

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

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ВИВАНТАЖЕННЯ  
ЛІСОМАТЕРІАЛІВ В УМОВАХ УПВ ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»**

Виконав: студент II курсу, групи Т-813М  
спеціальності (напряму підготовки)

275 «Транспортні технології

(на залізничному транспорті)»

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Радченко М.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Гурпак С.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Дударенко О.В.

(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**

Радченко Микиті Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення системи вивантаження лісоматеріалів в умовах УПВ ПАТ «Запоріжсталь»

керівник проекту (роботи) Турпак С.М., д-р техн. наук, проф.  
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 23.11.2018 року №360

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









3. Вихідні дані до проекту (роботи) схема генерального плану; існуючі вантажопотоки; технічні характеристики транспортних засобів та навантажувально-розвантажувальних машин; 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 Дослідження методами статистичного аналізу вихідних даних та розрахунок проектних вантажопотоків; 2.2 Розрахунок технологічних показників при існуючій технології робіт; 2.3 Розробка технології вантажних робіт; 2.4 Технологія розвантаження вагонів з лісоматеріалами; 2.4 Технологія навантаження автомобілів; 2.5 Розробка технологічних графіків; 2.6 Розробка та аналіз графічної моделі технологічного процесу вантажопереробки; 2.6 Визначення оптимальних параметрів транспортної системи; 3 Економічна частина; 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

1 Схема генерального плану; 2 Діаграма вантажопотоків; 3 Результати дослідження методами статистичного аналізу вихідних даних; 4 Транспортно-технологічні схеми; 5 Технологічні графіки обробки вагонів; 6 Розробка та аналіз графічної моделі роботи транспортної системи; 7 Технологічний графік обороту вагонів; 8 Аналіз техніко-економічних показників виконаних досліджень.

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

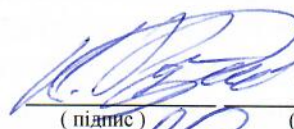
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Турпак С.М., проф.		
Основна частина	Турпак С.М., проф.		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доц.		

7. Дата видачі завдання 03.09.2018 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент


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

Керівник проекту (роботи)


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

## РЕФЕРАТ

ПЗ : 91 с., 9 рис., 22 табл., 9 джерел.

Об'єкт дослідження – транспортна система вантажопереробки лісоматеріалів в Управлінні підготовки виробництва ПАТ «Запоріжсталь».

Мета роботи – дослідження та удосконалення транспортно-технологічних схем доставки та вантажопереробки лісоматеріалів в умовах УПВ ПАТ «Запоріжсталь».

Метод дослідження – математичної статистики, аналітичний, графоаналітичний.

Результати дослідження – удосконалено транспортну систему УПВ шляхом використання мобільного навантажувача Fuchs MHL 340 замість двох мостових кранів та вагонів-лісовозів замість універсальних напіввагонів за рахунок економії експлуатаційних витрат підвищена ефективність перевезень.

МОБІЛЬНИЙ НАВАНТАЖУВАЧ, ЛІСОМАТЕРІАЛИ, УПРАВЛІННЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ВАГОН, ПОРТАЛЬНИЙ КРАН, БОРТОВИЙ АВТОМОБІЛЬ, ВАНТАЖНИЙ ФРОНТ

## ЗМІСТ

Завдання на проект (роботу).....	2
Реферат .....	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина .....	9
1.1 Загальні відомості про ПАТ «Запоріжсталь» .....	9
1.2 Характеристика вантажів, умови їх перевезення та зберігання .....	10
1.3 Характеристика колійного розвитку системи.....	13
1.4 Характеристика транспортних засобів та схеми розміщення вантажу ...	19
1.5 Характеристика вантажних фронтів і засобів механізації .....	23
1.6 Характеристика складського господарства.....	26
1.7 Організація документального оформлення перевезень, приймання, видачі та зберігання вантажів.....	27
1.8 Аналіз патентної інформації.....	30
1.9 Недоліки існуючого положення і постановка задач магістерської роботи .....	33
2 Основна частина .....	34
2.1 Дослідження методами статистичного аналізу вихідних даних та розрахунок проектних вантажопотоків .....	34
2.2 Розрахунок технологічних показників при існуючій технології робіт ....	41
2.3 Розробка технології вантажних робіт за проектним варіантом.....	47
2.4 Технологія розвантаження вагонів з лісоматеріалами .....	50
2.5 Технологія навантаження автомобілів .....	53
2.6 Розробка технологічних графіків.....	54
2.7 Розробка та аналіз графічної моделі технологічного процесу вантажопереробки.....	60
2.8 Визначення оптимальних параметрів транспортної системи .....	62
3 Економічна частина.....	65

3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат по базовому варіанту .....	66
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат по проектному варіанту .....	71
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	78
4.1 Аналіз потенційних небезпек .....	78
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки .....	79
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці .....	80
4.4 Заходи з пожежної безпеки .....	83
4.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях .....	84
4.6 Висновки з розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» .....	86
Висновки .....	87
Перелік посилань.....	88

## ВСТУП

Сьогодні металургійний комбінат «Запоріжсталь» є одним з основних постачальників високоякісної металопродукції для потреб вітчизняного машинобудування, для харчової промисловості.

На комбінаті постійно проводиться реконструкція та модернізація металургійних агрегатів та обладнання, інтенсифікація виробничих процесів, автоматизація та механізація робіт, удосконалення організації виробництва та праці, проводяться роботи по розширенню транспортного господарства, підсобного та допоміжного виробництва.

Запорізький металургійний комбінат «Запорожсталь» в останні роки проводить масштабну модернізацію Управління підготовки виробництва (УПВ), збудовано базисний склад вугілля на місці нових складів УПВ.

Але не всі ділянки та склади УПВ мають сучасне обладнання. Так і склад лісоматеріалів має застаріле обладнання.

Неефективно використовуються два мостових крани, вантажні операції виконуються протягом тривалого часу через складність розвантаження універсальних напівагонів, яка обумовлена необхідністю використання стропів та ручної праці стропальника, обв'язування лісоматеріалів при навантаженні проволокою. Вантажні роботи виконуються значний за тривалістю час.

Необхідно розглянути можливість використання більш продуктивної нової техніки та розробити нову технологію транспортно-складських робіт при обслуговуванні залізничного транспорту на підприємстві [1-3].

Придбання сучасного мобільного навантажувача Fuchs MHL 340, за маркою, яка використовується в іншому – копровому цеху (з іншим типом вантажного захвату), дає змогу підміни на випадок ремонтних робіт.

Час на вантажні операції може бути значно скорочений.

Крім того, буде значно поліпшені умови праці й комфорт для працівників УПВ, оскільки техніка оснащена сучасною автоматизованою електронною системою керування.

Тому у магістерській роботі вирішується актуальна задача удосконалення транспортно-технологічних схем доставки та вантажопереробки лісоматеріалів в умовах УПВ ПАТ «Запоріжсталь».

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Загальні відомості про ПАТ «Запоріжсталь»

ПАТ «Запоріжсталь» (схема генерального плану наведена на слайді 1) займає одне із провідних місць у металургійній галузі України й входить до складу найбільшої гірничо-металургійної компанії - Групи Метінвест.

«Запоріжсталь» чітко тримає курс на підвищення ефективності проведення, модернізацію встаткування, а також створення й поліпшення безпечних умов праці для співробітників.

Комбінат «Запоріжсталь» виробляє сталевий гарячекатаний рулон і лист, холоднокатаний лист і рулон з вуглецевих, низьколегованих сталей, гнучий профіль, а також сталеву стрічку й чорну жерсть. Висока якість продукції підприємства підтверджується попитом на неї на внутрішньому й зовнішньому ринках. Вона затребувана більш ніж в 50 країнах світу (Туреччина, Італія, Польща, Росія, Сирія, Ізраїль, Болгарія, Ефіопія, Нігерія та інші), але стратегічним напрямком збутової політики комбінату залишається український ринок.

За рік комбінат виробляє 3,8 млн тонн чавуну, 4 млн тонн сталі й 3,4 млн тонн прокату.

На ПАТ «Запоріжсталь» велика кількість напрямків розвитку та декілька станцій прийому та відправки продукції. У даній роботі буде розглядатися станція Східна та один с цехів підготовки виробництва (УПВ). Станція Східна є вхідною промисловою сортувально-вантажною станцією. Це основна розпорядча станція, на якій переробляються вагонопотоки, які поступають, та відправляються зі станції.

У парному напрямі станція Східна примикає двома одноколійними перегонами, обладнаними автоматичним блокуванням до парків «А» і «Б» станції Запоріжжя-Ліве.

У непарному напрямі до станції Східна примикають одноколіїні перегони, обладнані напівавтоматичним блокуванням, зі станцій Підборочна (два перегони), Південна, Сортувальна ВАТ ДСС. До горловини станції примикають колії інших підприємств.

Також, до горловини станцій примикають колії:

- цеху гарячої прокатки тонкого листу (ЦГПТЛ);
- обтискного цеху;
- цеху холодного прокату (ЦХП-1, ЦХП-3);
- цеху холодного прокату жерсті (ЦХПЖ);
- відділення гнутих профілів (ВГП);
- Управління підготовки виробництва (УПВ);
- складу № 4 УКБ;
- колії вагонного і локомотивного депо, колії екіпіровки.

У даній роботі буде розглядатися управління підготовки виробництва (надалі УПВ) лісопильної ділянки.

## **1.2 Характеристика вантажів, умови їх перевезення та зберігання**

До УПВ прибувають декілька видів вантажів: ліс, агломерат, цегла. Розглянемо у деталях характеристику лісоматеріалів (табл. 1.1) Лісоматеріали перевозяться в універсальних піввагонах Укрзалізниці.

Під час завантаження у вагони, визначення ваги лісоматеріалів відбувається за спеціальними таблицями, в яких вказується порода дерева, його розміри і умови навантаження.

Завантаження у вагони лісоматеріалу здійснюється згідно з Технічними умовами.

Його укладають штабелями вздовж вагона і за сортами. Кожен вагон завантажують лісоматеріалом одних розмірів і однієї породи. У разі, коли довжина лісоматеріалу більше довжини кузова піввагона, лісоматеріал перевозять з відкритими дверима.

Таблиця 1.1 – Характеристика лісоматеріалів, які приходять до УПВ лісопильної ділянки

Характеристика	Значення
Лісоматеріали круглі хвойні, листяні ГОСТ 9462-88, ГОСТ 9463-88	
- максимальний обсяг пачки при довжині колод 6м, м <sup>3</sup>	28
- максимальна вага пачки (довжина колоди 6м), т	20
- максимальний обсяг пачки при довжині колод 4м, м <sup>3</sup>	20
- максимальна вага пачки (довжина колоди 4м), т	16
Пиломатеріали хвойних порід ГОСТ 8486-86, пиломатеріали листяних порід ГОСТ 2695-83	
- максимальний обсяг пачки, м <sup>3</sup>	28
- максимальна вага пачки, т	20
Деревні відходи і сміття, максимальна насипна маса 1м <sup>3</sup> , кг	500
Пакетовані дров'яні відходи, максимальний обсяг пакета 3м <sup>3</sup> , т	2,0
Пачки пиломатеріалів:	
- максимальний обсяг пачки, м <sup>3</sup>	4,0
- максимальна вага пачки, т	2,8
Кускові деревні відходи і сміття, максимальна насипна маса 1м <sup>3</sup> , кг	500
Пакетовані дров'яні відходи, максимальний обсяг пакета 3м <sup>3</sup> , т	2,0

Один із способів навантаження лісоматеріалу має назву «шапка» - верхня частина вантажу звужена. Але такий спосіб не застосовують, якщо довжина вантажу менше 1,6 метра.

Також не вантажать обмерзлі матеріали з дерева. Під час навантаження і укладанні в штабелі матеріалів з деревини, їх необхідно перекладати прокладками. Найперший ряд також укладають на поперечні підкладки. При транспортуванні пиломатеріалів використовують три підкладки. Часто при доставці лісоматеріалів застосовують стійки, які встановлюються на певні відстані, починаючи від кінця штабеля, і кріплять до піввагонів за допомогою дроту.

Для забезпечення безпечного перевезення круглого лісу, його необхідно закріплювати, згідно «Технічних умов навантаження і кріплення вантажів». Перевезення круглого лісоматеріалу повинна проходити при суворому обліку його маси, і дотримуватися навантаження на вісь залізничного складу.

Відправник вантажу зобов'язаний вказувати масу товару в залізничній накладній. Залізниця сама визначає масу вантажу, якщо навантаження відбувається в місцях загального користування, а вантажовідправник - під час навантаження в місцях особистого користування. Визначити масу вантажу можна і за допомогою розрахунків, але тут дуже важливо не допустити перевантаження, що може привести до аварії. При транспортуванні лісоматеріалу, через його легкості, відбувається недовантаження піввагонів і платформ, не використовується їх вантажопідйомність в повному обсязі.

Щоб виправити ситуацію, крім звичайної навантаження вагонів існує зональний габарит завантаження вагонів. Спосіб завантаження вагонів можна визначити по висоті стійок піввагонів. Висота стійок звичайного габариту - 2,78 м, зонального - 3,28 м. У залізниць є ділянки, за якими прохід зонального габариту заборонений. Не можна занурити лісоматеріали хвойних порід на звичайні піввагони і перевищити вантажопідйомність. Навантаження матеріалу інших порід деревини вимагає контролю маси продукції, щодо вантажопідйомності вагона.

Склади для тривалої природної сушки і зберігання пиломатеріалів повинні розташовуватися на сухих, добре провітрюваних місцях. На майданчику під штабелем і, приблизно, на 2 м навколо нього по периметру викошувати трава і віддаляється чагарникова поросль.

Штабель лісоматеріалів укладається на підштабельних фундаментах (подстопних місцях). Відстань між поверхнею землі і нижнім рядом матеріалу має становити близько 70 см. Дерев'яна основа штабеля антисептується.

Колоди перед укладанням в штабель повинні бути окорені, причому проводиться обкорення зі збереженням волокон лубу («луб'яне обкорування»). На торцях колод залишаються кільця кори шириною до 6 см. Торці колод промащуються оліфою або олійною фарбою.

Ці заходи в деякій мірі дозволяють запобігти передчасному розтріскуванню заготовок. Укладання штабелі здійснюється горизонтальними рядами з шпаціями (проміжками), приблизно в 18 см, між суміжними колодами. Між рядами в одних вертикальних площинах з кроком близько 150 см встановлюються антисептуючі прокладки з жердин (дощок, брусів) з висотою перерізу не менше 10 см. Ширина і висота штабеля (з умов його ручної розбирання) становить, відповідно 3,5 і 1,8 м.

Над штабелем влаштовується тимчасова покрівля.

### **1.3 Характеристика колійного розвитку системи**

Станція Східна, до якої входить УПВ має наступний колійний розвиток. Відомість парків і колій, станції, приведена в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 - Відомість парків і колій станції Східна

Найменування парків або груп колій	Номери колій	Найменування колій	Стрілки, які обмежують колію		Корисна довжина в метрах	Місткість у вагонах
			від	до		
1	2	3	4	5	6	7
Приймально-відправний парк	40	Приймально-відправна	51	52	419	27
	1	Прийм-відпр., сортувальна	57	66	300	20
	2	" - "	57	66	300	20
	3	" - "	59	64	360	24
	4	" - "	59	64	356	23
	5	" - "	53	60	503	33
	6	" - "	53	60	465	31
	7	" - "	55	56	519	34
	8	Приймально-відп., вагова	37	54	705	47
	9	Прийм-відпр., сортувальна	39	28	788	52
	10	" - "	29	34	721	48
	11	" - "	29	38	687	45
	12	" - "	19	44	622	41
	13	" - "	19	44	643	42
	14	" - "	23	42	600	40
	15	" - "	23	42	600	40
	16	" - "	89	48	500	33
	17	" - "	87	48	456	30
	18	" - "	87	46	462	30
	19	Приймально-відправна	11	32	958	63
	20	Приймально-відправна	9	68	962	64
	33	Витяжна	97	упор	494	32
	34	" - "	35	упор	250	116
	35	Вагова	101	103	150	10
	35a	" - "	101	103	150	10
	36	З'єднувальна	35	43	43	2
	40a	Відстою колійної техніки	71	51	308	20
	1a	Приймально-відправна	69	51	290	19
	2a	Прийм-відпр., сортувальна	67	49	155	10
	Колії ЦПУ і РК	1	Технологічного ремонту	322	342	37
2		" - "	320	342	45	3
3		" - "	320	упор	45	3
16		Відстою відн. поїзда	302	упор	80	5
Колії локомотивного і вагонного депо, екіпіровки ЦРРС	4	" - "	308	356	224	14
	5	" - "	326	354	131	8
	6	" - "	326	354	131	8
	7	" - "	304	упор	180	12
	8	" - "	318	упор	118	7
	9	" - "	318	упор	119	7
	10	" - "	314	упор	86	5
	11	Технологічного ремонту	328	338	210	14
	12	Технологічного ремонту	328	упор	120	8
	13	" - "	330	упор	180	12
	14	" - "	330	упор	135	9
	17	Відстою	350	упор	166	11
	18	Технологічного ремонту	352	368	45	3
	19	Відстою	358	364	45	3
	21	Технологічного ремонту	366a	упор	15	1
	22	Тех. обслуговування	374	упор	65	4
23	Відстою	338	упор	170	11	
24	Ходова	372	366a	160	10	

## Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7
Колії УПВ	60	Вант.-розвантажувальна	116	упор	390	26
	61	-"	116	упор	300	20
	76	-"	310	упор	486	32
	62	-"	126	упор	130	8
	64	-"	124	упор	195	13
	66	-"	126	упор	210	14
	68	-"	128	упор	410	27
	69	-"	128	упор	414	27
	70	-"	132	упор	75	5
Колії УПВ	71	-"	110	132	447	29
	72	-"	106	упор	560	37
	73	Вантаж., очищення	106	упор	144	9
	32a	-"	210	упор	45	3
	45	Розвантажувальна	90	упор	150	10
Колії ЦГПТЛ	15	Вантажно-вивантажувальна	232	упор	147	9
	16	-"	232	упор	230	15
	17	-"	230	упор	190	12
	18	-"	228	упор	184	12
	19	-"	226	упор	243	16
	20	-"	226	упор	182	12
	21	-"	220	упор	300	20
	21a	-"	222	упор	193	12
	22	Ходова	222	221	345	23
	16a	Виставочна	232	230a	265	17
Колії Обтискового цеху	37	Вант.-вивантажувальна	217	упор	62	4
	38	-"	215	упор	90	6
	39	-"	219	упор	60	4
Колії ЦХП-1	23	Вивантажувальна	221	упор	130	8
	24	Вивантажувальна	221a	упор	45	3
	27	Вантажно-вивантажувальна	216	упор	330	22
	28	-"	216	упор	80	5
	29	-"	214	упор	150	10
	30	-"	214	упор	77	5
	30a	-"	76	упор	65	4
	31	-"	76	упор	390	26
	108	Вивантажувальна	227	упор	90	6
	109	Вивантажувальна	209	225a	60	4
ВХПЖ	1	-"	238	упор	140	9
	2	-"	238	упор	140	9
	3	-"	223	упор	340	22
Колії ВГП	101	-"	2a	упор	259	17
	102	-"	229	упор	60	4
	102a	Ходова	229	209	360	24
	103	Вант.-вивантажувальна	207	упор	126	8
	104	-"	211	упор	134	8
	105	-"	211	упор	90	6
Колії ЦХП-3	91	Вант.-вивантажувальна	97	упор	138	9
	92	-"	97	упор	162	10
	92a	Відстою вагонів	99	упор	135	9
	93	Вант.-вивантаж., відстою	96	упор	362	24
	96	Ходова	92	91	165	11
Колії ЦХП-3	96a	-"	90	98	180	12
	97	Відстою	93	90	182	12
	98	-"	98a	упор	165	11

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7
	99	-"	98a	упор	345	23
	32	Вивантажувальна	4a	упор	65	4
	100	Колія очищення	100	упор	96	6
	101	Відстою вагонів	100	упор	96	6
Колії ЦТС і РП	1	Вантажно-вивантажувальна	3	упор	212	14
	2	-"	3	упор	212	14
	3	Обгінний	5	упор	200	13
	4	-"	5	упор	170	11
	94	Вантажно-вивантажувальна	96	упор	287	19
	95	Ходова	94	1	140	9
	43	Відстою	82В	упор	15	1
	44	-"	82В	упор	15	1
	46	Вантажно-вивантажувальна	88	упор	80	5
	47	Відстою	88А	упор	330	22
	48	-"	90А	упор	90	6
	48А	-"	90А	упор	60	4
	49	-"	88А	упор	30	2
	50	-"	86Б	упор	35	2
	51	-"	86Б	упор	35	2
	52	-"	104А	упор	90	6
	53	-"	134	136	100	6
	54	-"	134	138	100	6
	100	Вантажно-вивантажувальна	350	219	160	10
	101	-"	336А	упор	135	9
	102	Відстою	336А	упор	45	3
	103	-"	378	упор	15	1
104	-"	378	упор	80	5	
Колії МВРП	42	Вагоно-ремонтна	102	111	560	37
	43	-"	102Б	111	500	33
	44	-"	102Б	упор	80	5
Колії складу УКБа	1	Вантажно-вивантажувальна	123	упор	150	10
	2	-"	123	упор	360	24
	3	-"	122	упор	75	5
	4	-"	122	упор	210	14
	5	-"	119	упор	416	27

Колії, виділені для прийому і відправлення, а також для пропуску поїздів з розрядними і негабаритами вантажами:

а) для розрядних вантажів - № 5, 8, 14, 15;

б) для негабаритних вантажів - для пропуску поїздів, колії № 8,40,1

для прийому (відправлення) поїздів з (на) станцію Південна, Сортувальна, Підбиральна – колії № 6, 17, 18;

в) для гарячого шлаку – залізничні колії №40, 1а, 2а, 1, 2, 22, а також перегони на станцію Підбиральна і станцію Шихта. При перевезенні вказаних вантажів забороняється знаходження на сусідніх залізничних коліях

вагонів з легкозаймистими вантажами.

Характеристика колій, які виділені для стоянки вагонів з розрядними вантажами і відновлювальних поїздів, і запобіжних та уловлюючих тупиків, приведена в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 - Колії, виділені для стоянки вагонів з розрядними вантажами і відновлювальних поїздів, запобіжні і уловлюючі тупики

Номери колії	Призначення колій і тупиків	Номери стрілок, які обмежують колію
16 ЦПХ і РК	Для стоянки відновлюваного поїзда	302 - упор
24 ЦХП-1	Злив кислоти	221А - упор
32 ЦХП-3	Злив кислоти	4А - упор
109 ЦХП-1	Злив кислоти	209 – 225а

Для забезпечення чіткої організації маневрової роботи Східний залізничний район поділений на 10 маневрових районів.

Спеціалізація районів роботи маневрових локомотивів Східного району приведена в таблиці 1.4

Таблиця 1.4 - Спеціалізація районів роботи маневрових локомотивів

Район роботи	Що служить витяжкою і її межі	Основний характер роботи, яка виконується	Серія локомотивів, які працюють
1	2	3	4
Район № 1	Колія № 33 від сигналу ПГ до упору	Формування і розформування поїздів і маневрових передач через немеханізовану гірку	ТЭМ-2

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4
Район № 2	Стрілочна вулиця від СП № 128 до сигналу М42	Подача і прибирання вагонів на фронті вантаження-вивантаження УПВ, матеріальної служби, колія ЗЗМК, локомотивного і вагонного депо	ТЭМ-2 (ТГМ-4)
Район № 3	Колія № 34 від сигналу М11 до упору	Формування і розформування поїздів і маневрових передач, переважування вагонів	ТЭМ-2
Район № 4	Стрілочна вулиця від Сп232 до сигналу М52	Подача і прибирання вагонів до фронтів вантаження-вивантаження ЦГПТЛ, Обтискового цеху і кислотного тупика ЦХП-1	ТГМ-4
Район № 5	Стрілочна вулиця від сигналу М4 до СП № 20	Подача і прибирання вагонів до фронтів вантаження-вивантаження ЦХП-1, ОХПЖ ЦХП-1, ОГП ЦГПТЛ, ЦХП-3	ТЭМ-2 (ТГМ-4)
Район № 6	Колія № 11 від СП № 3 до упору	Подача і прибирання вагонів до фронтів вантаження-вивантаження складів УКБ і складу ст. Запоріжжя-Ліве	ТЭМ-2 (ТГМ-4)
Район № 7 неп. горл. ст. Гран- басейн	Головна колія до світлофора НШ	Обслуговування майданчика обезводнення шлаку, обгін локомотива, кантівка думпкарів з граншлаком	ТЭМ-2 (ТГМ-4)
Район № 8 Парна горлов. ст. Гран- басейн	Головна колія до сигналу ЧГ	Подача вагонів під вантаження граншлаку і їх прибирання, обслуговування РБУ РСЦ	ТЭМ-2 (ТГМ-4)
Район № 9 ст. Північна	Головна колія до граничного стовпчика СП 1а	Подача і прибирання вагонів під вивантаження цементу на новий РБУ РСЦ	ТЭМ-2 (ТГМ-4)
Район № 10	Головна колія до граничного стовпч. СП 17	Постановка під злив мазуту цистерн і їх прибирання	ТЭМ-2 (ТГМ-4)

Перегони, які примикають до станції і основні засоби сигналізації і зв'язку при русі поїздів:

а) у непарному напрямі:

Східна - Південна - одноколіїний, напіваавтоблокування;

Східна - Сортувальна - ув'язка по вхідних світлофорах сусідніх станцій, що стоять в створі, напіваавтоблокування;

Східна - Шихта - одноколіїний, напіваавтоблокування;

Східна – Шихта – з'єднувальна колія – маневровий порядок руху;

Східна - Підборочна - одноколіїний, напіваавтоблокування;

Східна – Підборочна - з'єднувальна колія – маневровий порядок руху;

Східна – Мартени - з'єднувальна колія – маневровий порядок руху;

б) у парному напрямі:

Східна - Запоріжжя Ліве парк "А" - одноколіїний, автоблокування;

Східна - Запоріжжя Ліве парк "Б" - одноколіїний, автоблокування;

Східна - Силікатна - одноколіїний, напіваавтоблокування;

Східна - Гранбасейн - одноколіїний, напіваавтоблокування;

Східна – Вугільна - одноколіїний, напіваавтоблокування.

#### **1.4 Характеристика транспортних засобів та схеми розміщення вантажу**

Лісоматеріали перевозять у стандартних піввагонах Укрзалізниці, технічна характеристика яких представлена у таблиці 1.5

Таблиця 1.5 – Технічна характеристика піввагону моделі 12-132

Характеристика	Значення
1	2
Вантажопідйомність, т, не більше	69,5
Маса тари, т	24 ± 0,5
Максимальна розрахункова статичне навантаження від колісної пари на рейки, кН (тс)	230,3 (23,5)
Довжина піввагону по осях зчеплення автозчепів, мм, не менше	13920
Обсяг кузова, м <sup>3</sup>	88
Конструкційна швидкість, км/год	120
База, мм	8650
Ширина зовнішня по стійках до верхньої обв'язки, мм	3158
Висота від головки рейок до верхньої обв'язки, мм	3780
Внутрішні розміри кузова, мм:	
- довжина в світлі	12750
- ширина у просвіті по середньому перерізу	2911
- висота	2365
Кількість розвантажувальних люків, од.	14
Модель візка	18-100

Також, для перевезення лісоматеріалів на УПВ може застосовуватись спеціалізований вагон-лісовоз мод. 13-4012, технічна характеристика якого приведена у таблиці 1.6

Таблиця 1.6 – Технічна характеристика вагону-лісовозу мод. 13-4012

Характеристика	Значення
Вантажопідйомність, т, не більше	68
Маса тари, т	24
Максимальна розрахункова статичне навантаження від колісної пари на рейки, кН (тс)	225,4
Обсяг кузова, м <sup>3</sup>	36,8
Конструкційна швидкість, км/год	120
База, мм	9720
Кількість стійок, од.	16

Продовження таблиці 1.6

Характеристика	Значення
Довжина, мм: - по осях зчеплення автозчепів - по кінцевим балкам рами	14620 13400
Ширина максимальна, мм	3150
Висота від рівня верху головок рейок, мм: - максимальна - до рівня підлоги	1810 1310
Довжина кузова всередині, мм	13300
Ширина кузова всередині, мм	2770

На рисунку 1 наведено стропування круглих лісоматеріалів у вагоні.

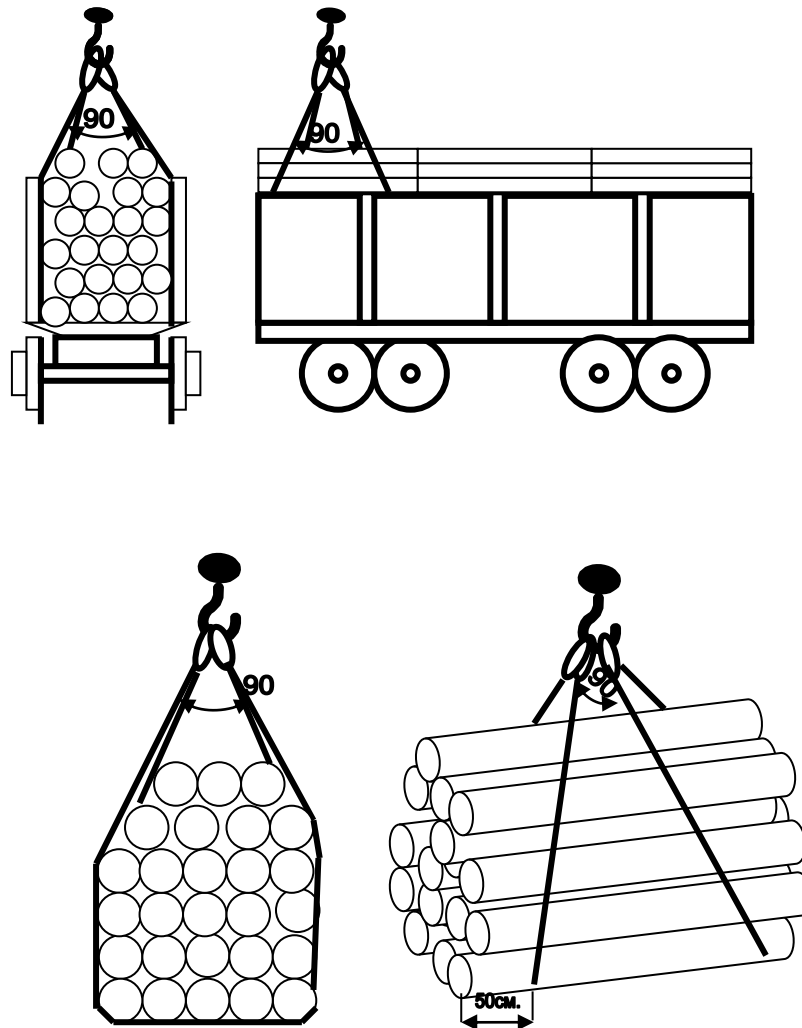


Рисунок 1.1 - Схема стропування круглих лісоматеріалів у піввагоні

На рисунку 1.2 показана схема вагону-лісовозу мод. 13-4012

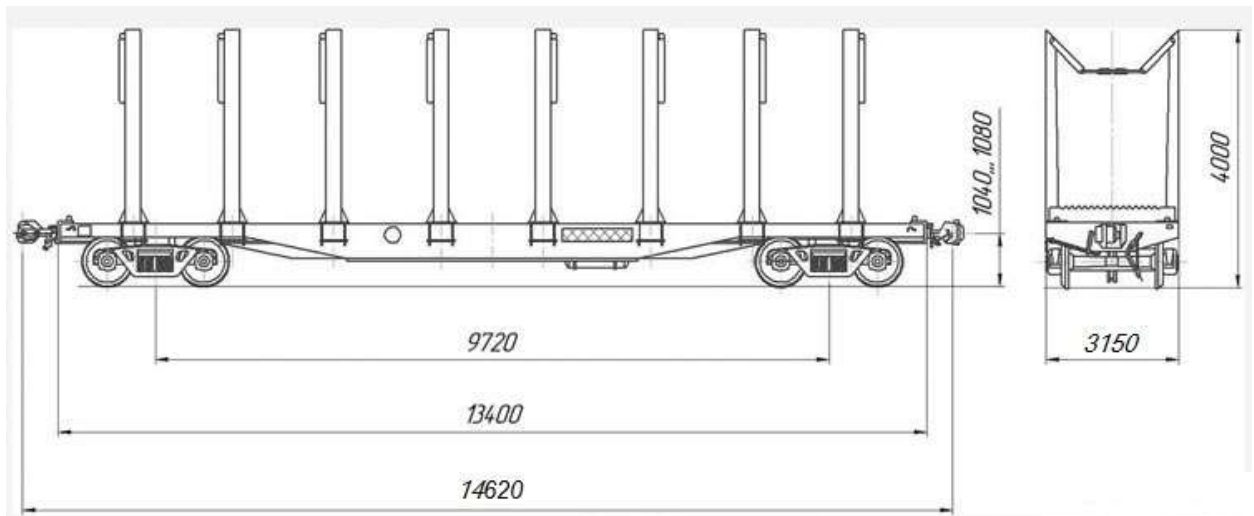


Рисунок 1.2 – Схема вагону-лісовозу мод. 13-4012

Також на території УПВ лісопильної ділянки використовуються два електричних козлових крани: спеціальний КС50-42В та КК-25Л. Технічні характеристики кранів приведені у таблицях 1.7 та 1.8.

Таблиця 1.7 – Технічна характеристика спеціального електричного козлового крану КС50-42В

Характеристика	Значення
1	2
Максимальна вантажопідйомність, т:	
- головний підйом	50
- допоміжний підйом	10
Максимальна висота підйому, м:	
- головний підйом	14,5
- допоміжний підйом	16,7
Проліт - виліт консолі, м	5
База, м	9
Коля, м	26
Швидкість підйому, м / хв:	
- головний підйом	7...8
- допоміжний підйом	8

Продовження таблиці 1.7

1	2
Швидкість опускання, м / хв: - головний підйом - допоміжний підйом	7...8 8
Швидкість посадки, м / хв	1,4...2,4
Швидкість пересування крана, м / хв	37
Швидкість пересування вантажного візка, м / хв.	25
Спосіб управління	Електричний
Маса крана в робочому стані, т	82,74

Таблиця 1.8 - Технічна характеристика електричного козлового крану К30-32

Характеристика	Значення
Максимальна вантажопідйомність, т:	30
Максимальна висота підйому, м:	10,5
Проліт - виліт консолі, м	32
Швидкість підйому, м / хв:	4,65
Швидкість пересування крана, м/ хв	39
Швидкість пересування візку, м / хв	23,5
Спосіб управління	Електричний
Маса крана (повна), т	47,5

### 1.5 Характеристика вантажних фронтів і засобів механізації

На станції Східна, відбувається переробка всього вантажопотоку, який поступає на комбінат. В основному виконується вивантаження та навантаження вантажів.

Основні види вантажів, які вивантажуються на станції Східна:

- тарно-штучні вантажі: цегла, рейки, шпали, лісоматеріали,

металопродукція, обладнання, рулони, піддони, труби.

- сипучі вантажі: пісок, глина, вугілля, вапно для флюсування;
- небезпечні вантажі: диз. паливо, масло, сірчана кислота;
- вантажі хімічної промисловості: феросплави;
- будівничної промисловості: цегла, вуголки, лісоматеріали.

Основні вантажі, які навантажуються: граншлак; масло; труби; вуголки; обладнання; диз. паливо; шпали; валки; металопродукція; цегла; лісоматеріали; рейки; піддони; пісок.

Характеристика вантажних фронтів та засобів вантажопереробки, приведені в таблиці 1.9

Таблиця 1.9 – Характеристика вантажних фронтів та засобів вантажопереробки

Найменування пристрою	Номери прилеглих колій	Довжина фронту навантаження (вивантаження) у вагонах	Механізми, які використовуються на вантажних фронтах
1	2	3	4
<b>УПВ</b>			
Злив масел	45	2	естакада
Тарна мастерська	32А	2	автокран
Склад глини	70	5	залізничний кран
Склад піску	71	11	залізничний кран
Склад вугілля № 86	93	10	залізничний кран
Склад вогнетривкої цегли	64	1	автонавантажувач
Склад вогнетривів	66	2	автонавантажувач
Склад вогнетривів	61	10	залізничний кран
Склад лісу	68	13	козловий кран
Склад тарно-шт. вантажів	60	10	автонавантажувач
1	2	3	4
Склад сипких матеріалів	62	2	залізничний кран
Металосклад	72	10	козловий кран
Склад феросплавів	73	3	козловий кран
Склад тарно-штучних вантажів і сипких матеріалів	76	16	автонавантажувач
Новий склад (навантаження)	11	20	екскаватор на гусеничному ході
Естакада по вивантаженню вугілля на новому складі	9	22	екскаватор на гусеничному ході
<b>УКС, ООО МД «Истейд»</b>			
Склад по колії №4	4	10	козловий кран
Склад Нов.скл.	14	28	козловий кран
Склад Нов.скл.	17	1	мостовий кран
Склад металу ОПП УЖДТ	10,1 3	2	козловий кран

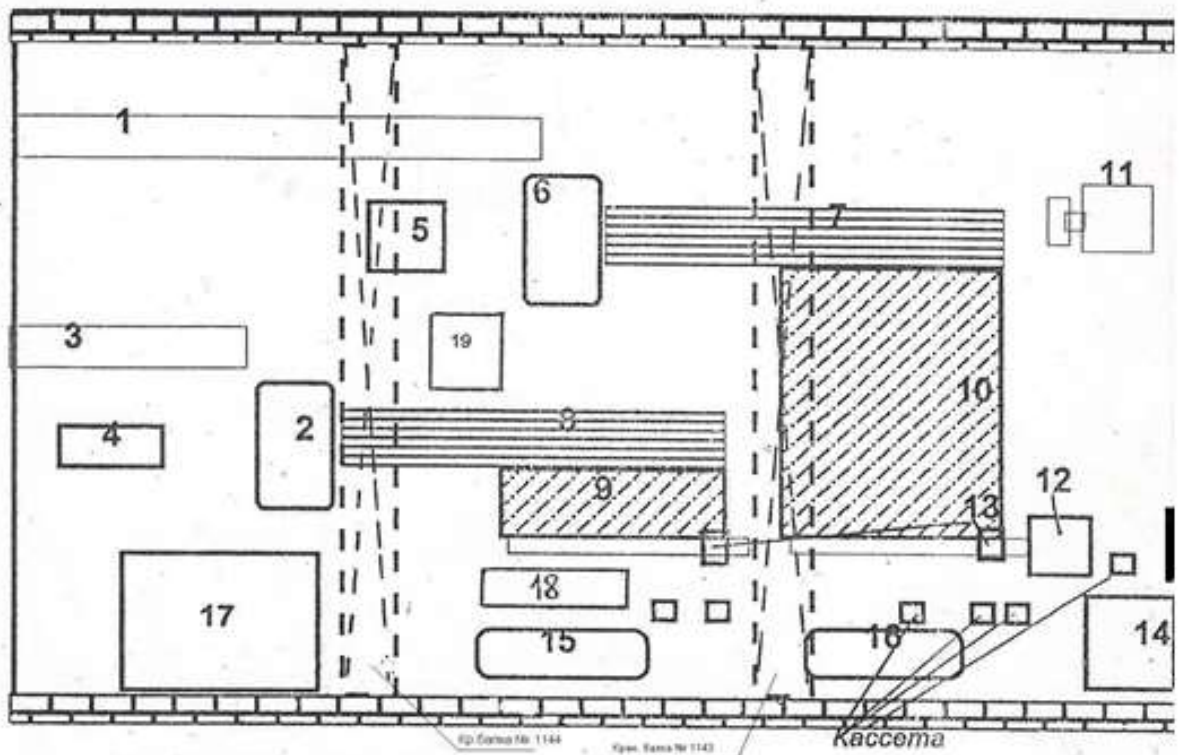
Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4
<b>ЦХП – 3</b>			
Злив кислоти	32	2	Естакада
	91	2	мостовий кран
	92	4	мостовий кран
	93	2	мостовий кран
<b>ЦРПО</b>			
ЦРПО	21А	1	мостовий кран
<b>ЦГПТЛ</b>			
ЦГПТЛ	16	15	мостовий кран
	17	7	мостовий кран
	18	4	мостовий кран
	19	4	мостовий кран
	20	4	мостовий кран
<b>ВГП ЦГПТЛ</b>			
ЦГПТЛ ВГП	21	8	мостовий кран
	37	1	мостовий кран
	39	1	мостовий кран
ЦГПТЛ ВГП	101	3	мостовий кран
	102	3	мостовий кран
	103	6	мостовий кран
	104	8	мостовий кран
	105	5	мостовий кран
Обтисковий цех	15	2	мостовий кран
	38	4	мостовий кран
<b>ЦХП – 1</b>			
	27	2	мостовий кран
	28	2	мостовий кран
	29	3	мостовий кран
	30	2	мостовий кран
	30а	3	мостовий кран
	31	22	мостовий кран
Злив масел ЦХП - 1	108	2	естакада
Злив кислоти ЦХП - 1	24	3	естакада
ОХПЖ	1	3	мостовий кран
	2	3	мостовий кран
	3	11	мостовий кран
<b>ЦТСиРП, ЦРПС</b>			
ЦТС и РП	1	17	козловий кран
	2	17	козловий кран
	53	5	козловий кран
	54	5	козловий кран
ЦРПС (злив дизпалива)	22	1	естакада

## 1.6 Характеристика складського господарства

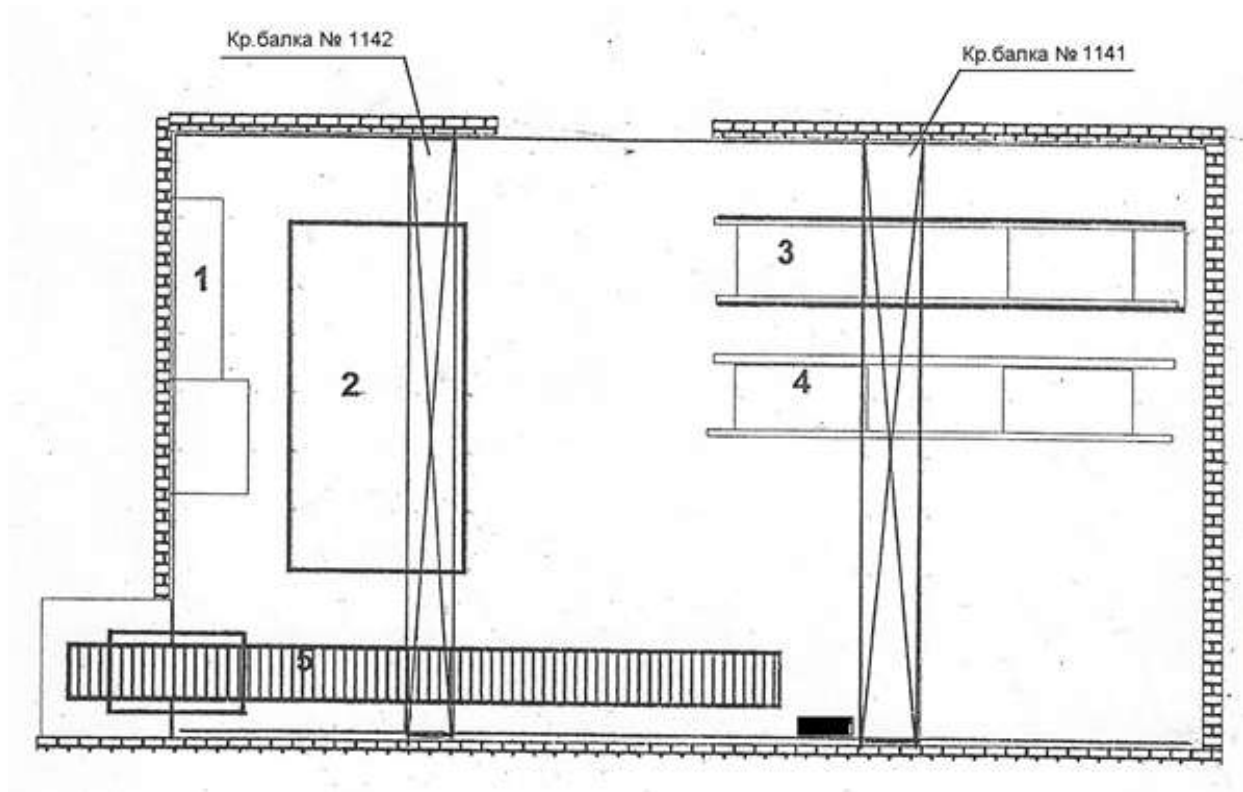
Загальна площа складського господарства лісопильної ділянки займає близько 5 тис.м<sup>3</sup>.

До нього входить: значна територія управління підготовки виробництва, двоповерхове приміщення лісопилки (рис.1.3) , басейн, критий (рис.1.4) та відкритий склади, дві розвантажувальні естакади, також примикає залізнична колія №68 та одна автомобільна дорога.



- 1,3 – бревнотаска;
- 2 – лісопильна рама;
- 15, 16 – місце складування довгомірних відходів;
- 17 – майстерня;
- 18 – місце складування пиломатеріалів;
- 4-15, 19 – технологічні об'єкти складу лісоматеріалів.

Рисунок 1.3 – Схема складу лісоматеріалів



- 1 – приміщення зберігання інструментів;  
 2-4 – стелажі для зберігання пиломатеріалів;  
 5 – траверсний візок.

Рисунок 1.4 – Схема критого складу

### **1.7 Організація документального оформлення перевезень, приймання, видачі та зберігання вантажів**

До основних документів при прийомі лісоматеріалів є:

- залізнична накладна - це основний документ, який застосовується для здійснення процесу транспортування вантажів залізницею. Вона має функцію договору на перевезення зазначеної кількості товару, є товаророзпорядчим документом, а також підтверджує прийняття вантажу перевізником до транспортування. Продукція, яка перевозиться, передається

кінцевому одержувачу тільки в разі пред'явлення залізничної накладної. Документ містить такі відомості: найменування вантажу, час прийому товару перевізником, дату доставки, пункти відправлення та призначення, вид упаковки, спосіб оплати та інше;

- накладна специфікації - документ, в якому повністю викладені вимоги конкретного споживача або викладені уточнення до вимог стандарту, технічних умов або стандартної специфікації до породи, довжині колод, діапазону діаметрів, порокам. Зазвичай є додатком до договору;

- карантинний сертифікат - основний документ, який дає право вивозити деревину з карантинної зони, підтверджуючи її фітосанітарну безпеку. Видається він лише після того, як деревина проходить спеціальну хімічну обробку;

- сертифікат якості - супровідний документ, що засвідчує якість поставленого товару. Містить показники якості, технічні характеристики, передбачені договором. Видається підприємством - виробником або експортером. Сертифікат якості складається в декількох примірниках, на яких один зазвичай слідує з вантажем, інший видається разом з рахунком та ін. документами для оплати за поставлений товар. Сертифікат якості для лісоматеріалів - висновок про відповідність однорідної партії лісоматеріалів вимогам нормативних документів;

- також одним з документів є роздрукована залізнична накладна для відділу безпеки.

Лісоматеріали в цех надходять залізничним транспортом. В цех надходять лісоматеріали 2-х видів:

- круглі лісоматеріали (пиловник);
- брус чотирикантний.

Вивантаження, складування лісоматеріалів на ділянці здійснюється козловим краном згідно «Технологічної карті на виробництво робіт вантажопідіймальними механізмами на лісопильному ділянці».

Пачки лісо-пиломатеріалів укладаються в штабелі в залежності від виду та довжини матеріалу. Кожна пачка лісо-пиломатеріалів маркується із зазначенням № вагона і дати надходження, № бригади.

Дані про вагон, що прийшов, заносяться в журнал реєстрації. Контроль якості вступників лісоматеріалів здійснюється згідно: ГОСТ 9462-88, договір - для круглих лісоматеріалів, ГОСТ 2695-83, договір - для бруса 4-х кант.

Після успішної перевірки і оформлення документації лісоматеріали опускаються козловим краном в басейн для розформування. З сортувального басейну ланцюговим транспортером подаються на лісопильну раму №1 на розпилювання.

Після розпилювання відбувається торцювання пиломатеріалів на мірні довжини, а також сортування за типами та розмірами і укладання в пакети.

Сформовані пакети кран балкою доставляються на ділянку ув'язки пакетів, далі транспортуються у критий склад готової продукції, де укладаються на підступні місця або відвантажуються на автотранспорт або тракторний причіп і вивозяться на відкритий склад зберігання пиломатеріалів.

Складування пиломатеріалів в критому складі здійснюється на стелажі згідно схеми складування (рис. 1.5)

Складування пиломатеріалів на відкритому складі зберігання пиломатеріалів здійснюється в штабелях згідно схеми складування (рис. 1.5).

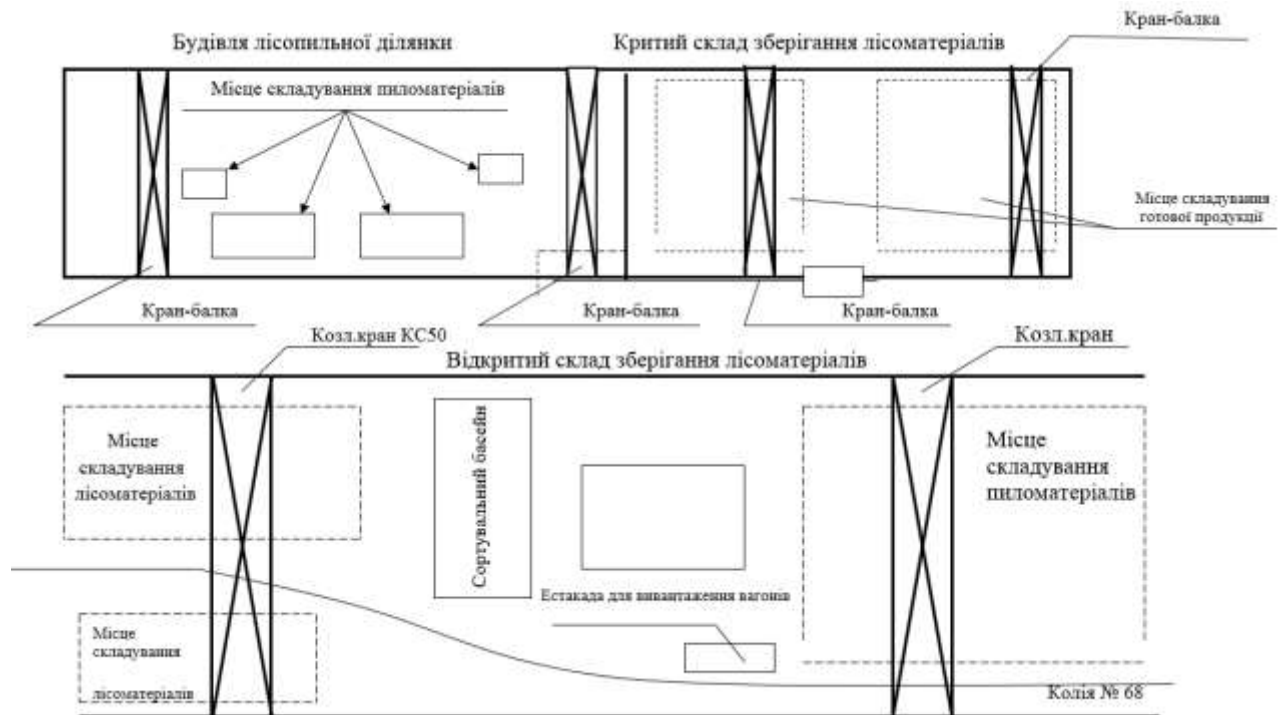


Рисунок 1.5 – Схема складування пиломатеріалів на закритому та відкритому складах

## 1.8 Аналіз патентної інформації

Патент №u201303561 10.09.2015, бюл. № 17

ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ВІННИЦЯТРАНСПРИЛАД" (UA )

Шаповалов Сергій Федорович; Гарболінський Віктор Миколайович;

Снігир Володимир Сергійович; Рябошапка Сергій Олександрович

пл. Героїв Сталінграда, 1, м. Вінниця, 21100

**ЗАХВАТ ДЛЯ КРУГЛИХ ЛІСОМАТЕРІАЛІВ**

Захват для круглих лісоматеріалів, що включає щелепи, траверсу, тяги та приводний механізм, який відрізняється тим, що містить з'єднану із щелепами за допомогою тяг нерухому раму, на якій встановлено електропривод, та рухоми траверсу, що зв'язана з електроприводом та з'єднана зі щелепами, змикання та розмикання яких забезпечується

переміщенням траверси по двох жорстко закріплених паралельних напрямних, що з'єднують траверсу з нерухомою рамою.

Відомі електромоторні грейфери для круглих лісоматеріалів різних модифікацій, які навішуються на гак підіймальної машини та містять приводний механізм з електродвигуном, канат та щелепи, а також проміжні вузли та деталі (вали, ланцюги, пружини, блоки), що забезпечують шляхом передавання на канат через блоки зусилля, необхідного для замикання щелеп та підймання колод. Суттєвим недоліком таких грейферів є складність конструкції, велика металоємність та необхідність виконання ручних робіт для направлення щелеп на штабель з колодами.

В основу корисної моделі поставлено задачу спрощення конструкції механізму для захвату круглих лісоматеріалів, підвищення його надійності та продуктивності. Захват для круглих лісоматеріалів, який містить щелепи, тяги та приводний механізм, згідно з корисною моделлю, включає з'єднану із щелепами за допомогою тяг нерухому раму, на якій встановлено електропривод, та рухому траверсу, що зв'язана з електроприводом та з'єднана зі щелепами, змикання та розмикання яких забезпечується переміщенням траверси по двох жорстко закріплених паралельних направляючих, що з'єднують траверсу з нерухомою рамою. Спрощення конструкції досягнуто завдяки виключенню електроприводу для керування рухом носків щелеп. У запропонованому захваті для круглих лісоматеріалів завдяки конструкції щелеп та взаємозв'язку щелеп з електроприводом через рухому траверсу і тяги забезпечується робота захвату, тобто підймання-опускання захвату та розмикання-змикання щелеп, за наявності лише одного приводу. Надійність захвата забезпечується подвійною системою захисту від перенавантажень: автоматичним вимикачем, який запобігає перевантаженню електродвигуна, та кінцевим вмикачем, який спрацьовує при перевищенні допустимого навантаження каната електроприводу. Конструкція захвату забезпечує високу продуктивність перевантаження круглих лісоматеріалів.

Патент № 2002064982 15.01.2014, бюл. № 1

НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (UA )

Бегеба Володимир Миколайович; Бегеба Владислав Володимирович

вул.Героїв оборони, 15, м.Київ, 03041

## АГРЕГАТНИЙ АВТОПОЇЗД ДЛЯ САМОЗАВАНТАЖЕННЯ ДОВГОМІРНИХ КРУГЛИХ ЛІСОМАТЕРІАЛІВ

Агрегатний автопоїзд для самозавантаження довгомірних круглих матеріалів, що включає тягач з причепом, лебідку з канатно-блочною системою, коники з відкидними стійками, який відрізняється тим, що відкидні стійки обладнані рольгангами, а завантаження агрегатної машини здійснюють з допомогою поліспастичних строп.

Винаходом поставлено задачу зменшення опору переміщення пачк лісоматеріалів та енергомісткості процесу, збільшення об'єм завантажування пачки і підвищення продуктивності транспортно-завантажувального агрегату.

Поставлена задача вирішується тим, що агрегатний автопоїзд для самозавантаження довгомірних круглих матеріалів, що включає тягач з причепом, лебідку з канатно-блочною системою, коник з відкидними стійками, які обладнані рольгангами, а завантаження агрегатної машини здійснюють з допомогою поліспастичних строп.

Агрегатний автопоїзд для самозавантаження довгомірних круглих лісоматеріалів включає тягач з причепом, лебідку з канатно-блочною системою, коник автомобіля і причеп з відкидними стійками, рольганг і поліспастичний строп. Агрегатний автопоїзд після установки під завантаження, пачки деревини за допомогою поліспастичних строп і лебідки та канатно-блочної системи навантажується в автопоїзд по відкидним стійкам з рольгангами, об'єм завантажування пачок деревин збільшується в 1,5 - 2 рази, що дає змогу зменшити простір машин під завантаженням, підвищити продуктивність, зменшити енергомісткість і металомісткість процесу.

## **1.9 Недоліки існуючого положення і постановка задач магістерської роботи**

На ПАТ «Запоріжсталь» весь обсяг лісоматеріалів, який надходить зі станції примикання, вивантажується в Управлінні підготовки виробництва.

Склад лісоматеріалів працює за застарілою технологією вантажних робіт, при вивантаженні вагонів використовуються козлові крани із тривалим циклом переміщення вантажу у порівнянні з сучасними засобами механізації.

Це є основним недоліком складу лісоматеріалів УПВ.

Іншими недоліками, є наступні, пов'язані з даною технологією:

- необхідність використання проволоки для ув'язування пакетів лісоматеріалів, та, відповідно, необхідність її зрізання, складування, зберігання перед використанням у якості вторинної сировини;
- необхідність використання праці стропальника при розвантаженні піввагонів з лісоматеріалами;
- складність візуального огляду лісоматеріалів у піввагонах при їх прийманні, фактично, якісний огляд можна виконати після розвантаження вагону, у разі виявлення неякісного лісу, важко доказати постачальнику, що він прибув саме у цьому вагоні.

З огляду на вищевказані недоліки, пропонується придбати мобільний навантажувач Fuchs MHL 340, обладнаний спеціальним кліщовим захватом для лісоматеріалів.

Додаткові капітальні витрати на придбання мобільного навантажувача можуть бути компенсовані за рахунок економії експлуатаційних витрат та отримання коштів за реалізовані козлові крани, для чого необхідно виконати відповідні техніко-економічні розрахунки.

## 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Дослідження методами статистичного аналізу вихідних даних та розрахунок проектних вантажопотоків

Для встановлення розрахункових вантажопотоків зі станції Запоріжжя-Ліве на адресу центрального блоку складів УПВ, (діаграма вантажопотоків наведена на слайді 2 графічної частини) виконаємо наступні розрахунки.

При розрахунках вантажопотоків з метою організації перевезень, навантажувально-розвантажувальних і складських робіт слід враховувати коефіцієнт їх нерівномірності  $\kappa_n$  – відношення максимального місячного вантажообороту  $Q_{max}$  до середньомісячного вантажообороту  $Q_{сер}$  за розглянутий період.

Більш точно  $\kappa_n$  визначають відповідно до правил математичної статистики за такою методикою [4, 5]:

- за первинними обліковими документами попереднього року виявляють добове прибуття (відправлення) на підприємство (з підприємства) вагонів (додаток Б) ;
- потім будують статистичний обсяг прибуття (надходження лісоматеріалів у вагонах за добу):

5, 1, 5, 2, 1, 6, 2, 3, 2, 1, 3, 10, 5, 7, 1, 4, 1, 1, 2, 2, 3, 2, 3, 2, 2, 7, 7, 7, 6, 3.

Обробимо статистичний ряд за наступною методикою.

Побудуємо варіаційний ряд, тобто всі дані статистичного ряду розмістимо в порядку зростання випадкової величини (табл. 2.1).

Виключимо грубі аномальні спостереження, тобто такі дані, які в значній мірі відрізняються від інших даних варіаційного ряду.

Таблиця 2.1 – Варіаційний ряд добових обсягів перевезення лісоматеріалів на ПАТ «Запоріжсталь»

№ з/п	Кількість вагонів	№ з/п	Кількість вагонів
1	1	16	3
2	1	17	3
3	1	18	3
4	1	19	3
5	1	20	4
6	1	21	5
7	2	22	5
8	2	23	5
9	2	24	6
10	2	25	6
11	2	26	7
12	2	27	7
13	2	28	7
14	2	29	7
15	3	30	10

Згідно з одним із методів, сумнівні результати спостережень приймають або відхиляють на основі критеріїв їх появи в довірчій області [5]

$$\beta_1 = \frac{x_{\max} - \bar{x}}{\sigma \sqrt{\frac{n-1}{n}}}; \quad \beta_2 = \frac{\bar{x} - x_{\min}}{\sigma \sqrt{\frac{n-1}{n}}}, \quad (2.1)$$

де  $x_{max}$ ,  $x_{min}$  – відповідно найбільше і найменше значення із  $n$  спостережень.

Розрахункове значення критерію порівнюють з табличним  $\beta_{max}$  для прийнятого рівня довірчої ймовірності  $P_0$ . Якщо  $\beta_1 > \beta_{max}$ , то значення  $x_{max}$  необхідно виключити із статистичного ряду як грубу похибку. При  $\beta_2 > \beta_{min}$  виключається величина  $x_{min}$ . Після виключення аномальних членів ряду визначають нові значення  $\bar{x}, \sigma$  із  $n-1$  або  $n-2$  спостережень.

Процедура виключення аномальних спостережень виконується в такій послідовності:

- встановлюють підозрілі значення  $x_{max}$  або  $x_{min}$ .
- розраховують статистичні середні  $\bar{x}$  і середньоквадратичні відхилення  $\sigma$ .
- розраховують за формулою (2.1) критерії  $\beta_1, \beta_2$ .
- порівнюють  $\beta_1, \beta_2$  з  $\beta_{max}$  і  $\beta_{min}$  і при необхідності виключають із статистичного ряду  $x_{max}, x_{min}$ .
- для нового ряду із нових членів повторюють весь цикл до повного очищення вибірки.

Визначимо статистичні характеристики варіаційного ряду. До основних характеристик розподілу належать: вибіркове середнє, вибіркова дисперсія, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації.

Нижче наведено формули (2.2 – 2.5) для визначення характеристик розподілу із  $n$  спостережень [5]:

$$\text{Вибіркове середнє:} \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}. \quad (2.2)$$

$$\text{Дисперсія:} \quad s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}. \quad (2.3)$$

$$\text{Стандартне відхилення:} \quad \sigma = \sqrt{s^2}. \quad (2.4)$$

$$\text{Коефіцієнт варіації} \quad : \quad v = \frac{\sigma}{\bar{x}}. \quad (2.5)$$

Виконаємо розрахунки за формулами (2.1 – 2.5) із використанням програми RKWL.EXE (додаток Б):

$$\bar{x} = 106 / 30 = 3,5;$$

$$s^2 = 5,8;$$

$$\sigma = 2,4;$$

$$v = 2,4 / 3,5 = 0,7;$$

$$x_{max} = 10;$$

$$x_{min} = 1;$$

$$\beta_{max} = 2,79;$$

$$\beta_{min} = 1,9;$$

$$\beta_1 = (10-3,5)/(2,4 \cdot 0,98) = 2,76 < 2,79;$$

$$\beta_2 = (3,5-1)/(2,4 \cdot 0,98) = 1,06 < 1,9;$$

При обробці варіаційних рядів випадкових величин обсягів перевезень весь діапазон спостережень розбивають на інтервали. Величина інтервалу визначається за формулою [5]:

$$I = \frac{x_{max} - x_{min}}{1 + 3,2 \cdot \lg n}, \quad (2.6)$$

де  $x_{max}$  – максимальне значення вибірки;

$x_{min}$  – мінімальне значення вибірки;

$n$  – кількість спостережень.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.6):

$$I = \frac{10 - 1}{1 + 3,2 \cdot \lg 30} = 1,5 .$$

Відповідно кількість інтервалів становитиме:

$$N = (10 - 1) / 1,5 = 6 \text{ інтервалів.}$$

Відкоригуємо розмір інтервалу  $I = 10 / 6 = 1,7$ .

Результати розрахунків елементів статистичного аналізу зведемо до таблиці 2.2 та покажемо на слайді 3 графічної частини.

Таблиця 2.2 – Головні статистичні характеристики вибірки

№ з/п	Характеристика	Значення
1	Розмір вибірки, $n$	30
2	Вибіркове середнє, $\bar{x}$	3,5
3	Максимальне значення, $x_{max}$	10
4	Мінімальне значення, $x_{min}$	1
5	Дисперсія, $s^2$	5,8
6	Стандартне відхилення, $\sigma$	2,4
7	Коефіцієнт варіації, $\nu$	0,7
8	Величина інтервалу, $I$	1,7
9	Кількість інтервалів, $N$	6

За допомогою програми STATISTICA.EXE (додаток В) побудуємо таблицю 2.3 емпіричного розподілу вибірки.

Таблиця 2.3 – Обробка варіаційного ряду обсягів перевезень лісоматеріалів зі станції Запоріжжя-Ліве на ПАТ «Запоріжсталь»

Інтервал випадкової величини	Середина інтервалу $x_i$	Кількість значень $m_i$	Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$	Накопичена частість $F(x)$
0 – 1,7	0,85	6	0,2	0,2
1,7 – 3,4	2,55	13	0,433	0,633
3,4 - 5,1	4,25	4	0,133	0,77
5,1 - 6,8	5,95	2	0,067	0,833
6,8 -8,5	7,65	4	0,133	0,97
8,5 – 10,2	9,35	1	0,03	1

Визначимо коефіцієнт нерівномірності вантажопотоків за формулою [4, 5]:

$$\kappa_n = I + \nu. \quad (2.7)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (2.7):

$$\kappa_n = 1 + 0,7 = 1,7.$$

Визначимо розрахунковий вантажопотік  $Q_p$  за формулою [4, 5]:

$$Q_p = Q_{сер} \cdot \kappa_n, \quad (2.8)$$

де  $Q_{сер}$  – середньодобовий вагонопотік.

Зміна виробничої програми не передбачається, тому в розрахунках використовуємо тільки коефіцієнт нерівномірності. Виконаємо розрахунки за формулою (2.8):

$$Q_p = 3,5 \cdot 1,7 = 6 \text{ вагонів/добу.}$$

Виходячи з статистичних даних, приймаємо, що з цих 6 вагонів 3 вагони надходять із лісоматеріалами, 1 – з вогнетривами, 2 – з сипким вантажем.

Визначимо середнє навантаження залізничних вагонів з лісоматеріалом. Для цього проаналізуємо статистичні дані, які наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Статистичне навантаження вагонів з лісоматеріалами

№ з/п	Маса вантажу, т	№ з/п	Маса вантажу, т
1	58,3	26	46,15
2	52	27	57,3
3	55	28	46,8
4	57,8	29	45,6
5	65	30	46,1
6	55	31	54,35
7	60	32	48,6
8	62	33	54,8
9	56	34	49,3
10	55	35	54,75
11	57,635	36	47,8
12	59,815	37	54,18
13	58,525	38	48,3
14	57,395	39	54,6
15	55,65	40	47,5
16	59,81	41	54,74
17	63	42	42,35
18	59,78	43	53
19	63,75	44	49
20	43,5	45	47,35
21	51,32	46	50,7
22	54,12	47	56,4
23	58,32	48	54,2
24	57,8	49	47,65
25	51,9	50	47,95

За формулою 2.2 розрахуємо середнє навантаження  $q_v$  одного вагону з лісоматеріалом:

$$q_v = 2687,89 / 50 = 53,8 \text{ т.}$$

Таким чином, розрахунковий вантажопотік становитиме:

$$Q_{p \text{ вант}} = Q_p \cdot q_{ваг} = 3 \cdot 53,8 = 161,4 \text{ т/добу.}$$

Необхідно визначити переробну спроможність вантажних фронтів складу лісоматеріалів, які будуть обслуговуватися мобільним навантажувачем. Для порівняння існуючого та проектного варіантів необхідно розрахувати техніко-економічні показники роботи для них обох.

## **2.2 Розрахунок технологічних показників при існуючій технології робіт**

За існуючим варіантом роботи, на складі лісоматеріалів використовуються два козлових крана.

Один задіяний на вивантаженні вагонів, що прибувають із лісоматеріалами, складуванні вантажу та подальшому транспортуванні до басейну, звідки починається технологічний процес виготовлення піломатеріалів.

Другий кран задіяний на навантаженні автотранспорту та складуванні відходів, які утворюються в процесі переробки деревини.

Існуюча технологія робіт складається з таких операцій.

1. Напіввагони з лісоматеріалами подаються до естакади, закріплюються гальмівними башмаками. Локомотив відчіплюється та прибирається за межі складу.

2. Стропальник заводить стропа під пачку лісоматеріалів таким чином, щоб стропа знаходилися на відстані не менше 0,5 м від торців колод. Потім він дає команду крановому машиністу на натяжку стропів, переконується в правильності стропування, відходить на безпечну відстань та дає команду на підйом і переміщення вантажу у стелаж для зберігання лісоматеріалів. Стропи виймаються і кран переміщується до вагона для виконання чергового переміщення пачки з лісоматеріалами.

3. Після розвантаження вагонів здійснюється його очищення від тріски, кори та ін.

4. Робітник складу повідомляє прийомоздавачу станції Східна про готовність вагонів до прибирання з вантажного фронту після їх вивантаження та очищення.

Обслуговування ділянки по переробки деревини здійснюється в такий спосіб.

1. Стропальник заводить стропа під пачку лісоматеріалів у стелажі таким чином, щоб стропа знаходилися на відстані не менше 0,5 м від торців колод. Потім він дає команду крановому машиністу на натяжку стропів, переконується в правильності стропування, відходить на безпечну відстань та дає команду на підйом і переміщення вантажу на сортувальний стіл.

2. На столі колодоскидача проводиться розпакування пачки. З пакету лісоматеріалів, які знаходяться в стропах, за допомогою спеціальних ножиць обрізається пакувальний дріт, витягується з пачки, переноситься і завантажується в причіп для накопичення цього металобрухту (дроту). Після чого стропальник дає команду на опускання вантажу на сортувальний стіл. Звільняє стропа з-під вантажу за допомогою гачка довжиною 2 м та діаметром 8 мм.

3. Після розпакування пачки проводиться відбракування колод з підвищеною кривизною, уражених гниллю, та колод, які мають діаметр менше 180 мм і більше 650 мм у товстому торці. Відсортовані колоди формуються в пачки і відвозяться на місце, визначене, як ізолятор браку.

Лісоматеріали, придатні для виготовлення пиломатеріалів, з сортувального стола скидаються у сортувальний басейн, звідти колодотаскою подаються до пилорами на ділянці з переробки деревини.

Виготовлені пиломатеріали та відходи потрапляють до критого складу та також можуть зберігатись на відкритій ділянці, це використовується другий козловий кран для навантаження автотранспорту.

Готова продукція та відходи деревини формуються у пачки та обв'язуються пакувальною стрічкою. Навантаження здійснюється за допомогою строп.

Час навантаження (вивантаження) вантажу у транспортний засіб за допомогою засобів механізації, включаючи необхідні пересування транспорту або механізму, розраховується за формулою [6]:

$$t_{вант} = \frac{q_{мп} \cdot 60}{П} + t_{\delta}, \text{ хв.} \quad (2.6)$$

де  $q_{мп}$  - середня маса вантажу у транспортному засобі, т;

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

$t_{\delta}$  - витрати часу на допоміжні операції в процесі навантаження, вивантаження, що не входять у робочий цикл (переміщення механізму, що не входять у робочий цикл, перерви в роботі й т. ін.),  $t_{\delta} = 5$  хв.

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

Для машин циклічної дії (автонавантажувачів, екскаваторів, вагоноперекидачів, кранів) продуктивність визначається за формулою [6]:

$$\Pi = \frac{q_{\text{ц}} \cdot 3600}{t_{\text{ц}}}, \text{ т/год.}; \quad (2.7)$$

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

$q_{\text{ц}}$  - середня маса вантажу, що переміщується за один цикл, т.

Приймаємо вагу  $q_{\text{ц}} = 2$  т для лісоматеріалів.

Вагу пачки пиломатеріалів, виходячи з місцевих умов комбінату (для перевезення переважно використовуються автомобілі), приймаємо  $q_{\text{ц}} = 1$  т.

Для прольотних (мостових і козлових) кранів тривалість робочого циклу визначається за формулою [6]:

$$t_{\text{ц}} = \varphi_o \cdot \left( \frac{H_{no}}{v_{no}} + \frac{L_{ne}}{v_{ne}} + \frac{L_{nk}}{v_{nk}} \right) + t_z + t_{\text{с}}, \text{ с} \quad (2.8)$$

де  $\varphi_o$  – коефіцієнт суміщення операцій машиністом під час керування краном,  $\varphi_o = 0,7$ ;

$H_{no}$  - сумарна висота підйому-опускання вантажу за цикл (з урахуванням безпечного зазору між вантажем та транспортним засобом),  $H_{no} = 30$  м;

$L_{ne}$  – сумарний шлях переміщення вантажного візка крану за цикл, м;

$L_{nk} = 20$  м;

$L_{нк}$  – сумарний шлях переміщення крану за цикл,  $L_{нк} = 1$  м;

$v_{но}$ ,  $v_{нв}$ ,  $v_{нк}$  – відповідно швидкості підйому-опускання вантажу, переміщення вантажного візка та переміщення крану із урахуванням часу на пуск і гальмування, становлять 90 % від відповідних максимальних швидкостей для даної машини, м/с.

Приймаємо  $v_{но} = 1,25$  м/с;  $v_{нв} = 1,5$  м/с;  $v_{нк} = 1,4$  м/с;

$t_3$  – час захоплення вантажу,  $t_3 = 120$  с;

$t_6$  – час вивільнення вантажу,  $t_6 = 60$  с.

Виконуємо розрахунки:

$$t_y = 0,7 \cdot \left( \frac{30}{1,25} + \frac{20}{1,5} + \frac{1}{1,4} \right) + 120 + 60 = 207 \text{ с} .$$

При виконанні вантажних робіт з лісоматеріалами продуктивність козлового крана становитиме:

$$P_{лм} = \frac{2 \cdot 3600}{207} = 35 \text{ т/ГОД.}$$

При виконанні вантажних робіт з пиломатеріалами продуктивність козлового крана становитиме:

$$P_{пм} = \frac{1 \cdot 3600}{207} = 17 \text{ т/ГОД.}$$

Час на вивантаження вагону з лісоматеріалами:

$$t_{вант\_лм} = \frac{53,8 \cdot 60}{35} + 5 = 97 \text{ хв.}$$

Час роботи крана з переміщення раніше вивантаженого вантажу на відкритий склад до басейну приймаємо збільшеним на 30 хв. за рахунок додаткових витрат часу при розпакуванні пачок, прибиранні дроту та відбракуванні лісоматеріалів, тобто  $97 + 30 = 127$  хв., на 3 вагони – 6,4 год.

Час на навантаження автомобіля пиломатеріалами:

$$t_{\text{вант\_лм}} = \frac{8 \cdot 60}{17} + 5 = 33 \text{ хв.}$$

Графік навантаження автомобілів наведено на рисунку 2.1.

Операція	Час виконання, хв.	Час, хв.					
		0	10	20	30	40	50
Прохід водія-експедитора за документами	1	█					
Прохід водія-експедитора до автомобіля та проїзд до вантажного фронту	2	█	█				
Постановка автомобіля на вантажному фронті та вихід водія-експедитора із кабіни	1	█					
Навантаження автомобіля краном	33		█	█	█	█	
Огляд вантажу та автомобіля водієм-експедитором	1					█	
Від'їзд автомобілю від вантажного фронту	2					█	█
Прохід та оформлення документів в прийманні вантажу	3						█
Загальний час	43	█	█	█	█	█	█

Рисунок 2.1– Графік навантаження автомобілів

Як бачимо з графіка, загальний час навантаження автомобіля пиломатеріалами складає 43 хв. З відкритої ділянки завантажується 5 автомобілів на добу (переважно відходами деревини), інші пиломатеріали відвантажуються кран-балкою критого складу.

Час роботи крана на цій ділянці становить  $33 \cdot 5 = 165$  хв.  $\approx 3$  год./добу.

При навантаженні або розвантаженні групи вагонів підготовчі операції з усіма вагонами, крім першого, і заключні операції з усіма вагонами, крім останнього, повинні сполучатися за часом з іншими операціями навантаження-вивантаження та не повинні враховуватися при розрахунку загальних витрат часу на навантаження-вивантаження.

Час виконання вантажних операцій визначається за формулою [6]:

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

де  $n_{\text{пр}}$  - кількість вагонів, що одночасно завантажуються, або розвантажуються, при використанні декількох машин  $m$ .  $m = 1$ ,  $n_{\text{пр}} = 3$  при існуючій схемі;

$t_{\text{підг}}$  - підготовчі операції,  $t_{\text{підг}} = 4$  хв.;

$t_{\text{закл}}$  - заключні операції: нанесення крейдової розмітки, перевірка габаритів, очищення  $t_{\text{закл}} = 5$  хв.;

Час на вивантаження усієї партії з 3 вагонів згідно формули (2.6):

$$T = 4 + 3 \cdot 97 / 1 + 5 = 300 \text{ хв. або 5 годин.}$$

### 2.3 Розробка технології вантажних робіт за проектним варіантом

Розвантаження автомобілів з лісоматеріалами планується здійснювати навантажувачем Fuchs MHL 340, технічні характеристики якого наведено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики навантажувача Fuchs MHL 340

Характеристика	Значення
Загальна вага, кг	25000
Тип двигуна	турбодизель
Потужність двигуна, квт (л.с.)	114
Швидкість переміщення робоча (максимальна), м/с.	1,5 / 5
Акумулятори (напруга/ємність) , В/А·год	2x12/100
Паливний бак, л	315
Шини	8 од. 10.00-20
Зовнішній габаритний радіус повороту, мм	8200
Швидкість повороту платформи, об/хв.	8
Робоча швидкість переміщення стріли з вантажем, м/с	1,5

Загальний вид навантажувача із зазначенням основних розмірів наведено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Мобільний навантажувач Fuchs MHL 340

Транспортно-технологічні схеми роботи наведено на слайдах 4 та 5 графічної частини.

Для порталних кранів та навантажувачів аналогічного принципу дії тривалість робочого циклу визначається за формулою [6]:

$$t_y = \varphi_o \cdot \left( \frac{H_{no}}{v_{no}} + \frac{\alpha_{ob}}{6 \cdot n_{ob}} + \frac{L_{nk}}{v_{nk}} \right) + t_z + t_e, \text{ с} \quad (2.13)$$

де  $\varphi_o$  – коефіцієнт суміщення операцій машиністом під час керування краном,  $\varphi_o = 0,7$ ;

$H_{no}$  – сумарна висота підйому-опускання вантажу за цикл (з урахуванням безпечного зазору між вантажем та вагоном 0,5 м), м;

$\alpha_{ob}$  – сумарний кут повороту за цикл,  $\alpha_{ob} = 180^\circ$ ;

$L_{nk}$  – сумарний шлях переміщення навантажувача за цикл, приймається із дрібномасштабної схеми складу, м;

$v_{no}$ ,  $v_{nk}$  – відповідно швидкості підйому-опускання вантажу та переміщення крану із урахуванням часу на пуск і гальмування, становлять 90 % від відповідних максимальних швидкостей для даної машини, м/с;

$n_{ob}$  – середня частота обертання башти крана із урахуванням пуску, гальмування та вибігу, об/хв., становить 90 % від максимальної частоти обертання башти, що вказана в технічній характеристиці машини.

$t_z$  – час захоплення вантажу,  $t_z = 5 \dots 10$  с;

$t_e$  – час вивільнення вантажу,  $t_e = 5 \dots 10$  с.

Виконаємо розрахунки за формулами (2.13), (2.12), (2.11):

$$t_y = 0,7 \cdot \left( \frac{30}{1,5 \cdot 0,9} + \frac{360}{6 \cdot 8 \cdot 0,9} + \frac{20}{1,5 \cdot 0,9} \right) + 10 + 10 = 56 \text{ с};$$

Обсяг вантажу, який переміщується за один цикл, на відміну від базового варіанту, залежить від перерізу вантажу у захватному пристрої навантажувача.

За даними виробника навантажувача він становить  $0,8 - 1,2 \text{ м}^2$ . Приймаємо у середньому  $1 \text{ м}^2$ . При середній довжині лісоматеріалів  $3,5 \text{ м}$  (лісоматеріали перевозяться довжиною  $3, 4$  або  $6$  метрів, частіше –  $3 \text{ м}$ ), за один захват буде переміщуватись  $3,5 \text{ м}^3$  лісоматеріалів, їх вага становитиме

$$q_{ц} = 3,5 \cdot 0,8 = 2,8 \text{ т.}$$

Продуктивність навантажувача становитиме:

$$P = 2,8 \cdot 3600 / 56 = 180 \text{ т/год.}$$

## 2.4 Технологія розвантаження вагонів з лісоматеріалами

Довжина вантажного фронту дозволяє одночасну постановку всієї партії з  $3$  вагонів. Час розвантаження, розрахований за формулою (2.10) та (2.9) становитиме для одного вагону:

$$t_{вант} = \frac{53,8 \cdot 60}{180} + 2 \approx 20 \text{ хв. ;}$$

При передачі зі стелажів до сортувального столу  $t_{вант} = 20 + 30 = 50 \text{ хв.}$

Для  $3$  вагонів – відповідно  $150 \text{ хв.} = 2,5 \text{ год.}$

Для партії з  $3$  вагонів час вивантаження:

$$T = 4 + 3 \cdot 20 / 1 + 5 = 69 \text{ хв. або } 1,2 \text{ години.}$$

Час, що витрачається на обслуговування фронту вивантаження локомотиво-складацькою бригадою, визначається за формулою [3]:

$$t_{\text{нв}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_9 + t_{10} + t_{11} + t_{12}, \quad (2.14)$$

де  $t_1$  – час, що витрачається на одержання розпорядження на маневрову роботу або доповідь про її виконання;

$t_2$  – час, що витрачається на переведення стрілки, що не обслуговується оператором стрілочного поста;

$t_3$  – час, що витрачається на заїзд локомотива на колію, де знаходяться вагони;

$t_4$  – час, що витрачається на причеплення локомотива до групи вагонів;

$t_5$  – час, що витрачається на огляд вагонів для перевірки відсутності перешкод для їх пересування;

$t_6$  – час, що витрачається на зняття гальмівних башмаків для закріплення вагонів;

$t_7$  – час, що витрачається на перевірку перевізних документів;

$t_8$  – час на виконання маневрової роботи із перестановки вагонів;

$t_9$  – час на закріплення вагонів на фронті навантаження гальмовими башмаками з обох боків;

$t_{10}$  – час, що витрачається складачем поїздів на проходження відстані від останнього вагону до локомотиву;

$t_{11}$  – час, що витрачається на відчеплення групи вагонів від маневрового состава або локомотива.

Терміни виконання операцій наведено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Норми часу на виконання додаткових операцій з вагонами

Операція	Одиниця виміру	Норма часу, хв.
Одержання розпорядження на маневрову роботу або доповідь про її виконання	Операція	0,3
Переведення стрілки, що не обслуговується оператором стрілочного поста	Операція	1,0
Огляд $m$ вагонів для перевірки відсутності перешкод для їх пересування	Вагон	0,16 $m$
Причеплення або відчеплення групи вагонів до маневрового состава або локомотива	Група	0,2
Зняття або укладання гальмівного башмака для закріплення вагонів	Операція	0,1
Перевірка перевізних документів	Група	5,0
Крейдова розмітка состава	Група	8,0
Проходження відстані	100 м	1,0

Виконаємо розрахунки за формулою (1):

$$t_{нв} = 0,3 + 1,0 + 1,0 + 0,2 + 0,5 + 0,2 + 5,0 + 15,0 + 0,2 + 1,0 + 0,2 = 25 \text{ хв.}$$

Час, що витрачається на подачу вагонів з приймальних колій станції Східна до фронту вивантаження складає 25 хв. або 0,4 год.

Час на прибирання вагонів з фронту вивантаження визначається за формулою [3]:

$$t_{нв} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_9 + t_{10} + t_{11} + t_{12}. \quad (2.15)$$

При цьому не витрачається час  $t_7$  на перевірку перевізних документів.

$$t_{нв} = 0,3 + 1,0 + 1,0 + 0,2 + 0,5 + 0,2 + 15,0 + 0,2 + 1,0 + 0,2 = 20 \text{ хв.}$$

Таким чином, час на прибирання вагонів з вантажного фронту становить 20 хв. або 0,3 год.

Технологічний графік розвантаження вагонів навантажувачем наведено на рисунку 2.3.

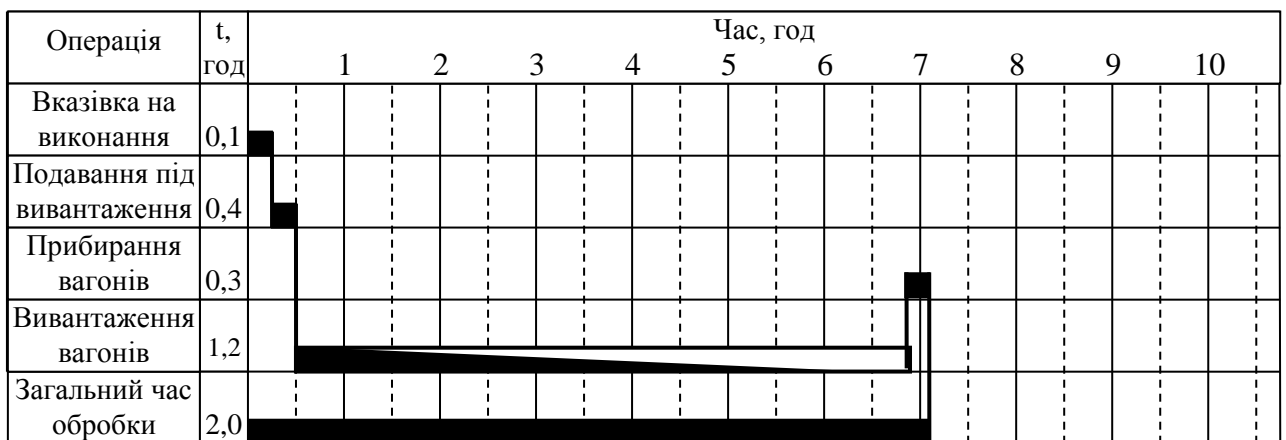


Рисунок 2.3 - Технологічний графік розвантаження вагонів мобільним навантажувачем

Час вивантаження вагонів в УПВ на станції Східна складає 2 години на 3 вагони.

## 2.5 Технологія навантаження автомобілів

Час на навантаження автомобіля пиломатеріалами:

$$t_{вант\_лм} = \frac{8 \cdot 60}{180} + 5 = 8 \text{ хв.}$$

Графік навантаження автомобілів наведено на рисунку 2.4.

Операція	Час виконання, хв.	Час, хв.					
		0	10	20	30	40	50
Прохід водія-експедитора за документами	1	█					
Прохід водія-експедитора до автомобіля та проїзд до вантажного фронту	2	█					
Постановка автомобіля на вантажному фронті та вихід водія-експедитора із кабіни	1	█					
Навантаження автомобіля краном	8		█	█	█	█	
Огляд вантажу та автомобіля водієм-експедитором	1					█	
Від'їзд автомобілю від вантажного фронту	2						█
Прохід та оформлення документів в прийманні вантажу	3						█
Загальний час	19	█	█	█	█	█	█

Рисунок 2.4 – Графік навантаження автомобілів за проектом

Як бачимо з графіка, загальний час навантаження автомобіля пиломатеріалами складає 19 хв. З відкритої ділянки завантажується 5 автомобілів на добу.

Час роботи крана на цій ділянці становить  $8 \cdot 5 = 40$  хв.  $\approx 0,7$  год./добу.

## 2.6 Розробка технологічних графіків

Для розробки графіків необхідно визначити час на розформування составу з вагонами на станції Східна для центрального блоку складів УПВ необхідно розрахувати час на формування та формування составів.

В умовах промислового залізничного транспорту час розформування вагонів на витяжці рекомендується розраховувати за формулою [3]:

$$T_c = Ag + Bm, \quad (2.16)$$

де  $A$  і  $B$  – постійні коефіцієнти (визначаються по таблиці 2.7);

$g$  – кількість груп вагонів (відчепів) в складі;

$m$  – кількість вагонів у складі.

Таблиця 2.7 – Значення коефіцієнтів  $A$  і  $B$

Найменування робіт	Приведений схил колії %	Сортування вагонів			
		осаджуванням		поштовхами	
		А	Б	А	Б
Розформування поїзду	Менш 1,5	1,14	0,26	0,89	0,22
	Від 1,5 до 4,0	-	-	0,54	0,21
	Більш 4,0	-	-	0,44	0,40

Виконаємо розрахунки за формулою (2.16):

$$T_c = 1,14 \cdot 25 + 0,26 \cdot 43 = 40 \text{ хв.}$$

Час перестановки партії вагонів зі станції Східна на ЦПВ на становить 20 хв. із урахуванням часу очікування вільності горловини за даними комбінату.

При формуванні поїздів на промислових станціях час збирання вагонів на витяжці рекомендується розраховувати за емпіричною формулою [3]:

$$t_{36} = 2,5p + 0,4m_{36}, \quad (2.17)$$

де  $t_{зб}$  - витрати часу на збирання вагонів;

$m_{зб}$  - кількість вагонів, які переставили з інших колій на колію складення поїзду;

$p$  - кількість колій, на яких розміщені вагони, що переставляються на колію складання.

Виконаємо розрахунки часу формування составу на станції Східна за формулою (2.17):

$$T_c = 2,5 \cdot 3 + 0,4 \cdot 53 = 30 \text{ хв.}$$

Вагони переставляються з 3-х колій станції Східна: №13 (металопрокат з ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3), №15 (граншлак з ЦШП) та №12 (порожні вагони після вивантаження, у т.ч. з УПВ).

При русі потягів по перегонах та з'єднувальних коліях, а також при маневровій роботі на станціях (подача та прибирання вагонів по вантажним пунктам) час ходу може прийматись в залежності від величини поїзду та відстані пробігу по таблицях Правил обслуговування залізничних під'їзних колій.

При розрахунках часу ходу по з'єднувальній колії між вантажними пунктами та станцією до часу ходу, слід враховувати час на організацію відправлення чи прибуття (отримання розпорядження, підготовку маршруту та ін.), час на кутові заїзди.

В залежності від місцевих умов, тривалість виконання маневрових та інших технологічних операцій може встановлюватись хронометражем. Виконаємо розрахунки тривалості операцій за формулами (2.16) – (2.18) та скористаймось нормативними даними Правил перевезень вантажів.

Результати розрахунків зведемо до таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Тривалість розформування, формування, обробки та руху составів з лісоматеріалами

№ з/п	Операція	Тривалість, хв.
1	Рух составу зі станції Запоріжжя-Ліве (парк «Б») на станцію Східна	26
2	Розформування составу, який надходить зі станції Запоріжжя-Ліве, на станції Східна	40
3	Рух зі станції Східна до УПВ	20
4	Формування составу на УПВ для станції Східна	10
5	Рух з УПВ до станції Східна	20
6	Формування составу на станції Східна для передачі на станцію Запоріжжя-Ліве	30
7	Рух составу зі станції Східна на станцію Запоріжжя-Ліве (парк «А»)	22

Для визначення ефективності запропонованих транспортно-технологічних схем необхідно розробити графіки роботи, за якими визначити економічну ефективність прийнятих рішень.

Перелік операцій по обробці поїзда по відправленню зі станції Східна на станцію Запоріжжя-Ліве наведено у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Операції по обробці поїзда по відправленню зі станції Східна на станцію Запоріжжя-Ліве

Операція	Час, хв.	Виконавець
До прибуття поїзда		
1. Повідомлення працівників, які беруть участь в обробці поїзда про колію відправлення і їх вихід на колію	3,0	Диспетчер
Після прибуття поїзда		
2. Технічний огляд (паралельно з п.3 – 7)	30	Оглядач вагонів
3. Списування составу	10,0	Приймоздавач
4. Прохід прийомоздавача в контору	5,0	Приймоздавач
5. Підбирання документів	5,7	Приймоздавач
6. Упакування документів та вручення їх складачу поїздів	1,5	Приймоздавач
7. Прохід складача поїздів до локомотиву	5,0	Складач поїздів
8. Причеплення локомотиву, опробування гальм	10,0	Локом. бригада, оглядачі вагонів
Загальний час	40	

Розробимо технологічний графік обробки поїзда по прийому на станції Східна. Операції та їх тривалість наведено у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Операції по обробці поїзда по прийому на станції Східна

Операція	Час, хв.	Виконавець
До прибуття поїзда		
1. Повідомлення працівників, які беруть участь в обробці поїзда про колію відправлення і їх вихід на колію	3,0	Диспетчер
Після прибуття поїзда		
2. Контроль прибуття поїзда в повному складі	0,3	Диспетчер
3. Прохід складача поїздів до стелажів і закріплення складу гальмовими башмаками	6,0	Складач поїздів
4. Відчеплення локомотива	0,6	Машиніст
5. Виїзд локомотива з колії прийому	1,0	Машиніст
6. Переведення стрілок в охоронне положення	1,0	Диспетчер
7. Дача вказівки на обробку складу	0,3	Диспетчер
8. Обробка складу	30,0	Оглядачі вагонів
9. Доповідь про виконання вказівки	0,3	Оглядачі вагонів
Загальний час	40	

Таким чином, нами встановлені тривалості виконання вантажних робіт та розроблені технологічні графіки обробки составів на усіх станціях прямування.

Технологічні графіки обробки вагонів наведено на слайді 6 графічної частини.

## **2.7 Розробка та аналіз графічної моделі технологічного процесу вантажопереробки**

Для кожної крупної залізничної станції розробляється добовий план-графік. Коли до станції примикає під'їзна колія підприємства і робота між ними здійснюється по єдиному технологічному процесу, добовий план-графік розробляють єдиним для станції примикання і під'їзної колії, після чого він є документом, що завершує складання ЄТП. Цей графік необхідний для забезпечення ритмічної вантажної і по тягової роботи, безперервності операцій, а також ліквідації простою вагонів між операціями, раціонального використання локомотивів, вантажно-розвантажних машин і інших засобів станції і під'їзної колії.

Добовий план-графік являє собою графічне зображення всієї роботи станції і вантажних пунктів по обробці потягів та вагонів [4].

До складення добового плану-графіку заздалегідь розраховують норми на проведення всіх станційних і вантажних операцій.

На плані-графіку показують всі операції, які виконуються протягом доби зі всіма потягами та вагонами на станції, з вказівкою колій, витяжок, локомотивів, вантажних пунктів та ін. В плані-графіку передбачають повну узгодженість роботи всіх складових частин станції, що дає можливість виявити і усунути недоліки в роботі.

Добовий план-графік являє собою сітку, в якій горизонтальні смуги позначають залізничні колії на станції і вантажних пунктах, а вертикальні лінії інтервали часу протягом доби. При цьому на добовому плані-графіку повинні бути можливо більш повніше відображені наявний шляховий розвиток, всі вантажні пункти, та інші споруди.

Прибування потягу на станцію показують похилою лінією на самій верхній горизонтальній смугі перегону добового плану-графіку.

Після закінчення операцій по прибуванню потяг розформовується. Після закінчення розформування вагони з колії сортувального парку повинні бути подані до пунктів навантаження і розвантаження. Це виконують маневрові локомотиви, які також роблять перестановку вагонів з місць вивантаження до місць навантаження, збирання навантажених вагонів на колію накопичення і формування потягів. Після підходу маневрового локомотива до вагонів, які стоять на коліях сортувального парку, необхідно передбачити до початку подання час на отримання завдання, зчеплення і складання вагонів, що стоять на цій колії.

Рух одиночного локомотиву або з вагонами з колій сортувального парку до пунктів навантаження-розвантаження й зворотно показують похилою лінією у спеціально виділених для цього смугах на сітці плану-графіку.

З вагонами, поданими до вантажного пункту після розстанови та відчеплення локомотиву, проводиться вантажна операція (що показують умовними зафарбованими трикутниками). Якщо на вантажному пункті (під'їзній колії) із вагонами проводяться подвійні операції (розвантаження і навантаження) на різних пунктах, необхідно показати перестановку їх із місця розвантаження до місця навантаження. Вагони, з якими вантажні операції закінчені, убираються на колію накопичення станції. Після того, як на цій колії збереться достатня кількість вагонів, із них формують поїзд. Формування проводиться на колії накопичення з використанням інших вільних колій або їх частини.

З моменту закінчення формування весь поїзд повинен знаходитись на колії відправлення. Тривалість формування може бути прийнята типова.

На колії відправлення з поїздом виконуються операції по відправленню, передбачені технологічним процесом, після яких поїзд відправляється зі станції. Колія, з якої відправляється поїзд, повинна бути показана зайнятою ще протягом 4...5 хвилин після його відправлення. Цей

час потрібен на повне звільнення колії всіма вагонами поїзду (показується трикутником, прилягаючим до основного позначення з правої сторони).

На добовому плані-графіку повинні бути точно визначені місця простою маневрових локомотивів при відсутності роботи, а всі їх переміщення та простої вказані лініями. Робота кожного маневрового локомотиву показується окремо. Добовий робочий цикл локомотивів повинен бути замкненим.

Графічні моделі технологічного процесу вантажопереробки, які визначають тривалість часу знаходження вагонів з лісоматеріалами в ЦПВ та тривалість роботи локомотивів за базовим та проектним варіантом, наведені на слайдах 7 та 8 графічної частини.

Графік обороту вагонів на під'їзній колії наведено на слайді 9 графічної частини.

## **2.8 Визначення оптимальних параметрів транспортної системи**

В ході дослідження було запроєктовано організацію доставки лісоматеріалів в транспортній системі УПВ.

Запропоновано реалізувати два козлових крани, а на місці їх роботи використовувати іншу техніку – сучасний мобільний навантажувач Fuchs MHL 340, обладнаний захватом для лісоматеріалів.

Для порівняння існуючої та проектної систем розраховано наступні параметри.

Інтенсивність надходження лісоматеріалів з урахуванням нерівномірності – одна подача по 6 вагонів на добу, з яких 3 вагони з лісоматеріалами, 1 – з вогнетривами, 2 – з сипким вантажем.

Рух по перегону станція Запоріжжя-Ліве – станція Східна 26 хв.

Тривалість обробки поїзда по прийому на станції Східна 40 хв.

Розформування составу на станції Східна – 40 хв.

Рух зі станції Східна до ЦПВ – 20 хв.

Продуктивність засобів механізації по розвантаженню вагонів:

- за базовим варіантом 35 т/год.;
- за проектним варіантом 180 т/год.;

Продуктивність засобів механізації по навантаженню виготовлених з лісоматеріалів пиломатеріалів та відходів деревини на автотранспорт:

- за базовим варіантом 17 т/год.;
- за проектним варіантом 180 т/год.

Розрахунковий час на подачу, вивантаження й прибирання 3 вагонів з лісоматеріалами:

- за базовим варіантом 5 год.;
- за проектним варіантом 3 год.

Тривалість знаходження вагонів на ЦПВ:

- за базовим варіантом 7,6 год.;
- за проектним варіантом 5,9 год.

Тривалість роботи локомотива на ЦПВ:

- за базовим варіантом 6,3 год.;
- за проектним варіантом 5,9 год.

Рух з ЦПВ до станції Східна – 20 хв.

Тривалість формування составу на відправлення зі станції Східна – 30 хв.

Тривалість обробки поїзда по відправленню зі станції Східна на станцію Запоріжжя-Ліве – 40 хв.

Рух по перегону станція Східна – станція Запоріжжя-Ліве 22 хв.

Тривалість роботи засобів механізації протягом доби:

- за базовим варіантом  $5 + 6,4 + 3 + 3 = 17,4$  год. (перший кран: 5 годин на вивантаження до стелажів та 6,4 години на подавання зі стелажів до сортувального столу; другий кран: 3 години на навантаження автомобілів та

стільки ж на розміщення вантажу, що надходить з пилогами на відкритій ділянці – 3 год.);

- за проектним варіантом  $1,2 + 2,5 + 0,7 + 0,7 = 5,1$  год. (навантажувач зайнятий на вивантаженні вагонів 1,2 год., на передачі вантажу зі складу до сортувального столу 2,5 год, на навантаженні автомобілів 0,7 год., та стільки ж витрачає на розміщення вантажу, що надходить з пилогами на відкритій ділянці – 0,7 год.)

Загальний час обороту партії вагонів складає:

- за базовим варіантом 10,9 год.;

- за проектним варіантом 9,2 год.

При реалізації проекту скорочується кількість стропальників на 2 чол., кількість механізаторів – на 2 чол. в зміну.

### 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В магістерській роботі для удосконалення вантажопереробки лісоматеріалів на ПАТ «Запоріжсталь» запропоновано використання мобільного навантажувача замість двох козлових кранів.

Вартість нового навантажувача становить 4,5 млн. грн.

Крім того, для перевезень лісоматеріалів пропонується використовувати вагони-лісовози, які пристосовані для роботи з даним навантажувачем, замість універсальних напіввагонів.

В основній частині магістерської роботи були розраховані технічні показники роботи за базовим та проектними варіантами.

В економічній частині використовуємо наступні показники ефективності проектного варіанту у порівнянні з базовим на подачу з 3 вагонів:

- скорочення часу використання засобів механізації  $17,4 - 5,1 = 12,3$  машиногодина;

- скорочення часу використання локомотивів  $6,3 - 5,9 = 0,4$  локомотиво-години;

- скорочення тривалості перебування вагонів на під'їзній колії  $10,9 - 9,2 = 1,7$  години.

Протягом року планується надходження 700 вагонів з лісоматеріалами, тобто 233 подачі по 3 вагони. Таким чином, протягом року буде скорочена тривалість:

- використання засобів механізації на  $12,3 \cdot 233 = 2866$  машиногодина;

- роботи локомотивів на  $0,4 \cdot 233 = 93$  локомотиво-години;

- перебування вагонів на під'їзній колії на  $1,7 \cdot 700 = 1190$  вагоно-годин.

При реалізації проекту скорочується кількість стропальників на 2 чол., а кількість механізаторів – на 1 чол. в зміну. Режим роботи – цілодобовий.

### 3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат по базовому варіанту

Експлуатаційні витрати по базовому варіанту визначимо за формулою [7]:

$$Z_{екс}^б = Z_з^б + Z_с^б + Z_н^б + Z_{тар}^б + Z_{пл}^б + Z_{ман}^б + Z_{мех}^б, \quad (3.1)$$

де  $Z_з^б$  - основна і додаткова зарплата працівників, грн;

$Z_с^б$  - відрахування на соціальне страхування, грн;

$Z_н^б$  - накладні витрати, грн;

$Z_{тар}^б$  - витрати на сплату залізничного тарифу за транспортування лісоматеріалів до станції примикання Запоріжжя-Ліве, грн;

$Z_{пл}^б$  - витрати на плату за користування вагонами, грн;

$Z_{ман}^б$  - витрати на маневрову роботу, грн;

$Z_{мех}^б$  - вартість утримання засобів механізації, грн.

Заробітна плата являє собою винагороду, обчислювальна в грошовому вираженні, що за трудовим договором власник або уповноважений їм орган виплачує працівникові за виконану роботу.

Запропоновані зміни чисельності персоналу показано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Кількість обслуговуючого персоналу при перевезеннях лісоматеріалів

№ з/п	Професія	Існуючий	Проектний	Різниця
1	Машиніст крана	8	0	8
2	Стропальник	8	0	8
3	Водій навантажувача	0	4	4

Витрати на зарплату робітником при існуючому способі організації робіт розраховується по формулі [8]:

$$Z_z^{\delta} = Z_{mk}^{\delta} + Z_{str}^{\delta}, \quad (3.2)$$

де  $Z_{mk}^{\delta}$  - заробітна плата машиніста крана, грн.;

$Z_{str}^{\delta}$  - заробітна плата стропальника, грн.

Нарахування заробітної плати машиністам кранів здійснюється за погодинно-преміальною системою [8]:

$$Z_{mk}^{\delta} = N \cdot k_{пр} \cdot C_{год} [ \Phi_p (7/6 + k_{кл} + k_{шк}) + \Phi_{св} ], \quad (3.3)$$

де  $N$  – кількість працівників;

$k_{пр}$  – коефіцієнт, який враховує премію,  $k_{пр} = 1,3$ ;

$C_{\text{год}}$  – годинна тарифна ставка (розраховується виходячи з розміру середнього грейда працівника), грн./год.;

$\Phi_p$  – фонд робочого часу за рік,  $\Phi_p = 1993$  год.;

$7/6$  – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у вечірній (20% – з 18:00 до 22:00) та нічний час (40% – з 22:00 до 6:00);

$k_{\text{кл}}$  – коефіцієнт, який враховує доплату водіям та машиністам тепловозів за класність, приймається середній показник  $k_{\text{кл}} = 0,1$ ;

$k_{\text{шк}}$  – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у шкідливих умовах. Виходячи з системи нарахувань по балах, приймається для водіїв навантажувача та машиністів  $k_{\text{шк}} = 0,14$ ; для вантажників  $k_{\text{шк}} = 0,11$ ; для помічників машиніста-складачів поїздів та інших робочих професій  $k_{\text{шк}} = 0,1$ ; для інженерно-технічних працівників та службовців  $k_{\text{шк}} = 0,04$ .

$\Phi_{\text{св}}$  – час роботи протягом року у святкові дні та на день робітника металургійної та гірничо-видобувної галузі,  $\Phi_{\text{св}} = 1993 \cdot 11/365 = 60$  год.

Розрахуємо заробітну плату за формулою (3.3):

$$Z_{\text{МК}}^{\text{б}} = 8 \cdot 1,3 \cdot 37,64 [ 1993(7/6 + 0,1 + 0,14) + 60 ] = 1120929,04 \text{ грн.}$$

Нарахування заробітної плати стропальникам:

$$Z_{\text{МК}}^{\text{б}} = 8 \cdot 1,3 \cdot 34,42 [ 1993(7/6 + 0 + 0,11) + 60 ] = 932290,67 \text{ грн.}$$

Основна і додаткова зарплата всіх робітників складе за рік за формулою (3.2):

$$Z_3^{\text{б}} = 1120929,04 + 932290,67 = 2053219,71 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування складає 22%:

$$Z_c^{\bar{}} = 0,22 \cdot Z_3 = 0,22 \cdot 2053219,71 = 451708,34 \text{ грн.}$$

Накладні витрати складають 34% від фонду оплати праці і складають:

$$Z_n^{\bar{}} = 0,34 \cdot 2053219,71 = 698094,7 \text{ грн.}$$

Витрати на сплату залізничного тарифу визначаються по формулі [8]:

$$Z_{\text{тар}}^{\bar{}} = N_{\text{ваг}}^{\bar{}} \cdot T_{\text{ваг}}, \quad (3.4)$$

де  $N_{\text{тар}}^{\bar{}}$  - розрахункова кількість перевезених вагонів за рік, од.;

$T_{\text{ваг}}$  - середня вартість залізничного тарифу за перевезення одного вагону, грн./од.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.4):

$$Z_{\text{тар}}^{\bar{}} = 700 \cdot 12440 = 8708000 \text{ грн.}$$

Витрати на сплату плати за користування вагонами визначаються за формулою [8]:

$$Z_{\text{пл}}^{\bar{}} = N_{\text{ваг}}^{\bar{}} \cdot C_{\text{пл}}, \quad (3.6)$$

де  $N_{\text{ваг}}^{\bar{}}$  - розрахункова кількість перевезених вагонів за рік, од.;

$C_{\text{пл}}$  - середня вартість плати за користування одним вагоном,  $C_{\text{пл}} =$   
 $= 1039,57 \text{ грн/од.}$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.6):

$$Z_{пл}^{\bar{}} = 700 \cdot 1039,57 = 727699 \text{ грн.}$$

Вартість маневрової роботи розрахуємо за формулою [8]:

$$Z_{ман}^{\bar{}} = N_{под}^{\bar{}} \cdot t_{ман} \cdot C_{год}^{ман}, \quad (3.7)$$

де  $N_{под}^{\bar{}}$  - розрахункова кількість подач за рік, од.;

$t_{ман}$  - час, який витрачається на виконання маневрової роботи,  $t_{ман} = 0,4$  год.;

$C_{год}^{ман}$  - собівартість локомотиво-години маневрової роботи, грн./год.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.7):

$$Z_{ман}^{\bar{}} = 233 \cdot 0,4 \cdot 636,55 = 59326,46 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання засобів механізації розрахуємо за формулою [8]:

$$Z_{мех}^{\bar{}} = T_{кр}^{\bar{}} \cdot C_{кз}, \quad (3.8)$$

де  $T_{кр}^{\bar{}}$  - час експлуатації засобів механізації, год.;

$C_{кз}$  - вартість години експлуатації крана, грн.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.8):

$$Z_{\text{мех}}^{\text{б}} = 2866 \cdot 509,77 = 1461000,82 \text{ грн.}$$

Загальні витрати за базовим варіантом за формулою (3.1) складають:

$$Z_{\text{екс}}^{\text{б}} = 2053219,71 + 451708,34 + 698094,7 + 8708000 + 727699 + \\ + 59326,46 + 1461000,82 = 14159049,03 \text{ грн.}$$

### 3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат по проектному варіанту

Експлуатаційні витрати по проектному варіанту визначимо за формулою [8]:

$$Z_{\text{екс}}^{\text{пр}} = Z_{\text{з}}^{\text{пр}} + Z_{\text{с}}^{\text{пр}} + Z_{\text{н}}^{\text{пр}} + Z_{\text{тар}}^{\text{пр}} + A_1, \quad (3.9)$$

де  $Z_{\text{з}}^{\text{пр}}$  - основна і додаткова зарплата працівників, грн;

$Z_{\text{с}}^{\text{пр}}$  - відрахування на соціальне страхування, грн;

$Z_{\text{н}}^{\text{пр}}$  - накладні витрати, грн;

$Z_{\text{тар}}^{\text{пр}}$  - витрати на сплату залізничного тарифу за транспортування лісоматеріалів до станції примикання Запоріжжя-Ліве, грн;

$A_1$  – амортизаційні відрахування, грн.

Витрати на зарплату робітником при існуючому способі організації робіт розраховується по формулі [8]:

$$Z_3^{np} = Z_{нав}^{np}, \quad (3.10)$$

де  $Z_{нав}^{np}$  - заробітна плата водія навантажувача, грн.

Нарахування заробітної плати водіям навантажувача здійснюється за погодинно-преміальною системою [8]:

$$Z_{нав}^{np} = N \cdot k_{пр} \cdot C_{год} [ \Phi_p (7/6 + k_{кл} + k_{шк}) + \Phi_{св} ], \quad (3.11)$$

де  $N$  – кількість працівників;

$k_{пр}$  – коефіцієнт, який враховує премію,  $k_{пр} = 1,3$ ;

$C_{год}$  – годинна тарифна ставка (розраховується виходячи з розміру середнього грейда працівника), грн./год.;

$\Phi_p$  – фонд робочого часу за рік,  $\Phi_p = 1993$  год.;

$7/6$  – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у вечірній (20% – з 18:00 до 22:00) та нічний час (40% – з 22:00 до 6:00);

$k_{кл}$  – коефіцієнт, який враховує доплату водіям та машиністам тепловозів за класність, приймається середній показник  $k_{кл} = 0,1$ ;

$k_{шк}$  – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у шкідливих умовах. Виходячи з системи нарахувань по балах, приймається для водіїв навантажувача та машиністів  $k_{шк} = 0,14$ ; для вантажників  $k_{шк} = 0,11$ ; для помічників машиніста-складачів поїздів та інших робочих професій  $k_{шк} = 0,1$ ; для інженерно-технічних працівників та службовців  $k_{шк} = 0,04$ .

$\Phi_{св}$  – час роботи протягом року у святкові дні та на день робітника металургійної та гірничо-видобувної галузі,  $\Phi_{св} = 1993 \cdot 11/365 = 60$  год.

Розрахуємо заробітну плату за формулою (3.11):

$$Z_{нав}^{np} = 4 \cdot 1,3 \cdot 34,42 [ 1993(7/6 + 0 + 0,14) + 60 ] = 476846,79 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування складає 22%:

$$Z_c^{np} = 0,22 \cdot Z_3 = 0,22 \cdot 476846,79 = 104906,29 \text{ грн.}$$

Накладні витрати складають 34% від фонду оплати праці і складають:

$$Z_n^{np} = 0,34 \cdot 476846,79 = 162127,91 \text{ грн.}$$

Витрати на сплату залізничного тарифу визначаються по формулі [8]:

$$Z_{тар}^{np} = N_{ваг}^{np} \cdot T_{ваг}^{np}, \quad (3.12)$$

де  $N_{тар}^{np}$  - розрахункова кількість перевезених вагонів за рік, од.;

$T_{ваг}$  - середня вартість залізничного тарифу за перевезення одного вагону, грн./од. Для вагонів-лісовозів  $T_{ваг} = (8305 + 2772) \cdot 1,05 = 11630,85$  грн., де тариф за перевезення у завантаженому стані - 8305 грн., тариф за перевезення порожніх вагонів - 2772 грн., 1,05 – коефіцієнт, який враховує послуги оператора (5%).

Виконаємо розрахунки за формулою (3.12):

$$Z_{тар}^{np} = 700 \cdot 11630,85 = 8141595 \text{ грн.}$$

Норма амортизаційних відрахувань становить 40% на рік.

Амортизаційні відрахування за перший рік складатимуть:

$$A_I = 4500000 \cdot 0,4 = 1800000 \text{ грн.}$$

Загальні витрати за проектним варіантом за формулою (3.1) складають:

$$\begin{aligned} Z_{екс}^{np} &= 476846,79 + 104906,29 + 162127,91 + 8141595 + 1800000 = \\ &= 10685475,99 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Економію річних експлуатаційних витрат від реалізації проектних рішень розрахуємо за формулою [8]:

$$E_{екс} = Z_{екс}^б - Z_{екс}^{np}. \quad (3.18)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.18):

$$E_{екс} = 14159049,03 - 10685475,99 = 3473573,04 \text{ грн.}$$

Вартість нового навантажувача становить 4,5 млн. грн.

Від реалізації двох козлових кранів планується отримати прибуток у розмірі 2 млн. грн.

Тож, розмір капітальних вкладень:

$$4500000 - 2000000 = 2500000 \text{ грн.}$$

Термін окупності визначимо за формулою [8]:

$$T_{ок} = \frac{K_{дод}}{3_{екс}^{\delta} - 3_{екс}^{np}}. \quad (3.19)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.19):

$$T_{окКРАЗ} = 2500000 / 3473573,04 = 0,7 \approx 1 \text{ рік.}$$

Чиста поточна вартість проекту розраховується у випадку, коли проект передбачає додаткові капітальні вкладення.

Чиста поточна вартість проекту визначається за формулою [8]:

$$NVP = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.20)$$

де  $B_t$  - річні вигоди від впровадження проекту на рік  $t$ , грн.;

$C_t$  - витрати на реалізацію проекту у році  $t$ , грн.;

$i$  - ставка дисконту. Приймається від 0,15 до 0,25. Для нашого випадку  $i = 0,15$  ;

$n$  - термін життя проекту, років. Приймається від 4 до 6 років.

Розрахунок чистої поточної вартості проекту зручно представити у вигляді розрахункової таблиці (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Розрахунок чистої поточної вартості проектного рішення

Капітальні витрати за проектним варіантом	Вигоди	Коефіцієнт дисконтування	Чиста поточна вартість NPV
2500000	3473573,04	1	973573,04
	3473573,04	0,87	3022008,54
	3473573,04	0,76	2639915,51
	3473573,04	0,66	2292558,21
	3473573,04	0,57	1979936,63
			10907991,93

Для більш наглядного уявлення всі розрахункові данні техніко-економічних показників представимо в таблиці 3.3 та в графічній частині на слайді 10.

Таблиця 3.3 - Техніко-економічні розрахунки

Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
Капітальні витрати, грн.	–	2500000
Витрати на заробітну плату, грн.	2053219,71	476846,79
Відрахування на соціальне страхування, грн.	451708,34	104906,29
Накладні витрати, грн.	698094,7	162127,91
Витрати на залізничний тариф, грн.	8708000	8141595
Витрати на сплату плати за користування вагонами	727699	–
Витрати на маневрову роботу, грн.	59326,46	–
Витрати на утримання засобів механізації, грн.	1461000,82	–
Амортизаційні відрахування, грн.	–	1800000
Річні експлуатаційні витрати, грн.	14159049	10685476
Термін окупності, років	–	1
Економія експлуатаційних витрат, грн./рік	–	3473573,04
Чиста поточна вартість проекту, грн.	–	10907991,93

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

Темою магістерської роботи є «Удосконалення системи вивантаження лісоматеріалів в умовах УПВ ПАТ «Запоріжсталь», тому виконаємо аналіз небезпек та розглянемо заходи по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці і пожежної безпеки при виконанні відповідних досліджень. На основі аналізу транспортних процесів, які досліджуються, виявлені наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, здатні привести до травм або ушкодження здоров'я дослідника.

### **4.1 Аналіз потенційних небезпек**

1. Наїзд на дослідника залізничного транспорту внаслідок руху через колії не по встановленим пішохідним маршрутам, що може призвести до травмування або загибелі.

2. При спостереженні за процесом вантажних робіт на станціях можливий наїзд вагонів, які почали самовільно рухатись через їх не закріплення гальмівними башмаками, що може призвести до травмування або загибелі дослідника.

3. Можливість обриву строп та падіння вантажу на дослідника внаслідок невідповідності строп номінальній масі зв'язки лісоматеріалів, яка переміщується, що може призвести до травми або загибелі дослідника.

4. Травмування внаслідок падіння при русі дослідника через колії, через недостатнє освітлення в темний час доби та зачеплення за рейку, що може призвести до травмування дослідника.

5. Переохолодження організму дослідника через температурні коливання в холодні періоди року при виконанні натурних спостережень за виконанням вантажних робіт, може призвести до простудних захворювань.

6. Перегрівання організму дослідника в теплий період року, що може призвести до теплового удару.

7. Підвищений рівень шуму та вібрації (основним джерелом шуму є пилюрама на складі, де здійснюється вивантаження лісоматеріалів із залізничних вагонів) може призвести до хронічних та професійних захворювань.

8. Внаслідок дії пилу, який складається з дрібних фракції деревини, з якої виготовляють пиломатеріали, на дихальні шляхи дослідника, можливе отримання профзахворювань.

9. Займання та виникнення пожежі на локомотиві внаслідок короткого замикання електропроводки та її нагрівання з цієї причини, що може призвести до загибелі чи травмування працівників (машиніста та його помічника). Вогонь може перекинутись на лісоматеріали, що складуються на складі.

10. Ускладнення надзвичайної ситуація через недостатні інженерно-технічні заходи, спрямовані на підвищення стійкості виробничих об'єктів до впливу світлового випромінювання, вторинних факторів ядерного вибуху, проникаючої радіації і радіоактивного зараження.

## **4.2 Заходи по забезпеченню безпеки**

1. Для запобігання наїздів поїздів на людей, які рухаються по встановлених маршрутах пішохідного руху через залізничну колію, обабіч встановлено перильні огороження згідно ДСТУ Б В.2.3-11-2004. «Споруди

транспорту. Огородження дорожнє перильного типу. Загальні технічні умови», які змушують людей оглядати значну ділянку колії перед її перетинанням та своєчасно побачити состав, що наближається.

2. Для запобігання самовільного руху вагонів, вони закріплюються на вантажних фронтах гальмівними башмаками згідно НПАОП 63.21-1.22-07 «Правила охорони праці під час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на залізничному транспорті». Користуватись несправними гальмівними башмаками не дозволяється.

3. При роботі вантажного крана кранівник повинен попередньо переконатися у відсутності стропальника та інших осіб в зоні роботи з вантажем згідно НПАОП 63.21-1.22-07 «Правила охорони праці під час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на залізничному транспорті».

При переміщенні вантажу вантажопідйомним устаткуванням необхідно використовувати марковані, справні, відповідні масі вантажу змінні вантажозахоплювальні органи і знімні вантажозахоплювальні пристрої, які пройшли технічний огляд і випробування, відповідно до вимог НПАОП 63.21-1.22-07 «Правила охорони праці під час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на залізничному транспорті».

#### **4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці**

1. Для попередження травмувань внаслідок недостатнього освітлення в темний час доби при роботі на пункті вивантаження забезпечується належне освітлення шляхом встановлення на стовпах прожекторів з лампами згідно ДБН В 2.5-28-2008 «Природне та штучне освітлення».

Освітлення ділянки вивантаження передбачене як природне, так і

штучне. Кількісні і якісні характеристики висвітлення відповідають ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення». В нічні часи на складі використовується штучне освітлення. Розрахуємо кількість прожекторів та висоту їх встановлення на майданчику виконання вантажних робіт розмірами 190x30 м при нормованій освітленості  $E_n = 2$  лк.

Для освітлення використовуємо прожектори типу ПЗР-250 з газорозрядними лампами ДРЛ-250.

Необхідну кількість прожекторів визначаємо за формулою:

$$n = \frac{m \cdot k_3 \cdot E_n \cdot S}{P_l}, \quad (4.1)$$

де  $m$  – коефіцієнт, який враховує світлову віддачу джерела світла, ккд прожекторів та коефіцієнт використання світлового потоку, згідно рекомендацій  $m = 0,13$ ;

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

$E_n$  - нормована освітленість,  $E_n = 2$  лк;

$S$  – площа, що освітлюється,  $S = 190 \cdot 30 = 5700$  м<sup>2</sup>;

$P_l$  – потужність лампи прожектора, Вт.

Виконаємо розрахунки за формулою (4.1):

$$n = \frac{0,13 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 5700}{250} = 8,9.$$

Для освітлення обираємо 9 прожекторів типу ПЗР-250 з газорозрядними лампами ДРЛ-250 (максимальна сила світла прожектора  $I = 11$  ккд).

Висоту підвісу прожекторів визначаємо за формулою:

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

де  $I$  – максимальна сила світла прожектора,  $I = 11$  ккд;  
 300 – емпіричний коефіцієнт.

Виконаємо розрахунки за формулою (4.2):

$$H = \sqrt{\frac{11000}{300}} = 6,1 \text{ м.}$$

Висота освітлення більше мінімальної  $H_{min} = 6$  м, тому залишаємо розраховане значення 6,1 м.

Відстань між щоглами, які розташовуються уздовж однієї сторони майданчика, не перевищує 4-кратної висоти підвісу прожекторів  $L = 190/9 = 21,1 \text{ м} < 24,4 \text{ м} (4 \cdot 6,1 \text{ м})$ .

2. В холодну пору року дослідник забезпечується спецодягом та спецвзуттям згідно НПАОП 0.00-3.06-98 «Типове положення про безкоштовну видачу спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам транспорту».

3. Уникнення випадків перегріву організму дослідника в теплу пору року забезпечується використанням легкої одяжі та забезпеченням газованою водою згідно НПАОП 60.2-3.06-98 «Типові норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам».

4. Для уникнення хронічних та професійних захворювань, які викликає підвищений рівень шуму та вібрації від працюючого обладнання складу (пилорама) передбачено забезпечення засобами індивідуального захисту згідно ГОСТ 12.4.051-87 «Система стандартів безпеки труда. Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические

требования и методы испытаний» та ГОСТ 12.1029-80 «Система стандартов безопасности труда. Средства и методы защиты от шума. Классификация».

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

#### **4.4 Заходи з пожежної безпеки**

Для ліквідації займання локомотиву внаслідок короткого замикання електропроводки перед прийманням зміни локомотивна бригада повинна перевірити наявність та справність протипожежного обладнання та засобів захисту, встановлених протипожежними нормами згідно НПАОП 63.21-1.17-08 «Правила безпечної експлуатації електровозів, тепловозів та моторвагонного рухомого складу» (2 вогнегасника ВПП-5 та 1 вогнегасник ВП-5).

З метою попередження пожежі необхідно: проводити інструктажі з пожежної безпеки; дотримуватись правил протипожежної безпеки; здійснювати контроль за забезпеченням пожежної безпеки та пожежного нагляду на залізничному транспорті, перевіряти електрообладнання.

До приміщення складів лісоматеріалів має бути вільний доступ. Проїзди та проходи до складів, пожежних вододжерел, пожежного інвентарю, обладнання та засобів пожежогасіння мають бути завжди вільними та утримуватися справними.

На складах лісоматеріалів застосовується безстелажний спосіб зберігання матеріалів. Лісоматеріали слід зберігати в штабелях, а дрова

можуть зберігатися як у штабелях, так і в купах.

Відстань від штабелів, навісів і закритих складів лісоматеріалів до пожежних гідрантів повинна становити щонайменше 8 м. Склади лісоматеріалів та дров повинні мати огорожі. Територію складу, що прилягає до штабелів, і розриви між останніми в жарку суху погоду слід щодня зрошувати водою.

Площа складу становить 5700 м<sup>2</sup>. Згідно таблиці «Норми належності порошкових вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень промислових підприємств» Правил пожежної безпеки в Україні для площі складу лісоматеріалів категорії «В» понад 1000 м<sup>2</sup> на кожні 1000 м<sup>2</sup> необхідно 7 переносних вогнегасників із зарядом вогнегасної речовини 9 кг. Обираємо 42 вогнегасника ВП-9.

#### **4.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях**

Інженерно-технічні заходи, спрямовані на підвищення стійкості виробничих об'єктів до впливу світлового випромінювання, вторинних факторів ядерного вибуху, проникаючої радіації і радіоактивного зараження [9].

Світлове випромінювання ядерного вибуху є електромагнітним випромінюванням в ультрафіолетовій, видимій та інфрачервоній областях спектра. Джерелом світлового випромінювання є світлова область, яка розповсюджується із швидкістю світла. Час існування світної області залежить від потужності вибуху та складає від десятих частин секунди до декількох десятків секунд.

Світлове випромінювання розповсюджується прямолінійно та не проходить крізь непрозорі матеріали. Тому будь-яка перешкода (стіна, ліс, броня, густий туман, пагорби тощо), здатна утворити зону тіні, захищає від

світлового випромінювання.

Найсильнішим ефектом світлового випромінювання є пожежі. На розмір пожеж впливають такі фактори, як характер та стан забудови. При щільності забудови понад 20% осередки пожежі можуть злитися в одну суцільну пожежу.

Проникаюча радіація спричиняється випромінюванням та потоком нейтронів, які проникають на декілька кілометрів навкруги ядерного вибуху, іонізуючи атоми цього середовища.

Радіоактивне зараження виникає через наведену радіацію, випадання на землю осколків поділу ядерного заряду. Випадання радіоактивних речовин продовжується при русі радіоактивної хмари під впливом вітру, внаслідок чого на поверхні землі утворюється радіоактивний слід у вигляді смуги зараженої місцевості. Довжина сліду може сягати кількох десятків кілометрів і навіть сотень кілометрів, а ширина – десятків кілометрів.

Для роботи на зараженій місцевості використовуються засоби індивідуального захисту, при виході із зараженої зони проводиться дезактивація, а люди підлягають санітарній обробці.

Для захисту людей використовуються сховища та укриття. Кожна споруда оцінюється коефіцієнтом послаблення, під яким розуміють число, що вказує, у скільки разів доза опромінення в сховищі менша від дози опромінення на відкритій місцевості. Для кам'яних будинків коефіцієнт послаблення - 10, автомобіля - 2, підвалів - 40, для спеціально обладнаних сховищ він може бути ще більшим (до 500).

Підвищення стійкості будівель та споруд досягається підвищенням їх механічної міцності та вогнестійкості. Підвищення механічної міцності будівель та споруд, що будуються, досягається відповідним розплануванням їх та застосуванням більш міцних конструкцій та матеріалів. Найбільш важливі споруди для підвищення стійкості будують заглибленими або із зниженою вітрильністю (зменшеною площею стін) та висотністю.

Існуючі будівлі та споруди підсилюють металевими стійками та балками; у такий спосіб підвищують міцність нижніх поверхів будівель, над якими встановлено важке та громіздке обладнання, міцність підвалів доводять до міцності сховищ. Будівлі, де розміщене дороге обладнання, підсилюють додатковим влаштуванням стін або споруд, що сприймають на себе тиск ударної хвилі. Низькі споруди для підвищення їх міцності частково обсыпаються ґрунтом. Високі споруди (труби, башти, вежі та колони) закріплюють відтяжками. Ємності для зберігання легкозаймистих рідин обкручують земляним валом, висота котрого розраховується на утримання повного об'єму рідини, що може витекти при руйнуванні ємності.

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

В даному розділі був проведений аналіз потенційних небезпек при виконанні дослідницької роботи «Удосконалення системи вивантаження лісоматеріалів в умовах УПВ ПАТ «Запоріжсталь» та розроблені заходи по забезпеченню безпеки, по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці, заходи з пожежної безпеки та з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

## ВИСНОВКИ

В магістерській роботі проведено дослідження та вирішено задачу удосконалення перевезень лісоматеріалів до УПВ ПАТ «Запоріжсталь» за рахунок використання сучасних нових засобів навантаження.

Для обґрунтування проектного рішення виконано аналіз статистичних даних та аналітичні розрахунки, побудовано технологічні графіки та транспортно-технологічні схеми роботи.

Запропоновано реалізувати два козлових крани, а на місці їх роботи використовувати іншу техніку – сучасний мобільний навантажувач Fuchs MHL 340, обладнаний захватом для лісоматеріалів.

Тривалість роботи засобів механізації протягом доби:

- за базовим варіантом 17,4 год.;
- за проектним варіантом 5,1 год.

Загальний час обороту партії вагонів складає:

- за базовим варіантом 10,9 год.;
- за проектним варіантом 9,2 год.

При реалізації проекту скорочується кількість стропальників на 2 чол., а кількість механізаторів – на 1 чол. в зміну.

Економічний ефект від впровадження проектного рішення з удосконалення роботи транспортної системи УПВ ПАТ «Запоріжсталь» за рахунок зниження експлуатаційних витрат становить 3 473 573 грн. на рік.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Баландюк, Г.С. Технология работы железнодорожного транспорта металлургических заводов / Г.С. Баландюк, Я.М. Куртуков. – М: Металлургия, 1985. – 256 с.
2. Акулиничев, В.М. Организация перевозок на промышленном транспорте: Учебник / В.М. Акулиничев. – М.: Высшая школа, 1983. – 246 с.2.
3. Баландюк, Г.С. Технология работы железнодорожного транспорта металлургических заводов / Г.С. Баландюк, Я.М. Куртуков. – М: Металлургия, 1985. – 256 с.
4. Бабушкін Г. Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті / Г. Ф. Бабушкін - Київ.: ІСДО, 1993. – 190 с.
5. Лащених, О.А. Методи і моделі оптимізації транспортних процесів і систем / О.А. Лащених, О.Ф. Кузькін.– Запоріжжя: ЗНТУ, 2007.
6. Гриневич, Г.П. Комплексно-механизированные и автоматизированные склады на транспорте / Г.П. Гриневич. – М.: Транспорт, 1976. – 280 с.
7. Грузинов, В.П. Экономика предприятия : Учебное пособие для студ. вузов / В.П. Грузинов, В.Д. Грибов. 2-е изд., доп. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 208с.
8. Зайцев, Н.Л. Экономика промышленного предприятия : Учеб. пособие / Н.Л. Зайцев. – М.: ИНФРА – М, 2002. – 224 с.
9. Березуцький, В.В. Основи охорони праці / В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г. Валенко. – Х.: Факт, 2007. – 480 с.