

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

Кафедра транспортних технологій
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКИХ ПРОЦЕСІВ НА
ДІЛЯНЦІ ВІДВАНТАЖЕННЯ ЦЕХУ ХОЛОДНОГО ПРОКАТУ
ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Виконав: студент II курсу, групи Тз-813м
спеціальності (напряму підготовки)
275 «Транспортні технології
(на залізничному транспорті)»
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Вощук М.П.
(прізвище та ініціали)

Керівник Васильєва Л.О.
(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 залізничному 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

Вощуку Миколі Павловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження транспортно-складських процесів на ділянці відвантаження цеху холодного прокату №1 ПАТ «Запоріжсталь»

керівник проекту (роботи) Васильєва Л.О., ст. викладач

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 23 листопада 2018 року № 360

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

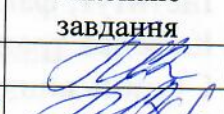
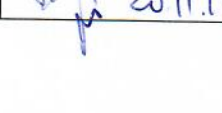
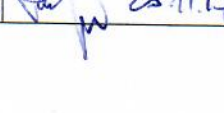
3. Вихідні дані до проекту (роботи) схема технологічного транспортування металу; існуючі вантажопотоки; технічні характеристики транспортних засобів та навантажувально-розвантажувальних механізмів; тривалість вантажних операцій; вартість перевезення вантажів та виконання транспортно-складських робіт; заробітна плата робітників; існуючі транспортно-технологічні схеми.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Аналітична частина; 2 Основна частина; 2.1 Обробка статистичних даних; 2.2 Складання базової моделі; 2.3 Складання проектних моделей; 2.4 Основні параметри проектних моделей; 3 Економічна частина; 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

1 Технологічна схема ЦХП-1; 2 Аналіз маси відправок; 3 Гістограма розподілу кількості відправок; 4 Схема обслуговування дільниці відвантаження; 5 Визначення контрольних точок моделі; 6 Операційна логіка базової моделі; 7 Процес моделювання; 8 Результати моделювання; 9 Економічні показники дослідження.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Васильєва Л.О., ст. викл.		
Основна частина	Васильєва Л.О., ст. викл.		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доц.	 20.11.18	 25.11.18

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)

Вошук М.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Васильєва Л.О.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 102 с., 39 рис., 20 табл., 25 посилань, 1 додаток.

Об'єкт дослідження – транспортно-складський процес на дільниці відвантаження ЦХП-1 ПАТ Запоріжсталь.

Мета роботи – дослідження технологічного процесу відвантаження готової продукції в умовах цеху холодного прокату №1 ПАТ Запоріжсталь та розробка моделі роботи вантажного фронту при завантаженні вагонів металопрокатом.

Методи дослідження – статистичний аналіз відвантаження металопрокату, імітаційне моделювання процесу відвантаження готової холоднокатаної металопродукції.

В магістерській роботі запропонована зміна технології завантаження готової продукції у залізничні вагони. За рахунок скорочення часу завантаження вагонів запропоновано перейти від цілодобової роботи дільниці відвантаження до двозмінної роботи.

ЦЕХ ХОЛОДНОГО ПРОКАТУ, МЕТАЛОПРОКАТ, РУЛОН, ПАЧКА, ПІДДОН, ВАГОН, КРАН, ТРАНСФЕРКАРНИЙ ВІЗОК, СКЛАД, МОДЕЛЮВАННЯ, ЕЛЕМЕНТИ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ОХОРОНА ПРАЦІ

ЗМІСТ

Завдання на дипломне проектування.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Характеристика підприємства ПАТ «Запоріжсталь».....	8
1.2 Характеристика цеху холодного прокату №1.....	9
1.3 Характеристика вантажів, які переміщуються у ЦХП-1.....	11
1.4 Характеристика колійного розвитку ЦХП-1.....	13
1.5 Характеристика транспортних засобів та схем розміщення вантажів у рухомому складі.....	15
1.5.1 Схеми розміщення холоднокатаного металу у рулонах.....	15
1.5.2 Схеми розміщення металу в пачках.....	19
1.6 Характеристика вантажних фронтів.....	25
1.7 Характеристика засобів механізації.....	29
1.8 Характеристика складського господарства.....	31
1.9 Існуючі транспортно-технологічні схеми та графіки роботи.....	35
1.10 Організація приймання вантажів. Вагове господарство.....	36
1.11 Аналіз існуючого положення та постановка завдань дослідження.....	37
2 Основна частина.....	38
2.1 Обробка статистичних даних.....	38
2.2 Складання базової моделі.....	43
2.2.1 Програмування за допомогою Service Model.....	43
2.2.2 Визначення елементів обслуговування.....	44
2.2.3 Визначення контрольних точок.....	46
2.2.4 Визначення потоків прибуття.....	51
2.2.5 Встановлення операційної логіки.....	52
2.2.6 Визначення мережного шляху.....	54
2.2.7 Створення динамічного ресурсу.....	57

2.2.8 Початок моделювання.....	60
2.2.9 Результати моделювання.....	61
2.3 Складання проектних моделей.....	63
2.3.1 Моделювання «9 – 1 – 1 – 10».....	63
2.3.2 Моделювання «3 – 8 – 7 – 3».....	67
2.4 Основні параметри проектних моделей.....	71
3 Економічна частина.....	72
3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат за базовим варіантом.....	73
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат за першим проектним варіантом «9 – 1 – 1 – 10».....	78
3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат за другим проектним варіантом «3 – 8 – 7 – 3».....	80
3.4 Економічна ефективність проекту.....	83
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	85
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	85
4.2 Загальні заходи по забезпеченню безпеки.....	86
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	88
4.3.1 Освітленість.....	88
4.3.2 Запиленість.....	89
4.3.3 Виробничий шум.....	90
4.3.4 Мікроклімат.....	90
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	91
4.5 Заходи з цивільної оборони.....	92
4.6 Висновки з розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаці- ях».....	94
Висновки.....	95
Перелік посилань.....	96
Додаток А Статистичні дані з відвантаження металопродукції.....	100

ВСТУП

ПАТ «Запоріжсталь» – одне з найбільших промислових підприємств України, продукція якого широко відома і користується попитом у споживачів на внутрішньому ринку і в багатьох країнах світу. Спеціалізація комбінату – високоякісний сталевий гарячекатаний рулон, гарячекатаний лист, холоднокатаний лист, холоднокатаний рулон з вуглецевих і низьколегованих сталей, а також сталева стрічка, чорна жерсть, гнутий профіль. Основними споживачами продукції комбінату є виробники зварних труб, підприємства автомобільного, транспортного, сільськогосподарського машинобудування, виробники виробів побутової техніки.

Одним з основних виробничих цехів є цех холодного прокату № 1. Цех холодної прокатки №1 виробляє холоднокатаний плоский прокат завтовшки 0,5...2,0 мм, шириною 850...1 500 мм в листах завдовжки до 4 000 мм і в рулонах масою до 16 т, а також холоднокатану стрічку товщиною 0,2...2,0 мм. У ЦХП № 1 проводиться холоднокатаний прокат з вуглецевої і низьколегованої сталі. Цех оснащений засобами для дресирування, поперечного різання і подовжнього розпуску, що забезпечують постачання холоднокатаного прокату товщиною 0,2...2,0 мм, шириною 10...1500 мм і довжиною листа до 3950 мм, а також рулонів масою до 15 т.

Готову продукцію відвантажують мостовими кранами у залізничні вагони. Процес завантаження вагонів є хаотичним, без конкретного визначення зон роботи кранів. У зв'язку з цим тривалість завантаження двох партій вагонів розтягується у часі на цілу добу.

В магістерській роботі досліджено транспортно-складський процес завантаження вагонів готовою продукцією, складена імітаційна модель даного процесу, запропоновано зонування роботи кранів.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика підприємства ПАТ «Запоріжсталь»

Склад металургійного виробництва ПАТ «Запоріжсталь» складається з 11 основних і 37 допоміжних цехів [1].

Агломераційний цех – спеціалізується на виробництві агломерату для доменного цеху. Цех має 6 агломашин. Мартенівський цех – спеціалізується на виплавці сталі. Цех має 9 мартенівських печей місткістю до 500 тонн.

Доменний цех – спеціалізується на виплавці чавуну; має 4 доменні печі.

Цех підготовки складів – спеціалізується на виготовленні виливниць. Цех підготовки складів має ділянку складів під сифоновий розлив, ділянку для розливу спокійних марок сталі, ділянку роздягання злитків, ділянку механічного чищення, ділянку змазування виливниць, склад.

Цех гарячої прокатки тонкого листа – спеціалізується на прокаті листа в гарячому стані. Цех холодної прокатки № 3 – спеціалізується на холоднокатаних товстих великогабаритних листах зі спеціальної сталі та інструментальної сталі.

Копровий цех призначений для переробки металобрухту та підготовки його в основне виробництво.

Обжимний цех – спеціалізується на нагріванні металу в нагрівальних колючках, а потім прокату.

Цех шлакопереробки виконує вилучення з промислових відходів сталевих і чавунного скрапу, виготовлення мартенівського і доменного щебню, гранульованого шлаку.

На даний момент металургійний комбінат «Запоріжсталь» є одним з основних постачальників якісної листової продукції і гнутих профілів для потреб вітчизняного машинобудування, жерсті гарячого лудіння для харчової промисловості.

1.2 Характеристика цеху холодного прокату №1

Цех холодної прокатки № 1 спеціалізується на виготовленні рулонів холоднокатаного сталевого листа для автомобілів, трансформаторної сталі, чорної лакованої жерсті, нержавіючої сталі і білої жерсті [1].

До складу виробництва холоднокатаного прокату ЦХП-1 входять: травильне відділення; прокатне відділення; термічне відділення; відділення обробки холоднокатаного металу; відділення жерсті. Схема руху металу в ЦХП-1 наведена на рисунку 1.1 та слайді 1 графічної частини.

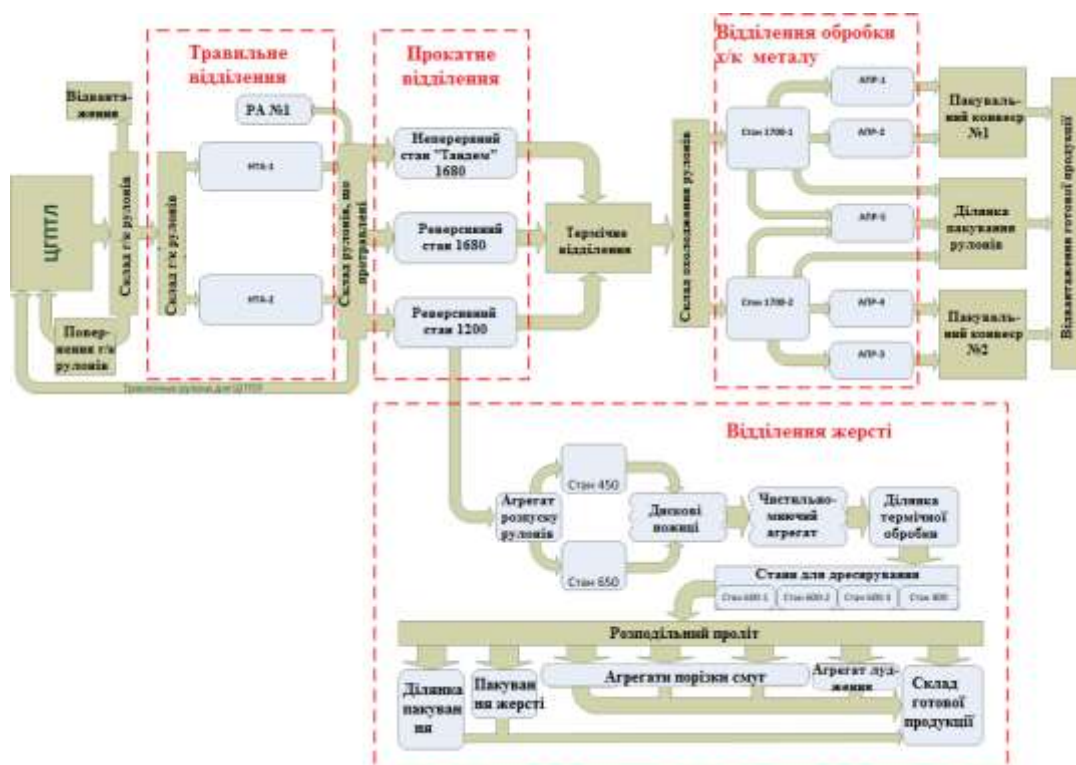


Рисунок 1.1 – Схема руху металу в ЦХП-1

Травильне відділення включає в себе неперервні травильні агрегати, призначені для видалення окалини з поверхні смуги. Травлення металу проводиться в сірчаній кислоті.

До складу устаткування прокатного відділення входять неперервний чотириохкільтвий стан «1680», два однокільтових реверсивних стани «1680» і «1200».

Метал у відділення обробки холоднокатаного металу надходить в рулонах з термічного відділення. Рулони, що пройшли процес термічної обробки, складаються на стелажі для охолодження або на стенди прискореного охолодження. За мірою охолодження, згідно із завданнями, рулони металу подаються на дресирувальні стани: «1700-1», «1700-2» і стан «Кварто». Продуктивність станів складає: дресирувальний стан «1700-1» – 510 т / добу; дресирувальний стан «1700-2» – 400 т / добу.

Листи, що пройшли процес дресирування на стані «Кварто» і укладені в пачки, знімаються стропами та передаються кранами на пакувальні конвеєри №1,2. Метал спеціальних марок сталей переміщують на ділянку зачистки і сортування. Рулони металу, що пройшли процес дресирування на станах «1700-1» і «1700-2», електромостовим краном за допомогою «скоби» знімаються з транспортерів і передаються на агрегати поперечного різну (АПР) №1,2,3 або агрегати поздовжнього різну (АПР) №4,5.

Кінцеві відходи, що утворилися в результаті обрізання на дресирувальних станах, пресуються і вивозяться вагонами місцевого парку в копровий цех. Також рулони можуть складуватися в V-подібні стелажі або на підлогу цеху з дерев'яними підкладками під крайні рулони.

Замовлення, за якими метал відвантажується змотатим в рулони після дресирування або порізки на АПР-4,5, ув'язується пакувальною стрічкою. Мостовим краном за допомогою «скоби» рулони встановлюються в V-подібні стелажі в горизонтальному положенні.

Остаточні упаковані рулони та прикріплені до дерев'яних піддонів, вагонними нормами виставляються на склад в один ярус.

Порізаний на листи метал, складений в стопу (в пачку), з агрегату поперечного різання №2 стропами або траверсою за допомогою кранів, транспорту-

ється на пакувальні конвеєри №1,2 і пакується, або передається на площадку для сортування металу.

Пакувальні конвеєри № 1, 2 призначені для упаковки пачок металу із продуктивністю 70 пачок за зміну. Використовується наступний пакувальний матеріал: рулони пакувального паперу, рулони поліетиленової плівки, торцеві диски, перфорований кутик.

Упаковка металопродукції забезпечує збереження і товарний вид рулонів і пачок від механічних ушкоджень. Захищає продукцію від атмосферних впливів, під час переробки, зберігання в портах та при доставці її споживачам будь-яким видом транспорту.

1.3 Характеристика вантажів, які переміщуються у ЦХП-1

Станція Східна є вхідною промисловою сортувально-вантажною станцією. Це основна розпорядча станція, на якій переробляється вагонопотік що надходить, так і той що відправляється. Цій станції підпорядковані декілька основних виробничих цехів, зокрема ЦХП-1. Відповідно номенклатура вантажів дуже велика.

Схематично цех холодної прокатки розділений на прольоти. У кожному прольоті розміщені необхідні для технології виробництва вантажні механізми, складські площі та обладнання. Відповідно, для кожного прольоту існує своя категорія вантажів, яка приведена у таблиці 1.1.

Розглянемо тільки ті вантажі, які переміщуються у прольотах «Н»-«С», «С»-«Х», «Х»-«Ы», «Ы»-«Я» [2].

Таблиця 1.1 – Характеристика вантажів, які транспортуються ЦХП-1

Проліт	Найменування вантажу	Характеристика вантажу
1	2	3
«Н» - «С»	Касета з пакувальної стрічкою	L < 7000 мм, G < 1500 кг
	Металевий піддон	L = 5980 мм, G = 2613 кг (з упором, G _{упору} = 113 кг)
	Металевий піддон	L = 5980 мм, G = 1300 кг
	Гарячекатані рулони	H = 840-1600 мм, G < 16000 кг, B < 1500 мм
	Холоднокатані рулони без дерев'яних піддонів	H = 840-1550 мм, G < 15000 кг, B < 1500 мм
	Холоднокатані рулони на дерев'яних піддонах	H = 840 - 1550 мм, G < 15000 кг, B < 1500 мм
	Лісоматеріали	Маса до 6 т
«С»-«Х»	Холоднокатані рулони без дерев'яних піддонів	H = 840-1550 мм, G < 15000 кг, B < 1500 мм
	Холоднокатані рулони на дерев'яних піддонах	H = 840-1550 мм, G < 15000 кг, B < 1500 мм
	Дерев'яні піддони з металевою стрічкою	Вага до 1,5 т
	Вузол дискових ножів (стенд)	L ≤ 5 м; b ≤ 1,5 м. Вага = 1,5т
«Х»-«БІ»	Пачки х/к листа і відходів	B=840-1500 мм, L=1400-4000 мм, G<10000 кг
	Холоднокатані рулони без дерев'яних піддонів	H = 840-1550 мм, G < 15000 кг, B < 1500 мм
	Холоднокатані рулони на дерев'яних піддонах	H = 840-1550 мм, G < 15000 кг, B < 1500 мм
	Пакувальні матеріали	Рулони пакувальної паперу, поліетиленової плівки, торцеві диски
	Змінне обладнання	Маса 1 до 6т
	Деталі механічного устаткування	Маса від 1 до 20т

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
«Ы»-«Я»	Металевий піддон	L = 5980 мм, G = 2613 кг (з упором, G _{упору} = 113 кг)
	Металевий піддон	L = 5980 мм, G = 1300 кг
	Гарячекатані рулони	H = 840-1600 мм, G <16000 кг, B <1500 мм
	Холоднокатані рулони без дерев'яних піддонів	H = 840-1550 мм, G <15000 кг, B <1500 мм
	Холоднокатані рулони на дерев'яних піддонах	H = 840-1550 мм, G <15000 кг, B <1500 мм
	Пачки холоднокатаного листа і відходів	H = 840-1500 мм, L = 1400-3500 мм, G <10000 кг
	Саморозвантажувальні коробки	Q = 12000 кг, G = 1550 кг V = 7,35 м ³
	Лісоматеріал	L <6000 мм, G <3500 кг
	Бухти дроту	G <4000 кг
	Стелаж для транспортування холоднокатаних рулонів	G = 1500 кг

1.4 Характеристика колійного розвитку ЦХП-1

Колійний розвиток цеха представлений залізничними тупиками для вагонів та тупики для передавальних візків (трансферкарів).

На ділянці приймання і відвантаження готової продукції виробляється відвантаження готової продукції як на залізничний, так і на автомобільний транспорт.

Відвантаження готової продукції на залізничний транспорт здійснюється в шістьох основних прольотах («А» - «Д/Е», «Ы» - «Я», «Я» - «ББ», «ББ» -

«ВВ» , «1» - «5», «Ж/И» - «Н») і трьох допоміжних («Н» - «С», «С» - «Х», «Х» - «І»).

Відвантаження готової продукції на автомобільний транспорт здійснюється в шістьох прольотах («Н» - «С», «С» - «Х», «Х» - «І», «І» - «Я», «Я» - «ББ», «ББ» - «ВВ», «1» - «5»).

Залізничний тупик № 29.

Тупик знаходиться в прольоті «Н» - «С». Колія розрахована на прийом трьох вагонів. У прольоті відвантажуються г/к, х/к рулони залізничним транспортом і автотранспортом як за допомогою розкріплення лісоматеріалами, так і на металевих багаторазового піддонах.

Навантаження металу в вагони виконується краном №148 за допомогою автоматичних кліщів або скоби. Навантаження автотранспорту здійснюється кранами за допомогою скоби або стропів [2].

Залізничний тупик № 30.

Тупик знаходиться в прольоті «С» - «Х». Колія розрахована на прийом трьох вагонів. У прольоті відвантажуються г/к, х/к рулони на залізничний та автомобільний транспорт. Навантаження автотранспорту здійснюється краном № 121 за допомогою скоби.

Також на 30 тупику може завантажуватися сміття у думпкари [2].

Залізничний тупик № 30 а.

Тупик знаходиться в прольоті «Х» - «І». Колія розрахована на прийом трьох вагонів. Навантаження металу в залізничні вагони і на автотранспорт виконується кранами № 144 та № 145 за допомогою скоби, механічної або електричної траверс або стропів [2].

Залізничний тупик № 31.

Тупик знаходиться в прольоті «І» - «Я». Колія розрахована на прийом двадцяти двох вагонів. У прольоті відвантажуються х/к і г/к рулони і пачки листового металу на залізничний транспорт як на одноразових дерев'яних кріпленнях, так і на металевих багаторазових піддонах.

Навантаження металу в вагони виконується кранами № 126, № 138 та № 146 за допомогою скоби, автоматичних кліщів, механічної траверси або стропів [2].

Проліт «1» - «5» має колії тупиків для прийому двох вагонів у кожному прольоті. Пачки г/к листа та відходів; пачки листа неіржавіючий сталі та відхід.

В'їзд і установку автотранспорту, залізничних вагонів, платформ, думп-карів в цех проводиться з дозволу особи, відповідальної за вантажно-розвантажувальні роботи і за дозвільним показанням в'їзної світлової сигналізації. Після установки залізничних вагонів під навантаження (розвантаження), локомотив повинен бути відчеплений і виведений з тупику, після чого вагони фіксуються залізничними башмаками [2].

1.5 Характеристика транспортних засобів та схеми розміщення вантажів у рухомому складі

1.5.1 Холоднокатаний метал у рулонах

1. Розміщення та кріплення у піввагонах рулонів листової сталі (упакованих та з відкритими торцями) зовнішнім діаметром від 1000 до 1300 мм включно, шириною смуги від 1000 до 1500 мм включно, масою від 3,3 до 9,8 т включно, покладених на твірну, з використанням комплекту з двох металевих піддонів [3,4].

Піддон розмірами 5980×2800×340 мм, масою 1,85 т є багатооборотним засобом кріплення і являє собою плоску суцільнозварну конструкцію, яка зображена на рисунку 1.2.

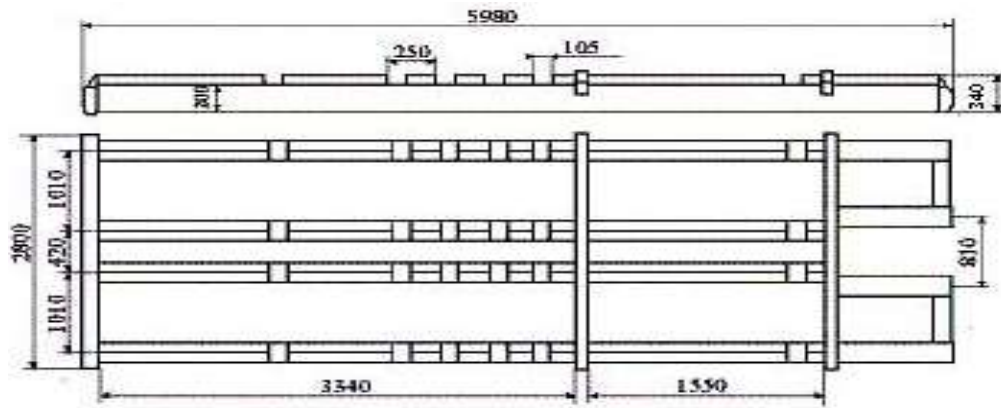


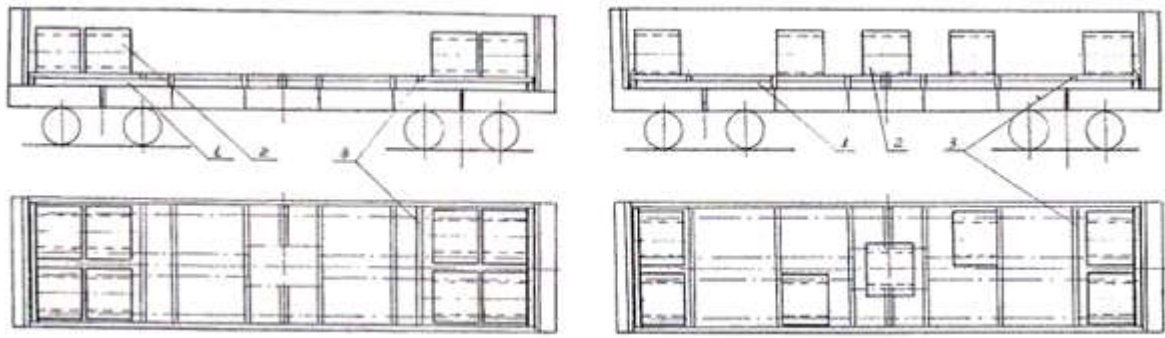
Рисунок 1.2 – Багатооборотний піддон

Комплект з двох піддонів встановлюють безпосередньо на підлогу вагона симетрично щодо його поздовжньої і поперечної площин симетрії, при цьому торці піддонів з наполегливими балками повинні бути звернені до торця вагона.

У піввагоні з довжиною кузова до 12228 мм включно піддони встановлюють впритул до торцевих поріжкам піввагона. У піввагоні з довжиною кузова понад 12228 мм піддони встановлюють впритул один до одного в середині, в зазор між поріжком вагона і торцем піддону встановлюють чотири розпірних бруска перетином не менше 100×100 мм і довжиною по місцю. Розпірні бруски з'єднують скріплюючою дошкою розмірами не менш 40×100×2800 мм, яку прибивають до кожного бруска двома цвяхами діаметром 5 мм і довжиною 120 мм. Допускається зазори заповнювати набором поперечних брусків перерізом не менше 100×100 мм.

Залежно від маси рулонів у вагоні розміщують від 6 до 15 рулонів, які укладають в торцеві, проміжні і середні осередки піддонів.

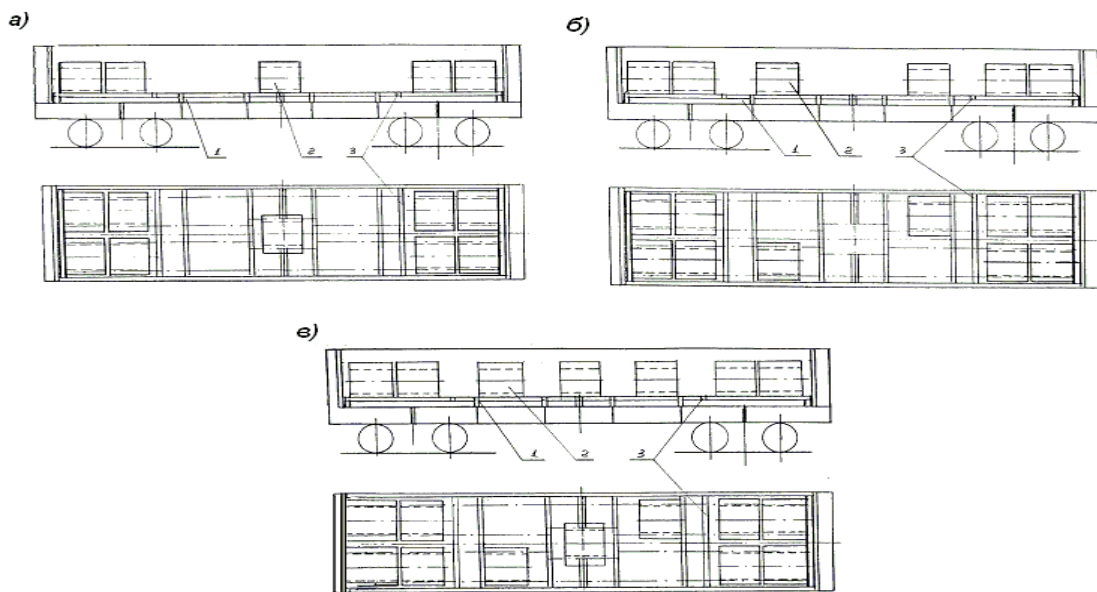
Рулони зовнішнім діаметром до 1300 мм включно, шириною смуги від 1000 до 1500 мм включно, масою від 7,7 до 9,8 т включно розміщують на піддонах у відповідності зі схемами, наведеними на рисунку 1.3.



1 – піддон; 2 – рулон; 3 – упорний брусок.

Рисунок 1.3 – Рулони х/к зовнішнім діаметром до 1300 мм включно, шириною смуги від 1000 до 1500 мм включно, масою від 7,7 до 9,8 т

2. Рулони з зовнішнім діаметром до 1300 мм включно, шириною смуги від 1000 до 1500 мм включно, масою від 5,8 до 7,7 т включно розміщують на піддонах у відповідності зі схемами, наведеними на рисунку 1.4 [3,4].



1 – піддон; 2 – рулон; 3 – упорний брусок.

Рисунок 1.4 – Рулони х/к з зовнішнім діаметром до 1300 мм включно, шириною смуги від 1000 до 1500 мм включно, масою від 5,8 до 7,7 т

3. Рулони зовнішнім діаметром до 1200 мм включно, шириною смуги від 1150 до 1500 мм включно, масою від 4,9 до 5,8 т включно розміщують на піддонах у відповідності зі схемами, наведеними на рисунку 1.5.

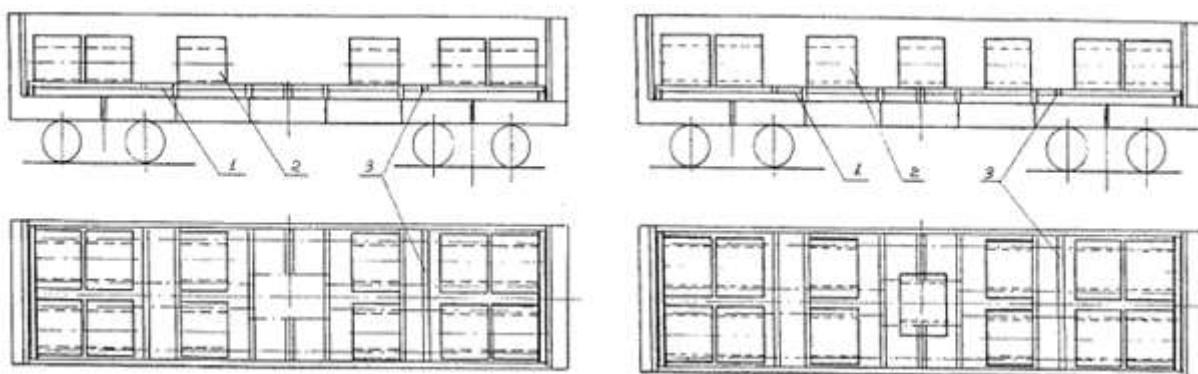
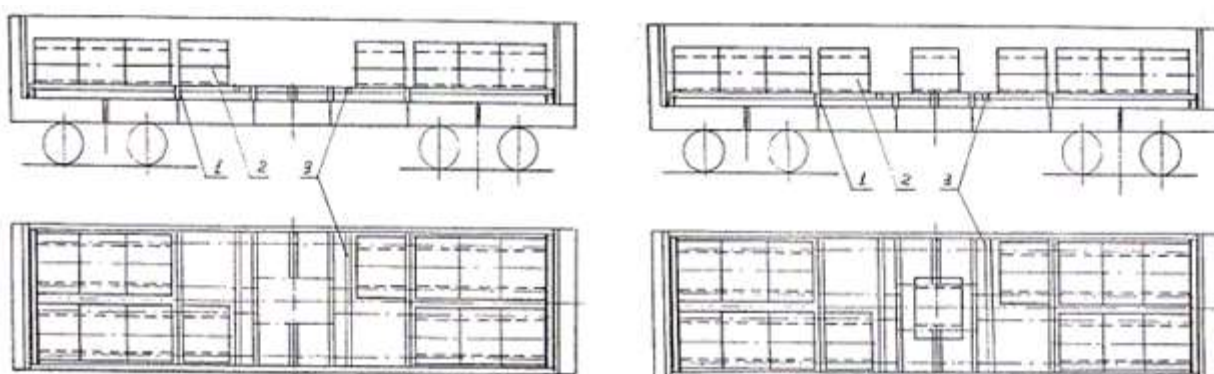


Рисунок 1.5 – Рулони х/к зовнішнім діаметром до 1200 мм включно, шириною смуги від 1150 до 1500 мм включно, масою від 4,9 до 5,8 т

4. Рулони зовнішнім діаметром до 1250 мм включно і шириною смуги від 1000 до 1100 мм включно, масою від 4,9 т до 5,8 т включно розміщують на піддонах у відповідності зі схемами, наведеними на рисунку 1.6.



1 – піддон; 2 – рулон; 3 – упорний брусок.

Рисунок 1.6 – Рулони зовнішнім діаметром до 1250 мм включно і шириною смуги від 1000 до 1100 мм включно, масою від 4,9 т до 5,8 т

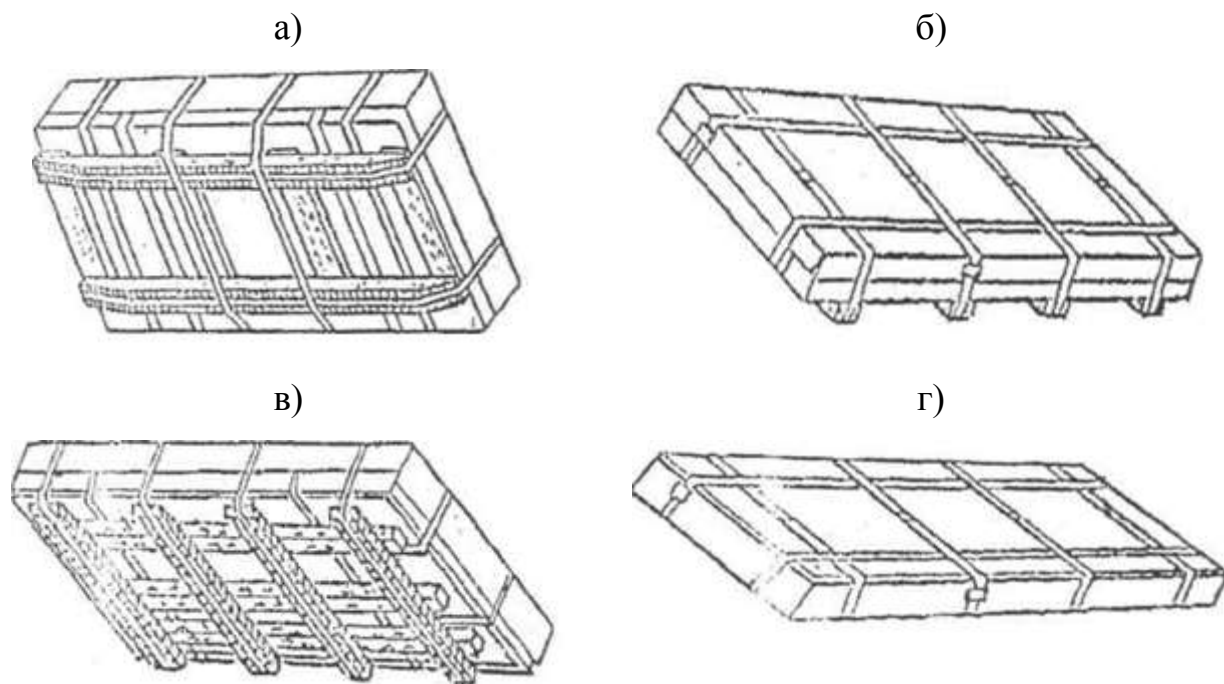
При наявності зазору більше 300 мм між рулоном і стійкими елементами конструкції піддонів рулони закріплюють упорними брусками розмірами 100×100×2800 мм, що встановлюються в спеціальні пази на поздовжніх балках піддону. Допускається зазор між торцями рулонів і упорним бруском не більше 100 мм.

1.5.2 Метал в пачках

Листовий метал пред'являють до перевезення:

- товщиною листа до 4,0 мм включно – у пачках;
- товщиною листа понад 4,0 мм – листами або у пачках за погодженням з одержувачем.

Пачки можуть бути упаковані на полозках (рисунок 1.7, а); на поперечних брусках (рисунок 1.7, б); на піддонах (рисунок 1.7, в) або без дерев'яних реквізитів (рисунок 1.7, г) [3,4].



а – на полозках; б – на поперечних брусках; в – на піддонах;

г – без дерев'яних реквізитів

Рисунок 1.7 – Варіанти упаковок металопрокату в пачках

Пачки обв'язують у поздовжньому і поперечному напрямку металевими стрічками рівного перетину або дротом діаметром 6 мм не менш ніж у дві нитки. Для обв'язки застосовують металеву стрічку за ГОСТ 3560-73 «Стрічка ста-

лева пакувальна» шириною не менше 30 мм і товщиною: м'яку (М) – 1,5 - 2,0 мм, нагартованих (Н) – 0,8 - 2,0 мм. Кількість обв'язувань пачки повинно бути не менше, ніж вказано в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Кількість та розміщення обв'язувань пачки

Довжина (ширина) листа, мм	Число обв'язувань для упаковки			
	не промасленого листа		промасленого листа	
	вздовж	поперек	вздовж	поперек
До 800	1	1*	1	1*
Більш 800 до 2000 включно	2	2	2	2
Більш 2000 до 4000 включно	2	3	3	4
Більш 4000 до 6000 включно	2	4	3	6
Більш 6000	3	5	4	8

При обв'язуванні пачок довжиною чи шириною до 800 мм обв'язування встановлюють посередині пачок. При обв'язуванні пачок двома і більше обв'язуванні останні мають у своєму розпорядженні симетрично, при цьому відстань від краю пачки до обв'язування повинно бути 300 - 500 мм.

На кромки пачки під обв'язки укладають прокладки у вигляді куточків з листової сталі товщиною не менше 0,8 мм. Допускається не встановлювати прокладки на пачки з листів, упаковані в короби.

При розміщенні пачок листового металу вздовж і поперек піввагона для забезпечення механізації вантажно-розвантажувальних робіт допускається при розміщенні в два ряди по ширині вагона: між пачками і бічними стінами піввагонів вільна відстань до 80 мм, між пачками – до 100 мм, а при розміщенні в три і більше рядів по ширині вагона – до 80 мм, якщо ця відстань не зазначено в наступному описі способів розміщення металу.

У випадках, коли застосовувані засоби механізації вимагають вільної відстані, зазначеної вище, проводиться кріплення пачок від зсувів шляхом установки розпірних брусків або вертикальних стійок.

Пачки металу в наступний верхній ярус розміщують тільки в тому випадку, якщо повністю використана площа вагона попереднім ярусом і вантажопідйомність вагона дозволяє подальшу завантаження. Якщо кількість підлягають розміщенню у верхньому ярусі пачок менше, ніж у попередньому, то пачки металу верхнього ярусу розміщують двома групами впритул до торцевих дверей (стінах), якщо інше не передбачено конкретної схемою розміщення. Пачки неповного верхнього ярусу кріплять до пачкам розташованого під ним ярусу відповідно до вимог таблиці 6, якщо інше не передбачено конкретним способом. При загальній масі пачок, розташованих у верхньому ярусі, менше 5,0 т кріплення їх до пачкам нижнього ярусу не обов'язково.

Розміщення і кріплення листового металу в пачках у піввагонах.

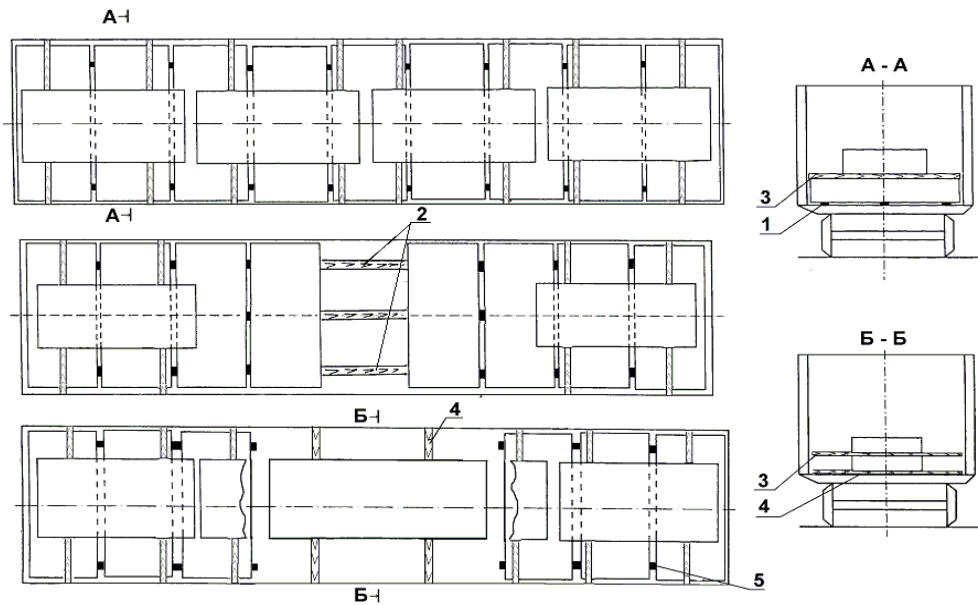
На комбінаті металопрокат у пачках відвантажується виключно у піввагонах. Найбільш застосовувані схеми розміщення металу в пачках у ЦХП-1 вказані нижче.

Пачки листового металу розмірами $(900-1500) \times (2400-2800)$ мм, упаковані без дерев'яних реквізитів, розміщують поперек вагона на трьох поздовжніх підкладках перерізом не менше 50×100 мм (поз. 1) (рисунок 1.8).

Підкладки розміщують: одну (середню) над хребтової балкою, а дві інші (крайні) розрізні (вирівнюючі) – на гофрах кришок люків між гофрами поперечних балок піввагона на відстані 400 - 500 мм від бічних стін вагона.

Довжина розрізних (вирівнюючих) підкладок визначається відстанню між гофрами поперечних балок.

У вагонах з глухим кузовом довжина крайніх підкладок, які можуть бути складовими по довжині, повинна бути дорівнює довжині кузова вагона.



1 - підкладка поздовжня; 2 - розпiрний брус, 3 - прокладка; 4 - підкладка поперечна;
5 - розкрiплюючий брус.

Рисунок 1.8 – Розміщення листового металу в пачках у на пiввагонах

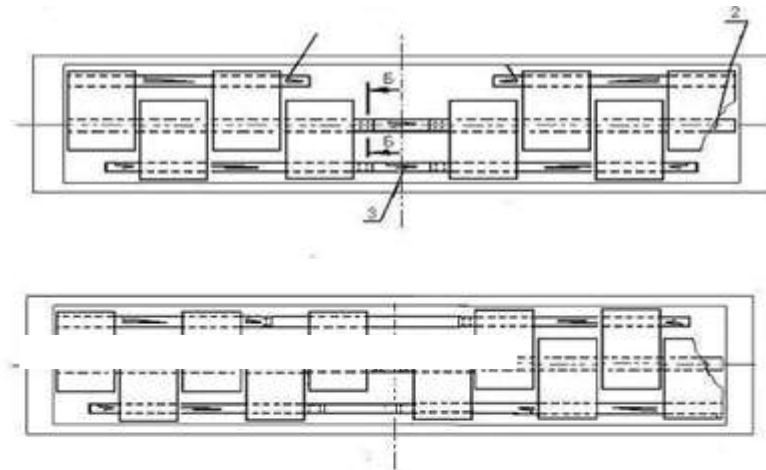
На підкладки поперек вагона по чергово від торців вагона укладають пачки листового металу симетрично щодо подовжньої і поперечної площин симетрії вагона. Зазори між пачками не повинні перевищувати 100 мм. Для забезпечення механізованого навантаження-розвантаження, коли необхідна величина зазорів більше 100 мм, пачки повинні бути розкріплені двома брусами розмірами $100 \times 100 \times (150 - 300)$ мм. При наявності вільного простору в середині вагону більше 350 мм пачки розкріплюють двома розпiрними брусами перетином 100×100 мм і довжиною по місцю. Кожен розпiрний брус укладають на крайніх підкладках і прибивають цвяхами трьома діаметром 5 мм і довжиною не менше 150 мм. При непарній кількості пачок укладають чотири бруски: по два з кожної сторони середньої пачки.

При наявності зазору, рівного довжині пачки, допускається розміщення однієї (двох) пачок вздовж вагона з укладанням її (їх) на двох підкладках розмірами $50 \times 100 \times 2800$ мм, укладених поперек вагона між гофраами кришок люків.

У другому ярусі пачки укладають уздовж вагона над хребтової балкою в кількості від однієї до п'яти штук. При парній кількості їх розміщують у торців вагона, а при непарному – у торців і одну в середині вагону. Пачки розміщують на прокладках розміром $50 \times 100 \times 2800$ мм, укладених поперек вагона на пачки нижнього ярусу. Допускається в середині вагону розміщувати пачки довжиною до 6000 мм уздовж вагона.

При наявності вільного простору в середині вагону більше 350 мм пачки розкріплюють розпірною рамою. Для кріплення пачок на поперечних брусах або полозку використовують раму, що складається з поперечних і поздовжніх брусків перетином 100×100 мм. Довжина поперечних брусків становить 2800 мм, а довжина поздовжніх дорівнює величині зазору між пачками. У кожному перетині бруски скріплюють двома цвяхами діаметром 6 мм і довжиною 200 мм. При непарній кількості пачок укладають дві розпірні рами - по одній з кожного боку середньої пачки. Для кріплення пачок, упакованих на піддонах, використовують раму.

Пачки шириною 900-2000 мм і довжиною понад 1500 мм до 2800 мм промасленого і непромасленого металу без полозок розміщують впоперек піввагона (рисунк 1.9) двома групами, починаючи від торцевих дверей, із зміщенням відносно один одного. За хребтової балці укладають підкладки перерізом не менше 80×100 мм або горбиль товщиною не менше 80 мм, а на відстані 200-250 мм від бічних стін – поздовжні підкладки перерізом не менше 40×100 мм або горбиль тієї ж товщини. При неповному заповненні вагона, і наявності зазору більше 300 мм в середині між пачками встановлюють розпірні бруски перерізом не менше 80×100 мм і довжиною по місцю. Кожен розпірний брусок довжиною до 1000 мм кріплять до підкладок шістьма цвяхами діаметром 5 мм і довжиною не менше 125 мм, брусок довжиною більше 1000 мм – десятьма цвяхами аналогічних розмірів.



1,2 - поздовжні підкладки; 3 - розпірний брусок.

Рисунок 1.9 – Розміщення листового металу в пачках у піввагонах

При непарній кількості пачок в ярусі одну пачку розміщують в середині вагону симетрично щодо подовжньої і поперечної площин симетрії вагона.

Пачки довжиною понад 1500 мм до 2800 мм на полозках (поперечних брусках, піддонах) розміщують поперек вагона аналогічно без поздовжніх підкладок. При наявності вільного простору в середній частині вагона під крайні пачки укладають дві підкладки перерізом не менше 40×100 мм або горбиль тієї ж товщини і завдовжки, рівній ширині двох пачок і зазору між пачками в середній частині згону. На підкладки встановлюють два поперечних бруска висотою, рівній висоті санчат, які кріплять до підкладок в кожне з'єднання – двома цвяхами довжиною, що дорівнює сумарній товщині брусків і підкладок. На бруски встановлюють розпірні бруски перерізом не менше 80×100 мм з кріпленням їх до поперечних брусків цвяхами діаметром 5 мм і довжиною не менше 150 мм.

При навантаженні пачок у кілька ярусів пачки других верхнього ярусу розміщують від торців вагона на пачки нижнього ярусу. При цьому кількість пачок в кожній групі верхнього ярусу повинно бути:

- для варіанту розміщення пачок з парною кількістю в групі – однаковим і кратним двом;
- для варіанту розміщення пачок з непарною кількістю в групі-однаковим.

Вантажами, крім металевої продукції, в цеху може бути все що, транспортується кранами, а саме: ковпаки для газових печей, піддони, стендові вентилятори, резервуари, пішохідні настили тощо. Їх переміщення регламентується технологічними картами та інструкціями, що закріпленні за кожним технологічним відділенням.

1.6 Характеристика вантажних фронтів

Проліт «Н» - «С»

У прольоті є такі основні споруди та обладнання:

- вантажопідіймальні крани рег. № 117, 143, 116, 148, консольно-поворотний кран рег. № 819;
- дресирувальний стан «1700-1»;
- стелажі для складування рулонів для охолодження;
- стенди прискореного охолодження рулонів № 7-14;
- тупики трансферкарних візків № 13, 5, 6, 12, для передачі відпалених рулонів з термічного відділення;
- стан «Кварто»;
- трансферкарні шляхи передавальних візків № 18, 16 для передачі рулонів і матеріалів в суміжні прольоти;
- дресирувальний стан «1700-2»;
- вальцешліфувальна ділянка;
- ділянка складування валків;
- агрегат порізки пакувальної смуги (АППС);
- залізничний тупик № 29 для прийому 3 вагонів.

Проліт «С» - «Х»

У прольоті є такі основні споруди та обладнання:

- вантажопідіймальні крани рег. № 136, 122, 139, 121;

- V-подібні стелажі для складування рулонів перед порізкою;
- агрегат поперечного різання № 1 (АПР-1);
- тупики трансферкарних візків № 30, 26, 14, 16, 7 для передачі рулонів і пачок х/к листа;
- трансферкарний шлях передавальних візків № 18, 17 для передачі рулонів і матеріалів в суміжні прольоти;
- гільйотинні ножиці № 2,3,4;
- агрегат поперечного різання № 2 (АПР-2);
- вхідні боки пакувальних конвеєрів № 1 і № 2;
- ділянка набирання стендів дискових ножів;
- агрегат подовжнього розпуску № 4 (АПР-4);
- ділянка упаковки рулонів металу;
- залізничний тупик № 30 для прийому 3-х вагонів.

Проліт «Х» - «ІІ»

У прольоті є такі основні споруди та обладнання:

- вантажопідіймальні крани рег. № 141, 125, 124, 144, 145;
- склади готової продукції;
- агрегат подовжнього розпуску № 5 (АПР-5);
- ділянка упаковки рулонів металу;
- трансферкарний шлях передавальних візків № 26, 14, 17 для передачі рулонів і матеріалів в суміжні прольоти;
- пакувальний конвеєр № 1 (ПК-1);
- пакувальний конвеєр № 2 (ПК-2);
- агрегат поперечного різання № 3 (АПР-3);
- гільйотинні ножиці № 1;
- тупики трансферкарних візків № 19, 12а для передачі упакованих рулонів і пачок х/к листа;
- комплексна ділянка по виготовленню елементів пакування;
- залізничний тупик № 30а для прийому 3-х вагонів.

Проліт «ІІ» - «Я»

У прольоті є такі основні споруди та обладнання:

- вантажопідіймальні крани рег. № 126, 138, 146;
- стелажі для складування;
- майданчики для складування металевих піддонів;
- майданчик для складування лісоматеріалів;
- місце для вантажозахватних пристроїв;
- залізничний тупик № 31 для прийому 22 вагонів;
- тупики трансферкарних візків № 12, 14, 19, 7, 17 для передачі і навантаження з них упакованих пачок і рулонів у вагони 31-го тупика.

Проліт «1» - «5»

У прольоті є такі основні споруди та обладнання:

- вантажопідіймальні крани рег. № 104, 105;
- майданчики для складування рулонів;
- стелажі для складування;
- майданчик для складування лісоматеріалів;
- місце для вантажозахоплюючих пристроїв;
- місце для зберігання тензометричних ваг;
- службові приміщення;
- колії залізничного тупика для прийому 2 вагонів у кожному прольоті;
- тупик трансферкарного візка № 20 для передачі матеріалів і рулонів в суміжні прольоти;
- склад готової продукції з пішохідними доріжками і виділеними стелажми.
- ділянка складування упакованих пачок готової продукції і відходів.

Всі інші прольоти розглянуті у суміжному дипломі.

Схема розташування кранів ЦХП-1 показана на рисунку 1.10.

СХЕМА РОЗМІЩЕННЯ КРАНІВ ЦХП-1

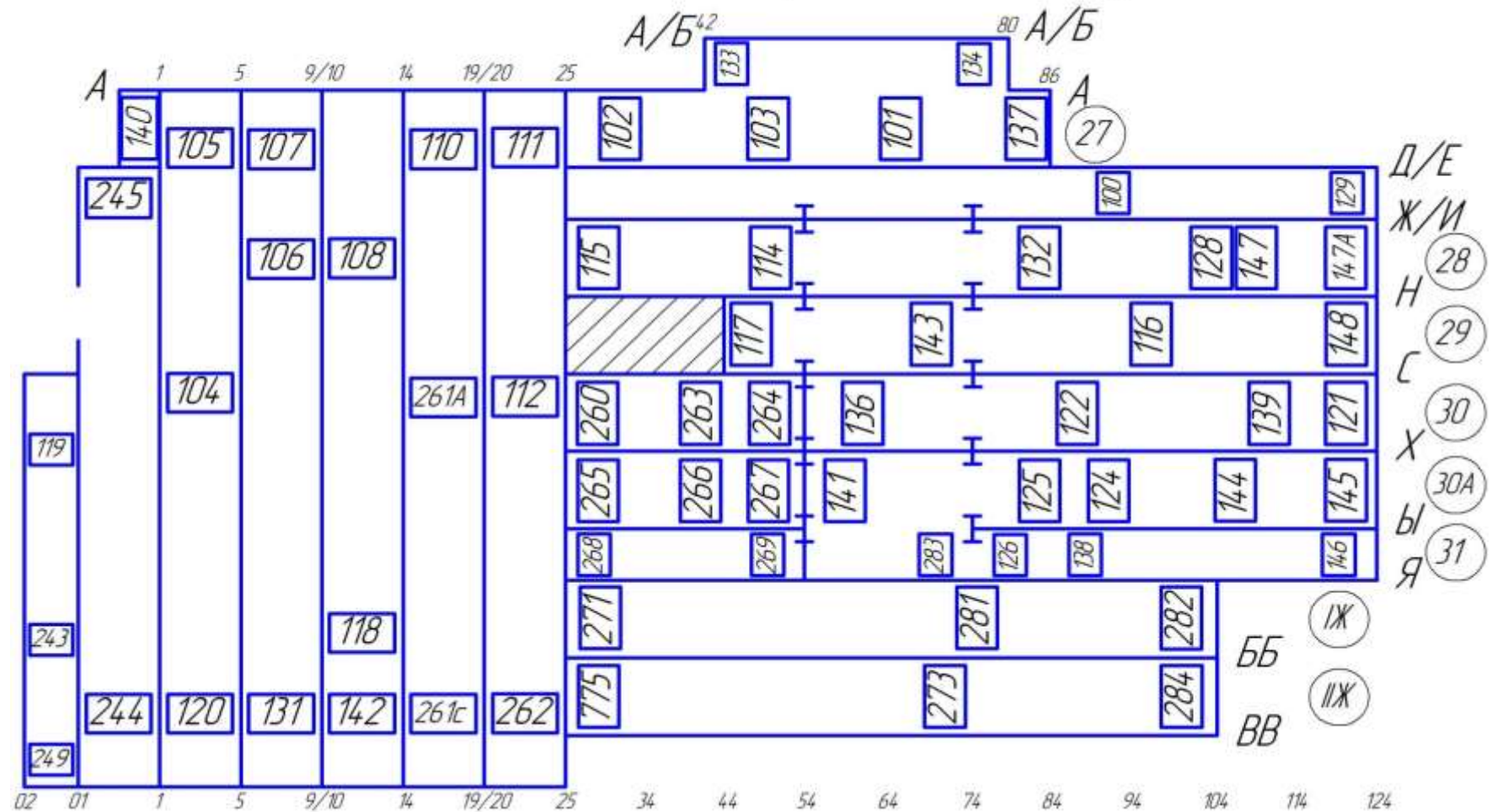


Рисунок 1.10 – Схема розміщення кранів ЦХП-1

1.7 Характеристика засобів механізації

Характеристика вантажозахватних пристроїв, які використовуються в ЦХП-1 наведена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристика вантажозахватних пристроїв

Вантажозахватні органи та присто- сування	Для чого застосовуються
1	2
Електромагніт $Q = 1,2 \text{ т}$, $q = 0,55 \text{ т}$	- встановлення та зняття конверторних кі- лець на стенди прискореного охолодження рулонів металу переді дресуванням
4-хгільковий строп (павук) з гака- ми $Q = 2,2 \text{ т}$, $L = 4\text{м}$ тип 4СКІ -10.0-8000	- встановлення / зняття настилів (плита перекриття прямка); - зачіпка короба під сміття
Короб механізований (малий) $Q = 4 \text{ т}$, $V = 2,2 \text{ м}^3$, $q = 0,6 \text{ т}$	- для збору, зберігання і перевезення мета- ловідходів і сміття
4-хгільковий строп (павук) лан- цюговий з гаками $Q = 10 \text{ т}$, $q = 0,55 \text{ т}$	- вивантаження технологічних відходів у вагони міського парку; - встановлення / зняття настилів (плита перекриття прямка)
Короб механізований $Q = 12 \text{ т}$, $V = 4,3 \text{ м}^3$, $q = 1,55 \text{ т}$	- для збору, зберігання і перевезення мета- ловідходів і сміття
Короб для сміття $Q = 5 \text{ т}$, $V = 4,3$ м^3 , $q = 1,55 \text{ т}$	- для збору, зберігання та перевезення сміття
«Щелепи» - короб самоперекидні $Q = 15 \text{ т}$, $V = 7,35 \text{ м}^3$, $q = 5,2 \text{ т}$	- для збору, зберігання і перевезення мета- ловідходів і сміття.
Механізовані траверси з лапами $Q = 10\text{т}$, $q = 3,2 \text{ т}$:	- перевезення х/к листа і відходів, покла- дених у пачки;
4-хгільковий строп (павук) з кіль- цями $Q = 2,2 \text{ т}$, $L = 4\text{м}$	- перестановка стенду з дисковими ножа- ми АПР-4

Продовження таблиці 1.3

1	2
Касета для ножів $Q = 1,2 \text{ т}$	- для перевезення і зберігання ножів АПР-1, 2,3
Скоба $Q = 17 \text{ т}$, $q = 1,5 \text{ т}$	- перевезення рулонів у горизонтальному положенні. - установка рулонів для пакування
Стропа $Q = 17 \text{ т}$, $L = 12 \text{ м}$	- для перевалки опорних валків д्रेसирувальних станів
Строп $Q = 1,2 \text{ т}$, $L = 2 \text{ м}$	- транспортування та встановлення рулонів пакувальної стрічки
Гідромеханічна траверса $Q = 10 \text{ т}$, $q = 3,2 \text{ т}$,	- перевезення пачок х/к листів; - складування упакованих пачок в штабелі; - установка пачок х/к металу для сортування
Електромеханічна траверса $Q = 10 \text{ т}$, $q = 1,7 \text{ т}$,	- перевезення пачок х/к листів; - складування упакованих пачок в штабелі; - установка пачок х/к металу для сортування
Скоба $Q = 1,1 \text{ т}$, $q = 0,1 \text{ т}$	- перевезення рулонів у горизонтальному положенні. -у рулонів смуги на розмотувачі механізованих ліній по виготовленню елементів упаковки.
Стропа $Q=2, 2 \text{ т}$, $L=6 \text{ м}$	- для перевезення пачок металу і з АПР - для перевезення пакувальних матеріалів і деталей механічного обладнання - стропування технологічних відходів - Перевезення ножів АПР - завантаження технологічних відходів
Комбіновані строп-ланцюги $Q = 1,2 \text{ т}$, $L = 12 \text{ м}$	- перевезення лісоматеріалів. - перевезення дерев'яних брусків і піддонів

Продовження таблиці 1.3

1	2
Автоматичні кліщі для рулону $Q = 15\text{т}$, $q = 2,3\text{ т}$	- транспортування рулонів
Автоматичні кліщі для двох рулонів $Q = 16\text{т}$, $q = 4,5\text{ т}$	- транспортування рулонів
Стропа $Q = 6\text{ т}$, $L = 12\text{м}$	- для перевалки робочих валків стану 1700-1 - для перевалки робочих валків стану 1700-2

1.8 Характеристика складського господарства ЦХП-1

Складування вантажів на ділянці приймання і відвантаження готової продукції ЦХП-1 проводиться у відповідності зі схемами складування вантажів, що забезпечують безпечні умови праці [2].

Укладання вантажів від стін службових приміщень виконувати на відстані 2 м, від працюючого обладнання – 1,5 м. При роботі з вантажами забороняється:

- транспортування вантажів над службовими приміщеннями, машинним залом, підстанціями, біля входу чи виходу з них, над рухомим складом;
- складувати вантажі на висоту більше 1,5 м уздовж пішохідної доріжки провідною в службове приміщення;
- рулонами, пачками, піддонами і іншими вантажами захаращувати пожежні щити;
- складування вантажів на проїздах, проходах;
- підніматися на штабель рулонів для визначення маркування рулонів.

Для цієї мети необхідно краном зняти рулон із штабеля.

Також не дозволяється встановлювати вантаж в місцях, не призначених для цього, як-то на будівельні ліси, балкони будинків, на тимчасові перекриття,

безпосередньо на трубопроводі паро-, водо- і газопроводи, електричні кабелі, на перекриття колодязів, тунелів та ін..

На місці встановлення вантажу повинні бути попередньо укладені відповідної міцності підкладки для того, щоб стропи або ланцюги могли бути легко і без пошкодження витягнуті з-під вантажу. Виняток допускається при навантаженні лісоматеріалів, при цьому вантажозахватні пристосування не повинні мати деталей кріплення, що перешкоджають витаскуванню пристосувань.

Транспортування вантажів над входом або виходом із службових приміщень здійснювати на видаленні не менше 2 м.

Коробки з відходами транспортуються до залізничного тупика і в міру накопичення відвантажуються у піввагони місцевого парку.

Знімні вантажозахватні пристрої (траверси, кліщі і тощо) на спеціальних стендах або в місцях зберігання повинні знаходитися в стійкому положенні для запобігання перекидання.

Місце, складування вантажу має виключити можливість падіння, перевертання або сповзання вантажу.

Укладання вантажів слід проводити рівномірно, без порушення встановлених для складування вантажів габаритів і без захаращення проходів та проїздів. При укладання вантажів у штабелі під відкритим небом площа під вантажем повинна бути попередньо очищена від снігу та льоду.

Рулони металу повинні встановлюватися в спеціальні стелажі або зміцнюватися підкладками щоб уникнути перекочування рулону по підлозі. Підкладкою може бути дерев'яний брусок товщиною 50-100 мм і довжиною не менше 2/3 ширини рулону. Схема розміщення металу приведена на рисунку 1.11.

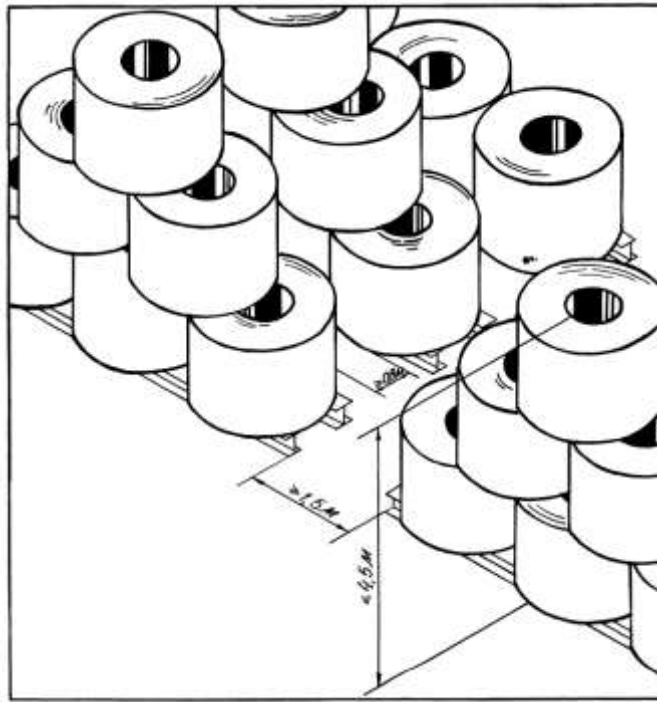


Рисунок 1.11 – Схема складування рулонів

При укладання вантажу в штабелі між штабелями повинні залишатися проходи не менше 0,5 метрів в залежності від виробничих умов згідно схеми складування.

Складування вантажів вздовж залізничних шляхів дозволяється на відстані: при складуванні на висоту до 1,2 м не ближче 2 метрів від головки рейки, вище 1,2 м – не ближче 2,5 м.

Гарячекатані рулони складуються в штабелі на торець на спеціально відведених ділянках в шаховому порядку згідно зі схемою їх складування. Висота штабеля рулонів не повинна перевищувати 4,5 м.

Складування рулонів шириною до 900 мм, проводиться у 5 ярусів.

Складування рулонів шириною понад 900 мм до 1100 мм виробляється в 4 яруси.

Пачки метала складуються до трьох ярусів, але з умовою, що висота штабеля не буде перевищувати 2 м. Ширина між штабелями повинна перевищувати 1,5 м. Схема складування пачок приведена на рисунку 1.12.

Габарити складування металевих піддонів.

При складуванні металевих піддонів необхідно дотримуватися наступні габарити:

- відстань від залізничного шляху до штабелю піддонів не менше 2-х метрів при висоті штабеля піддонів до 1,2 м (до 3 піддонів у штабелі);
- відстань від залізничної колії до штабелю піддонів не менше 2,5 м при висоті штабеля піддонів більше 1,2 м (від 7 до 15 піддонів у штабелі);
- відстань від колон і будівель не менше 2 м;
- відстань між рядами штабелів не менше 1 м;
- відстань між штабелями в ряду не менше 0,5 м;
- відстань від штабеля піддонів до проходів не менше 0,5 м;
- кількість піддонів у штабелі – не більше 5 од. (висота штабеля не більше 3 м).

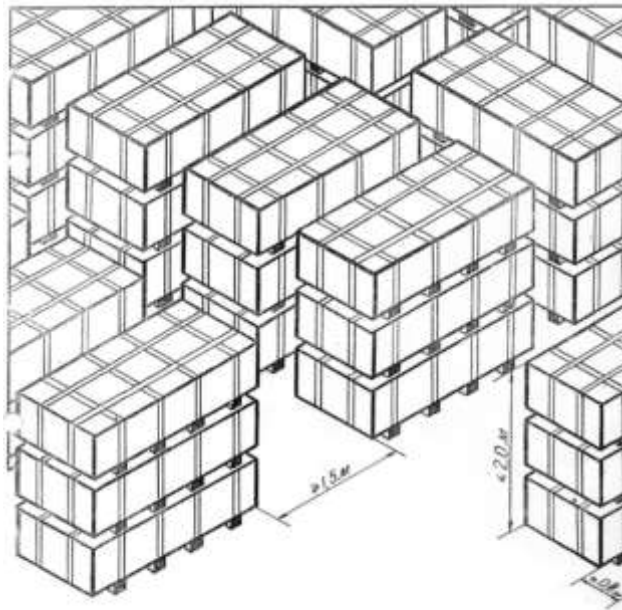


Рисунок 1.12 – Схема складування пачок листового металу

1.9 Існуючі транспортно-технологічні схеми та графіки роботи

Метал в рулонах подається з ЦГПТЛ по конвеєру у травильне відділення. Після травки, метал переміщується у прокатне відділення, потім – у термічне. Більш детально, проходження металу по цим відділенням, представлено у суміжному дипломі.

Далі, у міру охолодження, згідно із завданням, рулони металу подаються на стани 1700-1, 1700-2 або стан «Кватро».

Розглянемо проходження металу через стан 1700-1. Рулони подаються електромостовим краном на кантувач, де рулони кантуються з вертикального положення у горизонтальне.

Після кантування та накопичення, рулони транспортуються транспортером до стану, де метал прокатується. Після виходу зі стану, рулони обв'язуються пакувальної смугою. Надалі рулони транспортуються мостовим краном у горизонтальному положенні за допомогою скоби на склад, де береться проба з кожного рулону. Аналіз проби покаже, чи придатний рулон, або ні.

Після проби рулони подаються електромостовим краном на агрегати поперечного різання, агрегати повздовжнього різання чи на ділянку сортування металу.

Розглянемо проходження металу через агрегат поперечного різання. Після подавання рулонів електромостовим краном на транспортер агрегату, починається знімання пакувальної смуги та накопичення.

Після прорізки, пачки металу транспортуються електромостовим краном до пакувального конвеєра за допомогою траверси, де вони пакуються. На далі запаковані пачки зважуються за допомогою тензометричних ваг та транспортуються на склад або одразу на трансферкару.

Згідно завданню, пачки металу подаються на трансферкарні візки за допомогою траверси, потім транспортуються у суміжний проліт, де пачки завантажуються у вагон.

Розглянемо проходження металу через агрегат повздовжнього різання.

Після подавання рулонів електромостовим краном на транспортер агрегату, починається знімання пакувальної смуги та накопичення.

Після прорізки або зі складу, рулони металу транспортуються електромостовим краном до пакувальної ділянки за допомогою скоби, де вони пакуються на піддони. На далі запаковані рулони зважуються за допомогою тензометричних ваг та транспортуються на склад або одразу на трансферкару.

Згідно завданню, запаковані рулони металу подаються на трансферкарні візки за допомогою скоби або стропи, потім транспортуються у суміжний проліт, де пачки завантажуються у вагон.

1.10 Організація приймання вантажів. Вагове господарство

Основним вантажем, що надходить в ЦХП-1, є рулони. При передачі металу х ЦХПТЛ, на ЦХП-1 передається відповідальність за зважування, облік і тимчасове зберігання металу.

На підставі інформації посадчика металу 3-го розряду клеймувальник на молотках виписує на кожну плавку (позицію) ярлик, в якому вказується номер плавки, марка сталі, розмір смуги (товщина, ширина) і середня теоретична маса одного рулону по додатним.

На рулони, що передаються в ЦХП-1, клеймувальник на підставі ярликів і фактичного відвантаження додатних рулонів заповнює вагову відомість (форма ТЛЦ-23) у двох примірниках, в якій вказується: дата, зміна, прізвище старшого майстра зміни ЦГПТЛ, номери плавок, марка сталі, розмір смуги (ширина, товщина), середня теоретична маса рулону в плавці по додатних і загальна теоретична даної плавки (позиція).

Вагові відомості на передані по конвеєру гарячекатані рулони після підписів клеймувальника і старшого майстра зміни ЦГПТЛ передаються бригадам травильного відділення ЦХП-1.

Рулони, що залишилися з кінця змін на конвеєрі і записані у відомості, приймаються старшим бригадиром наступної зміни травильного відділення ЦХП-1.

Рулони, що надійшли в ЦХП-1, записуються змінним бригадиром травильного відділення на підставі ваговій відомості в «Книгу обліку надходження рулонів», де вказується номер плавки, марка стали, розміри рулонів (товщина, ширина), кількість рулонів, дата і зміна надходження.

1.11 Аналіз існуючого положення та постановка завдань дослідження

На даний час дільниця відвантаження ЦХП-1 працює цілодобово, обслуговується двома кранами та завантажується дві партії по 21 вагону у кожній.

За існуючою технологією роботи чітко не визначені зони роботи кранів.

Метою дослідження є аналіз фактичних зон роботи кранів, розробка імітаційних моделей їх функціонування та встановлення найбільш ефективної технології навантаження

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Обробка статистичних даних

Відповідно до технології роботи ділянки відвантаження ЦХП-1 [2], готова продукція у вигляді пачок листового металу та рулонів металу різної товщини завантажується в залізничні вагони мостовими кранами із зони зберігання.

Під час дослідження транспортно-складських процесів дослідним шляхом були отримані дані щодо відвантаження готової продукції із зони зберігання у залізничні вагони. У таблиці А.1 додатку А наведені дані спостережень по відвантаженню пачок листового металу із зони зберігання. У таблиці А.2 додатку А наведені дані спостережень по відвантаженню рулонів металу із зони зберігання. За допомогою програми STATISTICA 7.0 будуємо гістограми на базі даних таблиць А.1 та А.2 додатку А.

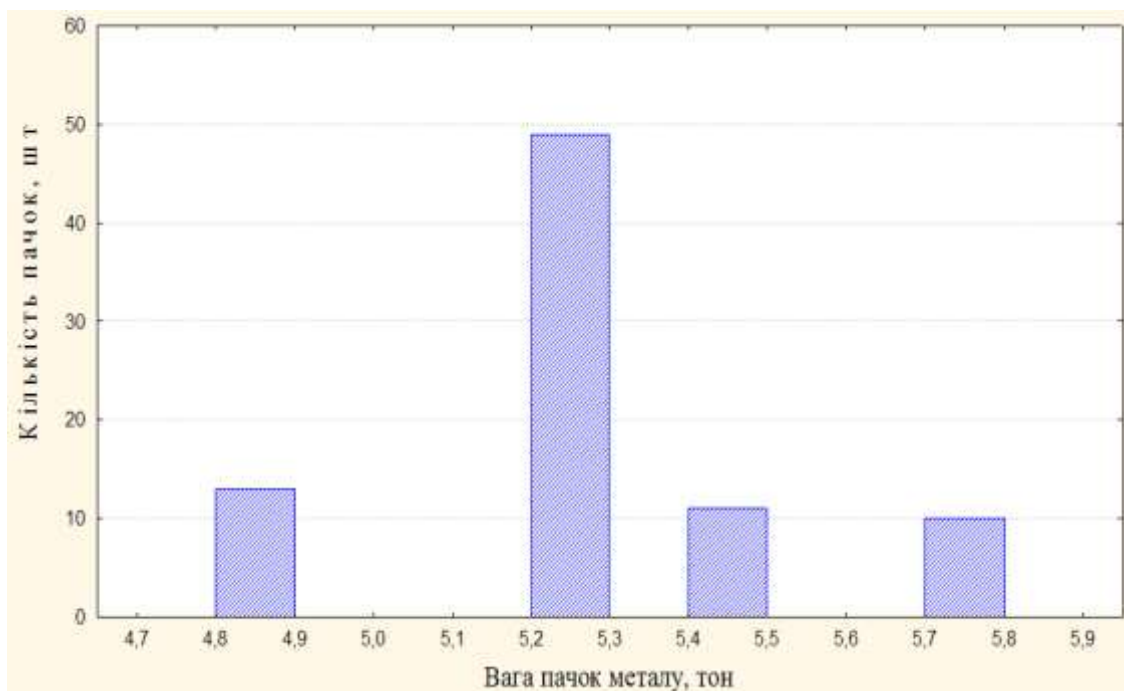


Рисунок 2.1 – Гістограма відвантаження пачок металу

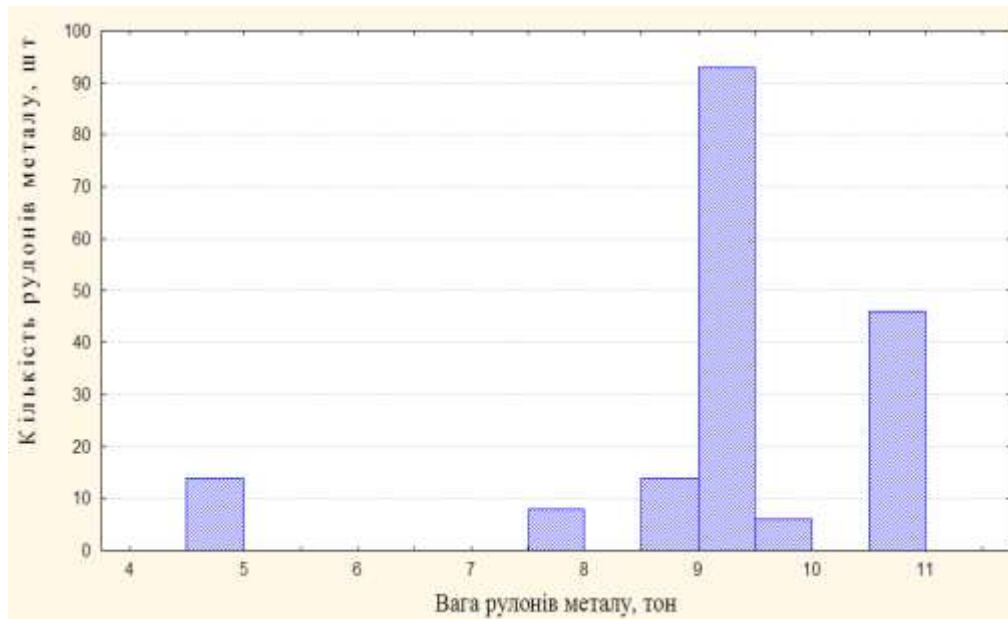


Рисунок 2.2 – Гістограма відвантаження рулонів металу

Аналіз маси відправлень, що відвантажуються, наведений на слайді 2 графічної частини. Враховуючи, що для подальшого моделювання не будемо виділяти окремо пачки від рулонів, то на рисунку 2.3 наводимо загальну гістограму кількості пачок металопрокату.

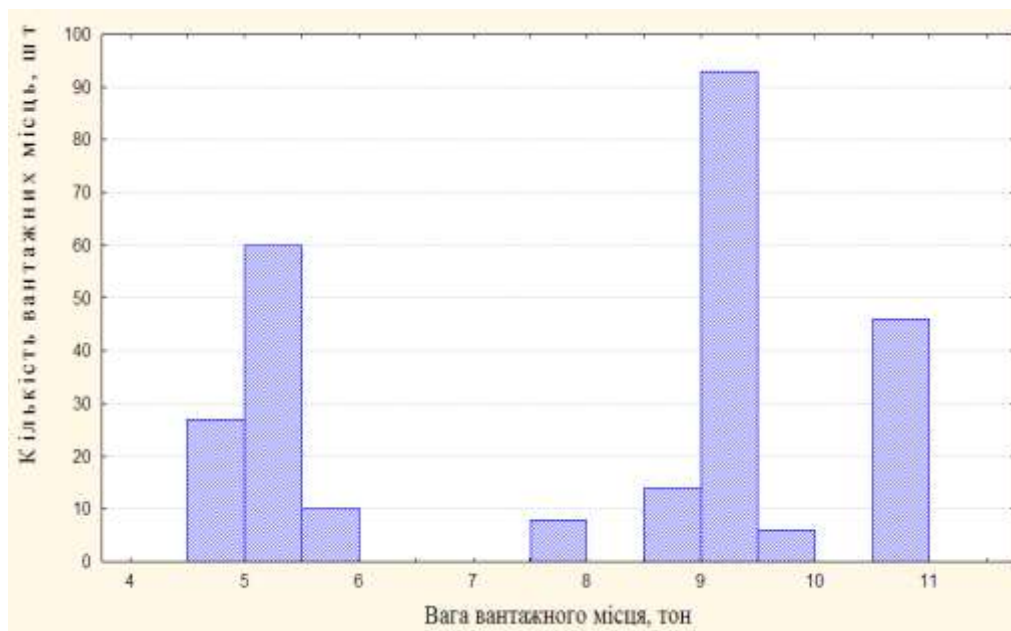


Рисунок 2.3 – Гістограма відвантаження пачок металопрокату

Гістограма розподілу кількості відправлень за певний період наведена на слайді 3 графічної частини.

Для визначення ваги одного вантажного місця використовуємо формулу:

$$Q_{\text{вант.м}}^{\text{сер}} = \frac{\sum_{i=1}^p M + \sum_{i=1}^r R}{n_p + m_r}, \quad (2.1)$$

де M - вага кожної пачки металу, т;

R - вага кожного рулону металу, т;

n_p - кількість пачок металу, од.;

m_r - кількість рулонів, од.

Підставляючи відповідні дані з таблиць А.1 та А.2 додатку А до формули (2.1), розраховуємо середню вагу одного вантажного місця:

$$Q_{\text{вант.м}}^{\text{сер}} = \frac{439,86 + 1660,89}{83 + 181} = 7,96 \text{ т.}$$

Середню кількість вантажних місць, що завантажуються в один вагон розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{q_{\text{ваг}}}{Q_{\text{вант.м}}^{\text{сер}}}, \quad (2.2)$$

де $q_{\text{ваг}}$ - вантажопідйомність залізничного вагона, т; $q = 69$ т;

$Q_{\text{вант.м}}^{\text{сер}}$ - середня вага вантажного місця, т; $Q_{\text{вант.м}}^{\text{сер}} = 7,96$ т.

Підставляючи дані до формули (2.2), розраховуємо середню кількість вантажних місць у вагоні:

$$n = \frac{69}{7,96} = 8,7 .$$

Отже, для подальшого моделювання приймаємо для розрахунків середню кількість вантажних місць у вагоні – 9.

Згідно даних таблиць А.1 та А.2 додатку А, метал відвантажується із зони складування у певний час. Дані про час згрупуємо у двадцяти хвилинні інтервали і зведемо до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Кількість відправок за інтервали часу

Часові інтервали	Кількість спостережень	Часові інтервали	Кількість спостережень	Часові інтервали	Кількість спостережень	Часові інтервали	Кількість спостережень
00 ⁰⁰ -00 ¹⁹	6	06 ⁰⁰ -06 ¹⁹	6	12 ⁰⁰ -12 ¹⁹	5	18 ⁰⁰ -18 ¹⁹	4
00 ²⁰ -00 ³⁹	5	06 ²⁰ -06 ³⁹	3	12 ²⁰ -12 ³⁹	2	18 ²⁰ -18 ³⁹	8
00 ⁴⁰ -00 ⁵⁹	5	06 ⁴⁰ -06 ⁵⁹	5	12 ⁴⁰ -12 ⁵⁹	2	18 ⁴⁰ -18 ⁵⁹	3
01 ⁰⁰ -01 ¹⁹	3	07 ⁰⁰ -07 ¹⁹	3	13 ⁰⁰ -13 ¹⁹	6	19 ⁰⁰ -19 ¹⁹	4
01 ²⁰ -01 ³⁹	4	07 ²⁰ -07 ³⁹	5	13 ²⁰ -13 ³⁹	3	19 ²⁰ -19 ³⁹	1
01 ⁴⁰ -01 ⁵⁹	0	07 ⁴⁰ -07 ⁵⁹	5	13 ⁴⁰ -13 ⁵⁹	3	19 ⁴⁰ -19 ⁵⁹	6
02 ⁰⁰ -02 ¹⁹	3	08 ⁰⁰ -08 ¹⁹	8	14 ⁰⁰ -14 ¹⁹	4	20 ⁰⁰ -20 ¹⁹	4
02 ²⁰ -02 ³⁹	3	08 ²⁰ -08 ³⁹	1	14 ²⁰ -14 ³⁹	0	20 ²⁰ -20 ³⁹	2
02 ⁴⁰ -02 ⁵⁹	3	08 ⁴⁰ -08 ⁵⁹	6	14 ⁴⁰ -14 ⁵⁹	5	20 ⁴⁰ -20 ⁵⁹	6
03 ⁰⁰ -03 ¹⁹	3	09 ⁰⁰ -09 ¹⁹	3	15 ⁰⁰ -15 ¹⁹	5	21 ⁰⁰ -21 ¹⁹	3
03 ²⁰ -03 ³⁹	2	09 ²⁰ -09 ³⁹	5	15 ²⁰ -15 ³⁹	7	21 ²⁰ -21 ³⁹	5
03 ⁴⁰ -03 ⁵⁹	2	09 ⁴⁰ -09 ⁵⁹	6	15 ⁴⁰ -15 ⁵⁹	1	21 ⁴⁰ -21 ⁵⁹	4
04 ⁰⁰ -04 ¹⁹	4	10 ⁰⁰ -10 ¹⁹	3	16 ⁰⁰ -16 ¹⁹	6	22 ⁰⁰ -22 ¹⁹	5
04 ²⁰ -04 ³⁹	3	10 ²⁰ -10 ³⁹	3	16 ²⁰ -16 ³⁹	2	22 ²⁰ -22 ³⁹	1
04 ⁴⁰ -04 ⁵⁹	3	10 ⁴⁰ -10 ⁵⁹	4	16 ⁴⁰ -16 ⁵⁹	3	22 ⁴⁰ -22 ⁵⁹	3
05 ⁰⁰ -05 ¹⁹	6	11 ⁰⁰ -11 ¹⁹	3	17 ⁰⁰ -17 ¹⁹	4	23 ⁰⁰ -23 ¹⁹	3
05 ²⁰ -05 ³⁹	3	11 ²⁰ -11 ³⁹	4	17 ²⁰ -17 ³⁹	3	23 ²⁰ -23 ³⁹	0
05 ⁴⁰ -05 ⁵⁹	3	11 ⁴⁰ -11 ⁵⁹	3	17 ⁴⁰ -17 ⁵⁹	1	23 ⁴⁰ -23 ⁵⁹	3

На підставі таблиці 2.1, використовуючи методику, наведену у [5], за допомогою програми STATISTICA 7 будуємо гістограму (рисунок 2.4) для визначення закону розподілу.

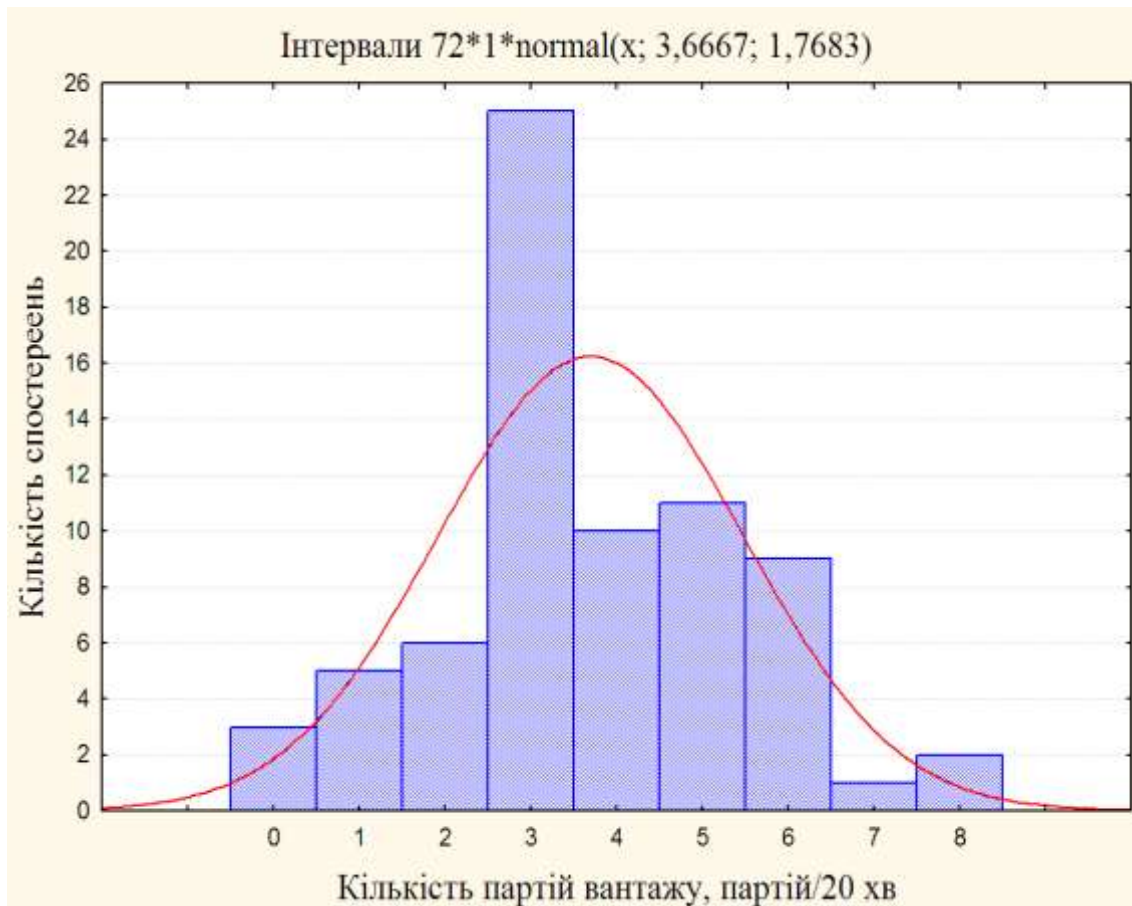


Рисунок 2.4 – Гістограма розподілу кількості вантажних місць

Отже, як видно з гістограми, середня кількість вантажних місць складає 3,6667, зі стандартним відхиленням 1,7683, закон розподілу – нормальний.

2.2 Складання базової моделі

Для базового моделювання створимо модель «7 – 4 – 3 – 7», при якій обидва крани обслуговують групи по 14 вагонів, а група 7 вагонів завантажується двома кранами.

2.2.1 Програмування за допомогою Service Model

Service Model – пакет програмного забезпечення, розроблений спеціально для поліпшення процесів обслуговування. Використання пакета дає можливість зменшити витрати на операції обслуговування, зменшити час очікування в системах обслуговування, поліпшити використання різних ресурсів і якості обслуговування.

Пакет містить бібліотеку візуалізованих графічних елементів, що дозволяють у процесі розробки моделі виключити необхідність програмування. Досить указати контрольні точки моделі, визначити частоту надходження і тип елементів, що обслуговуються, вказати час обслуговування і необхідні для цього ресурси для кожної контрольної точки і кожного елементу обслуговування [6].

Схема обслуговування ділянки відвантаження показана на слайді 4 графічної частини.

Для створення базової моделі обслуговування зони відвантаження ЦХП-1, після запуску пакету Service Model вибираємо пункт головного меню File/New. На екрані з'являється діалогове вікно General information (рис. 2.5), у якому встановлюються загальні параметри моделі.

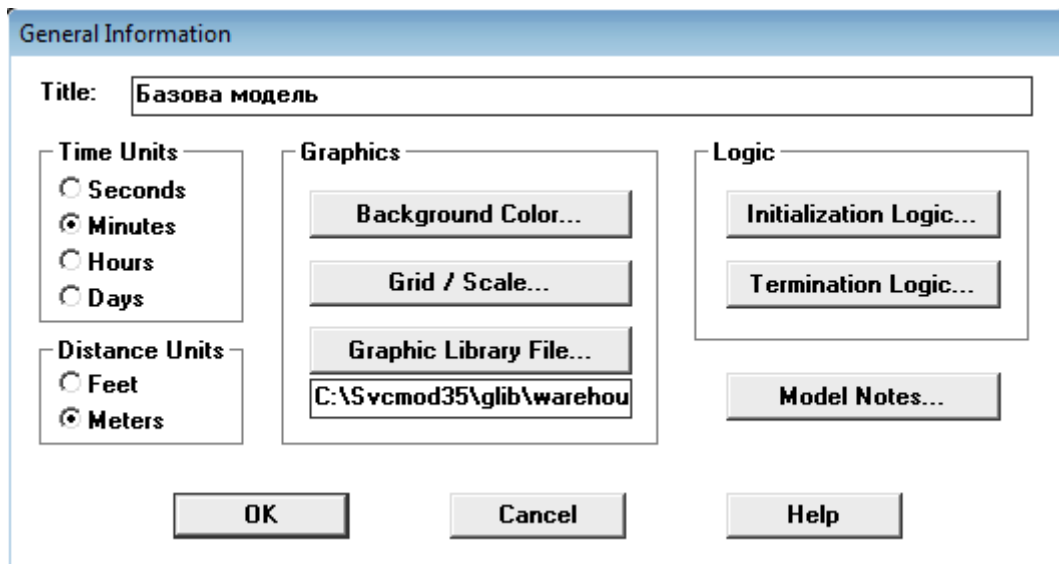


Рисунок 2.5 – Встановлення загальних параметрів моделі

У рядку Title вказуємо ім'я моделі «Базова модель».

Група опцій Time Units визначає одиницю виміру часу у моделі. Встановлюємо у якості одиниці виміру хвилини (Minutes).

Група опцій Distance Units визначає одиниці виміру довжини у моделі. Встановлюємо у якості одиниць виміру метри (Meters).

Для моделювання вибираємо файл графічної бібліотеки warehouse.glb.

Після натискання кнопки . На екрані з'явиться вікно Layout з робочим полем моделі.

2.2.2 Визначення елементів обслуговування

Блок «Елементи обслуговування» (Entity) – представляє собою деякий предмет, що підлягає обслуговуванню. В нашому випадку це окремі вантажні місця – пачки з металом та рулони металу. Кожний елемент обслуговування має ім'я, графічне зображення, швидкість руху, розміри та атрибути. Елемент

обслуговування переміщуються у моделі за визначеними маршрутами, що визначаються логікою моделі та встановлюються її розробником.

Для визначення елементів обслуговування вибираємо у головному меню пакету пункт Build/Entities. На екрані з'являються два вікна – Entities (рис. 2.6) та Entity Graphics (рис. 2.7).

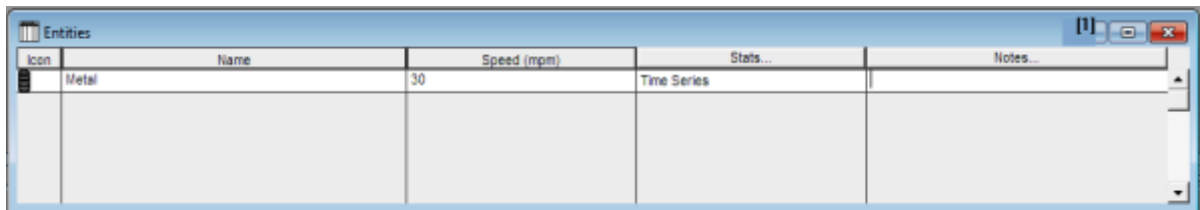


Рисунок 2.6 – Вікно визначення елементів обслуговування

Кожний рядок таблиці у вікні Entities відповідає одному елементу обслуговування.

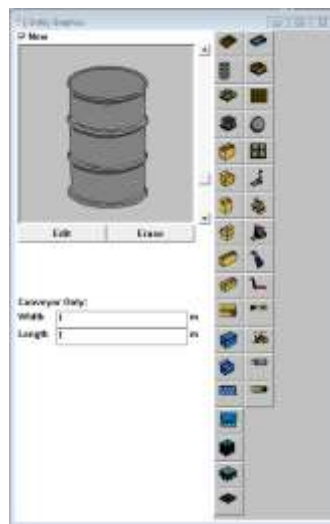


Рисунок 2.7 – Вікно визначення виду елементів обслуговування

Для вибору картинки елемента обслуговування слід у вікні Entity Graphics у списку картинок праворуч за допомогою мишки вибрати необхідну картинку (рис. 2.7). Якщо встановлений прапорець New, то вибраний елемент обслугову-

вання додається у вигляді рядка до таблиці у вікні Entities. Також у вікні Entity Graphics можна встановити розміри елемента обслуговування – довжину (Length) та ширину (Width) у метрах; змінити колір, розміри та розташування картинки у вікні Library Graphics, пов’язаному з кнопкою ; видалити картинку не видаляючи самого елемента обслуговування за допомогою кнопки .

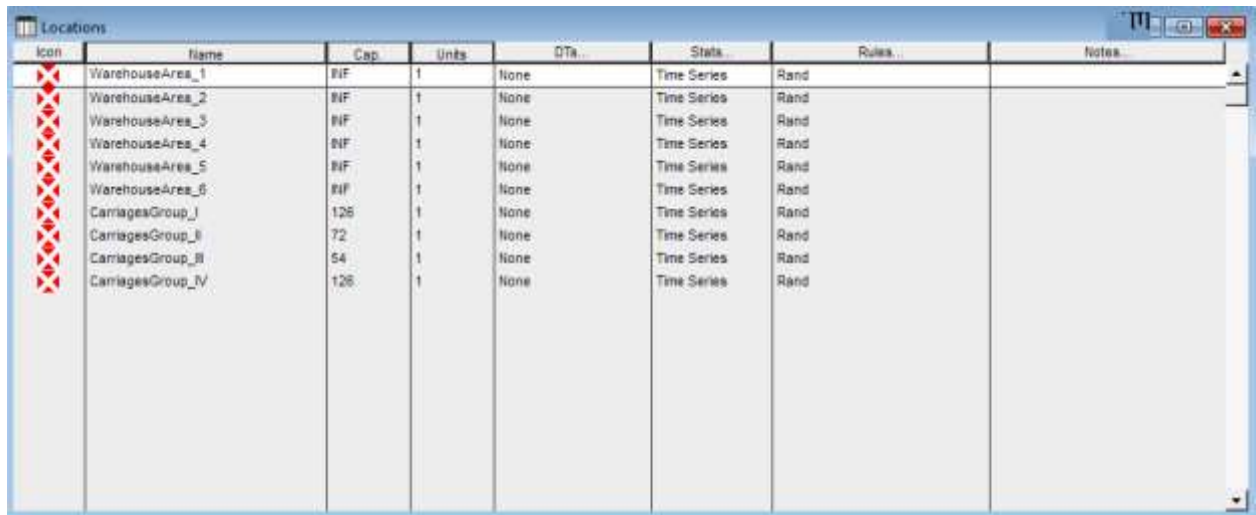
Вибираємо у нашому випадку у якості елемента обслуговування рулон металу, який показано на рис. 2.7. та встановимо для нього у відповідному рядку таблиці вікна Entities швидкість 30 м/хв. Режим ведення підсумкової статистики – Time Series.

2.2.3 Визначення контрольних точок

Контрольні точки (Locations) являють собою фіксовані місця моделі, через які проходять маршрути руху елементів, що обслуговуються, утворюються черги з цих елементів чи приймаються рішення щодо їх подальшого руху. Кожна контрольна точка має визначену обмежену місткість, значенням якої можна керувати, тобто у визначений момент часу у контрольній точці може знаходитися один чи декілька елементів, що обслуговуються. Одна контрольна точка може являти собою деяку підмножину однотипних контрольних точок (модулів), у такому випадку вона називається багатомодульною контрольною точкою. Контрольні точки представляються на робочому полі моделі у вигляді графічних елементів, для них можуть бути визначені часові режими. Для кожної контрольної точки встановлюється порядок вибору і сортування елементів обслуговування на вході до контрольних точок і на виході з них.

Визначення контрольних точок виконується у вікнах, пов’язаних з пунктом головного меню Build/Locations. Вибір цього пункту меню призводить до появи на екрані вікон Locations (рис. 2.8) та Graphics (рис.2.9).

Зовнішній вигляд та наперед визначені властивості контрольних точок встановлюються у вікні Graphics (рис. 2.9). У цьому вікні ліворуч розташовані кнопки стандартних контрольних точок. Праворуч розташовані картинки з поточної графічної бібліотеки, які також можуть бути використані для представлення контрольних точок на екрані.



Icon	Name	Cap.	Units	DTa..	State..	Rules..	Notes..
	WarehouseArea_1	WIF	1	None	Time Series	Rand	
	WarehouseArea_2	WIF	1	None	Time Series	Rand	
	WarehouseArea_3	WIF	1	None	Time Series	Rand	
	WarehouseArea_4	WIF	1	None	Time Series	Rand	
	WarehouseArea_5	WIF	1	None	Time Series	Rand	
	WarehouseArea_6	WIF	1	None	Time Series	Rand	
	CarriagesGroup_I	126	1	None	Time Series	Rand	
	CarriagesGroup_II	72	1	None	Time Series	Rand	
	CarriagesGroup_III	54	1	None	Time Series	Rand	
	CarriagesGroup_IV	126	1	None	Time Series	Rand	

Рисунок 2.8 – Вікно визначення контрольних точок

Таким чином, для визначення контрольних точок нашої моделі, відповідно до [6], за допомогою миші виберемо необхідний нам вид контрольних точок  (Entity Spot) та розташуємо їх на робочому полі моделі у вікні Layout (рис. 2.10). Перейшовши після цього до відповідного рядка вікна Locations у стовпчику Name дамо нашій контрольній точці ім'я WarehouseArea_1, що відповідає першій зоні складу. Аналогічним чином додаємо до моделі другу контрольну точку (другу зону складу) та даємо їй ім'я WarehouseArea_2. Всього у моделі розташуємо 10 контрольних точок, що відповідають шести зонам складу та чотирьом групам вагонів (CarriagesGroup).



Рисунок 2.9 – Вікно визначення виду контрольної точки

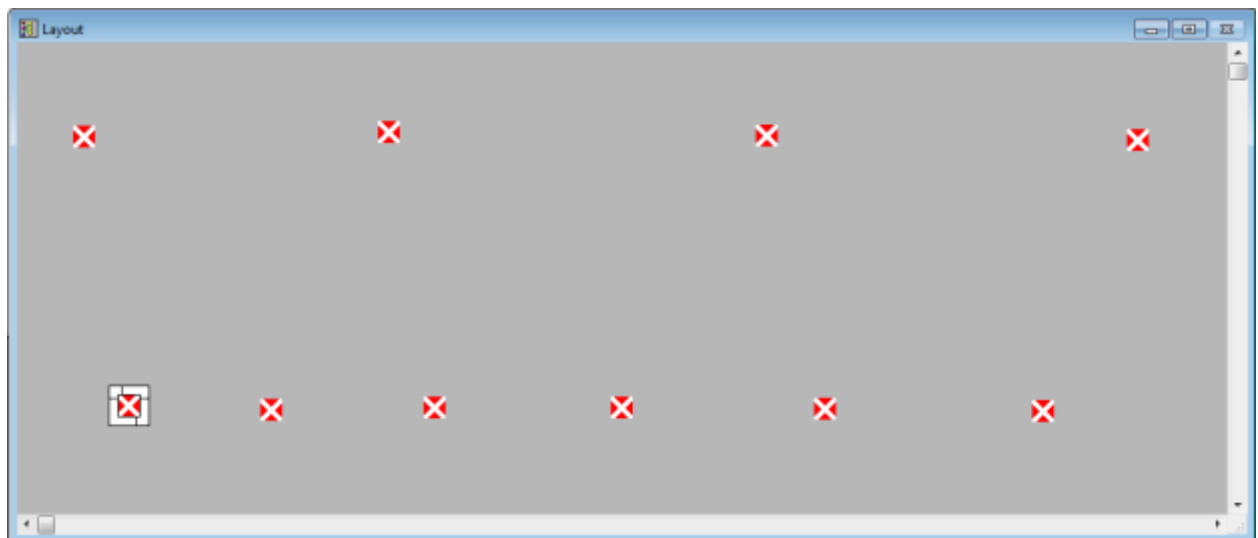


Рисунок 2.10 – Робоче поле моделі у вікні Layout з розташованими на ньому контрольними точками

Максимальну місткість контрольних точок, що відповідають зонам складу встановлюємо INF, а місткість контрольних точок, що відповідають групам вагонів задаємо відповідно до місткості цих груп вагонів у вантажних місцях.

Місткість контрольних точок, що відповідають групам вагонів, розраховуємо за формулою:

$$E = c_{ваг} \cdot p \cdot q_{под}, \quad (2.3)$$

де $c_{ваг}$ - кількість вагонів у визначеній групі, ваг.;

$q_{под}$ - кількість подач за добу, подач.

Таким чином, для першої групи вагонів (контрольна точка CarriagesGroup_I) знаходимо максимальну місткість в елементах обслуговування, відповідно до [6], що відповідають кількості вантажних місць, за формулою (2.3):

$$E_{CGI} = 7 \cdot 9 \cdot 2 = 126 \text{ вантаж. місць.}$$

Отже, максимальна місткість контрольної точки CarriagesGroup_I складає 126 вантажних місць. Для наступних контрольних точок розрахунок проводимо аналогічним чином і отримані дані заносимо у відповідні графи вікна Locations.

Всі контрольні точки є одномодульними, тобто в стовпчику Units пропонуємо цифру 1. В графі DTs розклад роботи контрольної точки не зазначаємо. В графі Stats... обираємо пункт Time Series. Для встановлення правил вибору модулів контрольної точки у стовпчику Rules натискаємо мишкою на заголовку цього стовпчика. На екрані з'явиться діалогове вікно Decision Rules for WarehouseArea_1 (рис. 2.11).

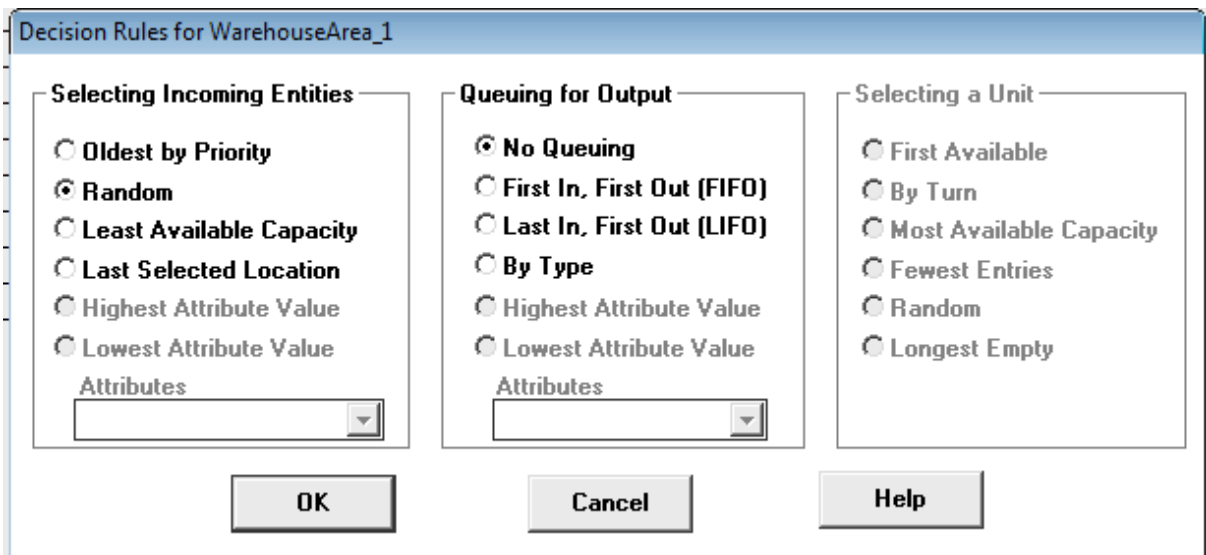


Рисунок 2.11 – Встановлення правил для контрольних точок

Група опцій Selection Incoming Entities визначає правило вибору чергового елемента для обслуговування у випадку, коли їх у деякий момент декілька. Це може бути елемент, що найстарший за пріоритетом (Oldest by Priority); обраний випадковим чином (Random); той, що надходить з попередньої контрольної точки, яка має найменшу місткість (Least Available Capacity); той, що надходить з контрольної точки, з якої надійшов попередній елемент обслуговування (Last Selected Location); той, що має найвище (Highest Attribute Value) чи найнижче (Lowest Attribute Value) значення атрибуту.

Група опцій Queuing for Output управляє чергою з елементів обслуговування на виході з контрольної точки. Черга може не створюватись (No Queuing); мати дисципліну «першим прийшов – першим вийшов» (First In – First Out); мати дисципліну «останнім прийшов – першим вийшов» (Last In – First Out); елементи обслуговування можуть сортуватись по типам (By Type), сортуватись у порядку зростання (Lowest Attribute Value) чи спадання (Highest Attribute Value) значення атрибутів.

Група опцій Selecting a Unit управляє вибором модуля багатомодульної контрольної точки для обслуговування чергового елемента обслуговування. Може бути обраний перший доступний модуль (First Available); у порядку чер-

говості номерів модулів (By Turn); модуль, що має найбільшу вільну місткість (Most Available Capacity); модуль, що на цей момент обслужив найменшу кількість елементів обслуговування (Fewest Entries); випадковий (Random); модуль, з моменту використання якого до поточного моменту пройшло найбільше часу (Longest Empty).

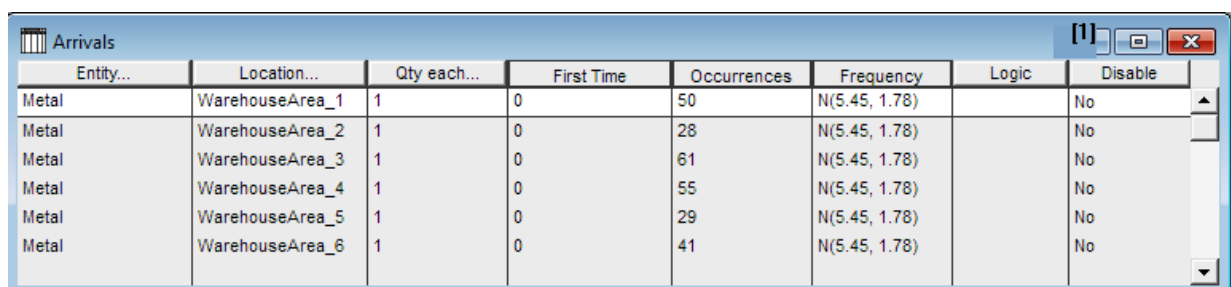
Встановимо для всіх контрольних точок опції у групах відповідно Random та No Queuing.

Визначені контрольні точки моделі показані на слайді 5 графічної частини.

2.2.4 Визначення потоків прибуття

Блок «Потоки прибуття» (Arrivals) – визначають, у яких контрольних точках первісно виникають елементи обслуговування (тобто, точки входу елементів обслуговування у модель). Для кожного елементу обслуговування встановлюється точка входу у модель, кількість, інтервал між надходженням, момент першого надходження, загальна кількість елементів обслуговування, що надходять до моделі.

Для визначення потоків прибуття використовується пункт головного меню Build/Arrivals. При виборі цього пункту меню на екрані з'являється вікно Arrivals (рис. 2.12).



Entity...	Location...	Qty each...	First Time	Occurrences	Frequency	Logic	Disable
Metal	WarehouseArea_1	1	0	50	N(5.45, 1.78)		No
Metal	WarehouseArea_2	1	0	28	N(5.45, 1.78)		No
Metal	WarehouseArea_3	1	0	61	N(5.45, 1.78)		No
Metal	WarehouseArea_4	1	0	55	N(5.45, 1.78)		No
Metal	WarehouseArea_5	1	0	29	N(5.45, 1.78)		No
Metal	WarehouseArea_6	1	0	41	N(5.45, 1.78)		No

Рисунок 2.12 – Вікно встановлення потоків прибуття

В нашій моделі, відповідно до [6], стовпчики заповнюємо, як показано на рисунку 2.12, де загальна кількість елементів обслуговування 264 вантажних місця розподілена між зонами складу випадковим чином; інтервал часу між послідовними надходженнями елементів обслуговування задано нормальним законом розподілу (пункт 2.1) з середнім інтервалом 5,45 хв. і стандартним відхиленням 1,78 хв.; в графі Disable обираємо пункт No.

2.2.5 Встановлення операційної логіки

Блок «Операційна логіка» (Processing) – визначає порядок та послідовність обслуговування елементів обслуговування у контрольних точках моделі. Встановлення операційної логіки виконується у таблицях вікон Process та Routing (рис. 2.13 та слайд 6 графічної частини), що викликаються на екран за допомогою пункту головного меню Build/Processing.

Bk	Output	Destination	Rule	Move Logic
1	Metal	CarriagesGroup_I	RANDOM 1	MOVE WITH Crane_1 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_II	RANDOM	MOVE WITH Crane_1 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_I	RANDOM 1	MOVE WITH Crane_1 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_II	RANDOM	MOVE WITH Crane_1 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_I	RANDOM 1	MOVE WITH Crane_1 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_II	RANDOM	MOVE WITH Crane_1 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_III	RANDOM 1	MOVE WITH Crane_2 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_IV	RANDOM	MOVE WITH Crane_2 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_III	RANDOM 1	MOVE WITH Crane_2 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_IV	RANDOM	MOVE WITH Crane_2 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_III	RANDOM 1	MOVE WITH Crane_2 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_IV	RANDOM	MOVE WITH Crane_2 THEN FREE
1	Metal	EXIT	FIRST 1	
1	Metal	EXIT	FIRST 1	
1	Metal	EXIT	FIRST 1	
1	Metal	EXIT	FIRST 1	

Рисунок 2.13 – Визначення операційної логіки моделі

У вікні Process вказуються операції, що виконуються з елементами обслуговування у контрольних точках моделі. У вікні Routing встановлюється логіка

подальшого переміщення елементів обслуговування після закінчення операцій у відповідній контрольній точці. Таким чином, кожному рядку у таблиці вікна Process відповідають один чи декілька рядків таблиці вікна Routing.

В базовій моделі магістерської роботи, відповідно до [6], встановлюємо наступну логіку (рис. 2.13).

Перший рядок таблиці вікна Process визначає дії, що виконуються з елементом обслуговування Metal у контрольній точці WarehouseArea_1. Дані у стовпчику Operation відсутні, тобто ніяких додаткових дій у контрольній точці WarehouseArea_1 з елементом обслуговування Metal не відбувається. Цьому рядку таблиці вікна Process у таблиці вікна Routing відповідає два рядки, у яких вказується, що після виконання операцій з елементом обслуговування Metal у контрольній точці WarehouseArea_1 з неї виходять елементи обслуговування Metal, що слідують до контрольних точок CarriagesGroup_I та CarriagesGroup_II, випадковим порядком (RANDOM) з краном №1 після його звільнення (MOVE WITH Crane_1 THEN FREE).

Рядки з другого по шостий вікна Process та відповідні рядки вікна Routing заповнюємо вищенаведеним порядком у відповідності до схеми переміщення вантажних місць (слайд 4 графічної частини).

Сьомий рядок таблиці вікна Process визначає дії, що виконуються з елементом обслуговування Metal у контрольній точці CarriagesGroup_I. У графі Operation вказана операція ACCUM 63, що відповідає команді «акумулювати по 63 вантажних місця». Цьому рядку таблиці вікна Process у таблиці вікна Routing відповідає рядок, у якому вказується, що після «акумулювання 63 вантажних місць» у контрольній точці CarriagesGroup_I, ці елементи обслуговування покидають модель за принципом черговості надходження (FIRST 1).

Останні три рядки таблиці вікна Process заповнюємо вищенаведеним порядком, змінюючи кількість вантажних місць, що необхідно акумулювати, відповідно до місткості вагонів у групі.

2.2.6 Визначення мережного шляху

Для визначення шляхів руху елементів обслуговування та ресурсів між контрольними точками моделі використовують мережні шляхи (Path Networks). Рух між точками мережного шляху може визначатися тривалістю чи швидкістю та відстанню між ними.

Мережний шлях складається з вузлів (Nodes) та сегментів шляху (Path Segments) між ними. При цьому до кожного вузла може бути приєднано декілька сегментів, але кожні два вузли можуть бути з'єднані тільки одним сегментом шляху. У випадку, коли існує декілька маршрутів руху між вузлами, елементи обслуговування та ресурси будуть рухатись у найкоротшому напрямку, якщо користувачем не встановлений певний інший шлях.

Сегменти шляху можуть допускати рух як в одному напрямку, так і в обох напрямках, допускати утворення черг (тобто, елементи обслуговування та ресурси не можуть обганяти один одного у межах сегменту) або не допускати утворення черг (обгін елементів обслуговування та ресурсів у межах сегменту допускається). Крім того, вузли мережного шляху служать для зв'язування (Interfaces) його сегментів з контрольними точками моделі.

Визначаємо мережний шлях NetRoad за допомогою пункту головного меню Build/Path Networks. При виборі цього пункту меню, відповідно до [6], на екрані відкриваються два вікна – Path Networks (рис. 2.14) та Paths (рис. 2.15).

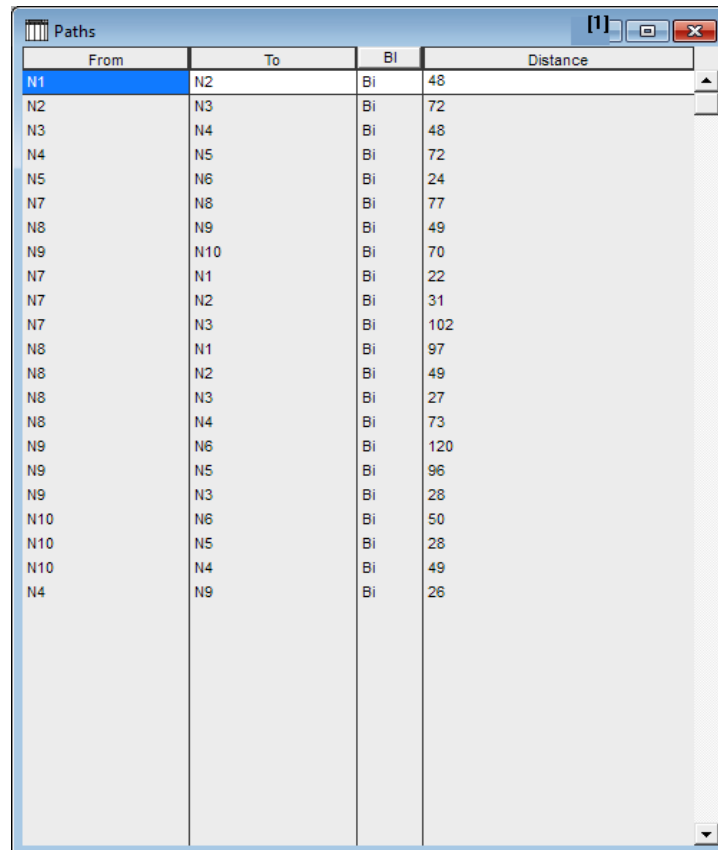


Рисунок 2.14 – Діалогове вікно визначення мережних шляхів

Кожен рядок вікна Path Networks відповідає одному з мережних шляхів моделі

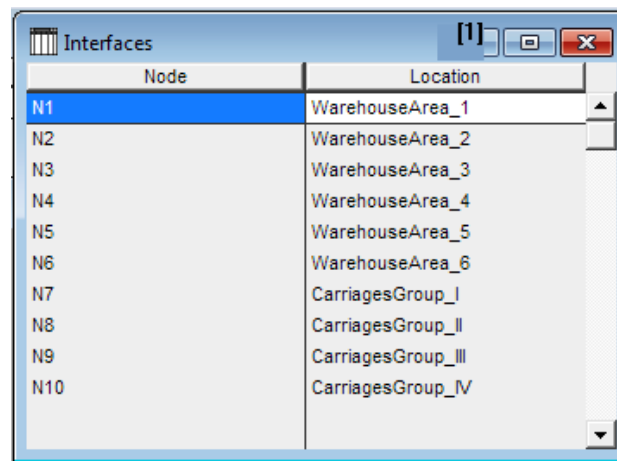
Таким чином, створюємо мережний шлях:

- вказуємо ім'я мережного шляху Net;
- встановлюємо значення у стовпчиках Type = Non-Passing та T/S = Speed&Distance;
- натиснувши на заголовок стовпчика Paths таблиці вікна Path Networks, викликаємо на екран вікно Paths (рис. 2.15);
- визначення сегментів мережі виконуємо за допомогою миші на робочому полі моделі. Точка початку сегменту відзначається лівою кнопкою миші, кінцева точка сегменту відзначається правою кнопкою миші;
- у відповідних рядках стовпчика Distance вікна Paths встановлюємо довжину сегментів мережного шляху (рис. 2.15), відповідно до фактичного розташування трансферкарних візків та умовних центрів груп вагонів. Довжину сегментів вказуємо в метрах. Значення у стовпчику BI (змінюється натисненням мишкою на заголовку стовпчика) може бути Bi (Bidirectional) – у цьому випадку рух сегментом можливий в обох напрямках, чи Un (Unidirectional) – у цьому випадку рух сегментом можливий тільки в одному напрямку;
- зв'язуємо вузли мережного шляху з відповідними контрольними точками. Для цього натискаємо мишкою на заголовку стовпчика Interfaces вікна Path Networks для виклику на екран вікна Interfaces (рис. 2.16).



From	To	BI	Distance
N1	N2	Bi	48
N2	N3	Bi	72
N3	N4	Bi	48
N4	N5	Bi	72
N5	N6	Bi	24
N7	N8	Bi	77
N8	N9	Bi	49
N9	N10	Bi	70
N7	N1	Bi	22
N7	N2	Bi	31
N7	N3	Bi	102
N8	N1	Bi	97
N8	N2	Bi	49
N8	N3	Bi	27
N8	N4	Bi	73
N9	N6	Bi	120
N9	N5	Bi	96
N9	N3	Bi	28
N10	N6	Bi	50
N10	N5	Bi	28
N10	N4	Bi	49
N4	N9	Bi	26

Рисунок 2.15 – Визначення сегментів мережного шляху



Node	Location
N1	WarehouseArea_1
N2	WarehouseArea_2
N3	WarehouseArea_3
N4	WarehouseArea_4
N5	WarehouseArea_5
N6	WarehouseArea_6
N7	CarriagesGroup_I
N8	CarriagesGroup_II
N9	CarriagesGroup_III
N10	CarriagesGroup_IV

Рисунок 2.16 – Визначення зв'язку вузлів з контрольними точками

Натискаючи заголовки стовпчиків Node та Location зв'язуємо відповідні вузли з контрольними точками.

2.2.7 Створення динамічного ресурсу

Ресурсом у моделі може виступати людина, транспортне обладнання тощо, що використовується для транспортування елементів обслуговування чи виконання технологічних операцій. Кількість ресурсів у моделі завжди обмежена кількістю, як то штат робітників чи парк транспортних засобів чи засобів механізації.

Ресурси можуть бути статичними чи динамічними, в залежності від того, чи будуть вони рухатись у системі. Якщо ресурс є динамічним, він обов'язково повинен бути зв'язаним з деяким мережним шляхом, яким він переміщується.

За допомогою пункту головного меню Build/Resources, відповідно до [6], визначаємо динамічні ресурси моделі. Після вибору цього пункту меню на екрані з'являються вікна Resources (рис. 2.17) та Recourse Graphics (рис. 2.18).



Name	Units	D/A	State	Specs	Search	Logic	Pts	Notes
Crane_1	1	None	By Unit	Net, NG	None	0	1	
Crane_2	1	None	By Unit	Net, NG	None	0	1	

Рисунок 2.17 – Визначення ресурсів та їх властивостей

Для створення динамічного ресурсу у базовій моделі:

1) вибираємо за допомогою миші необхідну картинку, що буде позначати у моделі зовнішній вигляд ресурсу у вікні Recourse Graphics (рис. 2.18). При цьому у таблиці вікна Resources (рис. 2.17) додається новий рядок;

2) вказуємо ім'я ресурсу Crane_1 у стовпчику Name цього вікна та початкову (номінальну) кількість навантажувачів у стовпчику Units=1;

3) натискаючи на заголовок стовпчика Specs, викликаємо на екран діалогове вікно Specifications (рис. 2.19).

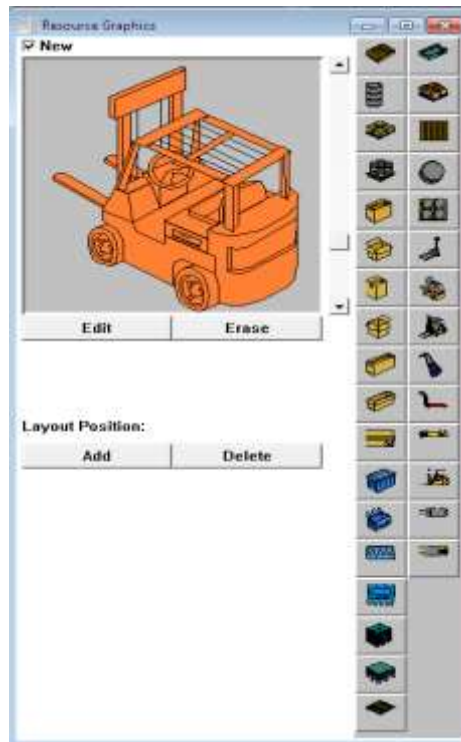


Рисунок 2.18 – Вибір вигляду ресурсу

Встановлюємо наступні специфікації ресурсу Crane_1:

Path Network = Net; Home = N2; Off Shift = None; Break = None; Resource Search = Closest Resource; Entity Search = Longest Waiting; Speed Empty = 30 м/хв.; Speed Full = 30 м/хв.; Pick-up Time = 50 с; Deposit Time = 50 с.

Для ресурсу Crane_2:

Path Network = Net; Home = N5; Off Shift = None; Break = None; Resource Search = Closest Resource; Entity Search = Longest Waiting; Speed Empty = 30 м/хв.; Speed Full = 30 м/хв.; Pick-up Time = 50 с; Deposit Time = 50 с.

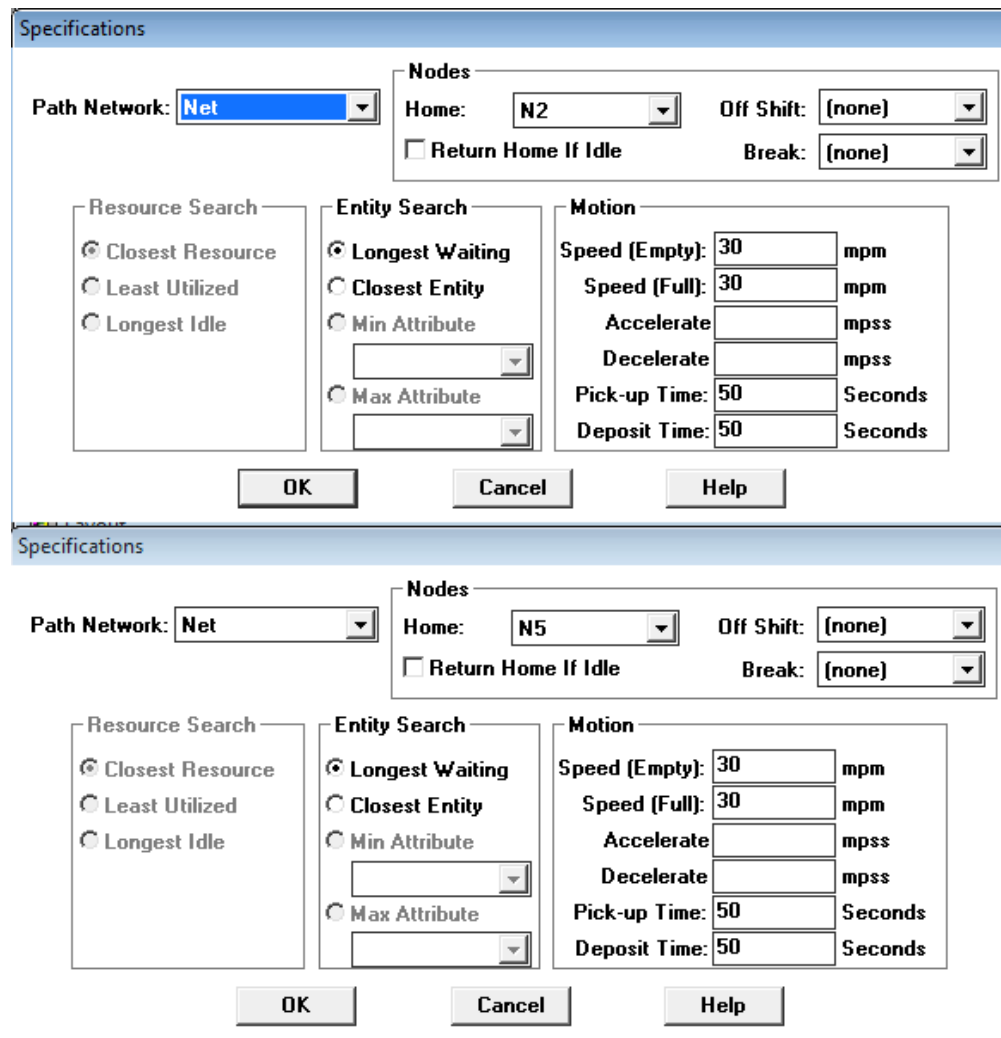


Рисунок 2.19 – Встановлення властивостей динамічних ресурсів

2.2.8 Початок моделювання

Після створення моделі зберігаємо її, використавши пункт головного меню File/Save. Тепер все готове до моделювання.

Для початку моделювання вибираємо пункт головного меню Simulation/Options, після чого на екрані з'являється діалогове вікно Simulation Options (рис. 2.20).

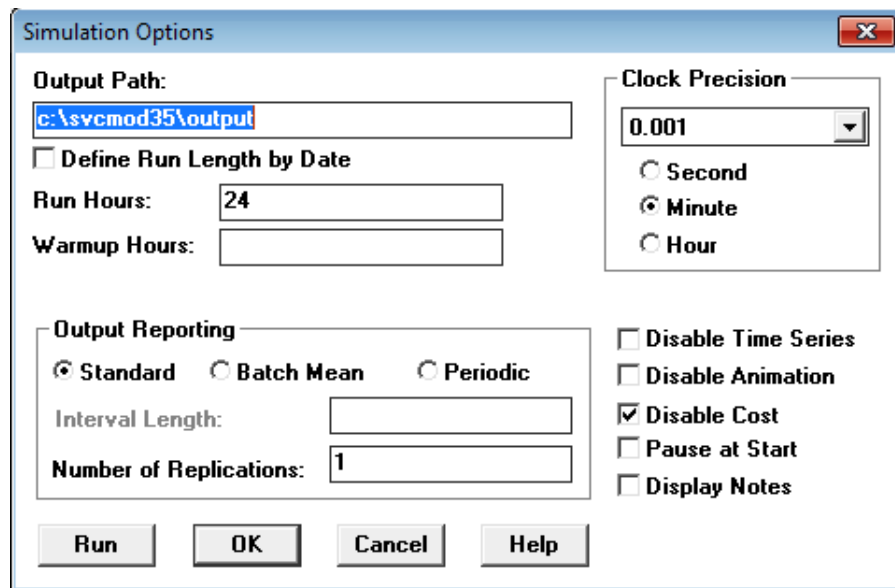


Рисунок 2.20 – Встановлення параметрів моделювання

У полі вводу Run Hours вказується тривалість моделювання у годинах (у нашому випадку 24).

Для базового моделювання встановлюємо його тривалість у 24 години, вибираємо режим звіту Standard з одним повторенням (Number of Replications = 1). Крок часу моделювання встановлюємо у 0.001 хвилин. Інші параметри залишаємо за замовчуванням.

Для старту моделювання натискаємо кнопку .

Після цього на екрані у вікні робочого поля моделі з'явиться анімоване представлення процесу моделювання (рис. 2.21 та слайді 7 графічної частини).

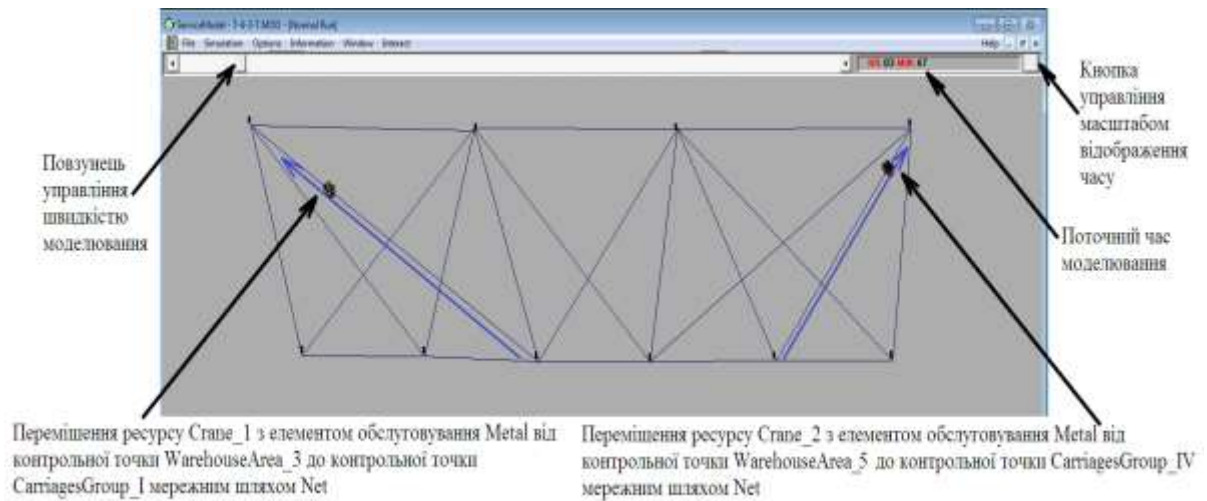


Рисунок 2.21 – Вікно моделювання з елементами управління

Поточний час моделювання (у встановленому форматі) виводиться у верхньому рядку вікна моделі. Формат представлення часу можна змінити натиснувши кнопку у правій верхній частині вікна. За допомогою повзунця у верхній лівій частині вікна можна прискорити чи уповільнити процес моделювання.

Процес моделювання у нашому випадку закінчується через 24 години умовного часу. Після моделювання система запитає про необхідність виведення результатів.

2.2.9 Результати моделювання

Після закінчення моделювання і виводу його результатів на екран, підсумкову статистику зводимо до таблиць 2.4, 2.5 та 2.6.

Таблиця 2.4 Статистика по контрольним точкам базової моделі

Ім'я контрольної точки	Кількість елементів обслуговування, що надійшли до контрольної точки	Середній час, який елементи обслуговування перебували у контрольній точці, хв.	Середня кількість елементів обслуговування, що перебували у контрольній точці під час моделювання	Процент часу, коли у контрольній точці не перебували елементи обслуговування
Warehouse Area 1	50	253,73	8,81	52,16
Warehouse Area 2	28	169,61	3,30	67,56
Warehouse Area 3	61	301,21	12,76	43,50
Warehouse Area 4	55	286,56	10,95	52,14
Warehouse Area 5	29	176,52	3,55	67,57
Warehouse Area 6	41	244,28	6,96	57,24
Carriages Group I	88	350,95	21,45	44,07
Carriages Group II	50	203,65	7,07	68,61
Carriages Group III	39	198,65	5,38	31,04
Carriages Group IV	87	1000,80	60,47	0,04

Таблиця 2.5 – Статистика по ресурсам базової моделі

Ім'я ресурсу	Кількість елементів обслуговування, що переміщені відповідними ресурсами	Середній час переміщення елементів обслуговування ресурсом, хв.	Процент часу	
			від загальної тривалості моделювання, коли у ресурсі перебували елементи обслуговування	простою ресурсу
Crane 1	139	3,72	56,63	43,37
Crane 2	125	3,52	48,41	51,59

Таблиця 2.6 – Статистика по елементам обслуговування базової моделі

Ім'я елемента обслуговування	Середній час, хв.			Процент часу,	
	перебування елемента обслуговування у моделі	знаходження елемента обслуговування у стані руху	очікування елементом обслуговування надходження ресурсу	коли елемент обслуговування перебуває у стані руху	коли елемент обслуговування очікує надходження ресурсу
Metal	509,52	235,72	273,80	46,26	53,74

2.3 Складання проектних моделей

Для вдосконалення роботи кранів на ділянці відвантаження ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь», приймаємо до проектного моделювання дві схеми роботи кранів:

1. Схема «9 – 1 – 1 – 10».

При такій схемі кран № 146 завантажує метал у групу 11 вагонів, а кран № 126 - у групу 12 вагонів. Тобто два вагони при такій схемі зможуть завантажуватися двома кранами.

2. Схема «3 – 8 – 7 – 3».

При такій схемі обидва крани завантажують метал у групи з 18 вагонів. Група з 15 вагонів завантажуватиметься двома кранами.

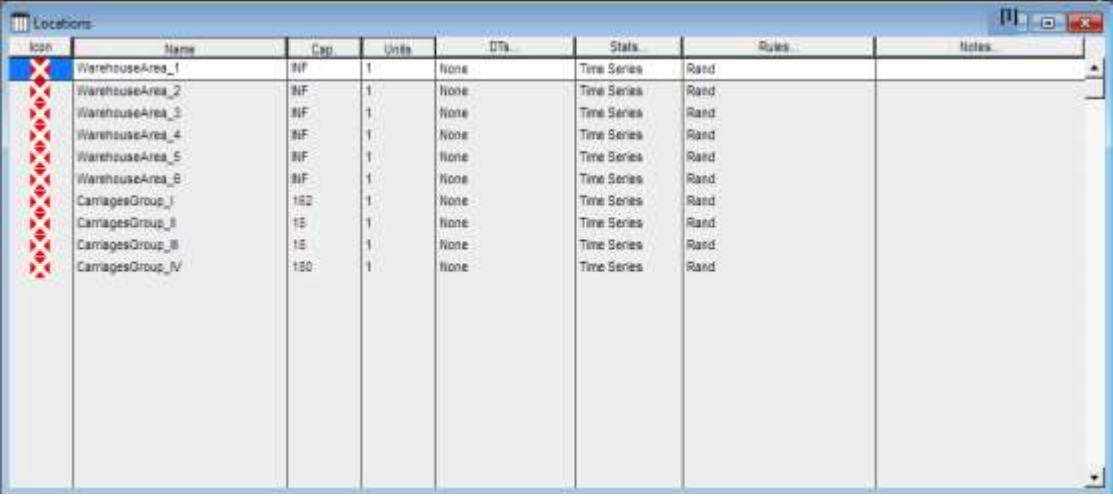
Проектні схеми роботи кранів наведені на слайді 4 графічної частини.

2.3.1 Моделювання «9 – 1 – 1 – 10»

Створюємо нову модель з ім'ям «9 – 1 – 1 – 10». В діалоговому вікні General information встановлюємо параметри відповідно до пункту 2.2.1.

Визначаємо елементи обслуговування проектної моделі. Відповідно до пункту 2.2.3, елемент обслуговування Metal буде мати такі ж самі характеристики.

Контрольні точки також залишаються незмінними. Вікно Locations (рисунок 2.22) заповнюємо аналогічно до пункту 2.2.3, корегуючи місткості контрольних точок-груп вагонів відповідно до проектної моделі.



Icon	Name	Cap	Units	DTA	Status	Rules	Notes
	WarehouseArea_1	#F	1	None	Time Series	Rand	
	WarehouseArea_2	#F	1	None	Time Series	Rand	
	WarehouseArea_3	#F	1	None	Time Series	Rand	
	WarehouseArea_4	#F	1	None	Time Series	Rand	
	WarehouseArea_5	#F	1	None	Time Series	Rand	
	WarehouseArea_6	#F	1	None	Time Series	Rand	
	CarriagesGroup_I	162	1	None	Time Series	Rand	
	CarriagesGroup_II	16	1	None	Time Series	Rand	
	CarriagesGroup_III	16	1	None	Time Series	Rand	
	CarriagesGroup_IV	160	1	None	Time Series	Rand	

Рисунок 2.22 – Вікно визначення контрольних точок проектної моделі

«9 – 1 – 1 – 10»

Потоки прибуття проектної моделі залишаємо ідентичними до базової моделі (пункт 2.2.4), адже вони не змінюються.

Операційна логіка проектної моделі залишається ідентичною до базової (пункт 2.2.5) за виключенням кількості вантажних місць, що необхідно акумулювати у кожній групі вагонів (рисунок 2.23).

Для визначення мережного шляху користуємося алгоритмом, наведеним у пункті 2.2.6. В даній проектній моделі мережний шлях залишається аналогічним до базової моделі, однак редагуємо відстані між вузлами відповідно до фактичних відстаней (рисунок 2.24).

Створюємо динамічні ресурси Crane_1 і Crane_2 відповідно до пункту 2.2.7 без корегувань, адже в роботі кранів у проектній моделі змін не відбува-

Таблиця 2.7 – Статистика по ресурсам моделі «9 – 1 – 1 – 10»

Ім'я ресурсу	Кількість елементів обслуговування, що переміщені відповідними ресурсами	Середній час переміщення елементів обслуговування ресурсом, хв.	Процент часу	
			від загальної тривалості моделювання, коли у ресурсі перебували елементи обслуговування	Простою ресурсу
Crane 1	139	3,65	54,50	45,40
Crane 2	125	5,01	72,84	27,16

Таблиця 2.8 – Статистика по контрольним точкам моделі «9 – 1 – 1 – 10»

Ім'я контрольної точки	Кількість елементів обслуговування, що надійшли до контрольної точки	Середній час, який елементи обслуговування перебували у контрольній точці, хв.	Середня кількість елементів обслуговування, що перебували у контрольній точці під час моделювання	Процент часу, коли у контрольній точці не перебували елементи обслуговування
Warehouse Area 1	50	219,55	7,62	55,57
Warehouse Area 2	28	149,82	2,91	67,86
Warehouse Area 3	61	267,22	11,32	45,79
Warehouse Area 4	55	458,34	17,51	27,90
Warehouse Area 5	29	269,16	5,42	51,97
Warehouse Area 6	41	357,85	10,19	39,52
Carriages Group I	126	353,06	30,89	0,87
Carriages Group II	13	1 339,62	12,09	2,36
Carriages Group III	13	1 363,30	12,31	1,18
Carriages Group IV	112	891,82	69,36	0,63

Таблиця 2.9 – Статистика по елементам обслуговування моделі «9 –1–1–10»

Ім'я елемента обслуговування	Середній час, хв.			Процент часу,	
	перебування елемента обслуговування у моделі	знаходження елемента обслуговування у стані руху	очікування елементом обслуговування надходження ресурсу	коли елемент обслуговування перебуває у стані руху	коли елемент обслуговування очікує надходження ресурсу
Metal	540,98	228,49	312,48	42,24	57,76

2.3.2 Моделювання «3 – 8 – 7 – 3»

Створюємо нову модель з ім'ям «3 – 8 – 7 – 3». В діалоговому вікні General information встановлюємо параметри відповідно до пункту 2.2.1.

Визначаємо елементи обслуговування проектної моделі. Відповідно до пункту 2.2.2, елемент обслуговування Metal буде мати такі ж самі характеристики.

Контрольні точки також залишаються незмінними. Вікно Locations (рисунок 2.25) заповнюємо аналогічно до пункту 2.2.3, корегуючи місткості контрольних точок-груп вагонів відповідно до проектної моделі.

Потоки прибуття проектної моделі залишаємо ідентичними до базової моделі (пункт 2.2.4), адже вони не змінюються.

Операційна логіка проектної моделі залишається ідентичною до базової (пункт 2.2.5) за виключенням кількості вантажних місць, що необхідно акумулювати у кожній групі вагонів (рисунок 2.26).

Icon	Name	Cap	Units	DTs	Stats	Rules	Notes
	WarehouseArea_1	INF	1	None	Time Series	Rand	
	WarehouseArea_2	INF	1	None	Time Series	Rand	
	WarehouseArea_3	INF	1	None	Time Series	Rand	
	WarehouseArea_4	INF	1	None	Time Series	Rand	
	WarehouseArea_5	INF	1	None	Time Series	Rand	
	WarehouseArea_6	INF	1	None	Time Series	Rand	
	CarriagesGroup_I	54	1	None	Time Series	Rand	
	CarriagesGroup_II	144	1	None	Time Series	Rand	
	CarriagesGroup_III	128	1	None	Time Series	Rand	
	CarriagesGroup_IV	54	1	None	Time Series	Rand	

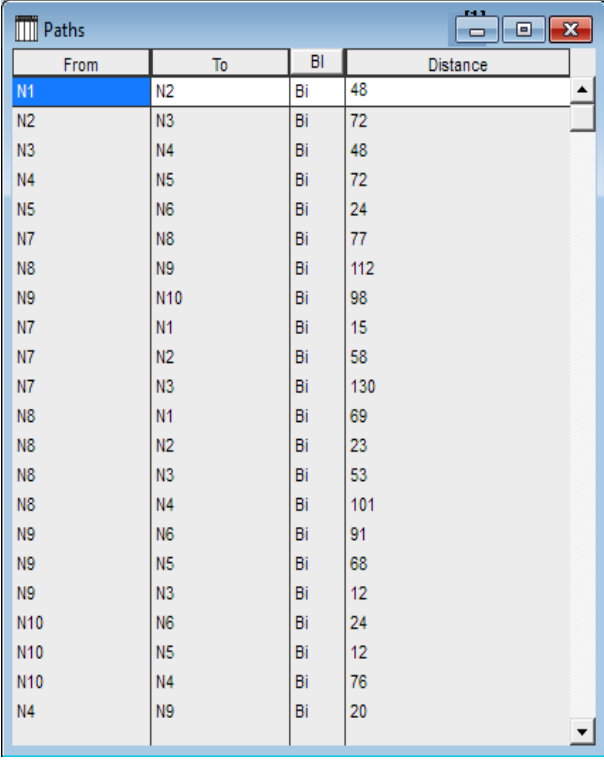
Рисунок 2.25 – Вікно визначення контрольних точок проектної моделі
«3 – 8 – 7 – 3»

Entity	Location	Operation
Metal	WarehouseArea_1	
Metal	WarehouseArea_2	
Metal	WarehouseArea_3	
Metal	WarehouseArea_4	
Metal	WarehouseArea_5	
Metal	WarehouseArea_6	
Metal	CarriagesGroup_I	ACCUM 27
Metal	CarriagesGroup_II	ACCUM 72
Metal	CarriagesGroup_III	ACCUM 53
Metal	CarriagesGroup_IV	ACCUM 27

Bk	Output	Destination	Rule	Move Logic
1	Metal	CarriagesGroup_I	RANDOM 1	MOVE WITH Crane_1 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_II	RANDOM	MOVE WITH Crane_1 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_I	RANDOM 1	MOVE WITH Crane_1 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_II	RANDOM	MOVE WITH Crane_1 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_I	RANDOM 1	MOVE WITH Crane_1 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_II	RANDOM	MOVE WITH Crane_1 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_II	RANDOM 1	MOVE WITH Crane_2 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_III	RANDOM	MOVE WITH Crane_2 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_IV	RANDOM	MOVE WITH Crane_2 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_III	RANDOM 1	MOVE WITH Crane_2 THEN FREE
1	Metal	CarriagesGroup_IV	RANDOM	MOVE WITH Crane_2 THEN FREE
1	Metal	EXIT	FIRST 1	
1	Metal	EXIT	FIRST 1	
1	Metal	EXIT	FIRST 1	
1	Metal	EXIT	FIRST 1	

Рисунок 2.26 – Операційна логіка проектної моделі «3 – 8 – 7 – 3»

Для визначення мережного шляху користуємося алгоритмом, наведеним у пункті 2.2.6. В даній проектній моделі мережний шлях залишається аналогічним до базової моделі, однак редагуємо відстані між вузлами відповідно до фактичних відстаней (рисунок 2.27).



From	To	Bi	Distance
N1	N2	Bi	48
N2	N3	Bi	72
N3	N4	Bi	48
N4	N5	Bi	72
N5	N6	Bi	24
N7	N8	Bi	77
N8	N9	Bi	112
N9	N10	Bi	98
N7	N1	Bi	15
N7	N2	Bi	58
N7	N3	Bi	130
N8	N1	Bi	69
N8	N2	Bi	23
N8	N3	Bi	53
N8	N4	Bi	101
N9	N6	Bi	91
N9	N5	Bi	68
N9	N3	Bi	12
N10	N6	Bi	24
N10	N5	Bi	12
N10	N4	Bi	76
N4	N9	Bi	20

Рисунок 2.27 – Визначення сегментів мережного шляху проектної моделі
«3 – 8 – 7 – 3»

Створюємо динамічні ресурси Crane_1 і Crane_2 відповідно до пункту 2.2.7 без корегувань, адже в роботі кранів у проектній моделі змін не відбувається.

Після збереження проектної моделі і безпосередньо самого моделювання, отримуємо його результати (табл. 2.10 - 2.12). Тривалість моделювання складає 10 год. 40 хв.

Таблиця 2.10 – Статистика по контрольним точкам моделі «3 – 8 – 7 – 3»

Ім'я контрольної точки	Кількість елементів обслуговування, що надійшли до контрольної точки	Середній час, який елементи обслуговування перебували у контрольній точці, хв.	Середня кількість елементів обслуговування, що перебували у контрольній точці під час моделювання	Процент часу, коли у контрольній точці не перебували елементи обслуговування
Warehouse Area 1	50	193,07	15,08	58,69
Warehouse Area 2	28	117,40	5,13	74,46
Warehouse Area 3	61	205,37	19,56	55,63
Warehouse Area 4	55	184,28	15,83	60,43
Warehouse Area 5	29	112,48	5,09	74,82
Warehouse Area 6	41	159,65	10,22	63,92
Carriages Group I	38	225,76	13,40	71,44
Carriages Group II	100	144,70	22,37	56,04
Carriages Group III	88	153,86	21,39	58,57
Carriages Group IV	38	218,67	12,98	70,74

Таблиця 2.11 – Статистика по ресурсам моделі «3 – 8 – 7 – 3»

Ім'я ресурсу	Кількість елементів обслуговування, що переміщені відповідними ресурсами	Середній час переміщення елементів обслуговування ресурсом, хв.	Процент часу	
			від загальної тривалості моделювання, коли у ресурсі перебували елементи обслуговування	простою ресурсу
Crane 1	139	2,89	44,47	55,53
Crane 2	125	3,01	39,99	70,01

Таблиця 2.12 – Статистика по елементам обслуговування моделі «3 – 8 – 7 – 3»

Ім'я елемента обслуговування	Середній час, хв.			Процент часу,	
	перебування елемента обслуговування у моделі	знаходження елемента обслуговування у стані руху	очікування елементом обслуговування надходження ресурсу	коли елемент обслуговування перебуває у стані руху	коли елемент обслуговування очікує надходження ресурсу
Metal	330,99	147,88	183,11	44,68	55,32

2.4 Основні параметри проектних моделей

Після проведення моделювання двох варіантів завантаження вагонів кранами, видно, що при варіанті «9 – 1 – 1 – 10» середній час перебування одного вантажного місця в моделі складає 540,98 хв., а тривалість самого моделювання – 17 год. 28 хв.; при варіанті «3 – 8 – 7 – 3» середній час перебування одного вантажного місця в моделі складає 330,99 хв., а тривалість самого моделювання – 10 год. 40 хв.

Результати трьох варіантів моделювання зводимо у таблиці, які наведено на слайді 8 графічної частини.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для досягнення економічного ефекту від впровадження одного з проектних методів слід їх порівняти між собою та з базовим методом. Економічний ефект досягається за рахунок вивільнення частки штату працівників, задіяних у зоні відвантаження ЦХП-1, зміни робочих графіків та за рахунок скорочення простою вагонів під завантаженням.

Економічний ефект від провадження проектних рішень розраховується за формулою:

$$E_{експл} = B^{баз} - B^{np}, \quad (3.1)$$

де $B^{баз}$ - економічні витрати при базовому варіантові, грн.;

B^{np} - економічні витрати при одному з проектних варіантів, грн.

В даному випадку економічний ефект досягається при позитивному результаті показника E .

Загальні експлуатаційні витрати розраховуємо за формулою:

$$B_{експл} = B_{зн} + B_{сс} + B_{накл} + B_{ваг}, \quad (3.2)$$

де $B_{зн}$ - витрати на заробітну плату, грн.;

$B_{сс}$ - витрати, пов'язані з соціальним страхуванням, грн.;

$B_{накл}$ - накладні витрати, грн.;

$B_{ваг}$ - витрати, пов'язані з платою за користування вагонами, грн.

3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат за базовим варіантом

Витрати на виплату заробітної плати.

Склад бригади робітників ділянки відвантаження ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь» наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Склад бригади робітників

Назва професії	Кількість робітників в бригаді	Базовий оклад, грн
Майстер зміни	1	8910
Машиніст крану	2	7120
Старший стропальник	2	6480
Стропальник	4	5860
Пакувальник	4	5250

На ПАТ «Запоріжсталь» впровадженні наступні доплати робітникам:

- доплата за роботу у святкові дні – 100% за кожну відпрацьовану годину у державні свята;
- доплата за роботу у вечірній час – 20% за кожну відпрацьовану годину у період з 18⁰⁰ до 22⁰⁰;
- доплата за роботу у нічний час – 40% за кожну відпрацьовану годину у період з 22⁰⁰ до 6⁰⁰;
- доплата за переробіток – 100% за кожну фактично відпрацьовану годину понад норми;
- доплати за шкідливі умови праці – у ділянці відвантаження ЦХП-1 – по 14 балів за повний місяць роботи. Вартість 1 балу – 1% від годинної тарифної ставки;
- преміювання – до 50% від місячного окладу.

Робота на ділянці відвантаження ПАТ «Запоріжсталь» організована безперервним трьохзмінним графіком (по 4 бригади).

Будь-які доплати розраховуємо за формулою:

$$D_i = \frac{S}{N} \cdot t_i \cdot K_D, \quad (3.3)$$

де S - базовий місячний оклад відповідного працівника, грн.;

N - місячна норма виробітку, год. Середньомісячна норма виробітку на 2018 рік [7] складає $1993/12 = 166$ годин;

t_i - кількість відпрацьованих годин за відповідним видом доплати, год.;

K_D - коефіцієнт відповідного виду доплати.

Робота у святкові дні, згідно [8, ст. 107], оплачується у подвійному розмірі; коефіцієнт доплати складає 1,0. Відповідно до [8, ст. 73], кількість святкових днів протягом року складає 11 діб. В середньому на одну бригаду припадає:

$$t_{свят} = 11 \cdot 24 / (12 \cdot 4) = 5,5 \text{ святкових годин на місяць.}$$

Розраховуємо доплату майстру зміни за роботу у святкові дні:

$$D_{свят} = \frac{8910}{166} \cdot 5,5 \cdot 1,0 = 295,21 \text{ грн.}$$

Робота у вечірній час (з 18⁰⁰ до 22⁰⁰) оплачується у розмірі 20 % від окладу (коефіцієнт доплати – 0,2). Кількість вечірніх годин, що припадає на одну бригаду складає:

$$t_{веч} = 365 \cdot 4 / (12 \cdot 4) = 30,42 \text{ год.}$$

Розраховуємо доплату майстру зміни за роботу у вечірній час:

$$D_{веч} = \frac{8910}{166} \cdot 30,42 \cdot 0,2 = 326,52 \text{ грн.}$$

Робота у нічний час з 22⁰⁰ до 6⁰⁰ згідно [8, ст. 54], оплачується у розмірі 40 % від окладу (коефіцієнт доплат 0,4). Кількість нічних годин, що припадає на одну бригаду складає:

$$t_{ніч} = 365 \cdot 8 / (12 \cdot 4) = 60,83 \text{ год.}$$

Розраховуємо доплату майстру зміни за роботу у нічний час:

$$D_{ніч} = \frac{8910}{166} \cdot 60,83 \cdot 0,4 = 1306,08 \text{ грн.}$$

Оплата роботи в надурочний час, згідно [8, ст. 106], оплачується у подвійному розмірі годинної ставки (коефіцієнт доплат 2,0). Кількість надурочних годин, що припадає на одну бригаду складає:

$$t_{nn} = 365 \cdot 24 / (12 \cdot 4) - 166 = 16,5 \text{ год.}$$

Підставляючи дані до формули (3.3), розраховуємо доплату майстру зміни за надурочні години:

$$D_{nn} = \frac{8910}{166} \cdot 16,5 \cdot 2,0 = 1771,27 \text{ грн.}$$

Доплата за шкідливі умови праці на ділянці відвантаження впроваджується в розрахунку 14 балів за кожен повний місяць (коефіцієнт доплат 0,14). Вартість 1 балу – 1% від окладу.

Розраховуємо розмір доплати майстру зміни за шкідливість:

$$D_{шк} = \frac{8910}{166} \cdot 166 \cdot 0,14 = 1247,40 \text{ грн.}$$

Розмір премії на ПАТ «Запоріжсталь» складає до 50 % (коефіцієнт доплат 0,5). Розраховуємо преміальні виплати майстру зміни:

$$D_{np} = \frac{8910}{166} \cdot 166 \cdot 0,5 = 4455 \text{ грн.}$$

Визначаємо сумарний розмір заробітної плати майстра зміни:

$$z_{mic} = 8910,0 + 295,21 + 326,52 + 1306,08 + 1771,27 + 1247,40 + 4455,0 = 18311,48 \text{ грн.}$$

За рік заробітна плата складе:

$$z_{pich} = 18311,48 \cdot 12 = 219737,76 \text{ грн.}$$

Для всіх наступних професій розрахунок проводимо аналогічно і отримані дані зводимо в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок заробітної плати при базовому варіанті

Показник		Майстер зміни	Машиніст крану	Старший стропаль- ник	Стропаль- ник	Пакуваль- ник	Всього
Штатний розклад		5	9	10	17	17	58
Місячний оклад, грн.		8910,00	7120,00	6480,00	5860,00	5250,00	33620,00
Доплати, грн.	$D_{свят}$	295,21	235,90	214,70	194,16	173,95	1113,92
	$D_{веч}$	326,52	260,92	237,47	214,75	192,39	1232,05
	$D_{ніч}$	1306,08	1043,69	949,88	859,00	769,58	4928,23
	$D_{пн}$	1771,27	1415,42	1288,19	1164,94	1043,67	6683,49
	$D_{шк}$	1247,40	996,80	907,20	820,40	735,00	4706,80
	$D_{пр}$	4455,00	3560,00	3240,00	2930,00	2625,00	16810,00
Всього за місяць, грн.		18311,48	14632,73	13317,44	12043,25	10789,59	69094,49
Всього за рік, грн.		219738	175593	159809	144519	129475	829134
Всього за рік по професії, грн.		1098689	1580335	1598093	2456823	2201076	8935016

Відрахування на соціальне страхування.

Згідно законодавства України, відрахування підприємств на соціальне страхування працівників складає 22% від фонду заробітної плати. Тобто, в нашому випадку:

$$B_{\epsilon CB}^{baz} = 8935016 \cdot 0,22 = 1965704 \text{ грн.}$$

Відрахування на накладні витрати.

Накладні витрати- це витрати на управління та обслуговування виробництва і збут продукції. Вони становлять 34% від фонду заробітної плати. Тобто, в базовому варіанті:

$$B_{накл}^{baz} = 8935016 \cdot 0,34 = 3038905 \text{ грн.}$$

Витрати на оплату простою вагонів.

Витрати на простій вагонів у ЦХП-1 розраховуються за формулою:

$$B_{ваг} = T_{пр}^{ваг} \cdot N_{ваг} \cdot \Pi_{кор}^{ваг} \cdot K_{ПДВ}, \quad (3.4)$$

де $T_{пр}^{ваг}$ - час простою вагонів у ЦХП-1, год.; $24 - 2 \cdot 1,5 = 21$ год.;

$N_{ваг}$ - кількість вагонів, од.; 21 вагон;

$\Pi_{кор}^{ваг}$ - плата за користування вагонами ПАТ «УЗ», грн.; складає 819 грн./добу без ПДВ [9];

$K_{ПДВ}$ - коефіцієнт розміру податку на додану вартість (20 %), складає 1,2.

Розраховуємо витрати на оплату простою вагонів у ЦХП-1 під завантаженням:

$$B_{ваг}^{baz} = \frac{21}{24} \cdot 21 \cdot 819 \cdot 1,2 = 18058,95 \text{ грн.}$$

Річні витрати на оплату за користування вагонами УЗ складуть:

$$B_{річ.ваг}^{баз} = 18058,95 \cdot 365 = 6591517 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати за базовим варіантом складуть:

$$B_{заг}^{баз} = 8935016 + 1965704 + 3037905 + 6591517 = 20530142 \text{ грн.}$$

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат за першим проектним варіантом «9 – 1 – 1 – 10»

При впровадженні проектного варіанта «9 – 1 – 1 – 10», загальний час завантаження добової партії вантажу складає 17 год 28 хв. За цей час завантажуються дві партії вагонів. Окрім завантаження необхідно 1 год. 30 хв. для переподачі вагонів. Тобто загальний мінімальний час, необхідний для роботи ділянки відвантаження при такому варіанті складає 19 годин. При такій тривалості запроваджуємо роботу ділянки відвантаження кількістю робітників такою, яка є фактично в наявності, однак тривалістю змін по 6,5 годин. Перша зміна – 7⁰⁰-13³⁰, друга зміна – 13³⁰-20⁰⁰, третя зміна - 20⁰⁰ – 2³⁰.

Використовуючи формулу (3.3) і корегуючи кількість годин, розраховуємо зарплату робітників ділянки відвантаження і отримані дані зводимо до розрахункової таблиці 3.3.

При проектному варіанті «9 – 1 – 1 – 10» середня кількість годин на місяць, що відробляють робітники, складе:

$$t_{міс}^{сеп} = 365 \cdot 19,5 / (12 \cdot 4) = 148,3 \text{ год.}$$

Тобто надурочних годин в цьому варіанті не буде.

Таблиця 3.3 – Розрахунок заробітної плати за першим проектним варіантом «9 – 1 – 1 – 10»

Показник		Майстер зміни	Машиніст крану	Старший стропаль- ник	Стропаль- ник	Пакуваль- ник	Всього
Штатний розклад		5	9	10	17	17	58
Місячний оклад, грн.		8910,00	7120,00	6480,00	5860,00	5250,00	33620,00
Доплати, грн.	$D_{свят}$	239,86	191,67	174,44	157,75	141,33	905,05
	$D_{веч}$	326,52	260,92	237,47	214,75	192,39	1232,07
	$D_{ніч}$	734,67	587,08	534,31	483,19	432,89	2772,14
	$D_{пн}$	-	-	-	-	-	-
	$D_{шк}$	1247,40	996,80	907,20	820,40	735,00	4706,80
	$D_{пр}$	4455,00	3560,00	3240,00	2930,00	2625,00	16810,00
Всього за місяць, грн.		15913,45	12716,47	11573,42	10 466,09	9376,61	60046,04
Всього за рік, грн.		190961	152598	138881	125593	112519	720552
Всього за рік по професії, грн.		954807	1 373379	1388810	2135082	1912828	7764906

Відрахування на соціальне страхування за першим проектним варіантом складуть:

$$B_{ссв}^{1np} = 7764906 \cdot 0,22 = 1708279 \text{ грн.}$$

Відрахування на накладні витрати за першим проектним варіантом складуть:

$$B_{накл}^{1np} = 7764906 \cdot 0,34 = 2640068 \text{ грн.}$$

Витрати на оплату простою вагонів розраховуємо за формулою (3.4), при цьому простій вагонів за першим проектним варіантом складає 20 год.:

$$B_{\text{газ}}^{1np} = \frac{20}{24} \cdot 21 \cdot 819 \cdot 1,2 = 17199 \text{ грн.}$$

Річні витрати на оплату за користування вагонами УЗ за першим проектним варіантом складуть:

$$B_{\text{річ.газ}}^{1np} = 17199 \cdot 365 = 6277635 \text{ грн.}$$

Загальні річні експлуатаційні витрати за першим проектним варіантом «9 – 1 – 1 – 10» складуть:

$$B_{\text{заг}}^{1np} = 7764906 + 1708279 + 2640068 + 6277635 = 18390888 \text{ грн.}$$

3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат за другим проектним варіантом «3 – 8 – 7 – 3»

При впровадженні проектного варіанта «3 – 8 – 7 – 3», загальний час завантаження добової партії вантажу складає 10 год. 40 хв. Окрім завантаження передбачаємо 1 год. 30 хв. для переподачі вагонів. Тобто загальний мінімальний час, необхідний для роботи дільниці відвантаження при такому варіанті складає 12 год. 10 хв. При такій тривалості запроваджуємо роботу дільниці відвантаження за двозмінним графіком тривалістю змін по 6,5 годин. Перша зміна – 7⁰⁰-13³⁰, друга зміна – 13³⁰-20⁰⁰. Цим самим відмовляємося від нічних змін.

Для визначення кількості бригад при такому варіанті, використовуємо формулу:

$$N_{\bar{b}p} = \frac{t_{зм} \cdot n_{зм} \cdot n_{p\partial}}{T_{ef}}, \quad (3.5)$$

де $t_{зм}$ - тривалість зміни, год.; складає за другим проектним варіантом 6,5 год.;

$n_{зм}$ - кількість змін на добу; за другим проектним варіантом – 2 зміни;

$n_{p\partial}$ - кількість робочих днів протягом року, дні; 365 днів;

T_{ef} - трудомісткість ефективна, год.; складає 1993 год.

Розраховуємо кількість бригад на ділянці відвантаження ЦХП-1 за другим проектним варіантом:

$$N_{\bar{b}p} = \frac{6,5 \cdot 2 \cdot 365}{1993} = 2,4 .$$

Отже, приймаємо 3 бригади.

Корегуючи кількість годин, розраховуємо зарплату робітників ділянці відвантаження за другим проектним варіантом і отримані дані зводимо до розрахункової таблиці 3.4.

При проектному варіанті «9 – 1 – 1 – 10» середня кількість годин на місяць, що відробляють робітники складе:

$$t_{mic}^{cep} = 365 \cdot 13 / (12 \cdot 3) = 131,8 \text{ год.}$$

Тобто надурочних годин в цьому варіанті також не буде.

Відрахування на соціальне страхування за другим проектним варіантом складуть:

$$B_{CSB}^{2np} = 492259 \cdot 0,22 = 1082971 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.4 – Розрахунок заробітної плати за другим проектним варіантом «3 – 8 – 7 – 3»

Показник	Майстер зміни	Машиніст крану	Старший стропальник	Стропальник	Пакувальник	Всього
Штатний розклад	3	6	6	12	12	39
Місячний оклад, грн.	8910,00	7120,00	6480,00	5860,00	5250,00	33620,00
Доплати, грн.	$D_{свят}$	295,21	235,90	214,70	194,16	1113,92
	$D_{веч}$	217,68	173,95	158,31	143,17	821,37
	$D_{ніч}$	-	-	-	-	-
	$D_{пн}$	-	-	-	-	-
	$D_{шк}$	1247,40	996,80	907,20	820,40	4706,80
	$D_{пр}$	4455,00	3560,00	3240,00	2930,00	16810,00
Всього за місяць, грн.	15125,29	12086,65	11000,21	9947,73	8912,21	57072,09
Всього за рік, грн.	181503	145040	132003	119373	106947	684866
Всього за рік по професії, грн.	544510	870239	792015	1432473	1283358	4922595

Відрахування на накладні витрати за першим проектним варіантом складуть:

$$B_{накл}^{2пр} = 4922595 \cdot 0,34 = 1673682 \text{ грн.}$$

Витрати на оплату простою вагонів розраховуємо за формулою (3.4), при цьому простій вагонів за другим проектним варіантом складає 13 год.:

$$B_{ваг}^{2пр} = \frac{13}{24} \cdot 21 \cdot 819 \cdot 1,2 = 11179,35 \text{ грн.}$$

Річні витрати на оплату за користування вагонами УЗ за першим проектним варіантом складуть:

$$B_{річ.ваг}^{2np} = 11179,35 \cdot 365 = 4080463 \text{ грн.}$$

Загальні річні експлуатаційні витрати за другим проектним варіантом «3 – 8 – 7 – 3» складуть:

$$B_{заг}^{2np} = 4922595 + 1082971 + 1673682 + 4080463 = 11759711 \text{ грн.}$$

3.4 Економічна ефективність проекту

Для зручності сприйняття розрахунків, зводимо отриману інформацію до підсумкової таблиці 3.5, а також наводимо на слайді 9 графічної частини.

Після розрахунку економічних витрат, підставляючи розрахункові дані до формули (3.1), знаходимо більш економічно ефективний варіант проекту.

Визначимо економію експлуатаційних витрат за формулою [10]:

$$E_{експл} = \Sigma B_{існ} - \Sigma B_{np}, \quad (3.6)$$

де $\Sigma B_{існ}$ - загальні річні експлуатаційні витрати за існуючим варіантом, грн.;

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

Річна економія від впровадження проектних рішень за варіантами складе:

- для першого проектного варіанту «9 – 1 – 1 – 10»

$$E_{експл}^{1пр} = 20530142 - 18390888 = 2139254 \text{ грн.};$$

- для другого проектного варіанту «3 – 8 – 7 – 3»

$$E_{експл}^{2пр} = 2053142 - 11759711 = 8770431 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.5 – Економічні показники за варіантами

Статті витрат	Варіант		
	Базовий	Проектний «9 – 1 – 1 – 10»	Проектний «3 – 8 – 7 – 3»
Заробітна плата, грн.	8935016	7764906	4922595
Відрахування на соціальне страхування, грн.	1965704	1708279	1082971
Накладні витрати, грн.	3037905	2640068	1673682
Плата за користування вагонами, грн.	6591517	6277635	4080463
Загальні експлуатаційні витрати, грн.	20530142	18390888	11579711
Економічна ефективність, грн.	-	2139254	8770431

В економічній частині магістерської роботи проведено розрахунок економічних показників базового і двох проектних варіантів обслуговування вагонів кранами. Визначено економічну ефективність. Найбільш вигідним є проектний варіант «3 – 8 – 7 – 3», при якому економічна ефективність складає більше 8,77 млн гривень.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі магістерської роботи на тему «Дослідження транспортно-складських процесів на ділянці відвантаження цеху холодного прокату №1 ПАТ «Запоріжсталь», відповідно до [11], розроблено попереджувальні заходи запобігання виробничого травматизму, професійних захворювань, шкідливого впливу на навколишнє середовище.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Основними потенційними небезпеками у зборі статистичних даних при проведенні навантаження, розвантаження та складування на ділянці відвантаження цеху холодного прокату №1 є такі:

- 1) травмування робітників від падіння вантажу внаслідок неправильного його стропування та не здійснення перевірки стропування;
- 2) травми голови та спини внаслідок падіння з поверхні вантажу сторонніх предметів, які залишились незакріпленими, при транспортуванні їх краном;
- 3) травмування від падіння мимовільно зачепленого вантажу внаслідок не закріплення незадіяних гаків «павука» та вискакування їх після мимовільної зачіпки за вантаж при переміщенні;
- 4) травмування обслуговуючого персоналу вантажем, що мимовільно розвертається при підніманні внаслідок перекручування стропів або їх несправності;
- 5) травмування робітників від раптового падіння вантажу при переміщенні його електромагнітом внаслідок аварійного вимкнення електроживлення крану;
- 6) травмування робітників від різкого самовільного опускання вантажу

відразу після його підняття внаслідок підйому вантажу, вагою понад номінальну вантажопідйомність крана;

7) травмування робітників від падіння вантажу внаслідок розриву стропів або поломки траверси;

8) травмування обслуговуючого персоналу вантажем, що складається штабелями, внаслідок його завалювання через неправильне вивантаження та закріплення;

9) травмування працівників через не використання засобів індивідуального захисту;

10) погана видимість зони роботи кранів, вантажних фронтів внаслідок незадовільного рівня освітлення робочої зони;

11) виникнення пожежі внаслідок пошкодження та зносу ізоляції електромережі та короткого замикання електричної мережі;

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

13) втрата уваги робітників через підвищений рівень шуму у цеху внаслідок роботи станів, машин та агрегатів;

14) погіршення самопочуття та працездатності робітників внаслідок недотримання мікроклімату у цеху;

15) небезпеки, пов'язані з проявом наслідків надзвичайних ситуацій внаслідок непередбачуваності персоналу до таких ситуацій.

4.2 Загальні заходи по забезпеченню безпеки

Для виключення усіх можливих травмувань працівників під час виконання своїх посадових обов'язків в проекті передбачаємо:

1. 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 [12, п. 2.9].

2. Перед подачею сигналу про підймання вантажу стропальник повинен перевірити, чи нема на вантажі незакріплених деталей та інструменту задля запобігання падіння з поверхні вантажу сторонніх предметів згідно [12].

3. На вимогу [12], при зачіплюванні вантажу не застосовані кінці багатовиткових строп стропальник має закріпити таким чином, щоб при переміщенні вантажу краном виключалася можливість торкання цими кінцям за предмети які зустрічаються на шляху.

4. При обв'язці та зачіплюванні вантажів стропальнику забороняється користуватися пошкодженими або немаркованими вантажозахватними пристроями та тарою, а також стропами, що перекручені, згідно [13].

5. Згідно [12, п. III.8.31], при навантаженні (вивантаженні) металів електромагнітними захватами зона підйому та переміщення вантажів має бути огорожена.

6. Згідно [12, п. III.13.42], підйомно-транспортним устаткуванням дозволяється піднімати вантаж, маса якого разом з вантажозахватними пристроями не перевищує допустиму вантажопідйомність даного обладнання. Не допускається піднімати вантаж невідомої маси, а також затиснений, примерзлий або зачепився.

7. Стropальнику забороняється користуватися пошкодженими або немаркованими вантажозахватними пристроями та тарою; з'єднувати ланки розірваних ланцюгів болтами або проволокою, зв'язувати канати при обв'язці та зачіплюванні вантажів, на підставі.

8. Листи та пачки листів необхідно складати у стопи в одному напрямі чи хрест- навхрест. Висота штабелів листового металу повинна бути не більше полуторної ширини листів, але не перевищувати для товстих листів 3 м, для тонких – 2 м, згідно [14, п. 19].

9. Відповідно до [12, п. П.1.14], не допускаються до роботи працівники без відповідних засобів індивідуального захисту.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

4.3.1. Освітленість

Для приведення норм освітлення, керуємось вказівками з ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» [15].

Роботи на дільниці відвантаження цеху холодного прокату №1 за завданням зорових робіт відносяться до VI розряду, характеристика зорової роботи-груба (дуже малої точності) з розміром розрізнення більше 5 мм. Нормативна освітленість дільниці має сягати $E_n = 200$ лк.

Відповідно до [16], проводимо розрахунок кількості прожекторів для локалізованого освітлення дільниці відвантаження цеху холодного прокату 1 за формулою:

$$n = \frac{k_z \cdot E_{n\partial} \cdot S_{\partial} \cdot 0,25}{P_l}, \quad (4.1)$$

де k_z - коефіцієнт запасу, для газорозрядних ламп - 1,5;

$E_{n\partial}$ - нормована освітленість дільниці, 5 лк, відповідно до [16, табл.3 дод. Б];

$S_{\partial} = A_{\partial} \cdot B_{\partial}$ - площа дільниці що освітлюється, м²;

A_{∂} - довжина дільниці, 348 м;

B_{ϕ} - ширина ділянки, 15 м;

0,25 - емпіричне значення питомої потужності прожекторів, Вт/м²;

P_{λ} - потужність лампи прожектора, Вт.

Для освітлення цеха вибираємо прожектор типу ПЗС-45 з газорозрядними лампами ДРЛ-700 [16, табл.2 додатка А], потужністю лампи прожектора 700 Вт. Основною перевагою ламп ДРЛ є світловіддача до 100 лм/Вт та термін експлуатації до 15 000 годин. Лампи типу ДРИ мають менший коефіцієнт пульсації порівняно з лампами ДРЛ, що не призводить до зорової втоми у процесі роботи. 12 Недоліки: складний процес підключення та запуску, тривалий процес розганяння (5-7 хвилин), зниження світлового потоку в кінці терміну експлуатації до 70%.

Підставляючи дані до формули (4.1), розраховуємо кількість прожекторів:

$$n = \frac{1,5 \cdot 5 \cdot 348 \cdot 15 \cdot 0,25}{700} = 14 \text{ прожекторів.}$$

Таким чином, для локалізованого освітлення ділянки відвантаження використовуємо 14 прожекторів ПЗС-45 з газорозрядними лампами ДРЛ-700.

Відповідно до [16, табл.2 додатка А], мінімально допустима висота розміщення прожекторів $H_{\min}$ складає 11 м. В нашому випадку висота стелі ЦХП-1 складає 12 м. Тобто прожектори розміщуємо на стелі.

4.3.2. Запиленість

Повітря на ділянці відвантаження ЦХП-1 є запиленим унаслідок розміщення та зберігання листового та рулонного металу, яке щойно пройшло технологічні операції з прокату, обрізки, обпалу тощо у самому цеху.

Для запобігання дії пилу на організм, робітникам діляниці відвантаження видаються захисні окуляри та респіратори, відповідно до [17].

4.3.3. Виробничий шум

На території діляниці відвантаження ЦХП-1 джерелом шуму є робота кранів та трансферкарних візків.

Допустимий рівень шуму для ЦХП-1, згідно таблиці 2 [18], приймаємо 80дБА. Максимальний рівень шуму, що коливається в часі та переривається, не повинен перевищувати 110 дБА. Максимальний рівень для імпульсного шуму не повинен перевищувати 125 дБА.

Відповідно до [1], рівень шуму у ЦХП-1 сягає 70...100дБА. Для запобігання негативного впливу шуму на організм робітників передбачаємо кожну годину п'ятихвилинні перерви у зоні відпочинку.

4.3.4. Мікроклімат

У відповідності до [17], мікрокліматичні умови виробничих приміщень мають характеризуватися наступними показниками:

- температура повітря;
- відносна вологість повітря;
- швидкість руху повітря;

Відповідно до [17, табл. 1], для робітників, які працюють у зоні складування ЦХП-1 (категорія робіт Пб), оптимальні величини складають:

- у холодний період року: температура повітря 17...19°C; відносна вологість повітря – 60...40%; швидкості вітру – 0,2м/с;

- у теплий період року: температура повітря – 20...22°C; відносна вологість повітря – 60...40%; швидкості вітру – 0,3м/с.

Оптимальні параметри мікроклімату на робочих місцях досягаються за рахунок раціонального планування виробничих приміщень і оптимального розміщення в них устаткування. Для зменшення термічних навантажень на працюючих передбачається максимальна механізація, автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами і устаткуванням.

У приміщенні ЦХП-1 передбачені заходи щодо захисту від перегрівання при попаданні прямих сонячних променів у віконні прорізи в теплий період року- улаштування жалюзі. Також передбачена природна вентиляція (аерацію).

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Відповідно до класифікації приміщень за пожежною небезпекою, згідно [19], ЦХП-1 відноситься до приміщення категорії «Д» – негорючі речовини та матеріали у холодному стані.

За ступенем вогнестійкості, відповідно до [20], будівлю ЦХП-1 віднесено до будівлі I ступеню вогнестійкості.

Відповідно до технології виробництва, згідно [21], [22], на території ділянки відвантаження ЦХП-1 найбільш ймовірною є пожежа класу D3- горіння металовмісних сполук.

Для вибору типу та визначення необхідної кількості первинних засобів пожежогасіння використовуємо методичні вказівки, викладені у [23].

Пожежний інвентар з пожежним інструментом і вогнегасниками розміщується на спеціальних пожежних щитах (стендах). Такі щити (стенди), відповідно до [24], встановлюють на території об'єкта з розрахунку один щит (стенд) на площу 5 000 м². В нашому випадку, на ділянці 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.

Ящик із піском, який є елементом конструкції пожежного щита (стенда), повинен мати місткість не менше 0,1 м³ та виключати потрапляння в нього опадів.

Вибір типу та визначення потрібної кількості вогнегасників здійснюється згідно з [додатком А, 23]. Отже, для ділянки відвантаження ЦХП-1 на площу $348 \times 15 = 5220 \text{ м}^2$, необхідно передбачити шість порошкових вогнегасників місткістю по 100 літрів кожен.

Враховуючи, що площа цеху значно більше 500 м², використовуємо пересувні вогнегасники. Відстань від можливого осередку пожежі до місця розташування вогнегасника не має перевищувати 70 метрів для приміщень категорії «Д».

4.5 Заходи з цивільної оборони

Організація навчання працюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях.

У відповідності до [ст.39, 25], 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, Раду міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві державні адміністрації, органи місцевого самоврядування, які розробляють і затверджують відповідні організаційно-методичні вказівки та програми з підготовки населення до таких дій.

Відповідно до [ст. 40, 25], 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 Висновок до розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»

В даному розділі магістерської роботи був проведений аналіз потенційних небезпек у зборі статистичних даних при проведенні навантаження, розвантаження та складування на ділянці відвантаження цеху холодного прокату №1, розроблені загальні заходи по їх усуненню, заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці, з пожежної безпеки та цивільного захисту.

ВИСНОВКИ

Метою магістерської роботи було удосконалити технологію відвантаження готової продукції в умовах цеху холодного прокату №1 ПАТ Запоріжсталь.

В аналітичній частині приведена загальна характеристика підприємства, ділянки відвантаження готової продукції цеху холодного прокату №1. Також приведені характеристики вантажів, що транспортуються, колійний розвиток, транспортні засоби, вантажні фронти та засоби механізації, складське господарство.

На базі обробленої інформації висунуті недоліки існуючої системи, які розглянуті в останньому підпункті аналітичної частини.

В основній частині магістерської роботи надано статистичні дані з відвантаження холоднокатаних рулонів металу а також пачок листового металу. Розраховано середня вага одного вантажного місця, кількість відправок у вагоні. На базі розрахунків і за допомогою комп'ютерної програми проведене імітаційне моделювання процесу навантаження готової продукції в базовому і двох проектних варіантів. Після проведення моделювання отримані показники використання елементів моделей.

В економічній частині проведений розрахунок економічної ефективності проектних варіантів завантаження готової продукції у вагони кранами. Найбільш економічно вигідним є другий варіант з економічною ефективністю більше 8770000 грн.

В четвертій частині магістерської роботи розроблені загальні заходи по усуненню потенційних небезпек, заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці, з пожежної безпеки та цивільного захисту при проведенні навантаження, розвантаження та складування на ділянці відвантаження цеху холодного прокату №1.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. «Запорозжсталь» сьогодні [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <http://zaporizhstal.com/>.
2. Технологическая карта на погрузочно-разгрузочные работы и складирование грузов кранами. – Запорожье : ОАО «Запорозжсталь», 2017. – 121 с.
3. Збірник № 28 правил перевезень і тарифів залізничного транспорту України. – К. : ТОВ «Інпрес», 2010. – 67 с.
4. Приложение 14 к СМГС «Правила размещения и крепления грузов и вагонов в контейнерах». – Москва : Планета, 2008. – 191 с.
5. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Залізничний транспорт промислових підприємств» для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)» заочної форми навчання /Укл.: С.М. Турпак, С.В. Грицай, О.О. Падченко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 15 с.
6. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Моделювання транспортних процесів» для студентів спеціальностей 275.02 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)», 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» денної форми навчання / Укл.: О.Ф. Кузькін, С.М. Турпак. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 58 с.
7. Міністерство соціальної політики України. Лист № 78/0/206-18 від 08.08.2018 р. Про норми тривалості робочого часу на 2019 рік. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://www.profiwins.com.ua/ru/letters-and-orders/ministry-of-labor-and-social-policy/13592-78s-18.html>.
8. Кодекс законів про працю України. Затверджено Законом № 322-VIII від 10.12.71. Зі змінами № 2542-VIII та доповненнями. Станом на 18.09.2018

- [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08>.
9. АТ «Укрзалізниця» : Вантажні перевезення / Тарифні умови : Перевезення в межах України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_conditions/transportation_in_ukraine/.
 10. Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл. доц., к.т.н. Кузькін О.Ф., ст. викл. Харченко Т.В., ст. викл. Васильєва Л.О., ст. викл. Лебідь Г.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 34 с.
 11. 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 стор.
 12. НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт». – 23 с. [Електронний ресурс]. – Введ. 2015-08-31. – Режим доступу: URL: <http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0124-15#n15>.
 13. ДНАОП 0.00-1.03-02 «Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів». – 222 с. [Електронний ресурс]. – Введ. 2002-08-20. – Остання зміна 2007-06-18. – Режим доступу: URL: <http://www.zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0409203-02/sp:max25>.
 14. НПАОП 27.1-1.04-09. «Правила охорони праці у прокатному виробництві підприємств металургійного комплексу». – 69 с. [Електронний ресурс]. – Введ. 2009-08-31. – Режим доступу: URL: <http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0792-09>.

15. ДБН В.2.5-28-2006. «Природне і штучне освітлення». – 81 с. [Електронний ресурс]. – Введ. 2006-10-01. – Режим доступу: URL: <http://www.zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0168667-06>.
16. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Дослідження прожекторного освітлення» з дисципліни «Охорона праці в галузі» для студентів всіх форм навчання /Укл.: М.І. Лазуткін, О.В. Коробко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 16 с.
17. ДСН 3.3.6.042-99. «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». – 10 с. [Електронний ресурс]. – Введ. 1999-12-01.– Режим доступу: URL: <http://www.zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99>.
18. ДСН 3.3.6.037-99. «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». – 34 с. [Електронний ресурс]. – Введ. 1999-12-01.– Режим доступу: URL: <http://www.zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99>
19. НАПБ Б.03.002-2007. «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпечкою». – 29 с. [Електронний ресурс]. – Введ. 2013-02-22. – Режим доступу: URL: <http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0050-13>.
20. ДБН В.1.1.7:2016. «Пожежна безпека об'єктів будівництва». – 72 с. [Електронний ресурс]. – Введ. 2016-10-31. – Режим доступу: URL: <http://www.zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0287858-16>.
21. ГОСТ 27331-87. «Пожарная техника. Классификация пожаров» – 6 с. [Електронний ресурс]. – Введ. 1988-01-01. – Остання зміна 2017-03-27. – Режим доступу: [www/URL: http://files.stroyinf.ru/Data/120/12055.pdf](http://files.stroyinf.ru/Data/120/12055.pdf).
22. ДСТУ 4297:2004. «Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги». – 49 с. [Електронний ресурс]. – Введ. 2004-10-01. – Остання зміна 2018-01-15. – Режим доступу: [www/URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18).
23. Методичні вказівки до практичної роботи «Дослідження вогнегасних властивостей первинних засобів пожежогасіння, визначення їх типів та розрахунок кількості» з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в

галузі» для студентів усіх спеціальностей та усіх форм навчання / Укл. : А. С. Петрищев, С. М. Журавель. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 30 с.

24. НАПБ А.01.001-14. «Правила пожежної безпеки в Україні». – 144 с. [Електронний ресурс]. – Введ. 2014-12-30. – Остання зміна 2017-10-03. – Режим доступу: URL: <http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15>.
25. Кодекс цивільного захисту України. – [Електронний ресурс]. – Введ. 2012-10-02. – Остання зміна 2018-11-04. – Режим доступу: URL: <http://zwww.zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

ДОДАТОК А

Статистичні дані з відвантаження металопрокату

Таблиця А.1 Відвантаження пачок листового металу

Час відвантаження	Вага пачки металу, т	Час відвантаження	Вага пачки металу, т	Час відвантаження	Вага пачки металу, т	Час відвантаження	Вага пачки металу, т
0:01	5,29	6:39	5,76	11:24	5,29	17:04	5,29
0:17	5,29	6:40	4,82	11:43	5,49	17:39	5,29
0:41	5,29	6:49	5,29	11:51	5,29	17:47	5,29
1:13	5,29	6:58	5,29	12:05	5,29	18:06	5,29
1:24	5,29	7:13	5,29	12:18	5,76	18:18	5,29
1:25	5,29	7:14	5,49	13:03	5,29	18:29	5,49
2:27	5,76	7:23	5,49	13:08	4,82	18:31	4,82
2:57	4,82	7:25	5,29	13:08	5,29	18:34	5,29
3:32	5,49	7:40	5,29	14:04	4,82	19:13	5,29
3:38	5,76	7:50	5,29	14:15	4,82	19:58	5,29
3:50	5,29	7:58	5,29	15:12	5,29	20:20	5,29
4:07	5,29	8:04	5,29	15:16	5,49	20:40	5,49
4:17	5,76	8:05	5,29	15:21	5,29	20:57	5,76
4:57	5,49	8:07	5,49	15:24	5,76	21:48	5,29
5:05	5,29	8:41	5,76	15:27	5,29	21:54	5,49
5:07	5,29	8:48	5,29	15:28	5,76	22:13	5,29
5:10	5,29	9:04	4,82	15:43	4,82	22:52	5,29
5:10	5,29	9:19	5,29	16:06	4,82	23:04	5,29
5:26	4,82	9:35	5,76	16:10	5,29	23:06	4,82
5:39	5,29	9:40	5,29	16:52	5,29	23:49	4,82
6:12	5,29	10:47	5,49	17:03	4,82	Σ	439,86

Таблиця А.2 – Відвантаження рулонів металу

Час відвантаження	Вага рулону металу, т	Час відвантаження	Вага рулону металу, т	Час відвантаження	Вага рулону металу, т	Час відвантаження	Вага рулону металу, т
1	2	3	4	5	6	7	8
0:00	4,67	6:24	9,19	12:12	7,98	18:36	9,12
0:07	4,67	6:30	4,67	12:15	9,97	18:37	10,75
0:16	9,19	6:40	9,19	12:15	9,19	18:49	9,19
0:19	9,19	6:55	9,12	12:23	9,12	18:57	8,98
0:20	9,19	7:03	9,19	12:25	4,67	18:57	10,75
0:25	9,19	7:27	10,75	12:40	4,67	19:01	4,67
0:30	9,12	7:31	9,12	12:43	7,98	19:10	9,19
0:33	9,12	7:33	9,19	13:03	10,75	19:16	10,75
0:34	9,19	7:47	9,12	13:14	8,98	19:35	10,75
0:45	9,19	7:49	9,19	13:14	9,19	19:46	8,98
0:48	9,19	8:08	9,12	13:24	10,75	19:50	10,75
0:53	9,19	8:12	8,98	13:27	9,19	19:51	4,67
0:55	10,75	8:12	8,98	13:39	9,19	19:57	10,75
1:10	9,12	8:13	9,19	13:41	10,75	19:58	9,19
1:18	9,19	8:17	4,67	13:53	9,12	20:08	9,12
1:21	9,12	8:30	9,19	13:57	10,75	20:15	9,19
1:21	9,19	8:51	10,75	14:13	9,19	20:18	10,75
2:05	9,12	8:53	10,75	14:14	10,75	20:19	9,12
2:07	9,19	8:55	10,75	14:40	10,75	20:24	9,19
2:19	10,75	8:58	7,98	14:44	10,75	20:42	10,75
2:32	9,12	9:03	9,12	14:49	10,75	20:51	9,12
2:35	4,67	9:24	10,75	14:50	9,12	20:51	9,12
2:43	9,19	9:33	4,67	14:53	10,75	20:57	9,12
2:43	9,12	9:33	7,98	15:05	9,19	21:12	9,12
3:06	9,19	9:38	7,98	15:05	9,19	21:13	9,19
3:10	8,98	9:45	9,97	15:09	10,75	21:18	9,12
3:17	9,12	9:46	8,98	15:27	9,19	21:20	10,75

Продовження таблиці А.2

1	2	3	4	5	6	7	8
3:40	9,12	9:47	10,75	15:30	9,19	21:21	7,98
4:04	10,75	9:47	8,98	15:37	9,19	21:30	9,12
4:17	9,12	9:58	10,75	16:02	9,12	21:34	9,12
4:22	9,12	10:04	10,75	16:11	9,12	21:34	7,98
4:27	9,19	10:07	9,19	16:17	4,67	21:47	9,19
4:29	9,12	10:07	9,97	16:19	9,12	21:48	9,19
4:53	9,19	10:35	9,19	16:20	10,75	22:10	10,75
4:59	7,98	10:35	9,19	16:21	10,75	22:13	9,97
5:16	9,12	10:36	9,19	16:41	9,19	22:14	10,75
5:16	9,12	10:41	4,67	16:43	9,12	22:19	9,19
5:39	9,12	10:46	10,75	17:00	10,75	22:34	8,98
5:50	10,75	10:49	4,67	17:12	9,12	22:50	9,12
5:57	10,75	11:00	9,12	17:24	9,97	22:50	10,75
5:58	10,75	11:07	8,98	17:25	10,75	23:18	9,19
6:02	10,75	11:13	8,98	18:05	8,98	23:42	8,98
6:03	9,19	11:23	4,67	18:17	9,97	23:51	10,75
6:08	10,75	11:26	9,12	18:22	10,75	Σ	1660,89
6:10	10,75	11:39	9,19	18:32	9,19		
6:15	9,12	11:50	8,98	18:36	9,19		