повного) або ваги брутто (без дерев'яних піддонів і брусків) до результатів зважування рулону приплюсовується теоретична вага пакувальних матеріалів.

Таблиця 1.3 – Тип упакування рулонів в експортному виконанні

Схема впакування	Маса ру- лону, т	Матеріал упакування	Маса впаку- вання, кг
Європак Е	< 7,5	Металеві елементи впакування	180 ± 20
	> 7,5		200 ± 20
Європак ЕП	< 7,5	Пластик + металеві торцеві диски й зовнішній аркуш	165 ± 20
	> 7,5		185 ± 20
Європак ЕП 1	< 7,5	Пластик + металеві торцеві диски	145 ± 20
	> 7,5		165 ± 20
Європак ЕП 2	< 7,5	Пластик	140 ± 20
	> 7,5		150 ± 20
Європак ЕП 3	< 7,5	Пластик + внутрішній металевий ар- куш	150 ± 20
	> 7,5		165 ± 20
Європак ЕП 4	< 7,5	Використання спіненого поліетилен за схемою Європак	155 ± 20
	> 7,5		170 ± 20
Європак ЕП Б	< 7,5	Спінений поліетилен, торцеві диски, ПЭ плівка, бандажна стрічка	155 ± 20
	> 7,5		170 ± 20

Підготовка металопродукції до транспортування повинна відповідати ГОСТ 26653. Відповідно до ГОСТ металопродукцію можна транспортувати всіма видами транспорту відповідно до правил перевезення, що діють на даному виді транспорту, і технічними умовами навантаження й кріплення вантажів. Додаткові вимоги до транспортування й зберігання встановлюються нормативною документацією на конкретні види металопродукції.

1.7 Дослідження існуючого технологічного процесу відвантаження металопрокату у рулонах на автотранспорт та доставки в порт

Гарячекатані рулони із цеху гарячої прокатки тонкого листа (ЦГПТЛ) надходять у цех холодної прокатки № 1. Основна частка переданих рулонів використа-

ються для подальшого переділу в ЦХП 1. Деяку частину гарячекатаних рулонів надходить у ЦХП 1 для впакування й відвантаження на зовнішній транспорт. Це відбувається тому, що в ЦГПТЛ немає можливості відвантажувати самотужки всю вироблену продукцію через відсутність необхідної кількості потужностей на вантажних фронтах.

В роботі вирішується питання вдосконалення відвантаження металопрокату у рулонах на автотранспорт у ЦХП 1.

Планування цеху холодного прокату № 1 з позначенням основних технологічних зон і всіх вантажних фронтів представлено на слайді 1 графічної частини проекту.

У цей час для завантаження металопрокату в рулонах на автотранспорт у ЦХП 1 використовуються залізничні тупики в різних цехових прольотах [10]:

- тупик № 29 (проліт Н - С);
- тупик № 30 (проліт С - Х);
- тупик № 30а (проліт Х - ЇІ);
- ділянка сортування та передачі металу у п'ятому прольоті цеху (проліт ББ - ВВ), яка розташована з протилежного боку цеху відносно залізничних тупиків.

Існуюча технологія вантажопереробки рулонів, призначених після впакування для відвантаження на автотранспорт, має велику кількість перевалок.

Гарячекатані рулони із ЦГТЛ надходять у ЦХП 1 по підземному конвеєру. Рулони на конвеєрі перебувають у вертикальному положенні.

В районі тупика № 27 (проліт А) є технологічний отвір, через який відбувається технічне обслуговування конвеєра. Саме в районі тупика № 27 розташований склад гарячекатаних рулонів і ділянка їхнього впакування. До складу підходить конвеєр і в районі прольоту 58/60 виходить на поверхню.

Рулони знімаються з конвеєра мостовим краном № 134 (проліт А/Б - Б/В) зі спеціальним кліщовим захватом і передаються на ділянку впакування складу гарячекатаних рулонів.

Відвантажувати рулони на автотранспорт через автомобільний в'їзд тупика 27 немає можливості, тому що тут відсутнє місце для в'їзду автопоїзда й постано-

вки його на вантажному фронті з причини розташування там технологічного отвору підземного конвеєра.

Упаковані рулони мостовим краном № 134 із кліщовим захватом установлюються на трансферкар 13, що передає рулони у зону дії мостового крану № 137.

Мостовий кран № 137 знімає рулони з трансферкару 13 і передає їх на трансферкар 16. Цей трансферкар транспортує рулони в проліт крану № 100.

У прольоті Д/Е - Ж/И мостовий кран № 100 кліщовим захватом знімає рулон із трансферкара 16 і переміщає його поперек цеху в зону роботи трансферкара 18, шлях якого проходять уздовж осі колони 115. Даний трансферкар 18 передає рулони в прольоти, де розташовані тупики 29, 30, 30а, які використовуються для постановки автотранспорту під завантаження. Залежно від того, де перебуває автотранспорт, що прибув під навантаження, рулони знімаються з візка різними мостовими кранами [10]:

- вантажний фронт тупика 29 обслуговується мостовим краном № 147;
- вантажний фронт тупика 30 обслуговується мостовим краном № 148;
- вантажний фронт тупика 30а обслуговується мостовим краном № 145.

При відвантаженні на автотранспорт через ділянку сортування і передачі металу технологія виконання робіт така ж сама, але за участі інших трансферкар та мостових кранів:

рулони мостовим краном № 137 установлюються на трансферкар 16, що передає рулони через проліт А - Д/Е. У прольоті Д/Е - Ж/И мостовий кран № 100 кліщовим захватом знімає рулон із трансферкара 1 і переміщає його уздовж цеху в зону роботи трансферкара 23, шлях якого проходять уздовж ЦХП, починаючи від осі колони 78 до осі колони 18. Трансферкар 23 передає рулони в зону дії мостового крану 111, який і завантажує рулони на автотранспорт.

Дана технологія призводить до того, що в процесі відвантаження бере участь три мостових крани й три трансферкара, а також виконується три перевалочні операції. Відстань транспортування рулонів становить від 200 до 500 м. При цьому скорочуються потенційні можливості темпів відвантаження, ускладнюється робота суміжних відділень (термічного, дресирувальних станів, агрегатів попере-

чного різання металу), через які здійснюється транспортування рулонів, збільшується завантаження мостових кранів і трансферкарів. Все це знижує якість готової продукції, що відвантажується (травмування й завальцювання крайок і виступаючих витків).

Не рідко травмовані рулони при транспортування через суміжні відділення доводиться перепаковувати для стягування або обрізі зовнішніх витків, що приводить до перевитрати пакувальних матеріалів і збільшенню витратного коефіцієнту металу.

Завантажений металопрокат транспортується автотранспортом у Запорізький річковий порт для подальшого відвантаження на судна й доставки закордонним замовникам. Завезення з металургійного комбінату в річковий порт відбувається в період навігації.

Збільшення обсягів відвантаження металопрокату у рулонах і передача їх через суміжні відділення під час навігації погіршує умови праці у відділеннях, збільшує ймовірність травмування людей й устаткування на даних ділянках, приводить до перевитрати коштів на зайве транспортування.

Існуючий технологічний процес відвантаження металопрокату в рулонах на автотранспорт в ЦХП 1 та доставки їх в порт представлений на слайді 2 графічної частини проекту.

1.8 Дослідження технологічного процесу перевезення металопрокату в рулонах з ПАТ «Запоріжсталь» у річковий порт

Автомобільні перевезення рулонів прокату з металургійного комбінату у Запорізький річковий порт здійснюються орендованими транспортними засобами. Підприємство має договір із перевізником ТОВ «Глобал Логистик Системс».

Для перевезення використовуються автопоїзди у складі потужних тягачів та напівпричепів підвищеної вантажопідйомності, технічні характеристики яких наведені в табл. 1.4, 1.5.

Таблиця 1.4 – Технічна характеристика тягача Volvo VE D13 [11]

Найменування параметру	Значення параметру
Колісна формула	6×4
Тип двигуна	дизельний
Максимальна повна маса автопоїзда, кг	48000
Споряджена маса автомобіля, кг	7900
Максимальне навантаження на передню вісь, кг	7100
Технічне навантаження на задню вісь, кг	19000
Потужність двигуна, к.с.	480
Кількість коліс	10+1
Витрати палива, л/100км	37
Розмір шин	315/70R22,5
Габаритні розміри, мм	6735×2495

Таблиця 1.5 – Технічна характеристика напівпричепа Grunwald [12]

Найменування параметру	Значення параметру
Вантажопідйомність, кг	до 39000
Споряджена маса, кг	7100
Навантаження на сидільно-зчпний пристрій, кг	11000
Навантаження на осьовий агрегат, кг	27000
Кількість осей / коліс	3 / 6+1
Габаритні розміри, мм	13827×2550
Габаритні розміри вантажної платформи, мм	12905×2480
Висота переднього порталу, мм	1200
Висота вантажного майданчика, мм	1655
База напівпричепу, мм	5910
Розмір шин	385/65R22,5

На цей час металопрокат в рулонах доставляється у річковий порт у вертикальному положенні, з установкою «на торець» на спеціальних піддонах [14]. При транспортування подвоєних рулонів (масою до 13,0 т) на рамі напівпричепа встановлено 3 піддони:

- один піддон, виготовлений за кресленням М₃₆-100994 (рис. 1.1), встановлений на рамі кузову напівпричепа над зчіпним пристроєм.
- два таких самих піддони М₃₆-100994 встановлюються над триосним візком напівпричепа.

Кожний піддон призначений для встановлення одного гарячекатаного рулону у положення на торець. Піддон М₃₆-100994 являє собою металеву раму розміром 1850×2056 мм. Маса одного піддону складає 670 кг. Кожен піддон має 4 стропувальні косинки з отворами, які розташовані по кутах рами піддону з зовнішнього боку. Піддони можуть закріплюватися від поздовжнього і поперечного зміщення дерев'яними брусами, ременями або ув'язуватися дротом.

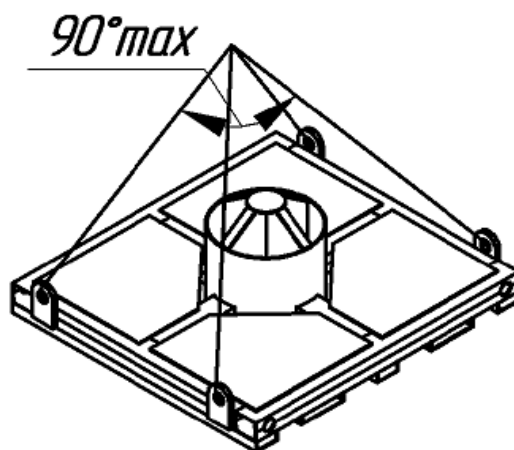


Рисунок 1.1 – Піддон М₃₆-100994 для перевезення автотранспортом рулонів встановлених на торець

Для навантаження-вивантаження металевих піддонів використовується 4-х гілковий строп з гаками (4СКІ - 10.0 - 8000 «Павук»). Контроль фіксації піддону на кузові або платформі автотранспортного засобу забезпечує стропальник, бри-

гадир або змінний майстер. Водій транспортного засобу, після закінчення навантаження рулонів, зобов'язаний:

- перевірити кріплення піддонів до автотранспортного засобу;
- стійкість вантажу на автотранспортному засобі;
- при транспортуванні вантажу до місця призначення не перевищувати швидкісний режим (встановлена швидкість руху до 30 км /год.).

В порту прибулий автотранспорт на причалі 3 розвантажується портальним краном з автоматичним кліщовим захватом. Рулон встановлюють на спеціальні дерев'яні підкладки на «торець». Потім його перекантують у горизонтальне положення. Для кантування використовується виловний автонавантажувач. На кантувач рулони встановлюються на «торець» портальним краном із кліщовим захватом, а потім відбувається кантування.

Під час кантування найчастіше відбувається травмування рулонів, що призводить до зниження його товарної вартості. Необхідність кантування рулонів викликана тим, що у судно рулони завантажуються захватом-скобою і укладаються у горизонтальному положенні. Зайва операція підвищує вартість вантажопереробки рулонів в Запорізькому річковому порту.

Для перевезення рулонів у горизонтальному положенні на підприємстві є в достатній кількості спеціальні піддони V-подібного типу (рис. 1.2).

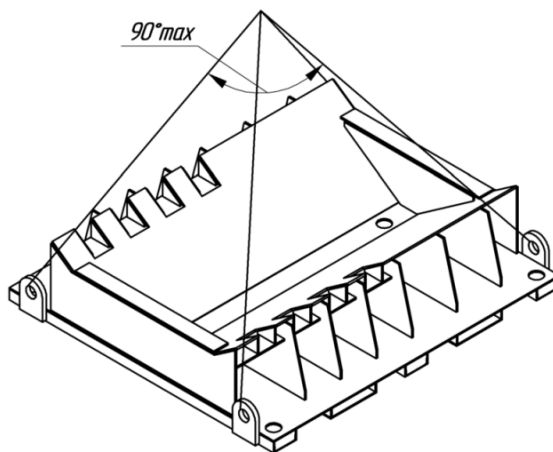


Рисунок 1.2 – Піддон М₃₆-101008 для перевезення автотранспортом рулонів встановлених на твірну

Піддон М₃₆-101008 являє собою металеву раму розміром 1850×2000 мм. Маса одного піддону складає 915 кг. Кожен піддон має 4 стропувальні косинки з отворами, які розташовані по кутах рами піддону з зовнішнього боку. Піддони можуть закріплюватися від поздовжнього і поперечного зміщення дерев'яними брусами, ремнями або укладатися в спеціально підготовлені місця, ув'язуватися дротом.

1.9 Дослідження існуючої технології вантажопереробки металопрокату в рулонах в Запорізькому річковому порту

Гарячекатані рулони з комбінату завозяться в порт автопоїздами. Після перевірки документів на вантаж та надійного загальмування автопоїзда, докер дає команду на розвантаження рулонів.

Вивантаження рулонів з напівпричепа виконується автоматичним захватом без участі стропальників і сигнальників. Крановик опускає захват на висоту приблизно 0,5 м від верхньої крайки рулону. Націлившись із таким розрахунком, щоб один нижній важіль захвата увійшов в отвір рулону, а другий не стосувався зовнішніх стінок вантажу, крановик плавно без розгойдування вводить захват в отвір рулону до спрацювання автомата. При підйомі гака важільна система розтягується й відбувається затискання рулону башмаками. Переконавшись у надійності захвата, крановик переносить рулон на склад і встановлює його на попередньо покладені підкладки перетином 100×100 мм. Потім відбувається кантування рулону для укладання його на «утворюючу».

Кантувач встановлює рулон в зоні дії двох порталних кранів на вільній бетонній площадці. Для «кантування» використовується виловний автонавантажувач вантажопідйомністю не менш 30 % маси рулону. На кантувач рулони встановлюються на «торець» кліщами. Після зняття рулону «скобою» кантувач мимовільно повертається в первісне положення.

Існуюча транспортно-технологічна схема завезення в Запорізький річковий порт та вантажопереробки рулонів в порту представлена на листі 2 графічної частини проекту.

1.10 Постановка задач дослідження

При дослідженні технології й організації відвантаження металопрокату в рулонах з ЦХП 1 на автотранспорт було виявлено деякі недоліки:

- в процесі відвантаження рулонів на автотранспорт виконується три перевалочні операції, в яких беруть участь три мостових крани й три трансферкара;
- для того, щоб відвантажити рулони на автотранспорт, рулони переміщуються на велику відстань. Довжина транспортування рулонів усередині цеху становить від 200 до 500 м, тобто в середньому – 350 м;
- з причини великої відстані переміщення рулонів в цеху скорочуються потенційні можливості темпів відвантаження на вантажних фронтах;
- ускладнюється робота суміжних відділень (термічного, дресирувальних станів, агрегатів поперечного різання металу), через які здійснюється транспортування металопрокату в рулонах;
- збільшується завантаження мостових кранів і трансферкар, бо їх необхідно відволікати від виконання операцій основного виробничого процесу;
- знижується якість готової продукції, що відвантажуються (травмування й завальцювання крайок і виступаючих витків), тому не рідко травмовані рулони через транспортування через суміжні відділення та неодноразове перевалювання доводиться перепаковувати для стягування або обрізи зовнішніх витків, що приводить до перевитрати пакувальних матеріалів і збільшенню витратного коефіцієнту металу;
- збільшення обсягів відвантаження рулонів і передача їх через суміжні відділення під час навігації погіршує умови праці у відділеннях, збільшує ймові-

рність травмування людей й устаткування на даних ділянках, приводить до перевитрати коштів на зайве транспортування.

Рулони автотранспортом транспортуються у Запорізький річковий порт. В порту під час технологічного процесу вантажопереробки рулонів є недоліки:

- прибулі рулони вивантажуються порталним краном із кліщовим захватом, а потім перекантовуються у горизонтальне положення;
- під час кантування найчастіше відбувається травмування рулонів, що призводить до зниження його товарної вартості. Зайва операція підвищує вартість вантажопереробки рулонів в Запорізькому річковому порту.

Для усунення виявлених недоліків у магістерській роботі пропонується запровадити наступні заходи.

1. Необхідно виконати реконструкцію автомобільного в'їзду 27 тупика, в зоні якого зовні виходить конвеєр, що транспортує гарячекатані рулони із ЦГПТЛ у ЦХП 1. Такий захід дасть можливість організувати автомобільний вантажний фронт у безпосередній близькості від ділянки пакування рулонів.

2. Також пропонується транспортувати рулони автотранспортом в порт не у вертикальному положенні, а в горизонтальному. В роботі розглянемо варіант використання для перевезення спеціальних напівпричепів для транспортування рулонів сталі у горизонтальному положенні.

Така пропозиція дасть можливість усунути зайву операцію кантування у річковому порту та підвищити товарну якість металопрокату. Крім того, це дасть можливість отримати знижку за переробку рулонів в порту (1 дол. на 1 т металопрокату).

3. Для встановлення рулонів на «твірну» необхідно придбати спеціальний захват-кантувач для рулонів сталі для змінення технологічного процесу завантаження у транспортні засоби. Такий захват виконує наступні функції:

- підйом рулону з вертикального положення;
- підйом рулону з горизонтального положення;
- кантування рулону з горизонтального положення у вертикальне і навпаки.

Кантувач рулонів на тупику 27 необхідний для змінення технологічного процесу завантаження на автомобільний транспорт.

Реалізація пропозицій дозволить підвищити продуктивність при виконанні вантажних операцій з рулонами за рахунок використання фронту відвантаження, який буде знаходитися безпосередньо біля ділянки пакування та усунути зайве транспортування металопрокату кранами та трансферкарами у ЦХП 1.

Крім того, використання нового вантажного фронту дозволить уникнути травмування рулонів під час перевантажувальних операцій, підвищити якість продукції та товарну вартість металопрокату. При такій схемі відвантаження можна буде поліпшити умови праці у відділеннях, уникнути ймовірності травмування людей й устаткування на окремих ділянках цеху, через які зараз відбувається транспортування рулонів кранами і трансферкарами.

Всі запропоновані заходи при виконанні проекту будуть підтверджені технологічними та економічними розрахунками.

2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка проектної транспортно-технологічної схеми відвантаження і перевезення автотранспортом металопрокату у рулонах

Транспортно-технологічна схема доставки вантажу розробляється для того, щоб скоротити розрив у просторі й часі між виробництвом та одержувачем, а також забезпечити надійну доставку вантажів від місця виробництва до місця споживання. Основними факторами, які впливають на вибір схеми вантажопереробки, є:

- розмір вантажообігу і його напрямок;
- типи рухомого складу;
- характеристика й властивості вантажів;
- інші умови.

Виходячи із цього, до вибору технології й організації вантажопереробки надаються такі основні вимоги:

- схема вантажопереробки повинна забезпечувати необхідну пропускну здатність вантажного фронту і складів, що дозволяє обробляти судна й транспортні засоби в певний термін;
- засоби механізації вантажопереробки повинні відповідати раціональній структурі відвантажувального процесу на заводі і в порту, що визначає кількість, послідовність, зміст всіх основних операцій, типи й характеристики машин, пристроїв й їхнє розміщення;
- схема вантажопереробки повинна бути надійна в роботі тощо.

Для оптимізації технологічного процесу відвантаження рулонів із ЦХП на автотранспорт необхідно виконати реконструкцію автомобільного в'їзду 27 залізничного тупика, в зоні якого зовні виходить конвеєр, що транспортує гарячекатані рулони із ЦГПТЛ у ЦХП 1. Такий захід дасть можливість організувати автомобільний вантажний фронт у безпосередній близькості від ділянки складування та пакування рулонів.

Для збільшення розмірів вантажного фронту в проекті пропонується виконати часткове перекриття технологічного отвору підземного конвеєру металевими листами товщиною 20 мм. Це дасть можливість заїжджати автопоїзду безпосередньо всередину ЦХП 1, в зону дії мостового крану № 134, який обслуговує ділянку пакування рулонів.

Використання нового вантажного фронту дозволить уникнути травмування рулонів під час перевантажувальних операцій за старою технологією, підвищити якість продукції та товарну вартість металопрокату. При такій схемі відвантаження можна буде поліпшити умови праці у відділеннях, знизити ймовірність травмування людей й устаткування на окремих ділянках цеху, через які зараз відбувається транспортування рулонів кранами і трансферкарами.

Також пропонується транспортувати рулони автотранспортом в порт не у вертикальному положенні, а в горизонтальному. Для встановлення рулонів на «твірну» необхідно придбати спеціальний захват-кантувач для рулонів сталі для змінення технологічного процесу завантаження у транспортні засоби. Такий захват виконує наступні функції [14]:

- підйом рулону з вертикального положення;
- підйом рулону з горизонтального положення;
- кантування рулону з горизонтального положення у вертикальне і навпаки.

Доставка рулонів в порт автотранспортом у горизонтальному положенні дає можливість усунути зайву операцію кантування у річковому порту та підвищити товарну якість металопрокату. Крім того, це дасть можливість отримати знижку за переробку рулонів в порту (1 дол. на 1 т металопрокату).

Для транспортування рулонів у порт на «твірній» у проекті розглянемо економічну доцільність використання спеціальних напівпричепів для перевезення рулонів на твірній.

Проектна ТТС вантажопереробки рулонів в ЦХП 1 та річковому порту представлена на слайді 3 графічної частини.

2.2 Дослідження параметрів металопрокату в рулонах ПАТ «Запоріжсталь»

З вантажних фронтів цеху холодного прокату відвантажуються як холоднокатані, так і гарячекатані рулони. Геометричні розміри виробленого прокату ПАТ «Запоріжсталь» представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Геометричні розміри рулонного металопрокату

Вид прокату	Габаритні розміри, мм
Гарячекатаний прокат, мм	(1,80...2,50) × (1000...1250) (2,60...3,00) × (1000...1400) (3,10...3,90) × (1000...1500) (4,00...8,00) × (1000...1500)
Холоднокатаний прокат, мм	(0,50...0,65) × 1000 (0,65...0,80) × (1000...1250) (0,80...1,20) × (1000...1400) (1,20...2,00) × (1000...1500)

Одна з найважливіших цілей вивчення та аналізу вихідної сукупності полягає в тому, щоб виявити закономірність розподілу і визначити її характер. Закономірності розподілу найбільш виразно проявляються при великій кількості спостережень (закон великих чисел).

Відносна частота подій визначається за формулою [15]:

$$P_i = f_i = \frac{m_i}{n} = \frac{m_i}{\sum m_i}, \quad (2.1)$$

де m_i - кількість спостережень, в яких випадкова величина x приймає значення x_i .

При побудові статистичного ряду неперервної випадкової величини весь діапазон спостережень розбивають на інтервали. Величина інтервалу визначається за формулою [15]:

$$I = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3,222 \cdot \lg n}, \quad (2.2)$$

де $x_{\max}$, $x_{\min}$ - відповідно максимальне та мінімальне значення випадкової величини;

n - кількість спостережень у вибірці.

Величина інтервалу маси гарячекатаних і холоднокатаних рулонів дорівнює:

$$I_{\Gamma/\kappa} = \frac{16,12 - 3,22}{1 + 3,222 \cdot \lg(5730)} = 0,92;$$

$$I_{\chi/\kappa} = \frac{14,83 - 1,28}{1 + 3,222 \cdot \lg(6621)} = 0,967.$$

У кожному розряді підраховують відносні частоти попадання ознаки в заданий інтервал і будують таблицю [15].

Встановлення відносної частоти досліджуваної величини – маси рулонів, проводимо на основі статистичної інформації.

Результати статистичної обробки представлені у вигляді таблиць і гістограм, зображених у таблицях 2.2, 2.3 і на рисунках 2.1, 2.2, та слайдах 4 та 5 графічної частини.

Таблиця 2.2 – Відносна частота маси гарячекатаних рулонів

№ інтервалу	Границі інтервалу $x_i - x_{i+1}$, Т		Частота попадання результатів спостережень в інтервал m_i	Відносна частота (частість) f_i	Інтегральна функція $F(x)$
1	2	3	4	5	6
1	3,22	4,14	4	0,0007	0,0007
2	4,14	5,06	16	0,0028	0,0035
3	5,06	5,98	192	0,0336	0,0371

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
4	5,98	6,91	256	0,0448	0,0819
5	6,91	7,83	148	0,0259	0,1078
6	7,83	8,75	0	0,0000	0,1078
7	8,75	9,67	15	0,0026	0,1105
8	9,67	10,59	40	0,0070	0,1175
9	10,59	11,51	502	0,0879	0,2054
10	11,51	12,43	993	0,1739	0,3793
11	12,43	13,36	916	0,1604	0,5397
12	13,36	14,28	2422	0,4242	0,9639
13	14,28	15,20	170	0,0298	0,9936
14	15,20	16,12	36	0,0063	1,0000
Сума			5710	1,0000	1,0000

За результатами таблиці 2.2 найбільша частота попадання результатів спостережень присутня в інтервалі (13,36 т ... 14,28 т).

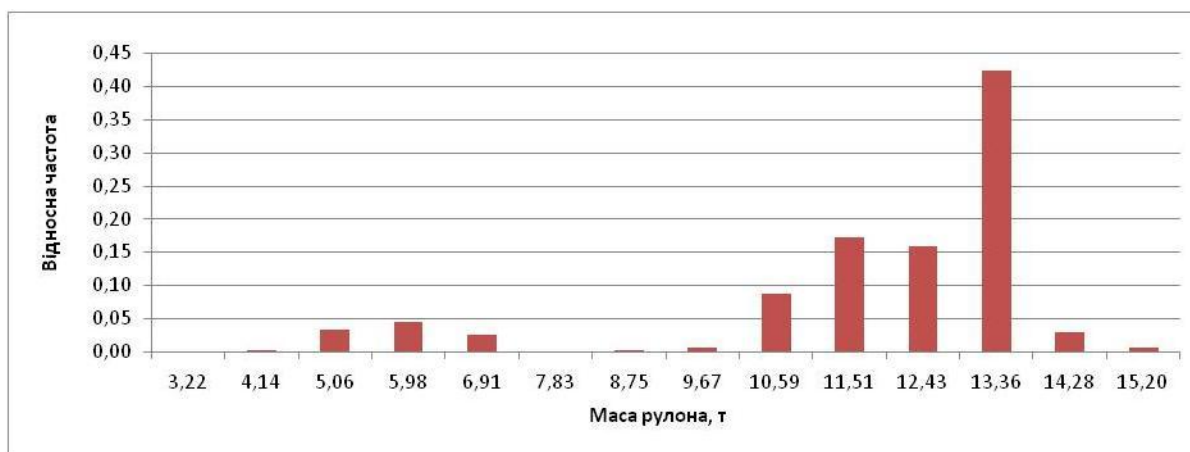


Рисунок 2.1 – Гістограма відносної частоти маси гарячекатаних рулонів

Найбільші частоти набувають рулони, маси яких лежать в інтервалах від 13 до 14 т. Така вага характерна для «подвійних» рулонів.

Таблиця 2. 3 – Відносна частота маси холоднокатаних рулонів

№ інтервалу	Границі інтервалу $x_i - x_{i+1}$, т		Частота попадання результатів спостережень в інтервал m_i	Відносна частота (частість) f_i	Інтегральна функція $F(x)$
1	1,28	2,25	2	0,0003	0,0003
2	2,25	3,22	11	0,0016	0,0019
3	3,22	4,18	64	0,0096	0,0116
4	4,18	5,15	787	0,1188	0,1304
5	5,15	6,12	2527	0,3816	0,5121
6	6,12	7,09	1188	0,1794	0,6915
7	7,09	8,06	58	0,0087	0,7003
8	8,06	9,02	29	0,0043	0,7047
9	9,02	9,99	82	0,0123	0,7171
10	9,99	10,96	569	0,0859	0,8030
11	10,96	11,93	626	0,0945	0,8975
12	11,93	12,89	334	0,0504	0,9480
13	12,89	13,86	333	0,0502	0,9983
14	13,86	14,83	11	0,0016	1,0000
Сума			6621	1,0000	1,0000

За результатами таблиці 2.3 найбільша частота попадання результатів спостережень знаходиться в інтервалі (5,15 т ... 6,12т). Така вага характерна для «одинарних» рулонів.

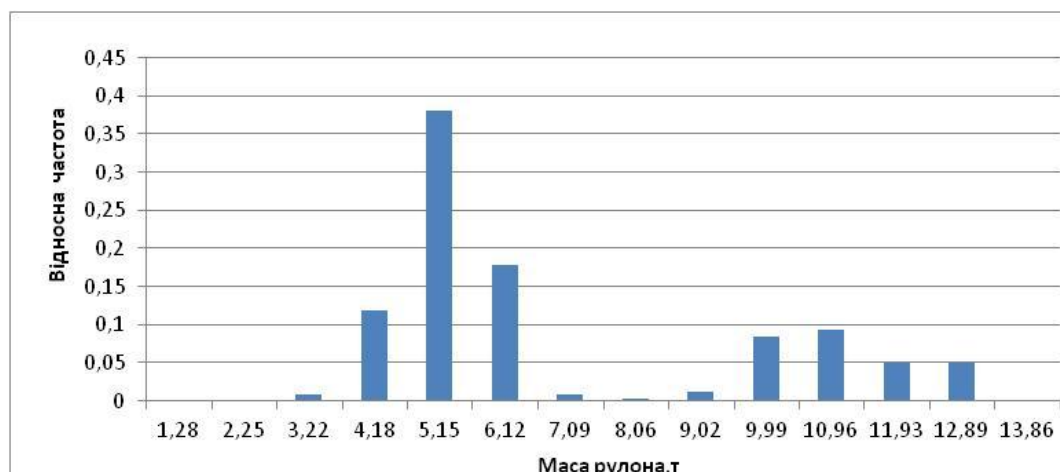


Рисунок 2.2 – Гістограма відносної частоти маси холоднокатаних рулонів

2.3 Статистичний аналіз параметрів завантаження автотранспорту

Для визначення технологічних й економічних показників проекту вихідними даними для розрахунку є не тільки вага рулону металу, а й завантаження автомобільного транспорту. Тому необхідно провести їхній статистичний аналіз та визначити коефіцієнт варіації за наступною методикою:

- по документах обліку відвантаження продукції вибираємо дані про відправлення металопрокату автотранспортом з металургійного комбінату у Запорізький річковий порт;
- будуємо статистичні ряди обсягів відвантаження металопрокату (додаток А);
- за отриманим даними становимо варіаційний ряд, який розбиваємо на групи (розряди).

Дані для розрахунку коефіцієнта варіації наведені в додатку А. Число груп визначається за формулою [16]:

$$K = 1 + 3,2 \cdot 28 = 5,63,$$

де N - кількість значень у вибірці; $N = 28$.

Приймаємо кількість груп $K = 6$.

Потім визначаємо інтервал групування за формулою (2.2):

$$I = \frac{29,01 - 17,64}{6} = 1,895.$$

Приймаємо інтервал групування рівним 2.

Подальша обробка варіаційного ряду представлена в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Обробка варіаційного ряду завантаження напівпричепів

N_K	$\bar{N}_K$	N	P_K	Розрахункові дані			
				$P_K \bar{N}_K$	$\bar{N}_K - \bar{M}$	$(\bar{N}_K - \bar{M})^2$	$(\bar{N}_K - \bar{M})P_K$
(17,6 - 19,6]	18,6	1	0,036	0,664	-6,714	45,078	1,61
(19,6 - 21,6]	20,6	2	0,071	1,471	-4,714	22,222	1,587
(21,6 - 23,6]	22,6	5	0,179	4,036	-2,714	7,366	1,315
(23,6 - 25,6]	24,6	4	0,143	3,514	-0,714	0,51	0,073
(25,6 - 27,6]	26,6	10	0,357	9,500	1,286	1,654	0,591
(27,6 - 29,6]	28,6	6	0,214	6,129	3,286	10,798	2,314
		28		25,314		$D = 7,49$	

Визначаємо середньоквадратичне відхилення за формулою [16]:

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{7,49} = 2,737. \quad (2.3)$$

Знаходимо коефіцієнт варіації завантаження автотранспорту, що характеризує розкид випадкової величини, за формулою [16]:

$$v = \frac{\sqrt{D}}{\bar{M}} = \frac{\sqrt{7,49}}{25,314} = 0,108, \quad (2.4)$$

де D - дисперсія випадкової величини;

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

Визначимо коефіцієнт нерівномірності завантаження автотранспорту за формулою [16]:

$$K_H = 1 + v = 1 + 0,108 = 1,108. \quad (2.5)$$

Визначаємо середнє завантаження автотранспорту за формулою [14]:

$$V = \bar{M} \cdot K_n, \quad (2.6)$$

$$V = 25,314 \cdot 1,108 = 28,05 \text{ т.}$$

При аналізі статистичних даних отримуємо, що середнє завантаження напів-причепів рулонами металопрокату складає 28,05 т.

2.4 Дослідження вантажопотоків металопрокату в рулонах

Для визначення технологічних й економічних показників проекту основним вихідними даними для розрахунку є вантажопотоки відвантаження металопрокату в рулонах автотранспортом у річковий порт.

При розрахунку вантажопотоку необхідно враховувати коефіцієнт його нерівномірності: відхилення максимального місячного вантажообігу до середньомісячного вантажообігу за розглянутий період.

Добові вантажопотоки розраховуються за формулою [16]:

$$Q_{доб} = \frac{Q_{річн} \cdot K_n}{T_p}, \quad (2.7)$$

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

K_n - коефіцієнт нерівномірності по відправленню вантажів;

T_p - кількість днів відвантаження металопрокату з металургійного комбінату, діб; за даними попереднього року відвантаження відбувалося з 05.02.2017 по 26.11.2017 р.; кількість діб склала 295 діб.

Коефіцієнт нерівномірності визначається за наступною методикою:

- по документах обліку відвантаження продукції вибираємо дані про відправлення металопрокату з 05.02.2017 до 26.11.2017 р.;

- будуюмо статистичні ряди обсягів відвантаження металопрокату;
- за отриманим даними становимо варіаційний ряд, що розбиваємо на групи (розряди).

Дані для розрахунку коефіцієнта нерівномірності наведені в додатку Б. Кількість значень у вибірці – 100. Число груп визначається за формулою (2.1):

$$K = 1 + 3,2 \lg N = 1 + 3,2 \cdot 2,0 = 8.$$

Потім визначаємо інтервал групування за формулою (2.2):

$$I = \frac{491,34 - 0}{8} = 61,4175.$$

Подальша обробка варіаційного ряду представлена в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Обробка варіаційного ряду з відвантаження металопрокату у рулонах автотранспортом із ЦХП 1

N_k	$\bar{N}_k$	N	P_k	Розрахункові дані			
				$P_k \bar{N}_k$	$\bar{N}_k - \bar{M}$	$(\bar{N}_k - \bar{M})^2$	$(\bar{N}_k - \bar{M}) P_k$
(0-61,42]	30,71	29	0,29	8,9059	-100,365	10073,133	2921,209
(61,42-122,8]	92,13	26	0,26	23,9539	-38,945	1516,713	394,345
(122,8-184,3]	153,73	22	0,22	33,8206	22,6553	513,2626	112,918
(184,3-245,7]	214,98	10	0,10	21,4980	83,905	7040,049	704,005
(245,7-307,1]	276,41	8	0,08	22,1128	145,335	21122,262	1689,781
(307,1-368,6]	378,84	2	0,02	7,5768	247,765	61387,495	1227,750
(368,6-429,9]	399,27	1	0,01	3,9927	268,195	71928,558	719,286
(429,9-491,4]	460,70	2	0,02	9,2140	329,625	108652,64	2173,053
		100	1,0	131,0747		$D = 5814,87$	

Визначаємо середньоквадратичне відхилення за формулою (2.3):

$$\sigma = \sqrt{5814,87} = 76,255.$$

Знаходимо коефіцієнт варіації добового вантажопотоку, що характеризує розкид випадкової величини за формулою (2.4):

$$V = \frac{\sqrt{5814,87}}{131,0747} = 0,5817697.$$

Визначимо коефіцієнт нерівномірності відвантаження металопрокату з підприємства за формулою (2.5):

$$K_n = 1 + V = 1 + 0,582 = 1,582.$$

За попередній рік протягом періоду навігації у Запорізький річковий порт автотранспортом відвантажувалося близька 6000 т металопрокату у рулонах за місяць. Оскільки період навігації склав приблизно 10 місяців, то загальний вантажопотік металопрокату у рулонах, які доставляються автотранспортом у річковий порт, за 2017 рік склав: $Q_{річн}^{at} = 6000 \cdot 10 = 60000$ т/рік.

Розрахунковий річний та добовий вантажопотік відвантаження металопрокату в рулонах автотранспортом у Запорізький річковий порт з комбінату «Запоріжсталь» складуть:

$$Q_{річн}^{at} = 60000 \cdot 1,582 = 94920 \text{ т/рік};$$

$$Q_{доб}^{at} = \frac{60000 \cdot 1,582}{295} = 321,76 \text{ т/добу}.$$

2.5 Організація відвантаження металопрокату у рулонах

2.5.1 Визначення продуктивності та річного фонду робочого часу механізмів при переробці металопрокату в рулонах у ЦХП 1

Існуючий варіант

За існуючим варіантом всі перевантажувальні операції з рулонами в ЦХП 1 виконуються мостовими кранами, які обслуговують різні ділянки і прольоти цеху.

Для виконання перевантажувальних операцій мостові крани оснащені автоматичними кліщовими захватами. Вантажопідйомність кліщового захвату – 16,0 т; власна вага – 1,5 т. Час захвату рулону – 15 с; час вивільнення рулону – 10 с.

Технічна характеристика мостових кранів, які зайняті у процесі вантажопереробки гарячекатаних рулонів, представлена у табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Технічна характеристика мостового крану

Найменування характеристики	Значення параметра
Вантажопідйомність, т	20,0 - 30,0
Висота підйому, м	12,5
Мінімальне наближення гака до підкранової колії, мм: - по горизонталі: з боку кабіни / тролєї - по вертикалі	800 / 1000 500
Швидкість, м/с: - пересування крана - пересування візка - підйому / спуску вантажу	1,33 0,72 0,33
Потужність двигунів, кВт: - механізму підйому - механізму пересування вантажного візка - механізму пересування крану	37,0 17,5 11×2

Основний параметр показника ефективності роботи вантажопідйомних і транспортуючих механізмів – продуктивність, що забезпечує необхідну інтенсивність переробки вантажів на різних етапах їхнього просування.

Продуктивність механізмів періодичної дії визначається за формулою [17]:

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

де $q_{\text{ц}}$ - маса вантажу, що перевантажується за один цикл, т; за один цикл перевантажується один рулон; середня вага рулону – 8,29 т;

$t_{\text{ц}}$ - тривалість одного циклу роботи механізму, с.

Експлуатаційна продуктивність визначається за формулою [17]:

$$P_{\text{експл}} = P_{\text{техн}} \cdot K_{\text{час}}, \quad (2.9)$$

де $K_{\text{час}}$ - коефіцієнт, який враховує використання механізму за часом; в розрахунках приймаємо рівним 0,85.

Тривалість циклу мостового крана розраховується за формулою [18]:

$$t_{\text{ц}} = t_3 + t_6 + \left(\frac{4H}{v_{\text{вант}}} + \frac{2L_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}} + \frac{2L_6}{v_6} \right) \cdot \varphi, \quad (2.10)$$

де t_3 - час захвату вантажу, с;

t_6 - час віддачі вантажу, с;

H - висота підйому вантажу, м;

$L_{\text{кр}}$ - середня відстань переміщення крана, м;

L_6 - середня відстань переміщення візка крана, м;

$v_{\text{вант}}$ - швидкість підйому або опускання вантажу або захвату, м/с;

$v_{\text{кр}}$ - швидкість пересування крана, м/с;

v_g - швидкість пересування візка крана, м/с;

φ - коефіцієнт сполучення операцій у часі, $\varphi = 0,85$.

Визначимо тривалість елементів циклу та час циклу для всіх мостових кранів, зайнятих вантажопереробкою гарячекатаних рулонів в ЦХП 1. Результати розрахунків зведені в табл. 2.7. При розрахунках середнє значення висоти підйому-опускання рулонів приймаємо рівним 8,0 м. На підставі визначеної тривалості циклу також розрахуємо значення продуктивності мостових кранів.

Таблиця 2.7 – Розрахунок тривалості циклу і продуктивності мостових кранів, зайнятих відвантаження металопрокату в рулонах

№№ крана	Відстань переміщення, м		Тривалість елементів циклу і загальний час циклу, с						Продуктивність, рул./год.	
	L_g	$L_{кр}$	t_z	t_g	$\frac{4H}{v_{вант}}$	$\frac{2L_{кр}}{v_{кр}}$	$\frac{2L_g}{v_g}$	$t_{ц}$	$P_{техн}$	$P_{експл}$
134	13,0	40,0	15	10	97,0	60,2	36,1	194	19	16
137	13,0	60,0	15	10	97,0	90,2	36,1	224	16	13
100	22,5	240,0	15	10	97,0	361,0	62,5	521	7	6
121	31,5	180,0	15	10	97,0	270,7	87,5	456	8	7
147	28,5	80,0	15	10	97,0	120,3	79,2	297	12	10
148	22,5	80,0	15	10	97,0	120,3	62,5	280	13	11
145	28,5	80,0	15	10	97,0	120,3	79,2	297	12	10
111	31,5	80,0	15	10	97,0	120,3	87,5	305	12	10

Розраховані значення будемо використовувати при визначенні річного часу роботи мостових кранів з вантажопереробки металопрокату у рулонах.

Мостові крани №№ 134, 137, 100, 121 працюють у технологічних прольотах цеху и використовуються для передавання рулонів з ділянки пакування на ділянки відвантаження.

Завантаження автотранспорту на цей час відбувається на різних вантажних фронтах:

- тупик № 29, який обслуговується мостовим краном № 147;
- тупик № 30, який обслуговується мостовим краном № 148;
- тупик № 30а, який обслуговується мостовим краном № 145;
- ділянка сортування та передачі металу у п'ятому прольоті цеху, яка обслуговується мостовим краном № 111.

За даними підприємства обсяг відвантаження на різних фронтах приблизно рівний, тобто у розрахунках можна прийняти, що він складає від загальної кількості ($Q_{річн}^{ат} = 94920$ т/рік) 25 %, що дорівнює 23730 т/рік. Саме на переробку цього обсягу гарячекатаних рулонів визначимо річний час роботи мостових кранів.

Стосовно роботи мостових кранів №№ 134, 137 та 100, то вони переробляють весь загальний обсяг рулонів: кран № 134 працює на складі гарячекатаних рулонів (проліт А - Б), мостовий кран № 137 (проліт Д - Е) – передає рулони з трансферкара 13 на трансферкар 16, а мостовий кран № 100 (проліт Х - К) здійснює передачу рулонів з трансферкара № 16 на трансферкари №№ 18 або 23.

Розрахунок річного робочого часу мостових кранів (МК) за існуючим варіантом наведений в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Розрахунок річного робочого часу МК за існуючим варіантом

№№ крана	Річний обсяг переробки		Тривалість робочого циклу		Річний фонд робочого часу	
	т/рік	рул./рік	секунд	хвилин	хвилин	годин
134	94920	11440	194	3,23	36951	616
137	94920	11440	224	3,73	42709	712
100	94920	11440	521	8,68	99338	1656
121	71160	8584	456	7,60	65238	1088
147	23720	2860	297	4,95	14157	236
148	23720	2860	280	4,67	13356	223
145	23730	2860	297	4,95	14157	236
111	23730	2860	305	5,08	14538	243
Загальний річний фонд робочого часу					300444	5010

За існуючим варіантом в процесі вантажопереробки металопрокату у рулонах в ЦХП 1 приймають участь трансферкари, які здійснюють передачу рулонів між суміжними прольотами цеху.

Технічна характеристика трансферкарів наведена в табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Технічна характеристика трансферкара

Найменування характеристики	Значення параметра
Вантажопідйомність, т	60,0
Довжина колії, м:	
- трансферкар 18	40,0
- трансферкар 16	100,0
- трансферкар 23	325,0
Швидкість пересування, км/год.: номінальна / в цеху	24,0 / 3,0
Габаритні розміри, мм	8000×3000
Тип управління	ручне
Привід пересування	електромеханічний
Тип двигуна	МТК-311-8
Потужність двигуна, кВт/год.	27,5

Для подальших економічних розрахунків необхідно визначити час зайнятості трансферкарів при передачі металопрокату у рулонах між суміжними прольотами.

За один цикл трансферкар перевозить 2 рулони. Повний цикл складається з руху трансферкара з рулонами та повернення у вихідну точку без рулонів.

Розрахунок робочого часу трансферкарів протягом періоду навігації на передачі гарячекатаних рулонів між суміжними прольотами за існуючим варіантом приведений в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Розрахунок річного часу роботи трансферкарів

№№	Річна кількість		Відстань, м	Час циклу		Річний час	
	рулонів	циклів		секунд	хвилин	хвилин	годин
13	11440	5720	100·2	241	4,0	22880	382
16	11440	5720	100·2	241	4,0	22880	382
18	8584	4292	55·2	133	2,2	9443	157
23	2860	1430	250·2	602	10,0	14300	238
Загальний річний фонд робочого часу						69503	1159

Приймаємо загальний час роботи трансферкарів протягом періоду навігації на передачі металопрокату у рулонах рівним 1260 год.

Проектний варіант

За проектом пропонується організувати вантажний фронт для завантаження гарячекатаних рулонів в автотранспорт в районі тупика № 27. Фронт буде обслуговуватися мостовим краном № 134, який працює на складі металопрокату у рулонах. Мостовий кран обладнаємо спеціальним захватом-кантувачем для рулонів, який буде перекантовувати їх з вертикального у горизонтальне положення для завантаження на автотранспорт. Крім того, такий захват дозволяє здійснювати підйом рулону як із вертикального, так і з горизонтального положення. Час захвату рулону: 5 - 6 с, а час вивільнення: 3 - 4 с.

За формулами (2.8) – (2.10) визначимо тривалість циклу та продуктивність роботи мостового крану № 134 за *проектним* варіантом:

$$t_{mk}^{np} = 6 + 4 + \left(\frac{4 \cdot 8}{0,33} + \frac{2 \cdot 30}{1,33} + \frac{2 \cdot 7}{0,72} \right) \cdot 0,85 = 146 \text{ с};$$

$$П_{mk}^{np.m} = \frac{1 \cdot 3600}{146} = 24,6 \text{ рул./год.};$$

$$П_{mk}^{np.екс} = 24,6 \cdot 0,85 = 21 \text{ рул./год.}$$

Кран виконує з кожним рулоном по 2 операції: подача від приймку конвеєра на ділянку пакування та подача зі складу на вантажний фронт і завантаження в напівпричіп. Загальний час переробки одного рулону складає:

$$146 \cdot 2 = 292 \text{ с} = 4,87 \text{ хв.}; \text{ приймаємо } 5 \text{ хв.}$$

Річна кількість металопродукату у рулонах, що відвантажується з тупика № 27 на річковий порт, складає 11440 од. Загальний час роботи мостового крану № 134 за *проектним варіантом* складе:

$$T_{\text{річн}}^{\text{мк134}} = 5 \cdot 11440 = 57200 \text{ хв.} = 954 \text{ год.}$$

Інші вантажні фронти для відвантаження металопродукату у рулонах на автотранспорт за проектом не використовуються, тому роботу других мостових кранів не розглядаємо.

2.5.2 Організація вантажопереробки металопродукату у рулонах в Запорізькому річковому порту

Автотранспортом металопродукат у рулонах транспортується з ПАТ «Запоріжсталь» у річковий порт, де потім відвантажується на судна змішаного типу «ріка - море». В порту всі перевантажувальні операції виконуються портальними кранами. На причалі, де відвантажується металопродукат у рулонах, працюють крани, технічна характеристика яких наведена в табл. 2.11.

За існуючим варіантом рулони надходять в порт на піддонах у вертикальному положенні і вивантажуються за допомогою кліщового захвату. Рулони встановлюються на спеціальні підкладки в положення «на торець», а потім переканто-

вуються у положення «на твірну» за допомогою автонавантажувача та кантувача для рулонів.

Таблиця 2.11 – Технічна характеристика порталного крана

Найменування характеристики	Значення параметра
Вантажопідйомність, т	16,0
Виліт стріли, м: найбільший / найменший	32 / 8
Висота підйому, м	25,0
Колія порталу, м	10,5
Швидкість, м/хв.: - пересування крана - зміни вильоту стріли - підйому / спуску вантажу	25,0 12,0 12,0
Частота обертання, об./хв.	1,6
Потужність двигунів, кВт: - механізму підйому / спуску вантажу - механізму пересування крана - механізму обертання стріли крана - механізму зміни вильоту стріли крана	2×75 4×9,7 2×14 18,5

Оскільки за проектом передбачаємо завезення рулонів в порт в положенні «на твірній», то вивантаження буде відбуватися порталними кранами, оснащеними захватом-скобою. Ліквідування зайвої операції дозволить підвищити економність металопрокату під час перевантажувальних операцій та отримати знижку з акордної ставки за вантажопереробку в річковому порту.

Для визначення продуктивності порталного крана при розвантаженні рулонів в порту розрахуємо тривалість циклу за формулою [18]:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{з}} + t_{\text{с}} + \left(\frac{4H}{v_{\text{ван}}} + \frac{2L_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}} + \frac{2\beta \cdot 60}{n_{\text{об}} \cdot 360} \right) \cdot \varphi, \quad (2.11)$$

де $t_{\text{з}}$ - час захвату вантажу, с;

t_g - час віддачі вантажу, с;

H - висота підйому вантажу, м;

$v_{ван}$ - швидкість підйому та спуску вантажу, м/с;

$L_{кр}$ - середня відстань переміщення крана, м;

$v_{кр}$ - швидкість переміщення крана, м/с;

β - кут повороту стріли портального крана; $\beta = 90^\circ$;

$n_{об}$ - частота обертання порталу крана, об/хв.;

φ - коефіцієнт сполучення операцій у часі; $\varphi = 0,85$.

Визначимо тривалість циклу портального крана за *існуючим варіантом* за формулою (2.11):

$$t_{нк}^{існ} = 25 + 15 + \left(\frac{4 \cdot 5}{0,2} + \frac{2 \cdot 10}{0,42} + \frac{2 \cdot 90 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,85 = 165 \text{ с.}$$

Після розвантаження рулон перекантюється за допомогою автонавантажувача та кантувача. Час кантування – 90 с. Таким чином, загальний час розвантаження одного рулону складає $165 + 90 = 255$ с.

За формулами (2.8) – (2.9) визначимо продуктивність при розвантаженні рулонів за існуючим варіантом (за один робочий цикл перевантажується один рулон):

$$П_{нк}^{існ.т} = \frac{1 \cdot 3600}{255} = 14 \text{ рул./год.}; \quad П_{нк}^{існ.екс} = 14 \cdot 0,85 = 12 \text{ рул./год.}$$

За *проектним* варіантом рулони надходять в порт у горизонтальному положенні і розвантажуються портальним краном, який оснащено спеціальним захватом-кантувачем. Визначимо тривалість циклу та продуктивність крана за проектним варіантом:

$$t_{нк}^{np} = 8 + 7 + \left(\frac{4 \cdot 5}{0,2} + \frac{2 \cdot 0}{0,42} + \frac{2 \cdot 90 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,85 = 163 \text{ с};$$

$$П_{нк}^{np.m} = \frac{1 \cdot 3600}{164} = 22 \text{ рул./год.}; \quad П_{нк}^{np.екс} = 22 \cdot 0,85 = 19 \text{ рул./год.}$$

2.6 Вибір засобів транспортування металопрокату у рулонах з ПАТ «Запоріжсталь» у річковий порт

В проекті пропонується транспортувати металопрокат у рулонах у горизонтальному положенні «на твірній», що дає наступні переваги:

- усунення зайвої операції кантування рулонів у річковому порту;
- підвищення якості металопродукції внаслідок ліквідування перевалочної операції кантування, під час якої відбувається травмування й завальцювання крайок і виступаючих витків рулонів;
- підвищення товарної якості металопрокату;
- зниження вартості вантажопереробки металопрокату у рулонах в порту.

За *пропонованим варіантом* пропонується для перевезення використовувати спеціальні напівпричепи Schmitz S.CS COIL [19] для транспортування рулонів сталі. Напівпричіп має надійну систему фіксації вантажу, що забезпечує високу безпеку для водія, транспортного засобу, інших учасників транспортного процесу та дорожнього руху при мінімальних витратах часу. Техніку Schmitz Cargobull відрізняє високий рівень активної безпеки при низьких витратах на експлуатацію.

Модель S.CS COIL з більш низьким центром тяжіння дозволяє надійно перевозити рулони листової сталі діаметром від 800 мм до 2200 мм. Підлога напівпричепа має металевий настил, в якому є спеціальний жолоб для укладання сталевих рулонів. При закритому жолобі у зворотному напрямку можна перевозити будь-які вантажі. Жолоб має довжину 7200 або 9000 мм; він надійно фіксує важкі рулони

діаметром від 800 до 2200 мм. Завдяки низькому центру тяжіння забезпечений високий рівень безпеки при перевезенні. Напівпричіп Schmitz S.CS COIL [19] має підсилену конструкцію шасі і дозволяє витримувати навантаження до 30 т на 1,5 м. Напівпричіп оснащений сертифікованою системою кріплення стальних рулонів за VDI2700.

Загальний вигляд напівпричепу Schmitz S.CS COIL для транспортування рулонів показаний на слайді 6 графічної частини, а його технічна характеристика наведена в табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – Технічна характеристика напівпричепу Schmitz S.CS COIL

Найменування характеристики	Значення
Повна маса напівпричепу, кг	39000
Розподіл повної маси напівпричепу, кг:	
- на сидільний пристрій тягача	12000 / 15000
- на задній візок	27000
Споряджена маса напівпричепу, кг	7100
Вантажопідйомність (корисне навантаження), кг	32000
Навантаження на вісі	3×9000
Відстань між осями, мм	1410 / 1310
Колісна база, мм	7700
Габаритні розміри напівпричепу, мм	13750×2550×2050
Внутрішні габаритні розміри кузову, мм	13620×2480×850
Висота опорно-зчіпного пристрою, мм	1150
Навантажувальна висота з вантажем, мм	1220
Довжина жолобу для рулонів сталі, мм	7200 / 9000
Шини	385/65R22,5
Кількість осей / коліс	3 / (6+1)

В залежності від маси та діаметру рулону в напівпричепі можна розміщати від двох до п'яти рулонів, якщо дозволить номінальна вантажопідйомність напівпричепу. Схеми розміщення рулонів металопродукції різної маси в автотранспорті наведені на слайді 7 графічної частини.

2.7 Розрахунок тривалості виконання вантажних операцій

У розрахунковий строк на навантаження або вивантаження рухомого складу включаються витрати часу на виконання таких операцій.

1. Підготовчі операції.
2. Заклучні операції.
3. Завантаження рухомого складу або розвантаження механізмами, що включає необхідні пересування транспортного засобу або механізму.

Тривалість загального часу виконання вантажних операцій з автотранспортними засобами при виконанні вантажних операцій з рулонами на ПАТ «Запоріжсталь» розраховується за формулою [17]:

$$T_{\text{заг}} = t_{\text{підг}} + t_{\text{оч}}^{\text{кр.}} + t_{\text{под}}^{\text{в.фр.}} + t_{\text{вант}} + t_{\text{закл}}, \quad (2.11)$$

де $t_{\text{підг}}$ - тривалість виконання підготовчих операцій, хв.;

$t_{\text{оч}}^{\text{кр.}}$ - час очікування звільнення крану від виконання основних технологічних операцій та подача його на вантажний фронт, хв.;

$t_{\text{под}}^{\text{в.фр.}}$ - тривалість подачі рулону зі складу на вантажний фронт, хв.;

$t_{\text{вант}}$ - тривалість виконання вантажної операції, хв.;

$t_{\text{закл}}$ - тривалість заключних операцій, хв.

Час на виконання вантажних операцій розраховується за формулою [17]:

$$t_{\text{вант}} = \frac{q_{\text{мз}} \cdot 60}{\Pi_{\text{експ}}} + t_{\text{дон}}, \quad (2.12)$$

де $q_{\text{мз}}$ - кількість вантажу в транспортному засобі, т;

$t_{\text{дон}}$ - тривалість допоміжних операцій, виконуваних при навантаженні або розвантаженні транспортних засобів, хв.

Необхідно визначити такі нормативи:

- час простою автопоїздів під завантаженням на вантажних фронтах ЦХП 1;
- час простою автопоїздів під розвантаженням на причалі річкового порту.

Розрахунок часу на обробку автопоїздів на вантажних фронтах за існуючим варіантом

За існуючим варіантом гарячекатаний металопрокат у рулонах завозиться в порт з комбінату «Запоріжсталь» на піддонах М₃₆-100994 у положенні «на торець». Розрахункова кількість вантажу в одному напівпричепі – 28,0 т.

Завантаження на заводі виконується мостовими кранами №№ 147,148,145,111 на різних вантажних фронтах, середня продуктивність яких складає 10 рул./год. або $8,29 \cdot 10 = 82,9$ т/год.

Тривалість виконання підготовчих та заключних операцій за існуючим варіантом в ЦХП-1 складає:

- підготовчі операції з встановлення автопоїзда на вантажному фронті, перевірки комерційного стану рулонів, придатності рухомого складу та документів на вантаж – 15 хв.;
- заключні операції з кріплення вантажу, оформлення документів на відвантаження та звільнення вантажного фронту на комбінаті – 30 хв.;
- очікування звільнення крану від виконання основних технологічних операцій та подача його на вантажний фронт в середньому складає 10 хв.

Тривалість подачі рулону зі складу на вантажний фронт автотранспорту включає час на переміщення рулонів декількома мостовими кранами (МК) та трансферкарами (Тр.):

МК № 134 – Тр. № 13 – МК № 137 – Тр. № 16 – МК № 100 – Тр. № 118.

Час переміщення рулону кранами або трансферкарами та повернення механізму у початковий стан обираємо з табл. 2.8 та 2.10:

$$t_{\text{под}}^{\text{в.фр.}} = (3,23 + 4 + 3,73 + 4 + 8,68 + 2,2) = 26 \text{ хв.}$$

В порту пачки вивантажуються портальним краном, продуктивність якого – 12 рул./год. або 99,48 т/год.

Тривалість виконання підготовчих та заключних операцій в порту за *існуючим* варіантом складає:

- підготовчі операції з встановлення автопоїзда на вантажному фронті, звільнення рулонів від кріплення та перевірки документів на вантаж – 20 хв.;
- заключні операції з оформлення документів на прийнятий вантаж та звільнення автопоїздом вантажного фронту – 20 хв.

Визначимо час простою автомобілів на вантажних фронтах під навантаженням-розвантаженням за *існуючим* варіантом:

- металургійний комбінат «Запоріжсталь»

$$t_{мет.к}^{існ} = \frac{28,0 \cdot 60}{82,9} = 20 \text{ хв.} = 0,33 \text{ год.};$$

$$T_{мет.к}^{існ} = 15 + 10 + 26 + 20 + 30 = 101 \text{ хв.} = 1,68 \text{ год.}$$

- причал річкового порту

$$t_{порт}^{існ} = \frac{28,0 \cdot 60}{99,48} = 17 \text{ хв.} = 0,28 \text{ год.};$$

$$T_{порт}^{існ} = 20 + 17 + 20 = 57 \text{ хв.} = 0,95 \text{ год.}$$

Розрахунок часу на обробку автопоїздів на вантажних фронтах за проектним варіантом

За *проектним* варіантом для завезення металопродукату в порт використовуємо спеціальний рухомий склад – напівпричіп для рулонів Schmitz S.CS COIL, який оснащено сертифікованими засобами кріплення.

Завантаження на заводі виконується мостовим краном № 134 на вантажному фронті тупика № 27, продуктивність якого складає 21 рул./год. або 174,1 т/год. В

порту пачки вивантажуються портальним краном, продуктивність якого при оснащенні спеціальним захватом-кантувачем – 19 рул./год. або 157,5 т/год.

Тривалість виконання підготовчих та заключних операцій за *проектним* варіантом складає:

1) на комбінаті

- підготовчі операції з встановлення автопоїзда на вантажному фронті, перевірки комерційного стану рулонів, придатності рухомого складу та документів на вантаж – 15 хв.;
- заключні операції з кріплення вантажу, оформлення документів на відвантаження та звільнення вантажного фронту на комбінаті – 10 хв.;

2) на причалі річкового порту

- підготовчі операції з встановлення автопоїзда на вантажному фронті, звільнення рулонів від кріплення та перевірки документів на вантаж – 10 хв.;
- заключні операції з оформлення документів на прийнятий вантаж та звільнення автопоїздом вантажного фронту – 10 хв.

Визначимо час простою автомобілів на вантажних фронтах під навантаженням-розвантаженням за проектними варіантами:

- металургійний комбінат «Запоріжсталь»

$$t_{мет.к}^{np} = \frac{28,0 \cdot 60}{174,1} = 10 \text{ хв.} = 0,16 \text{ год.};$$

$$T_{мет.к}^{np} = 15 + 10 + 10 = 35 \text{ хв.} = 0,58 \text{ год.}$$

- причал річкового порту

$$t_{порт}^{np} = \frac{28,0 \cdot 60}{157,5} = 11 \text{ хв.} = 0,18 \text{ год.};$$

$$T_{порт}^{np} = 10 + 11 + 10 = 31 \text{ хв.} = 0,50 \text{ год.}$$

2.8 Організація завезення металопрокату у рулонах в річковий порт автотранспортом за варіантами

Доставка металопрокату у рулонах з комбінату «Запоріжсталь» в річковий порт за існуючим і проектним варіантами виконується автомобільним транспортом.

Перевізний процес автотранспорту складається з таких етапів:

- підготовка вантажу до перевезення;
- навантаження на рухомий склад;
- переміщення рухомого складу з вантажем від пункту навантаження в пункт розвантаження;
- розвантаження й здача вантажу;
- проходження рухомого складу під чергове навантаження.

За існуючим і за проектним варіантами рух автотранспорту організовано за маятниковими маршрутами з порожнім зворотним пробігом. Для того, щоб визначити потребу автомобілів для доставки металопрокату в порт, необхідно визначити основні елементи перевізного процесу.

Визначаємо час перебування автотранспорту на маршруті за формулою [20]:

$$T_m = T_n - t_n - t_{обід}, \quad (2.13)$$

де T_n - час в наряді, ч; $T_n = 12$ годин;

t_n - час на нульові пробіги, годин.

$t_{обід}$ - тривалість обідньої перерви, годин.

Час нульових пробігів розраховується за формулою [20]:

$$t_n = \frac{l'_n + l''_n}{v_{am}}, \quad (2.14)$$

де l'_n, l''_n - відстані з АТЦ у цех під навантаження й з порту в АТЦ по закінченні зміни (довжина нульових пробігів), км;

v_{am} - розрахункова швидкість руху транспортного засобу, км/год.

Кількість їздок, виконуваних за зміну, визначаємо за формулою [20]:

$$E = \frac{T_m \cdot v_m \cdot e}{L_m + v_m \cdot t_{np}}, \quad (2.15)$$

де e - кількість їздок, виконуваних автомобілем за один оберт; для маятникових маршрутів: зі зворотним порожнім пробігом $e = 1$;

L_m - довжина маршруту, км;

t_{np} - тривалість знаходження транспортного засобу на фронтах навантаження-вивантаження протягом обороту, год.

Змінна продуктивність автотранспорту розраховується за формулою [20]:

$$\Pi_{зм} = q_{ван}^{am} \cdot E, \quad (2.16)$$

де $q_{ван}^{am}$ - кількість металопрокату в автопоїзді, т.

Потрібний парк автопоїздів для забезпечення перевізного процесу визначаємо за формулою [20]:

$$N_{am} = \frac{Q_{доб}}{n_{зм} \cdot \Pi_{зм}}, \quad (2.17)$$

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

$n_{зм}$ - кількість змін роботи автотранспорту на маршруті.

Відстань між вантажними фронтами заводу й порту – 10,0 км.

Довжина маршруту складає:

$$L_m = 10,0 \cdot 2 = 20,0 \text{ км.}$$

Час руху на маршруті за один оборот визначається за формулою [20]:

$$t_m = \frac{L_m}{v_{am}} \text{ год.}; \quad (2.18)$$

$$t_m^{icn} = t_m^{np} = \frac{20,0}{24} = 0,83 \text{ год.}$$

Тривалість руху в одному напрямку складає 0,42 год. або 25 хв.

Час простою транспортних засобів під вантажними операціями складає:

1) навантаження рулонів на комбінаті:

- існуючий варіант: 1,68 год.;
- проектний варіант: 0,58 год.;

2) розвантаження рулонів на причалі порту:

- існуючий варіант: 0,95 год.;
- проектний варіант: 0,50 год.

Для визначення загального часу обороту автопоїздів за варіантами необхідно врахувати тривалість виконання всіх операцій як на металургійному комбінаті, так і в порту.

Автопоїзди на перевезенні металопрокату у рулонах працюють у 2 зміни тривалістю по 12 годин. Перевезення здійснюють щодоби, без вихідних. Розрахункова середня кількість вантажу в автопоїзді – 28,0 т.

Добовий вантажопотік визначимо, виходячи з того, що місячний вантажопотік відправлення металопрокату у рулонах з комбінату в порт складає 6000 т.

$$Q_{доб} = \frac{Q_{міс}}{30} = \frac{6000}{30} = 200 \text{ т/добу.}$$

Час роботи автотранспорту на маршруті визначимо за формулою (2.13):

$$T_{\text{м}} = 11,5 - \frac{8+2}{24} - 0,75 = 10,33 \text{ год.}$$

Змінна продуктивність автопоїздів при завезенні металопрокату в порт складе:

$$P_{\text{зм}}^{\text{існ}} = 28 \cdot 3 = 84 \text{ т/добу;}$$

$$P_{\text{зм}}^{\text{пр}} = 28 \cdot 5 = 140 \text{ т/добу.}$$

Розрахунок елементів перевізного процесу й кількість автомобілів для організації перевезення металопрокату виконуємо за формулами (2.15) – (2.18). Результати розрахунку зводимо в табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – Розрахунок елементів перевізного процесу та кількості автопоїздів

Варіант	Час перебування, год.			Час обороту, год.	Кількість їздок	Продуктивність, т/добу	Кількість автопоїздів
	на комбінаті	в порту	у русі				
Існуючий	1,68	0,95	0,83	3,46	3	84,0	3
Проектний	0,58	0,50	0,83	1,91	5	140,0	2

Визначимо річний пробіг транспортних засобів за варіантами. Кількість оборотів, яку необхідно виконати за період навігації, складає:

$$n_{об} = \frac{Q_{річн}}{q_{вант}} = \frac{60000}{28} = 2143 \text{ об.}$$

Пробіг АТЗ при роботі на маршруті за існуючим і проектним варіантом за оборот – 20 км.

Нульові пробіги – 10 км.

Пробіг на маршруті за період навігації складе:

- існуючий та проектний варіант

$$L = 20 \cdot 2143 = 42860 \text{ км.}$$

З урахуванням нульових пробігів загальний пробіг за варіантами складе:

- існуючий варіант (за зміну виконується 3 обороти):

$$L_{річн}^{існ} = 42860 + \frac{2143}{3} \cdot 10 = 50003 \text{ км;}$$

- проектний варіант (за зміну виконується 5 оборотів):

$$L_{річн}^{пр} = 42860 + \frac{2143}{5} \cdot 10 = 47146 \text{ км.}$$

2.9 Розробка імітаційної моделі для перевірки проектних рішень

Для дослідження транспортних процесів була розроблена імітаційна модель, яка може бути реалізована в програмному середовищі Anylogic [21].

На початковому етапі створення моделі потрібно збудувати просту модель. Свою дискретно-подієву модель оптимізації обробки автопоїздів на вантажних фронтах будуємо на базі шаблону «Моделирование транспортных сетей», який пропонує програма.

Вибираємо такі опції моделі, які дозволяють додати в створювану модель ресурси, графік, що відображає час роботи в системі, анімацію руху автопоїздів від ЦХП-1 до порту або гістограму, що відображає коефіцієнт використання ресурсів в системі. Отже за допомогою обраних опцій в моделі буде збиратися час очіку-

вання автомобіля в пунктах навантаження-розвантаження, статистика часу перебування заявок в системі, яка буде відображатися на гістограмі. А також буде додана стовпчикова діаграма, що відображає відсоток використання ресурсів.

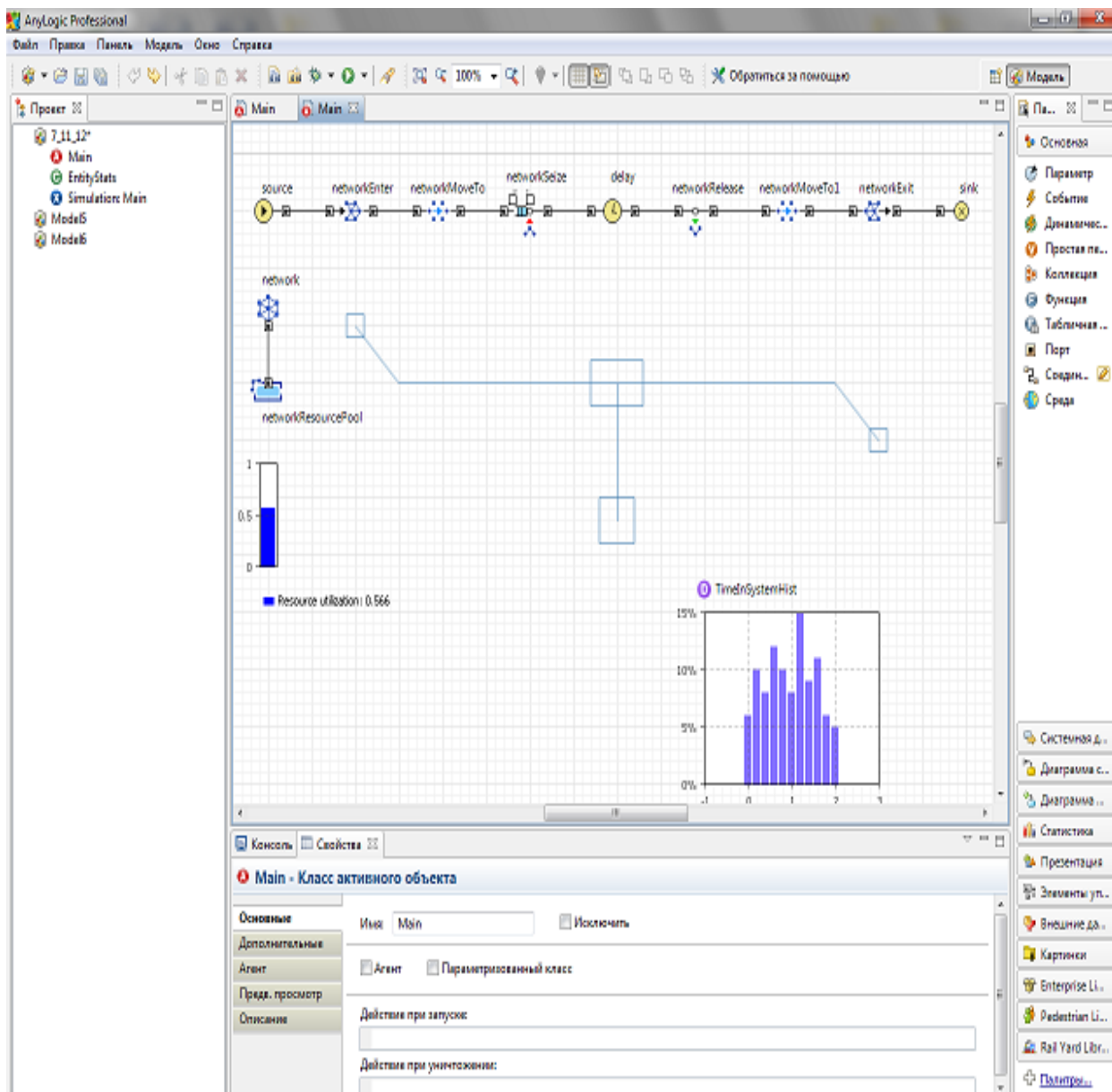


Рисунок 2.3 – Інтерфейс користувача AnyLogic.

В основі дискретно-подієвої моделі лежить діаграма процесу – послідовність з'єднаних між собою блоків (в AnyLogic це блоки Основної бібліотеки), які

задають послідовність операцій, що здійснюються над заявками, які проходять по діаграмі процесу.

Потрібну нам діаграму процесу в AnyLogic створюємо шляхом додавання об'єктів бібліотеки з палітри на діаграму класу активного об'єкта, з'єднання їх портів і зміни значень властивостей блоків відповідно до вимог моделі.

На рис. 2.4 та слайді 9 показано створену імітаційну модель роботи автопоїздів.

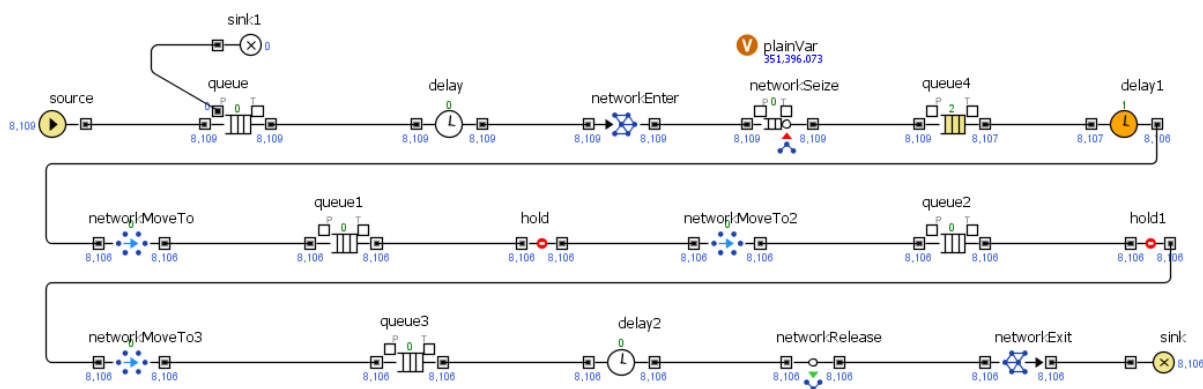


Рисунок 2.4 – Схема імітаційної моделі роботи автопоїздів при перевезенні металопрокату в рулонах з ПАТ «Запоріжсталь» в річковий порт

Елемент *source* генерує потік заявок (рулони металу, які необхідно перевезти у порт). Заявки представляють собою об'єкти, які створюються, обробляються і обслуговуються. Для нашої моделі, перевезення рулонів автопоїздами, заявками є партія з 3-4 рулонів, що розміщуються на складі ЦХП-1, готова до відправки. Кількість заявок може значно перевищувати можливості обслуговування, в реальному житті – непереважені рулони будуть зберігатися на складі до їх вивезення, в моделі ж використовуємо елемент *sink1*, який дозволяє виконувати заявки, не переповнюючи чергу *queue*.

Елемент *delay* затримує виконання заявки на певний час, імітуючи в реальному житті необхідний час на обробку даних.

За допомогою елемента *network:Enter* заявки реєструються в мережі. Після

реєстрації заявка може переміщуватися по мережі.

Елемент *networkSeize* викликає необхідну кількість ресурсів для обслуговування заявок, в нашому випадку – автопоїзди для перевезення рулонів металу.

У зв'язку з тим, що не завжди можливо забезпечити безперервне завантаження напівпричепів, імітуємо можливість виникнення черги в пункті навантаження елементом *queue4*.

На завантаження та оформлення необхідних документів витрачається певний час, розрахований раніше і задається елементом *delay1*.

В графічній частині анімації зображуємо реальну карту міста Запоріжжя і промальовуємо рух автопоїзду до порту. В дорозі виникають можливості затримки, які імітуємо у вигляді світлофора *niioqaz* та пішохідного переходу в районі великого скупчення людей біля зупинки транспорту *svetofor*. Можливість затримки і в тому і іншому випадках імітується елементом *hold* та *hold1*, в яких властивості за допомогою відповідно елементів *event* та *event1* змінюються так, що блокується можливість проходження ділянки дороги кожні 30 секунд.

Елементи *networkMoveTo*, *networkMoveTo2*, *networkMoveTo3* задають рух ресурсів від пункту до пункту.

При прибутті до порту виникає імовірність черги, яку імітуємо елементом *queue3*, та витрачається час на розвантаження напівпричепа, розрахований раніше, та зімітований елементом *delay2*. Після цього ресурс вважається використаним, і тому система його звільнює елементом *networkRelease*. Елемент *networkExit* видаляє виконану заявку з мережі, тим самим переходячи до виконання наступної.

Окремим елементом *networkResourcePool* задається кількість ресурсів, а саме 2 автопоїзди, розраховані раніше, швидкість руху, фігура анімації вільного та зайнятого ресурсу, а також місце повернення ресурсів, в нашому випадку це *stoyanka*.

Анамація роботи моделі руху автопоїздів при транспортуванні рулонів з ПАТ «Запоріжсталь» в річковий порт наведена на рис. 2.5 та слайді 10 графічної

частини.

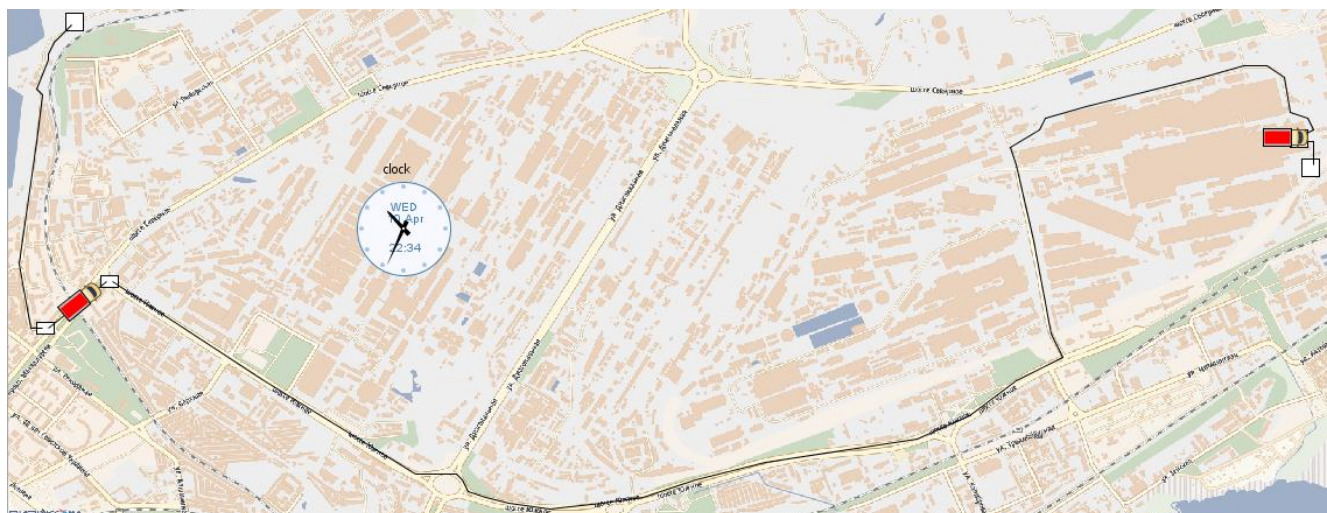


Рисунок 2.5 – Анімація моделі

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування техніко-економічних розрахунків

У проекті вирішуються питання дослідження технологічного процесу відвантаження металопродукції в рулонах із ЦХП 1 комбінату «Запоріжсталь» та завантаження їх у Запорозький річковий порт для подальшого відвантаження на судна.

На цей час відвантаження здійснюється з різних вантажних фронтів цеху. В технологічному процесі приймають участь 3 мостові крани та 3 трансферкара, які виконують передачу рулонів між суміжними прольотами.

За проектом передбачається реконструкція тупика № 27 ЦХП 1 для організації фронту відвантаження металопрокату в рулонах у безпосередній близькості від ділянки пакування та складу для їхнього зберігання. Даний захід передбачає часткове перекриття приймка підземного конвеєра, який транспортує гарячекатані рулони з ЦГПТЛ у ЦХП 1. Реконструкція дає можливість організувати фронт поставки автопоїзда, які прибувають в цех під завантаження. Таким чином, відпадає необхідність передавати рулони через цехові прольоти на тупики №№ 28, 29, 30а та у п'ятий проліт цеху, звідки вони відвантажуються на цей час. Для відвантаження використовуємо тільки один мостовий кран № 134, який зараз обслуговує склад гарячекатаних рулонів, ділянку пакування та передає рулони в зони роботи трансферкара.

Для доставки рулонів в порт на цей час використовуються автопоїзди у складі тягача Volvo VE D13 та напівпричепа Grunwald, на якому закріплені піддони для перевезення рулонів у вертикальному положенні.

За проектом також передбачається змінити спосіб транспортування рулонів з вертикального положення «на торець» на горизонтальне положення «на твірній». Це дає можливість отримати в річковому порту знижку з акордної ставки за перевалювання рулонів у розмірі 1,0 \$ з 1 т металопрокату, оскільки не потребується виконувати операцію кантування рулонів. Для реалізації цієї пропозиції передбачено наступне:

- оснастити мостовий кран № 134 спеціальним захватом-кантувачем;
- для перевезення в порт за *проектним* варіантом використовуємо спеціальні напівпричепи Schmitz S.CS COIL із жолобом для транспортування рулонів, які оснащені сертифікованою системою кріплення. Тягач використовуємо той самий, що і за існуючим варіантом – Volvo VE D13.

Вихідні дані для подальших техніко-економічних розрахунків.

Перевезення металопрокату у рулонах автотранспортом здійснюється протягом 10 місяців. Саме стільки триває період навігації.

Існуючий варіант:

- мостові крани: сумарний відпрацьований час всіма кранами за період навігації з відвантаження рулонів на автотранспорт за розрахунками склав 5010 год.; сумарна потужність двигунів – 76,5 кВт·год.;
- трансферкар: сумарний відпрацьований час всіма трансферкарами за період навігації за розрахунками склав 1159 год.; потужність двигуна – 27,5 кВт·год.;
- 3 автопоїзди у складі тягача Volvo VE D13 та напівпричепа Grunwald: витрата палива – 37,0 л/100 км; кількість коліс: тягач (10+1 та напівпричіп (6+1); річний пробіг – 50003 км;
- акордна ставка за переробку 1 т металопрокату в рулонах: 6,4 \$/т.

Проектний варіант:

- мостовий кран № 134: відпрацьований час з відвантаження металопрокату на автотранспорт за період навігації – 954 год.; сумарна потужність двигунів – 76,5 кВт;
- 2 автопоїзди у складі тягача Volvo VE D13 та напівпричепа Schmitz S.CS COIL: витрата палива – 37,0 л/100 км; кількість коліс: тягач (10+1) та напівпричіп (6+1); річний пробіг – 47146 км;
- вартість напівпричепа Schmitz S.CS COIL – 788800 грн.;
- вартість захвата-кантувача для рулонів – 450000 грн.;
- акордна ставка за переробку 1 т металопрокату в рулонах: 5,4 \$/т.

3.2 Розрахунок додаткових капітальних вкладень за проектом

Додаткові капітальні вкладення за проектним варіантом складаються з витрат, необхідних для придбання нових транспортних засобів для організації перевізного процесу, й спеціального захвату-кантувача для рулонів сталі.

Для завезення рулонів металопрокату за другим проектним варіантом необхідно придбати 2 напівпричепи Schmitz S.CS COIL.

Вартість захвату для кантування рулонів на вантажному фронті тупика № 27 цеху складає 450000 грн.

Вартість напівпричепів Schmitz S.CS COIL складає 788800 грн.

Для реконструкції автомобільного в'їзду в ЦХП 1 необхідні наступні матеріали:

- основа для перекриття конвеєру («стульчик») виконується з металу товщиною 20 мм; розгорнута довжина – 19,46 м; маса деталей – 1615 кг;
- площадка перекриття також виконується з металу товщиною 20 мм; розгорнута площа – 20,73 м²; маса деталей – 7369 кг;
- огороження виконується з куточків 50×5 та швелерів [12; розгорнута довжина куточків 14,0 м, маса – 0,316 кг; розгорнута довжина швелера – 14,5 м, маса – 0,318 кг.

Вартість металу товщиною 20 мм складає – 24965 грн./т [22].

Вартість куточків 50×5 складає – 20940 грн./т [22].

Вартість швелера [12 складає – 21900 грн./т [22].

Витрати на демонтаж старого перекриття складають 67120 грн.

Витрати на проектні роботи – 25 % від вартості матеріалів, а на монтажні роботи зі спорудження нового перекриття прямку конвеєра складають 100 % від вартості матеріалів.

Визначимо додаткові витрати на будову перекриття конвеєра:

$$K_{пер}^{матер} = 24965 \cdot (1,615 + 7,369) + 20940 \cdot 0,316 + 21900 \cdot 0,318 = 237867 \text{ грн.};$$

$$K_{пер}^{np.,M} = 237867 \cdot 1,25 = 297334 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на будову нового перекриття прямку конвеєра складуть:

$$\Sigma K_{пер} = 67120 + 237867 + 297334 = 602321 \text{ грн.}$$

Витрати на придбання нових напівпричепів складуть:

$$K_{н/np} = 788800 \cdot 2 = 1577600 \text{ грн.}$$

Загальні додаткові капітальні витрати за проектним варіантом складуть:

$$\Sigma K_{np} = 602321 + 450000 + 1577600 = 2629921 \text{ грн.}$$

За існуючим варіантом в технологічному процесі вантажопереробки рулонів зайнято 3 мостові крани (№№ 134, 100, 145) і 3 трансферкара (№№ 13, 16, 18). Крани оснащені кліщовими захватами, які переміщують рулон у вертикальному положенні.

Середня балансова вартість засобів механізації, які використовуються для вантажопереробки гарячекатаних рулонів за *існуючим варіантом* складає:

- мостові крани: 295385 грн.
- трансферкари: 223750 грн.;
- кліщовий захват: 98000 грн.

За *проектним варіантом* у процесі вантажопереробки зайнятий тільки мостовий кран № 134 (балансова вартість 295385 грн.), який оснащуємо захватом-кантувачем, витрати на придбання якого складають 450000 грн.

3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат на відвантаження металопрокату в рулонах на автотранспорт в ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь»

Оскільки засоби механізації, які здійснюють відвантаження металопрокату в рулонах, приймають участь і в основному технологічному процесі виробництва ЦХП 1, необхідно визначитись із вартістю 1 машино-години роботи мостового крану та трансферкару.

Вартість машино-години визначаємо за формулою [23]:

$$B_{1м.год} = \frac{\Sigma B_{заг}}{T_{заг}^{мех}}, \quad (3.1)$$

де $\Sigma B_{заг}$ - загальні експлуатаційні витрати на відвантаження металопрокату в рулонах на автотранспорт за період навігації, грн.;

$T_{річн}^{мк}$ - час роботи обладнання на відвантаженні рулонів за період навігації, год.; за розрахунками:

- існуючий варіант: $T_{заг}^{мк} = 5010$ год.; $T_{заг}^{тпр} = 1159$ год.;
- проектний варіант: $T_{заг}^{мк} = 954$ год.

Річні витрати на роботу механізму визначимо за формулою [23]:

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

де $B_{з.пл.}$ - витрати на виплату заробітної плати, грн.;

$B_{соц}$ - витрати на оплату соціальних відрахувань, грн.;

$B_{аморт}$ - амортизаційні відрахування на встаткування і пристрої, грн.;

B_p - витрати на поточний ремонт і утримання устаткування, грн.;

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

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

B_{in} - оплата інших витрат, грн.;

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

Мостовий кран обслуговує крановий машиніст; трансферкаром при передачі рулонів між суміжними прольотами цеху керує бригадир ділянки відвантаження металопродукції.

Заробітну плату працівників розраховуємо за формулою [23]:

$$\Sigma B_{з.пл} = B_{з.пл}^{осн} + D_{шкід} + D_{нічн} + D_{веч} + D_{свят} + D_{пр}, \quad (3.3)$$

де $B_{з.пл}^{осн}$ - основна заробітна плата, грн.; для кранового машиніста годинна ставка складає 42,89 грн.; для бригадира ділянки відвантаження – 47,71 грн.;

$D_{шкід}$ - доплата за шкідливі умови роботи, грн.; залежить від кількості балів шкідливості. На ділянці відвантаження ЦХП-1 доплата складає по 14 балів за повний місяць роботи. Вартість 1 балу – 1% від годинної тарифної ставки;

$D_{нічн}$ - доплата за роботу в нічний час, грн.; 40 % від $B_{з.пл}^{осн}$ за нічні години; робота в нічний період складає 33 % від загального робочого часу;

$D_{веч}$ - доплата за роботу у вечірній час, грн.; 20 % від $B_{з.пл}^{осн}$ за вечірні години; робота у вечірній період складає 17 % від загального робочого часу;

$D_{свят}$ - доплата за роботу у святкові дні, грн.; складають 100% за кожну відпрацьовану годину у державні свята;

$D_{пр}$ - преміальні виплати, грн.; становлять 50 % від основної заробітної плати.

Розрахуємо основну заробітну плату працівників, зайнятих в процесі відвантаження металопрокату в рулонах на автотранспорт за формулою:

$$B_{з.пл}^{осн} = C_{ст}^{год} \cdot T_{\phi}, \quad (3.4)$$

де T_{ϕ} - фактичний відпрацьований час робітниками цеха на відвантаженні металопрокату на автотранспорт за навігацію, год.;

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

Визначимо основну заробітну плату працівників за існуючим варіантом:

- кранові машиністи

$$B_{з.пл}^{осн.маш} = 42,89 \cdot 5010 = 214879 \text{ грн.};$$

- бригадир ділянки відвантаження

$$B_{з.пл}^{осн.бр} = 47,71 \cdot 1159 = 55296 \text{ грн.}$$

Розраховуємо суми доплат працівникам цеху:

- за шкідливі умови праці

$$D_{шк}^{маш} = 214879 \cdot 0,01 = 2148,79 \text{ грн.}; \quad D_{шк}^{бр} = 55296 \cdot 0,01 = 552,96 \text{ грн.};$$

- за роботу в нічний час

$$D_{нічн}^{маш} = 214879 \cdot 0,33 \cdot 0,4 = 28760,0 \text{ грн.}; \quad D_{нічн}^{бр} = 55296 \cdot 0,33 \cdot 0,4 = 7299,07 \text{ грн.};$$

- за роботу у вечірній час

$$D_{веч}^{маш} = 214879 \cdot 0,17 \cdot 0,2 = 7305,89 \text{ грн.}; \quad D_{веч}^{бр} = 55296 \cdot 0,17 \cdot 0,2 = 1880,06 \text{ грн.};$$

- преміальні виплати

$$D_{пр}^{маш} = 214879 \cdot 0,5 = 107439,5 \text{ грн.}; \quad D_{пр}^{бр} = 55296 \cdot 0,5 = 27648,0 \text{ грн.}$$

Крім цих складових, треба враховувати доплату працівникам за роботу у святкові дні та на день робітника металургійної та гірничо-видобувної галузі. Кількість таких годин, відпрацьованих за рік, визначимо за формулою [23]:

$$t_{\text{свят}} = \frac{T_{\text{ном}}^{\text{год}} \cdot n_{\text{свят}}}{365}, \quad (3.5)$$

де $T_{\text{ном}}^{\text{год}}$ - нормативний час роботи працівника протягом року, діб;

$n_{\text{свят}}$ - кількість святкових днів за рік, діб; $n_{\text{свят}} = 12$ діб.

$$t_{\text{свят}} = \frac{1993 \cdot 12}{365} = 65,5 \text{ год.}$$

За період навігації кількість годин, відпрацьованих у святкові дні, складе:

$$t_{\text{свят}}^{\text{нав}} = 65,5 \cdot \frac{10}{12} = 54,6 \text{ год.}; \text{ приймаємо } 55 \text{ год.}$$

Робота в святкові дні оплачується у подвійному розмірі. Визначимо доплату за рік за роботу у такі дні:

- для крановиків: $42,89 \cdot 55 = 2358,95$ грн.;
- для бригадирів: $47,71 \cdot 55 = 2624,05$ грн.

Фонд заробітної плати робітників з урахуванням всіх доплат складе:

- кранові машиністи

$$B_{\text{з.пл}}^{\text{маш}} = 214879,0 + 2148,79 + 28760,0 + 7305,89 + 107439,5 + 2358,95 = 362893 \text{ грн.};$$

- бригадири ділянки відвантаження

$$B_{\text{з.пл}}^{\text{бр}} = 55296,0 + 552,96 + 7299,07 + 1880,06 + 27648,0 + 2624,05 = 95300 \text{ грн.}$$

Загальний фонд заробітної плати працівників цеху за період навігації складе:

$$B_{з.пл}^{існ} = 362893 + 95300 = 458193 \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок для будь-яких підприємств складає 22 % . Визначимо нарахування на заробітну плату:

$$B_{соц}^{існ} = 458193 \cdot 0,22 = 100802 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на встаткування, задіяне в процесі відвантаження рулонів, розраховується за формулою [23]:

$$B_{аморт} = \frac{K_{\sigma} \cdot a_i}{100}, \quad (3.6)$$

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

a_i - норми відрахувань, %: для трансферкара – 40 % річних (10 % на квартал); для мостового крану – 24 % річних (6 % на квартал).

Розрахунок витрат на амортизацію наведений у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок відрахувань на амортизацію за існуючим варіантом

Тип устаткування	Балансова вартість, грн.				Амортизація, грн.			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Мостовий кран	295385	277662	261002	245342	17723	16660	15660	14721
Кліщовий захв.	98000	92120	86593	81397	5880	5527	5196	4884
Трансферкар	223750	201375	181237	163113	22375	20138	18124	16311
Разом: мостовий кран з кліщовим захватом					86251			
трансферкар					76948			
Усього					163199			

Амортизаційні відрахування на роботу обладнання за період навігації складуть:

- мостові крани

$$B_{аморт}^{МК} = 86261 \cdot \frac{10}{12} = 71876 \text{ грн.};$$

- трансферкари

$$B_{аморт}^{МК} = 76948 \cdot \frac{10}{12} = 64123 \text{ грн.}$$

Витрати на силову електроенергію визначаються за формулою [23]:

$$B_{ел} = W \cdot T_{заг} \cdot \eta_{доод} \cdot K_n \cdot K_{час} \cdot C_{ел}, \quad (3.7)$$

де W - сумарна потужність установлених електродвигунів, кВт·год; мостовий кран – 76,5 кВт; трансферкар – 27,5 кВт;

$T_{заг}$ - фонд робочого часу встаткування, год.; за розрахунками мостові крани – 5010 год.; трансферкари – 1159 год.;

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

K_n - коефіцієнт використання електродвигунів за потужністю, $K_n = 0,95$;

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

$C_{ел}$ - вартість 1 кВт·год. електроенергії, грн.; $C_{ел} = 2,55$ грн.

Визначимо витрати на електроенергію за існуючим варіантом:

- для мостового крану

$$B_{ел}^{МК} = 76,5 \cdot 5010 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 2,55 = 928924 \text{ грн.};$$

- для трансферкару

$$B_{ел}^{МК} = 27,5 \cdot 1159 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 2,55 = 77250 \text{ грн.};$$

- загальні витрати на електроенергію за існуючим варіантом

$$B_{ел}^{існ} = 928924 + 77250 = 1006174 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильно-обтиральні матеріали для встаткування приймаються розмірі 10 % від витрат на електроенергію.

Витрати на мастильно-обтиральні матеріали для механізмів:

- для мостових кранів

$$B_{мом}^{МК} = 928924 \cdot 0,1 = 92892 \text{ грн.}$$

- для трансферкару

$$B_{мом}^{mp} = 77250 \cdot 0,1 = 7725 \text{ грн.};$$

- загальні витрати на мастильні матеріали за існуючим варіантом

$$B_{мом}^{існ} = 92892 + 7725 = 100617 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт і утримання встаткування визначаються за формулою [23]:

$$B_p = \frac{K_6 \cdot a_p}{100}, \quad (3.8)$$

де a_p - норми відрахувань на поточний ремонт, %; приймаємо для мостових кранів і трансферкар $a_p = 5$ % від балансової вартості.

Визначимо витрати на ремонт за період навігації:

- для мостових кранів з кліщовими захватами

$$B_p^{МК} = (295385 + 98000) \cdot 0,05 \cdot \frac{10}{12} = 16391 \text{ грн.}$$

- для трансферкар

$$B_p^{mp} = 223750 \cdot 0,05 \cdot \frac{10}{12} = 9323 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на ремонт механізмів за період навігації складуть:

$$B_p^{icn} = 163919669 + 9323 = 25714 \text{ грн.}$$

Інші витрати становлять 10 % від витрат на заробітну плату, амортизацію, ремонт, електроенергію, мастильно-обтиральні матеріали:

- для мостових кранів

$$B_{in}^{mk} = 0,1 \cdot (362893 + 71876 + 928924 + 92892 + 16391) = 147298 \text{ грн.}$$

- для трансферкар

$$B_{in}^{mp} = 0,1 \cdot (95300 + 64123 + 77250 + 7725 + 9323) = 25372 \text{ грн.};$$

- загальна сума інших витрат за існуючим варіантом складе

$$B_{in}^{icn} = 147298 + 25372 = 172670 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати становлять 84 % від фонду заробітної плати:

- для мостових кранів

$$B_{vir}^{mk} = 362893 \cdot 0,84 = 304830 \text{ грн.}$$

- для трансферкар

$$B_{vir}^{mp} = 95300 \cdot 0,84 = 80052 \text{ грн.};$$

- загальна сума загальновиробничих витрат за існуючим варіантом складе

$$B_{vir}^{icn} = 304839 + 80052 = 384882 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати на відвантаження металопрокату в рулонах за існуючим варіантом складуть:

$$\Sigma B_{\text{заг}}^{\text{існ}} = 458193 + 100802 + 135999 + 685855 + 68586 + 25714 + 137435 + 384882 = \\ = 1997466 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати на засоби механізації, які приймають участь у відвантаженні металопрокату в рулонах наведені в табл. 3.2

Таблиця 3.2 – Загальні експлуатаційні витрати на відвантаження металопрокату в рулонах за існуючим варіантом

Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.		
	Мостовий кран	Трансферкар	Разом
1 Заробітна плата	362893	95300	458193
2 Нарахування на заробітну плату	79836	20966	100802
3 Амортизаційні відрахування	71876	64123	135999
4 Витрати на електроенергію	928924	77250	1006174
5 Витрати на мастильні матеріали	92892	7725	100617
6 Витрати на ремонт устаткування	16391	9323	25714
7 Інші витрати	147298	25372	172670
8 Загальновиробничі витрати	304830	80052	384882
Усього	2004940	380111	2385051

За формулою (3.1) визначимо вартість 1 машино-години роботи механізмів за існуючим варіантом:

- мостовий кран

$$B_{\text{Лм-год}}^{\text{МК}} = \frac{20044940}{5010} = 400,19 \text{ грн.};$$

- трансферкар

$$B_{1м.год}^{mp} = \frac{380111}{1159} = 327,96 \text{ грн.}$$

Визначимо експлуатаційні витрати на відвантаження металопрокату у рулонах за *проектним варіантом*.

За проектом всі роботи з рулонами виконуються мостовим краном № 134 зі спеціальним захватом-кантувачем.

Визначимо основну заробітну плату крановому машиністу за проектним варіантом:

$$B_{з.пл}^{осн.маш} = 42,89 \cdot 954 = 40917 \text{ грн.};$$

Розраховуємо суми доплат крановику цеху:

- за шкідливі умови праці

$$D_{шк}^{маш} = 40917 \cdot 0,01 = 409,17 \text{ грн.};$$

- за роботу в нічний час

$$D_{нічн}^{маш} = 40917 \cdot 0,33 \cdot 0,4 = 5401,0 \text{ грн.};$$

- за роботу у вечірній час

$$D_{веч}^{маш} = 40917 \cdot 0,17 \cdot 0,2 = 1391,18 \text{ грн.};$$

- преміальні виплати

$$D_{пр}^{маш} = 40917 \cdot 0,5 = 20458,5 \text{ грн.};$$

- доплата за роботу в святкові дні складає 2358,95 грн.

Фонд заробітної плати кранового машиніста з урахуванням всіх доплат за проектним варіантом складе:

$$B_{з.пл}^{np} = 40917,0 + 409,17 + 5401,0 + 1391,18 + 20458,5 + 2358,95 = 70936,0 \text{ грн.}$$

Визначимо нарахування на заробітну плату:

$$B_{соц}^{np} = 70936 \cdot 0,22 = 15606 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на амортизацію крана із захватом-кантувачем, на ремонт та інші витрати при роботі за проектним варіантом. Крім того, за проектом необхідно передбачити відрахування на амортизацію і ремонт знов побудованого перекриття прямку конвеєра, по якому гарячекатані рулони передаються із ЦГПТЛ у ЦХП 1.

Розрахунок витрат на амортизацію за проектом наведений у табл. 3.3. Відрахування на амортизацію перекриття приймаємо 8 % річних або 2 % на квартал.

Таблиця 3.3 – Розрахунок відрахувань на амортизацію за проектним варіантом

Тип устаткування	Балансова вартість, грн.				Амортизація, грн.			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Мостовий кран	295385	277662	261002	245342	17723	16660	15660	14721
Захват-кантув.	450000	423000	397620	373763	27000	25380	23857	22426
Усього по мостовому крану з кантувачем					163427			
Перекриття	602321	590275	578469	566900	12046	11806	11569	11338
Усього на перекриття					46759			
Разом					210186			

Амортизаційні відрахування за період навігації за проектним варіантом складуть:

$$B_{аморт}^{mk} = 210186 \cdot \frac{10}{12} = 175155 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на електроенергію за проектним варіантом (час роботи мостового крану за період навігації при відвантаженні металопрокату в рулонах за розрахунками склав 954 год.):

$$B_{ел}^{np} = 76,5 \cdot 954 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 2,55 = 176885 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильно-обтиральні матеріали за проектним варіантом складуть:

$$B_{мом}^{np} = 176885 \cdot 0,1 = 17689 \text{ грн.}$$

Відрахування на ремонт: для засобів механізації – 5 %; для будов – 3 % річних.

Визначимо витрати на ремонт за період навігації за проектним варіантом складуть:

$$B_p^{mk} = (295385 + 450000) \cdot 0,05 \cdot \frac{10}{12} + 602321 \cdot 0,03 \cdot \frac{10}{12} = 46116 \text{ грн.}$$

Інші витрати за проектним варіантом складуть:

$$B_{ін}^{np} = 0,1 \cdot (70936 + 175155 + 176885 + 17689 + 46116) = 48678 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати за проектним варіантом складуть:

$$B_{цех}^{np} = 70936 \cdot 0,84 = 59586 \text{ грн.}$$

Визначимо загальні експлуатаційні витрати на відвантаження металопрокату в рулонах за проектним варіантом за формулою (3.2):

$$\Sigma B_{заг}^{np} = 70936 + 15606 + 175155 + 176885 + 17689 + 46116 + 48678 + 59586 = 610651 \text{ грн.}$$

Визначимо собівартість відвантаження 1 т металопрокату в рулонах на авто-транспорт за варіантами за формулою [23]:

$$C_{1m} = \frac{\Sigma B_{експл}}{Q}, \quad (3.9)$$

де $\Sigma B_{експл}$ - сумарні експлуатаційні витрати на відвантаження, грн.;

Q - вантажопотік, т.

$$C_{1m}^{існ} = \frac{2385051}{60000} = 39,75 \text{ грн.};$$

$$C_{1m}^{np} = \frac{610651}{60000} = 10,18 \text{ грн.}$$

3.4 Розрахунок експлуатаційних витрат на доставку металопрокату в рулонах в річковий порт автотранспортом

За *існуючим варіантом* рулони завозяться в порт автопоїздами у складі тягача Volvo VE D13 та напівпричепи Grunwald. Кількість автопоїздів складає 3 од. Річний пробіг автопоїздів складає 50003 км.

За *проектним варіантом* – 2 автопоїздами у складі тягача Volvo VE D13 та напівпричепи Schmitz S.CS COIL. Річний пробіг – 47146 км.

Перевезення відбувається цілодобово; водії працюють у 2 зміни по 12 годин.

Річні експлуатаційні витрати на перевезення автотранспортом визначаються за формулою [23]:

$$\Sigma B_{ат} = B_{з.пл.} + B_{соц.} + B_{аморт} + B_{нал} + B_p + B_{мом} + B_{шин} + B_{ін} + B_{вир}, \quad (3.10)$$

де $B_{з.пл.}$ - витрати на виплату заробітної плати водіям, грн.;

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

B - амортизаційні відрахування на рухомий склад, грн.;

$B_{нал}$ - витрати на паливо, грн.;

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

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

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

$B_{ін}$ - інші витрати, грн.;

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

Заробітна плата водіїв складається з основної заробітної плати і доплат. Для оплати праці водіїв автопоїздів застосовуються наступні доплати:

- доплата за класність: для водіїв I класу – $K_{кл} = 25\%$ від годинної ставки;
- доплата за інтенсивність роботи: складає $K_{інт} = 28\%$ від годинної ставки для водіїв, що працюють за змінним графіком;
- доплата за роботу у вечірній та нічний час: доплата складає відповідно $K_{веч} = 20\%$ (17% від загального робочого часу) та $K_{ніч} = 40\%$ від годинної ставки (33% від загального робочого часу);
- преміальні виплати: розмір премії складає 40% від годинної ставки $K_{пр} = 1,4$; нараховується на годинну ставку.

Годинна заробітна плата водіїв визначається за формулою [23]:

$$C_{год.з/пл.} = C_{год.ст.} \cdot K_{пр} + C_{год.ст.} (K_{кл} + K_{веч} + K_{ніч} + K_{інт}), \quad (3.11)$$

де $C_{год.ст.}$ - годинна ставка водія транспортного засобу, грн.; $C_{год.ст.} = 37,5$ грн.

Визначимо розміри доплат до годинної ставки:

- доплата за класність складає $D_{кл} = 37,5 \cdot 0,25 = 9,375$ грн.;
- доплата за роботу у вечірні години $D_{веч} = 37,5 \cdot 0,17 \cdot 0,20 = 1,275$ грн.;
- доплата за роботу у нічні години $D_{ніч} = 37,5 \cdot 0,33 \cdot 0,40 = 4,95$ грн.;
- доплата за інтенсивність роботи: $D_{інт} = 37,5 \cdot 0,28 = 10,5$ грн.

Визначаємо годинну заробітну плату водіїв:

$$C_{год.з/пл.} = 37,5 \cdot 1,4 + 9,375 + 1,275 + 4,95 + 10,5 = 78,6 \text{ грн.}$$

Річний фонд заробітної плати водіїв визначається за формулою [23]:

$$B_{з.пл.} = T_{річн}^{норм} \cdot C_{з.пл.}^{год} \cdot n_{вод}, \quad (3.12)$$

де $T_{річн}^{норм}$ - нормована річна кількість годин роботи водіїв, год.;

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

$n_{вод}$ - кількість водіїв, чол.

За кожним автопоїздом, який виконує перевезення за змінним графіком, закріплена бригада з 4 водіїв. Таким чином, кількість водіїв за варіантами складе:

- існуючий варіант: працює 3 автопоїзда на перевезенні рулонів: 12 водіїв;
- проектний варіант: працює 2 автопоїзда на перевезенні рулонів: 8 водіїв.

За період навігації робочий час водіїв складе: $1993 \frac{10}{12} = 1661$ год.

Витрати на виплату річної заробітної плати водіям за варіантами складуть:

- існуючий варіант

$$\Sigma B_{з.пл.}^{існ} = 1661 \cdot 78,6 \cdot 12 = 1566655 \text{ грн.};$$

- проектний варіант

$$\Sigma B_{з.пл.}^{пр} = 1661 \cdot 78,6 \cdot 8 = 1044437 \text{ грн.}$$

Витрати на оплату єдиного соціального внеску складають 22 %. Відрахування на соціальні заходи складуть:

- існуючий варіант

$$\Sigma B_{соц}^{існ} = 1566655 \cdot 0,22 = 344664 \text{ грн.};$$

- проектний варіант

$$\Sigma B_{соц}^{пр} = 1044437 \cdot 0,22 = 229776 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на автотранспортні засоби розраховуються залежно від балансової вартості і визначаються за формулою (3.5).

Балансова вартість транспортних засобів за варіантами складає:

- існуючий варіант: 3 автопоїзди у складі тягача Volvo VE D13 та півпричепа Grunwald:

$$B_{mз}^{icн} = (957000 + 365000) \cdot 3 = 3966000 \text{ грн.};$$

- проектний варіант: 2 автопоїзд у складі тягача Volvo VE D13 та напівпричепа Schmitz S.CS COIL:

$$B_{mз}^{np} = (957000 + 788800) \cdot 2 = 3491600 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків амортизаційних відрахувань зводимо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок амортизаційних відрахувань на рухомий склад

Транспорт- ний засіб	Балансова вартість, грн.				Амортизація, грн.			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Існуючий варіант								
Volvo VE D13	2871000	2583900	2325510	2092959	287100	258390	242551	209296
Grunwald	1095000	985500	886950	798255	109500	98550	88695	79826
Разом за існуючим варіантом					1373908			
Проектний варіант								
Volvo VE D13	1914000	1722600	1550340	1395306	191400	172260	155034	139531
Schmitz S.CS	1577600	1419840	1277856	1150070	157760	141984	127786	115007
Разом за проектним варіантом					1200762			

Розрахунок витрат на паливо проводиться за нормативним даними витрати палива на 100 км. Витрати на паливо розраховуємо за формулою [23]:

$$B_{нал}^{am} = P_{нал} \cdot Ц_{нал}, \quad (3.13)$$

де $P_{нал}$ - потреба в паливі за рік для автомобілів, л.

Потреба в паливі розраховується за формулою [23]:

$$P_{нал} = \frac{n_p \cdot L_{пріч}}{100}, \quad (3.14)$$

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

$L_{пріч}$ - пробіг автопоїздів на маршруті за період навігації, км.

Витрата палива для автотранспорту за варіантами складе:

- існуючий варіант

$$P_{нал}^{існ} = \frac{37,0 \cdot 50003}{100} = 18501 \text{ л.};$$

- проектний варіант

$$P_{нал}^{пр} = \frac{37,0 \cdot 47146}{100} = 17444 \text{ л.}$$

Розрахуємо витрати на паливо:

- існуючий варіант

$$B_{нал}^{існ} = 31,0 \cdot 18501 = 573531 \text{ грн.};$$

- проектний варіант

$$B_{нал}^{пр} = 31,0 \cdot 17444 = 540764 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильні матеріали складуть:

- існуючий варіант

$$B_{нал}^{існ} = 573531 \cdot 0,3 = 172059 \text{ грн.};$$

- проектний варіант

$$B_{нал}^{np} = 540764 \cdot 0,3 = 162229 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати на ремонт рухомого складу автотранспорту за формулою (3.8):

- існуючий варіант

$$B_p^{ich} = 3966000 \cdot 0,05 = 198300 \text{ грн.}$$

- проектний варіант

$$B_p^{np} = 3491600 \cdot 0,05 = 174580 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на зміну шин, проводиться виходячи з норм пробігу. Число змін комплектів шин розраховуємо за формулою [23]:

$$K_{шин} = \frac{L_{заг}}{L_{нор}}, \quad (3.15)$$

де $L_{заг}$ - пробіг автопоїздів за розглянутий період, км;

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

Річні витрати на придбання шин розраховуються за формулою [23]:

$$B_{шин} = K_{шин} \cdot C_k \cdot m, \quad (3.16)$$

де C_k - ціна одного колеса, грн.; для тягачів – 9790 грн.; для напівпричепів – 9400 грн.;

m - кількість коліс автотранспортного засобу.

Визначимо число змін комплектів шин за варіантами:

- існуючий варіант

$$K_{шин}^{існ} = \frac{50003}{90000} = 0,556;$$

- проектний варіант

$$K_{шин}^{існ} = \frac{47146}{90000} = 0,524.$$

Витрати на заміну шин складуть:

- існуючий варіант

$$B_{шин}^{існ} = 0,556 \cdot (9790 \cdot 11 + 9400 \cdot 7) = 96460 \text{ грн.};$$

- проектний варіант

$$B_{шин}^{np} = 0,524 \cdot (9790 \cdot 11 + 9400 \cdot 7) = 90909 \text{ грн.}$$

Розраховуємо інші витрати за варіантами:

- існуючий варіант

$$B_{ін}^{існ} = 0,1 \cdot (1566655 + 1373908 + 573531 + 172059 + 198300 + 96460) = 398091 \text{ грн.};$$

- проектний варіант

$$B_{ін}^{1np} = 0,1 \cdot (1044437 + 1200762 + 540764 + 162229 + 174580 + 90909) = 321368 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати складають 84 % від фонду заробітної плати:

- існуючий варіант

$$B_{вир}^{існ} = 1566655 \cdot 0,84 = 1315990 \text{ грн.};$$

- проектний варіант

$$B_{вир}^{np} = 1044437 \cdot 0,84 = 877327 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на автомобільні перевезення металопрокату в рулонах авто-транспортом наведені в табл. 2.6.

Таблиця 3.6 – Експлуатаційні витрати на перевезення металопрокату у рулонах

Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.	
	Існуючий варіант	Проектний варіант
1 Заробітна плата	1566655	1044437
2 Нарахування на заробітну плату	344664	229776
3 Амортизаційні відрахування	1373908	1200762
4 Витрати на паливо	573531	540764
5 Витрати на мастильні матеріали	172059	162229
6 Витрати на ремонт	198300	174580
78 Витрати на шини	96460	90909
8 Інші витрати	3980913	321368
9 Загальновиробничі витрати	1315990	877327
Усього	6039658	4642152

3.5 Визначення річної економії експлуатаційних витрат

Річні витрати на відвантаження металопрокату в рулонах на автотранспорт для завезення в порт з урахуванням відпрацьованих годин, за період навігації склали:

- існуючий варіант $B_{исн} = 2004940$ грн.;
- проектний варіант $B_{np} = 610651$ грн.

Сумарні експлуатаційні витрати на відвантаження рулонів й перевезення автотранспортом за варіантами складуть:

- існуючий варіант

$$\Sigma B_{icn} = 2004940 + 6039658 = 8044598 \text{ грн.};$$

- проектний варіант

$$\Sigma B_{np} = 610651 + 4642152 = 5252803 \text{ грн.}$$

Визначимо економію експлуатаційних витрат за формулою [23]:

$$E_{експл} = \Sigma B_{icn} - \Sigma B_{np}, \quad (3.17)$$

де ΣB_{icn} - загальні річні експлуатаційні витрати за існуючим варіантом, грн.;

ΣB_{np} - загальні річні експлуатаційні витрати за проектним варіантом, грн.

$$E_{експл}^{np} = 8044598 - 5252803 = 2791795 \text{ грн.};$$

3.6 Розрахунок дисконтованого доходу й терміну окупності за проектом

На реалізацію проектних пропозицій будуть потрібні додаткові витрати в розмірі 3365000 грн. Для визначення ефективності впровадження даного проекту необхідно розрахувати чистий дисконтований дохід.

Коефіцієнт дисконтування розраховується за формулою [23]:

$$\alpha = \frac{1}{(1+i)^t}, \quad (3.18)$$

де t - номер кроку розрахунку ($t = 0, 1, 2, T$);

T - обрій розрахунку (строк існування проекту), років;

i - норма дисконту, $i = 0,25$.

Чистий дисконтований дохід визначається за формулою [23]:

$$NVP = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.19)$$

де B_t - річні доходи за проектом, грн.;

C_t - річні витрати за проектом, грн.;

n - термін життя проекту, років.

У табл. 3.7 приведений розрахунок чистого дисконтованого доходу за проектним варіантом.

Таблиця 3.7 – Розрахунок дисконтованого доходу за проектним варіантом

Рік	Інвестиції, грн.	Дохід, грн.	α	NVP , грн.
1	2629921	2791795	1	161874
2	–	2791795	0,80	223346
3	–	2791795	0,64	1786749
Загальний ефект від впровадження проекту				2171969

Строк окупності знаходимо за формулою [23]:

$$T_{ок} = \frac{K_{доd}}{П_{річн}}, \quad (3.20)$$

де $K_{доd}$ - додаткові капітальні вкладення, грн.;

$П_{річн}$ - річний прибуток, грн.

Строк окупності додаткових капітальних вкладень за проектним варіантом:

$$T_{ок}^{1np} = \frac{2629921}{2791795} = 0,94 \text{ років; приймаємо 1 рік.}$$

Зведені техніко-економічні показники по варіантах наведені в табл. 3.8 і на слайді 11 графічної частини.

Зроблено економічне порівняння проектних варіантів з існуючим, яке показало економічну доцільність впровадження запропонованих заходів.

Таблиця 3.8 – Зведені техніко-економічні показники

Найменування показника	Величина показника, грн.	
	Існуючий варіант	Проектний варіант
1. Кількість засобів вантажопереробки:		
- мостові крани	3	1
- трансферкар	3	-
2 Витрати на відвантаження рулонів, грн.	2004940	610651
3 Вартість вантажопереробки 1 т, грн./т	39,75	10,18
4 Кількість автопоїздів, од.	3	2
5 Витрати на АТ обслуговування, грн.	6039658	4642152
6 Загальні експлуатаційні витрати, грн.	8044598	5252803
7 Додаткові капітальні витрати, грн.	-	2629921
8 Річна економія експлуатаційних витрат, грн.	-	2791795
4 Чистий дисконтований дохід, грн.	-	2171969
5 Термін окупності додаткових вкладень, років	-	1

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі магістерської роботи на тему «Дослідження технологічного процесу відвантаження і доставки в порт прокату в рулонах в умовах ПАТ «Запоріжсталь» розроблено попереджувальні заходи запобігання виробничого травматизму, професійних захворювань, шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Відвантаження металопрокату в рулонах виконується за участю мостових кранів, які оснащені спеціальними захватами-кантувачами. Перевезення в порт здійснюється автопоїздами у складі тягача та напівпричепа для транспортування рулонів.

Всі роботи на цеховому складі з вантажопереробки рулонів виконуються електричним мостовим краном із кліщовим захватом (для переміщення рулонів у вертикальному положенні) або скобою (для переміщення рулонів у горизонтальному положенні).

Проведемо аналіз потенційних небезпек [24], на які можуть наражатися дослідники в цеху холодної прокатки комбінату «Запоріжсталь» під час збору статистичних даних з виконання перевантажувальних операцій з рулонами та доставці їх в порт.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Основними потенційними небезпеками під час збору статистичних даних при виконанні вантажних робіт *на ділянці відвантаження* цеху холодної прокату №1 є наступні:

- 1) травмування робітників і дослідників від падіння вантажу внаслідок неправильного його стропування та не здійснення перевірки стропування;

2) травмування робітників і дослідників від різкого самовільного опускання надмірної маси вантажу після його підняття внаслідок перевищення номінальної вантажопідйомності крану;

3) травмування робітників і дослідників від падіння вантажу внаслідок розриву поломки траверси;

4) травмування працівників і дослідників через не використання засобів індивідуального захисту;

5) при поганій видимості зони вантажно-розвантажувальних робіт внаслідок незадовільного рівня освітлення робочої зони можливе не вірне складування рулонів, що може призвести до травмування робітників і дослідників;

6) виникнення пожежі внаслідок пошкодження та зносу ізоляції або короткого замикання електричної мережі;

7) підвищена запиленість повітря робочої зони внаслідок проведення вантажних робіт з металами, які пройшли технологічну обробку, у зоні складування;

8) втрата уваги робітників через підвищений рівень шуму в цеху внаслідок роботи прокатних станів, машин та агрегатів;

9) погіршення самопочуття та працездатності робітників внаслідок перегріву у теплий період року або переохолодження у холодний період.

Під час транспортування металопрокату в рулонах автотранспортом можливі наступні потенційні небезпеки:

1) дорожньо-транспортні пригоди (ДТП), які можуть бути зв'язані з порушенням правил дорожнього руху, технічною неготовністю транспортного засобу, що може призвести до травмування, а також до загибелі, як водіїв, так і інших громадян, до зіпсування перевезеного вантажу і транспортного засобу, а також негативного впливу на оточуюче середовище;

2) при транспортуванні рулонів автотранспортом у вертикальному положенні (встановлення «на торець») можливе падіння рулону з напівпричепу внаслідок порушення правил кріплення, недотримання Правил дорожнього руху та швидкісних обмежень.

При неправильному функціонуванні державної системи цивільного захисту може збільшитись кількість травмованих та загиблих.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Для виключення можливих травмувань робітників і дослідників під час виконання перевантажувальних операцій з металопрокатом в цеху холодної прокатки комбінату «Запоріжсталь» передбачені:

Організаційні заходи:

- згідно вимог НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці», з метою попередження можливих травмувань, з працівниками цеху, а також у період роботи проводяться навчання, інструктажі з питань: охорони праці (вступний, первинний, повторний, позаплановий, цільовий); надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків; правилам поведінки при виникненні аварій або навчання з правил електробезпеки, перевірка знань та атестація персоналу на отримання та підвищення групи з електробезпеки.

Технічні заходи:

- при підйманні та переміщенні вантажу стропальник повинен подати сигнал для підймання вантажу на висоту 200...300 мм, перевірити правильність його стропування, рівномірність натягу віток строп, стійкість крана, дію гальм і тільки після цього подавати сигнал про підймання вантажу на необхідну висоту; при необхідності виправлення стропування вантаж необхідно опустити на землю, у відповідності до ДНАОП 0.00-1.03-02. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів та Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт (Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України 19.01.2015 №21);

- згідно Правил охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт при навантаженні (вивантаженні) металопрокату зона підйому та переміщення вантажів має бути огорожена попереджувальними знаками «Обережно! Працює кран» та заборонними знаками «Прохід заборонено»;

- згідно Правил охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт дозволяється піднімати вантаж, маса якого разом з вантажозахватними пристроями не перевищує номінальну вантажопідйомність перевантажувального обладнання. Не допускається піднімати вантаж невідомої маси, а також затиснений, примерзлий або такий, що зачепився;

- стропальнику забороняється користуватися пошкодженими або немаркованими вантажозахватними пристроями; з'єднувати ланки розірваних ланцюгів болтами або проволокою, зв'язувати канати при обв'язці та зачіплюванні вантажів, на підставі НПАОП 0.00-5.04-95 (Типова інструкція з безпечного ведення робіт для стропальників (зачіплювачів), які обслуговують вантажопідіймальні крани);

Відповідно до Правил охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт не допускаються до роботи працівники без відповідних засобів індивідуального захисту згідно ДСТУ 7239:2011 ССБП «Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація».

Для дотримання нормативних вимог з охорони праці під час *транспортування* металопрокату в рулонах автотранспортом в проекті передбачені:

Організаційні заходи:

- проведення навчання Правилам Дорожнього Руху України та відповідно НПАОП 0.00-1.62-12 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті».

Технічні заходи:

- безумовне виконання усіма працівниками Правил Дорожнього Руху;

- забезпечення постійної технічної готовності транспортних засобів шляхом своєчасного і якісного ремонту, перевірки технічного стану перед виїздом на лінію;

- забезпечення постійного медичного огляду водіїв, що виходять в рейс;

- оскільки робоча зміна має тривалість 12 год., водієві надається перерва у роботі не менш 1 год., яку можна поділити на дві по 30 хв.;
- ведення відомості робочого часу та відпочинку водія;
- перевірка правильності розміщення і кріплення рулонів в кузові автопоїзду після закінчення навантаження в цеху.

На цей час рулони транспортуються з комбінату «Запоріжсталь» в річковий порт у вертикальному положенні (встановлення «на торець»). На напівпричіп встановлюються спеціальні металеві піддони розміром 1850×2056 мм, які являють собою металеву раму по центру якої є циліндрична стійка діаметром 650 мм та висотою 500 мм. До напівпричепу кріпляться тільки піддони за допомогою дров'язування. Сам рулон встановлюється на стійку і не закріплюється. При недотриманні швидкісного режиму та Правил дорожнього руху піддон може перекинутися з напівпричепу, особливо на кривих невеликих радіусів.

Для забезпечення безпечного транспортування в проекті запропоновано для перевезення використовувати спеціальні напівпричепи для рулонів із металевим жолобом довжиною 7200 мм. Жолоб має нахил по горизонталі 35°. Рулони укладаються в жолоб у горизонтальному положенні «на твірну».

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

1. Для попередження виникнення небезпечних ситуацій та швидкої втоми в результаті незадовільного освітлення робочих місць робітників, які працюють на ділянці відвантаження металопрокату в рулонах, в проекті передбачено:

- на території складу нормативний рівень освітленості для закритих складів при підлоговому зберіганні складає 200 лк з газорозрядними лампами, які мають тривалий термін служби;
- для робочого освітлення використовують світильники підвісного типу, які кріпляться у верхній зоні складу (до даху на спеціальних підвісах);

- у зоні виконання вантажно-розвантажувальних операцій світильники кріпляться до колон і стін у межах фронту виконання вантажних робіт.

2. Повітря на ділянці відвантаження ЦХП-1 є запиленим внаслідок переміщення та зберігання металопрокату, який щойно пройшов технологічні операції з прокат. Для запобігання дії пилу на організм, робітникам ділянці відвантаження видаються захисні окуляри та респіратори, відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

3. На території ділянці відвантаження ЦХП-1 джерелом шуму є робота кранів та трансферкар.

Для зменшення негативного впливу на організм робітників цеху шуму та вібрації передбачене своєчасне проведення планового та попереджувального ремонту механізмів з обов'язковим післяремонтним контролем вібраційних характеристик.

Рівень шуму в робочій зоні дотримується згідно вимог ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» та ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму»).

Допустимий рівень шуму для ділянки відвантаження ЦХП-1 приймаємо 80дБА. Максимальний рівень шуму, що коливається в часі та переривається, не повинен перевищувати 110 дБА. Для запобігання негативного впливу шуму на організм робітників передбачаємо кожну годину п'ятихвилинні перерви у зоні відпочинку згідно з положеннями КЗОТ України.

4. Для дотримання нормативних значень параметрів мікроклімату на ділянці відвантаження металопрокату в проекті передбачено:

- дотримання норм, вказаних у ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» та вимог ДСП 3.3.1.038-99 «Підприємства чорної металургії» до організації робочих місць працівників;

- встановлення припливно-витяжної механічної вентиляції згідно вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціювання» для забезпечення на території ділянки відвантаження нормативної температури;

- на ділянці відвантаження використовують природну вентиляцію (аерацію).

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Для забезпечення пожежної безпеки на ділянці відвантаження металопрокату необхідно дотримуватись положень НАПБ А.01.001-14 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Відповідно до класифікації приміщень за пожежною небезпекою, згідно НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» ЦХП-1 відноситься до приміщення категорії «Д» – негорючі речовини та матеріали у холодному стані.

За ступенем вогнестійкості, відповідно до ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», будівлю ЦХП-1 віднесено до будівлі I ступеню вогнестійкості.

Відповідно до технології виробництва, згідно з НАПБ Б.03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників», на території дільниці відвантаження ЦХП-1 найбільш ймовірною є пожежа класу D – горіння металовмісних сполук.

Вибір типу та визначення потрібної кількості вогнегасників.

Для дільниці відвантаження ЦХП-1 на площу $348 \times 15 = 5220 \text{ м}^2$, необхідно передбачити шість пересувних порошкових вогнегасників місткістю по 100 літрів кожен. Відстань від можливого осередку пожежі до місця розташування вогнегасника не має перевищувати 70 м для приміщень категорії «Д».

Пожежний інвентар з пожежним інструментом і вогнегасниками розміщується на спеціальних пожежних щитах (стендах). Такі щити (стенди), відповідно до НАПБ А.01.001-14 «Правила пожежної безпеки в Україні», встановлюють на території об'єкта з розрахунку один щит (стенд) на площу 5000 м^2 . В нашому випадку, на дільниці відвантаження ЦХП-1 таких щитів (стендів) має бути $(348 \times 15) / 5000 = 2$ щита.

До комплекту засобів пожежогасіння, які розміщують на стенді, включаємо:

- вогнегасники порошкові, місткістю 10л – 3 од.;

- ящик із піском – 1 од.;
- пожежне покривало розміром 2×2 м – 1 од.;
- гаки – 3 од.;
- лопати – 2 од.;
- ломи – 2 од.;
- сокири – 2 од.

4.5 Заходи з безпеки у надзвичайній ситуації

У відповідності до Ст. 39 Кодексу цивільного захисту України, навчання працюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях здійснюється за місцем роботи.

Організація навчання працюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях покладається на центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, місцеві державні адміністрації, органи місцевого самоврядування, які розробляють і затверджують відповідні організаційно-методичні вказівки та програми з підготовки населення до таких дій.

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

Порядок організації та проведення спеціальних об'єктових навчань і тренувань з питань цивільного захисту визначається центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

Для отримання працівниками відомостей про конкретні дії у надзвичайних ситуаціях з урахуванням особливостей виробничої діяльності суб'єкта господарювання у кожному суб'єкті господарювання обладнується інформаційно-довідковий куточок з питань цивільного захисту.

Особи під час прийняття на роботу та працівники щороку за місцем роботи проходять інструктаж з питань цивільного захисту, пожежної безпеки та дій у надзвичайних ситуаціях.

Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою, мають попередньо пройти спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум). Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, один раз на рік проходять перевірку знань відповідних нормативних актів з пожежної безпеки, а посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично (один раз на три роки) проходять навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань цивільного захисту, зокрема з пожежної безпеки, забороняється.

Програми навчання з питань пожежної безпеки погоджуються з центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

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

В даному розділі магістерської роботи був проведений аналіз потенційних небезпек при проведенні дослідження технологічного процесу відвантаження металопрокату на дільниці відвантаження цеху холодного прокату № 1 та при доставці його в порт.

Розроблені організаційні та технічні заходи щодо забезпечення безпеки при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт цеху холодного прокату ПАТ «Запоріжсталь» та при доставці металопрокату в порт автотранспортом.

Передбачені заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці для робітників і дослідників на ділянці відвантаження металопрокату, та заходи з пожежної безпеки.

Розглянутий порядок забезпечення навчання робітників і дослідників прокатного цеху діям у надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі досліджувались питання технологічного процесу відвантаження металопрокату у рулонах із цеху холодної прокатки на автотранспорт та перевезення з металургійного комбінату «Запоріжсталь» у річковий порт.

При дослідженні технології й організації відвантаження металопрокату в рулонах із ЦХП 1 на автотранспорт було виявлено деякі недоліки:

- в процесі відвантаження рулонів на автотранспорт виконується чотири перевалочні операції, в яких беруть участь три мостових крани й три трансферкара;
- для того, щоб відвантажити рулони на автотранспорт, рулони переміщуються на велику відстань, бо вантажні фронти розташовані далеко від ділянки пакування;
- ускладнюється робота суміжних відділень (термічного, дресирувальних станів, агрегатів поперечного різання металу), через які здійснюється транспортування металопрокату в рулонах;
- збільшується завантаження мостових кранів і трансферкар, бо їх необхідно відволікати від виконання операцій з обслуговування основного виробничого процесу;
- знижується якість готової продукції, що відвантажується (травмування й завальцювання крайок і виступаючих витків), тому не рідко травмовані рулони через транспортування через суміжні відділення та неодноразове перевалювання доводиться перепакувати для стягування або обрізі зовнішніх витків.

Рулони автотранспортом транспортуються у Запорізький річковий порт на металевих піддонах у вертикальному положенні. В порту під час технологічного процесу вантажопереробки рулонів є недоліки:

- прибулі рулони вивантажуються порталним краном із кліщовим захватом, а потім перекантовуються у горизонтальне положення;

- під час кантування найчастіше відбувається травмування рулонів, що призводить до зниження його товарної вартості. Зайва операція підвищує вартість вантажопереробки рулонів в Запорізькому річковому порту.

Для усунення виявлених недоліків у роботі запропоновані наступні заходи.

1. Реконструкція автомобільного в'їзду 27 залізничного тупика, в зоні якого є технологічний отвір конвеєра, що транспортує гарячекатані рулони із ЦГПТЛ у ЦХП-1, яка полягає у побудові перекриття цього отвору. Це дає можливість збільшити довжину автомобільного вантажного фронту для постановки автопоїздів для завантаження рулонами.

Новий вантажний фронт розміщується у безпосередній близькості від ділянки пакування рулонів, що надає можливість всі операції в зоні відвантаження виконувати за допомогою одного мостового крану, без зайвих перевалок.

Використання нового вантажного фронту дозволить уникнути травмування рулонів під час перевантажувальних операцій за старою технологією, підвищити якість продукції та товарну вартість металопрокату. При такій схемі відвантаження можна буде поліпшити умови праці у відділеннях, уникнути ймовірності травмування людей й устаткування на окремих ділянках цеху, через які зараз відбувається транспортування рулонів кранами і трансферкарами.

Також запропоновано транспортувати рулони автотранспортом в порт не у вертикальному положенні, а в горизонтальному. Для встановлення рулонів на «твірну» необхідно придбати спеціальний захват-кантувач для рулонів сталі для змінення технологічного процесу завантаження у транспортні засоби. Такий захват виконує наступні функції:

- підйом рулону з вертикального положення;
- підйом рулону з горизонтального положення;
- кантування рулону з горизонтального положення у вертикальне і навпаки.

За проектним варіантом пропонується для автомобільного перевезення металопрокату використовувати спеціальні напівпричепи із жолобом і системою кріплення рулонів при укладанні на твірній.

Така пропозиція дасть можливість усунути зайву операцію кантування у річковому порту та підвищити товарну якість металопрокату.

Реалізація пропозицій дозволяє підвищити продуктивність при виконанні вантажних операцій з рулонами за рахунок використання фронту відвантаження, який знаходиться безпосередньо біля ділянки пакування та усунути зайве транспортування металопрокату кранами та трансферкарами у ЦХП 1.

Для дослідження транспортних процесів перевезення металопрокату автотранспортом була розроблена імітаційна модель, яка може бути реалізована в програмному середовищі Anylogic.

Розроблена імітаційна модель роботи автопоїздів при перевезенні металопрокату в рулонах з ПАТ «Запоріжсталь» в річковий порт відображає:

- ресурси (рулони металопрокату);
- графік, що відображає час роботи в системі;
- анімацію руху автопоїздів від ЦХП-1 до порту;
- час очікування автомобіля в пунктах навантаження-розвантаження;
- статистика часу перебування заявок в системі;
- гістограму, що відображає коефіцієнт використання ресурсів в системі.

Всі запропоновані заходи при виконанні проекту були підтверджені технологічними та економічними розрахунками. Розрахунок показав, що проектний варіант з використанням для транспортування рулонів на «твірній» у спеціалізованих напівпричепах Schmitz S.CS COIL більш доцільний у порівнянні з транспортуванням рулонів у вертикальному положенні.

Для впровадження проектних рішень будуть потрібні додаткові капітальні витрати на придбання автотранспортних засобів та додаткового встаткування у сумі 2629921 гривня.

Розрахунки показали, що річні експлуатаційні витрати скоротилися з 8044598 грн. до 5252803 грн. Річна економія експлуатаційних витрат становить 2791795 грн. Загальний дисконтований дохід від проектних рішень складе 2171969 грн., а термін окупності витрат, пов'язаних з придбанням автотранспортних засобів і необхідного встаткування, складе один рік.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. «Запорожсталь» сегодня [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <http://www.zaporizhstal.com/>.
2. Грудев, А. П. Технология прокатного производства : учебник для вузов [Текст] / А. П. Грудев, Л. Ф. Машкин, М. И. Ханин. – М. : Metallurgia, 1994. – 656 с.
3. ГОСТ 9045-93 «Прокат тонколистовой холоднокатаный из низкоуглеродистой качественной стали для холодной штамповки. Технические условия». – 12 с. [Электронный ресурс]. – Введ. 1997-01-01. – Последнее изменение 2003-01-01. – Режим доступа : URL: <http://www.vsegost.com/Catalog>.
4. ДСТУ 2834-94 (ГОСТ 16523-97) «Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия». – 15 с. [Электронный ресурс]. – Введ. 2000-01-01. – Последнее изменение 2003-03-01. – Режим доступа : URL: <http://www.vsegost.com/Catalog>.
5. ГОСТ 19904-90 «Прокат листовой холоднокатаный. Сортамент». – 6 с. [Электронный ресурс]. – Введ. 1991-01-01. – Последнее изменение 2003-04-01. – Режим доступа : URL: <http://www.vsegost.com/Catalog>.
6. ГОСТ 11268-76 «Прокат тонколистовой специального назначения из конструкционной легированной высококачественной стали. Технические условия». – 9 с. [Электронный ресурс]. – Введ. 1978-01-01. – Последнее изменение 2002-10-01. – Режим доступа : URL: <http://www.vsegost.com/Catalog>.
7. ГОСТ 19903-74 «Прокат листовой горячекатаный. Сортамент». – 20 с. [Электронный ресурс]. – Введ. 1976-01-01. – Последнее изменение 2008-07-01. – Режим доступа : URL: <http://www.vsegost.com/Catalog>.
8. ТИ 226-ОБЗ-13-2014 Упаковка холоднокатаных листов и рулонов. Технологическая инструкция. – Запорожье : ОАО «Запорожсталь», 2014. – 47 с.

9. ДСТУ 3058-95 (ГОСТ 7566-94) «Металлопродукция. Приемка, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение». – 20 с. [Электронный ресурс]. – Введ. 1998-01-01. – Последнее изменение 2005-09-01. – Режим доступа : URL: <http://www.vsegost.com/Catalog>.
10. Технологическая карта на погрузочно-разгрузочные работы и складирование грузов кранами. – Запорожье : ОАО «Запорожсталь», 2017. – 121 с.
11. Седельные тягачи VOLVO : технические характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <http://www.volvotrucks.com>.
12. Компания Grunwald : Технические характеристики полуприцепов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <http://www.grunwaldtrailers.com>.
13. Приложение 14 к СМГС «Правила размещения и крепления грузов и вагонов в контейнерах» [Электронный ресурс]. – – Режим доступа : URL: http://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/smgs/dodatok_14.
14. Севзапканат : Захват-Кантователь для подъема и кантования рулонов стали [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <http://www.grunwaldtrailers.com>.
15. Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Основи теорії систем і системного аналізу», для студентів спеціальності 7.100403 «Організація перевезень та управління на автомобільному транспорті» / Укл.: О. А. Лащенко, О. Ф. Кузькін. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. – 83 с.
16. Бабушкин Г.Ф. Технология и организация транспортно-складских работ на промышленном транспорте : учебное пособие / Г.Ф. Бабушкин. – К. : ИСДО, 1993. – 192 с.
17. Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни «Транспортно-експедиторська діяльність» для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 7.07010102, 8.07010102 «Організація перевезень та управління на транспорті». / Укл.: доц., к.т.н. Кузькін О. Ф., ст. викл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2012. – 46 с.
18. Комплекс навчально-методичного забезпечення дисципліни «Комерційна робота на транспорті» для студентів денної та заочної форми навчання на-

- пряму 6.010101 «Транспортні технології» / Укл.: Васильєва Л. О. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2014. – 99 с.
- 19.Полуприцепы Schmitz S.CS/S.PR : Решения для перевозки грузов общего назначения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <http://www.cargobull.com>.
 - 20.Комплекс з навчально-методичного забезпечення дисципліни «Вантажні перевезення» для студентів денної та заочної форм навчання з напрямку 6.070101 «Транспортні технології» / Укл.: проф. Бабушкін Г.Ф., ст. викл. Лебідь Г.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2015. – 100 с.
 - 21.Боев В. Д. Моделирование в среде Anylogic : учебное пособие / В. Д. Боев. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 298 с.
 - 22.КТ-Сталь : Металлопродукция [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <http://www.kt-stal.com.ua/>.
 - 23.Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальностей 7.07010102 «Організація перевезень і управління на транспорті» 7.07010101 «Транспортні системи» / Укл. доц., к.т.н. Кузькін О.Ф., ст. викл. Харченко Т.В., ст. викл. Васильєва Л.О., ст. викл. Лебідь Г.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 34 с.
 - 24.Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» в магістерських дипломних роботах зі спеціальностей: 275.02 – «Транспортні технології на залізничному транспорті» з спеціалізації – «Транспортні технології на залізничному транспорті»; «275.03 – Транспортні технології на автомобільному транспорті» з спеціалізації – «Транспортні технології на автомобільному транспорті» усіх форм навчання / Укл. : М. І. Лазуткін. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018 – 36 с.

Додаток А

Статистичний аналіз параметрів вантажних місць

Таблиця А.1 – Вага рулонів при відвантаженні металопрокату у рулонах з комбінату «Запоріжсталь» в Запорізький річковий порт

Файл: prokatR - 1. 12- 10 - 2018 Saturday

Варіаційний ряд

3,26	3,59	3,64	4,36	4,51	4,60	4,78	4,92	4,96	5,00
5,01	5,08	5,10	5,14	5,17	5,19	5,30	5,32	5,36	5,37
5,40	5,42	5,46	5,48	5,50	5,50	5,55	5,55	5,57	5,57
5,57	5,61	5,62	5,69	5,71	5,74	5,76	5,78	5,80	5,88
5,89	5,89	5,91	5,91	5,92	5,92	5,92	5,92	5,92	5,92
5,93	5,97	6,02	6,03	6,04	6,10	6,20	6,24	6,28	6,36
6,36	6,36	6,37	6,38	6,39	6,40	6,41	6,41	6,42	6,43
6,43	6,43	6,50	6,50	6,51	6,51	6,53	6,53	6,55	6,60
6,60	6,64	6,69	6,73	6,77	6,78	6,79	6,86	6,87	6,87
6,89	6,93	6,93	6,96	7,03	7,15	7,16	10,43	10,62	10,75
10,77	10,80	11,02	11,06	11,10	11,10	11,21	11,31	11,31	

РОЗРАХОВАНО

Обсяг вибірки	:	109
Математичне очікування	:	6.4949
Дисперсія	:	3.1220
Середньоквадратичне відхилення	:	1.7668
Коефіцієнт варіації	:	0.2721
Коефіцієнт нерівномірності	:	1.2721

RKWL - версія 2.1

Таблиця А.2 – Завантаження автопоїздів при відвантаженні металопрокату у рулонах з комбінату «Запоріжсталь» в Запорізький річковий порт

Файл: prokatR - 2. 12- 10 - 2018 Saturday

Варіаційний ряд

17,64	21,21	21,46	21,97	22,69	22,97	23,18	23,52	23,83	23,83
23,91	24,13	26,05	26,11	26,14	26,15	26,15	26,15	26,16	26,40
26,56	26,90	28,20	28,34	28,71	28,88	29,01	29,01		

РОЗРАХОВАНО

Обсяг вибірки	:	28
Математичне очікування	:	25.3141
Дисперсія	:	7.4902
Середньоквадратичне відхилення	:	2.7362
Коефіцієнт варіації	:	0.1081
Коефіцієнт нерівномірності	:	1.1081

RKWL - версія 2.1

Додаток Б

Розрахунок проектних вантажопотоків

Таблиця Б.1 – Вантажопотоки відвантаження металопрокату у рулонах з металургійного комбінату «Запоріжсталь» в Запорізький річковий порт

Файл: gruzopotokR - 1. 14 - 10 - 2018 Saturday

Варіаційний ряд									
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.10	29.80	30.50	33.90	35.10
35.10	36.80	39.10	39.80	40.10	40.10	42.30	44.10	44.80	44.90
50.40	52.30	52.80	53.50	54.90	57.50	57.30	59.00	61.00	74.00
76.90	81.40	85.50	85.50	88.90	90.10	90.50	94.30	95.10	96.20
99.50	101.40	105.00	108.00	108.00	108.40	109.30	112.00	112.00	112.80
114.40	118.70	119.30	120.90	121.40	125.60	128.00	131.60	133.90	140.00
140.00	144.20	146.80	148.10	148.20	154.80	155.00	160.00	168.90	171.00
176.00	176.00	176.00	178.40	179.00	179.50	180.10	201.00	248.20	250.10
250.80	269.30	278.00	284.10	300.20	304.00	305.10	328.40	354.30	401.20
405.70	411.50	415.00	416.00	420.40	424.30	424.30	426.00	428.60	480.00

РОЗРАХОВАНО

Обсяг вибірки	:	100
Математичне очікування	:	131,0747
Дисперсія	:	5814,87
Середньоквадратичне відхилення	:	76.2551
Коефіцієнт варіації	:	0.5817697
Коефіцієнт нерівномірності	:	1.5817697

RKWL - версія 2.1