

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

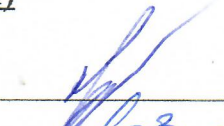
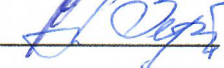
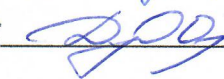
на тему

**УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА
ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ В ЗАПОРІЗЬКОМУ РІЧКОВОМУ ПОРТУ
ПРОДУКЦІЇ ПРАТ «ЗАПОРІЖСКЛОФЛЮС»**

Виконав: студент(ка) ІІ курсу, групи T-319м

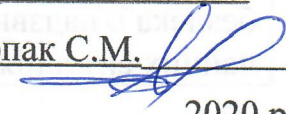
Спеціальності 275 Транспортні технології (на
автомобільному транспорті)
(код і найменування спеціальності)

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

		<u>Кривенченко В.Є.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник		<u>Веремешко Л. А.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент		<u>Дударенко О. В.</u> (прізвище та ініціали)

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
«Транспортні технології»
проф. Турпак С.М. 
« ____ » _____ 2020 року

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

Кривенченка Владислава Євгеновича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення організації перевезень та вантажопереврки в Запорізькому річковому порту продукції ПрАТ «Запоріжсклофлюс»

керівник проєкту (роботи) Веремеско Лілія Анатоліївна,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «27» листопада 2020 року № 354

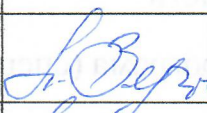
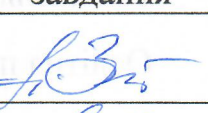
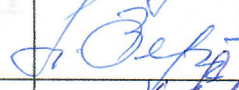
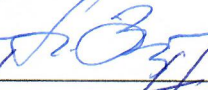
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2020 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) 1. Вантажопотоки надходження продукції Запоріжсклофлюс у річковий порт. 2. Існуюча технологія відвантаження з підприємства та перевалки в порту продукції Запоріжскофлюс. 3. Існуюча технологія перевезення продукції Запоріжсклофлюс в річковий порт. 4. Техніко-економічні показники.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1. Розробка проєктної транспортно-технологічної схеми відвантаження і перевалки в порту силікату натрію. 2.2. Розрахунок проєктних вантажопотоків силікату натрію. 2.3. Вибір транспортної тари для доставки силікату натрію. 2.4 Проєкування причального складу силікату натрію. 2.5. Вибір автотранспортних засобів для заведення силікату натрію в порт. 2.6. Визначення продуктивності засобів переробки силікату натрію. 2.7. Визначення часу виконання вантажних операцій. 2.8. Організація заведення силікату натрію в річковий порт. 2.9. Розробка графіків роботи автотранспорту при заведенні силікату натрію в порт. 2.10. Розробка технологічних графіків обробки судна в порту. 2.11. Розробка контактного графіку роботи причального вантажного фронту 3. Економічна частина. 4. Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання « 01 » жовтня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Захист звітів зі стажування	23.09.2020-04.10.2020	
2	Аналітична частина	07.10.2020-18.10.2020	
3	Основна частина	21.10.2020-04.11.2020	
4	Економічна частина	05.11.2020-15.11.2020	
5	Охорона праці	18.11.2020-22.11.2020	
6	Оформлення МР	25.11.2020-29.11.2020	
7	Перевірка МР на плагіат	01.12.2020-14.12.2020	
8	Отримання зовнішніх рецензій	15.12.2020-18.12.2020	
9	Захист магістерських робіт	22.12.2020-24.12.2020	

Студент(ка)

(підпис)

Кривенченко В. Є.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Веремеєнко Л. А.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 114 с., 3 рис., 28 табл., 37 посилань.

Об'єктом дослідження є існуюча технологія й організація переробки на підприємстві та доставки в річковий порт силікату натрію виробництва ПрАТ Запоріжсклофлюс.

Ціль дослідження – дослідити й проаналізувати технологію й організацію переробки силікату натрію безпосередньо на підприємстві та в умовах Запорізького річкового порту, а також питання його доставки з виробничого підприємства у річковий порт.

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

В магістерській роботі на підставі виконаних досліджень під час стажування на Запоріжсклофлюс проведений аналіз існуючої технології й організації вантажопереробки силікату натрію на підприємстві та у Запорізькому річковому порту. Аналіз показав, що ця система має ряд важливих недоліків, які негативно впливають на виконання робіт. Запропоновано конкретні заходи щодо вдосконалення переробки за заводі й доставки силікату натрію із застосування big-bag, розраховані проєктні вантажопотоки й потреба в транспортних засобах. Розраховано норми часу на вантажні операції. Побудовано технологічні графіки обробки рухомого складу при прибутті в порт і графіки роботи транспортних засобів. Розраховано основні економічні показники пропонованого варіанта переробки й доставки силікату натрію у big-bag.

ПОРТ, ВАНТАЖНИЙ РАЙОН, СИЛКАТ НАТРІЮ, НАВАЛОЧНИЙ ВАНТАЖ, ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ, М'ЯКИЙ КОНТЕЙНЕР БІГ-БЕГ, СУДНО, ВАГОН, СКЛАД, АВТОМОБІЛЬ, ПОРТАЛЬНИЙ КРАН, НАВАНТАЖУВАЧ, ДОСТАВКА, ГРАФІК, ПРОСТІЙ, ВАНТАЖОПОТІК, ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ОХОРОНА ПРАЦІ

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	9
1.1 Загальні відомості про ПрАТ Запорізький завод зварювальних флюсів та скловиробів.....	9
1.2 Загальна характеристика та галузь застосування силікату натрію.....	10
1.3 Загальна характеристика першого вантажного району Запорізького річкового порту.....	12
1.4 Нормативні умови перевезення та зберігання силікату натрію.....	14
1.5 Аналіз вантажопотоків силікату натрію.....	18
1.6 Аналіз технологічного процесу переробки і відвантаження силікату натрію на підприємстві Запоріжскофлюс.....	19
1.7 Аналіз існуючої технології та організації переробки силікату натрію в річковому порту.....	24
1.8 Обґрунтування необхідності розробки магістерської роботи.....	28
2 Основна частина.....	30
2.1 Розробка проєктної транспортно-технологічної схеми відвантаження і перевалки в порту силікату натрію.....	30
2.2 Визначення проєктних вантажопотоків силікату натрію.....	33
2.3 Вибір транспортної тари для доставки силікату натрію.....	35
2.4 Проєктування причального складу силікату натрію.....	38
2.4.1 Розрахунок причального площі складу.....	38
2.4.2 Технологічне проєктування складу.....	43
2.5 Вибір автотранспортних засобів для завезення силікату натрію в порт.....	44
2.6 Визначення продуктивності засобів переробки силікату натрію.....	47
2.6.1 Розрахунок продуктивності засобів переробки силікату натрію на заводі.....	47
2.6.2 Розрахунок продуктивності засобів переробки силікату натрію в річковому порту.....	51

2.7	Визначення часу на вантажні операції.....	54
2.7.1	Розрахунок часу на виконання вантажних операцій на заводі зварювальних флюсів і скловиробів.....	56
2.7.2	Розрахунок часу на виконання вантажних операцій в порту.....	58
2.8	Організація завезення силікату натрію в річковий порт.....	63
2.8.1	Розрахунок елементів перевізного процесу при завезенні силікату натрію з підприємства в порт.....	63
2.8.2	Розрахунок показників роботи автомобілів на маршруті перевезення силікату натрію за варіантами.....	65
2.9	Розробка графіків роботи автотранспорту при завезенні силікату натрію в порт.....	66
2.10	Розробка технологічних графіків обробки судна в порту.....	68
2.11	Розробка контактного графіку роботи причального вантажного фронту.....	70
3	Економічна частина.....	72
3.1	Обґрунтування техніко-економічних розрахунків.....	72
3.2	Розрахунок додаткових витрат за проєктними пропозиціями.....	74
3.3	Розрахунок експлуатаційних витрат на вантажопереробку силікату натрію на заводі зварювальних флюсів і скловиробів.....	76
3.4	Розрахунок експлуатаційних витрат на перевезення силікату натрію в порт автотранспортом.....	85
3.5	Розрахунок витрат на перевалку силікату натрію в порту.....	90
3.6	Визначення річної економії експлуатаційних витрат.....	96
3.7	Розрахунок дисконтованого доходу й терміну окупності за проєктом.....	98
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	100
4.1	Аналіз потенційних небезпек.....	100
4.2	Заходи з охорони праці.....	102
4.3	Заходи з пожежної безпеки.....	104
4.4	Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	104
	Висновки.....	106
	Перелік посилань.....	108
	Додаток А Статистичні дані з відвантаження силікату натрію.....	112
	Додаток Б Результати обробки статистичних даних.....	114

ВСТУП

Запорізький завод зварювальних флюсів і скловиробів є найбільшим українським виробником зварювальних матеріалів, а також займає лідируючі позиції на європейському ринку плавлених флюсів та виробів з безбарвного скла. підприємство постійно нарощує обсяг виробництва продукції та прагне до збільшення показників ефективності своєї діяльності. Це відбувається завдяки кваліфікованим кадрам, які працюють на підприємстві, та провадженню новітніх прогресивних технологій виробництва.

Найбільшу питому вагу в обсязі виробництва і експорту підприємства має продукція ділянки скляного виробництва. Основний вид продукції – силікат натрію розчинний і значна частка виробленого силікату натрію розчинного, відправляється на експорт.

На підприємстві на ви високому рівні провадиться концепція ринкової поведінки і маркетингу, який являє собою ринковий важіль управління виробництвом і реалізацією продукції на підприємстві, спрямований на аналіз і оцінку споживачів і запитів споживачів, а також на переорієнтацію всього процесу виробництва, на облік цих вимог при виготовленні продукції.

Концепція маркетингу Запоріжсклофлюс полягає в забезпеченні досягнення основних цілей, визначених стратегією господарювання шляхом:

- цілеспрямованого регулювання якості виробленої продукції, її відповідність світовим стандартам;
- ціни готової продукції підприємства;
- удосконалення та оптимізації каналів збуту продукції підприємства;
- дотримання термінів поставки продукції за контрактами, особливо зовнішньоторговельними.

Основними об'єктами управління маркетингу Запоріжсклофлюс є:

- 1) продукція, її якість, а також дизайн та первинне впакування;

- 2) ціна продукції та порядок її визначення, яка зорієнтована на витрати, сировину і конкуренцію, а також політику знижок;
- 3) стимулювання продажів готової продукції підприємства.

Забезпечення збуту при мінімальних витратах на реалізацію за рахунок формування вигідних його каналів, скорочення часу від моменту оформлення замовлення до моменту поставки продукції, оптимізація запасів і транспортних перевезень.

Вибір стратегії маркетингу займає ключове місце у виробництві і продажу продукції: від її появи на товарному ринку, до моменту реалізації. Стратегія маркетингу ґрунтується на визначенні вимог ринку, але з урахуванням степені ризику, що підприємство може взяти на себе в галузі виробництва зварювальних флюсів та скловиробів.

Існуюча структура реалізації виробленої продукції залежить від її виду та включає поставку як на внутрішній, так і зовнішній ринок.

Завоювання міцних позицій на ринку вимагає проведення активної діяльності з вивчення та передбачення можливих дій конкурентів і їх обліку в своїй маркетинговій і виробничій діяльності, що має відбитися в ціновій і збутову політику підприємства.

У зв'язку із сталою тенденцією збільшення обсягів виробництва силікату натрію та реалізації його на експорт закордонним покупцям виконується дослідження технології переробки на заводі, перевезень у річковий порт та переробки на причалі порту для відвантаження на судна, а також розробка пропозицій щодо вдосконалення даної технології розробляється магістерська робота.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні відомості про ПрАТ Запорізький завод зварювальних флюсів та скловиробів

ПрАТ Запорізький завод зварювальних флюсів і скловиробів є одним з найбільших світових виробників зварювальних плавлених флюсів та виробником силікатів натрію розчинного й склопосуду в Україні. Останнім часом підприємство зміцнює свої позиції на ринку збуту продукції й розширення торговельних зв'язків з різними партнерами [1].

ПрАТ Запоріжсклофлюс в останні кілька років освоєно близько 30 видів нової продукції, що випускають за технологіями, які базуються на новітніх розробках, заявлених на патент або мають «ноу-хау», і переважають кращі вітчизняні й деякі закордонні аналоги. Впроваджуються нові ресурсозберігаючі й енергозберігаючі технології, постійно ведеться робота над поліпшенням якості й удосконалюванням технології виробництва продукції, що значно підвищує її конкурентноздатність [1].

Сваріння під флюсом уже давно стало провідним технологічним процесом у світовому виробництві металоконструкцій – труб і трубопроводів, величних палаців, гігантських промислових споруджень, судів, мостів, залізничних цистерн і вагонів, а також багато чого іншого, без чого існування людської цивілізації немислимо [1]. Серцевина цього процесу – зварювальний флюс, який і забезпечує стійкість всієї конструкції від руйнування під дією несприятливих умов її експлуатації: низьких і високих температур, ударних і циклічних навантажень, високих тисків, корозії тощо.

Підприємство є учасником технопарку «Інститут електрозварювання ім. Е.О. Патона Національної Академії Наук України. Завдяки цьому у співдружності із ученими, удалося створити й впровадити самий прогресивний на сьогоднішній день спосіб виплавки зварювальних флюсів, у т.ч. пемзо-подібних – метод подвійного рафінування флюсового розплаву [1].

1.2 Загальна характеристика та галузь застосування силікату натрію

У загальному випадку силікат натрію (рідке скло) – це водний колоїдний розчин силікатів лужних металів або четвертинного амонію. У цілому, силікатами називають сполуки, до складу яких входить кислотна група Si_mO_n . Рідкі стекла являють собою густі грузлі прозорі рідини без механічних включень і домішок, видимих неозброєним оком. Рідке скло може бути безбарвним, однак у більшості випадків воно пофарбовано домішками в слабо-жовтий або сірий кольори [2].

Натрієві й калієві рідкі стекла найчастіше є продуктами розчинення у воді склоподібних розчинних силікатів натрію й калію (розчинних стекел). Розчинні стекла мають також технічну назву – силікат-глиба. Шматки силікату-глиби мають різне фарбування. Світло- і темно-коричневе, а також і зовсім чорне фарбування дає сірчисте залізо. Безбарвна силікат-глиба виходить при мінімальному вмісті домішок у ній сполук заліза. У більшості випадків силікат-глиба являє собою однорідні прозорі шматки неправильної форми блакитнувато-коричневого або слабо-зеленого відтінку [2].

У цей час на ринку існує кілька видів продукції на основі силікатів лужних металів. Шляхом розчинення силікату-глиби у воді одержують рідке скло, що є другим видом товарної продукції. Рідке скло ще називають силікатним клеєм [2].

Рідке скло застосовується в різних галузях господарства завдяки таким чинникам:

- дешевина й не дефіцитність вихідної сировини (кварцовий пісок, сода, поташ), порівняльна простота технології;
- не токсичність рідкого скла забезпечує гарні санітарно-гігієнічні умови праці робітників як при виробництві скла, так і при одержанні композиційних матеріалів на його основі;
- абсолютна негорючість і відсутність виділення яких-небудь газоподібних речовин (крім водяних пар) при нагріванні до порівняно високих температур

(вище 600°C), можливість використання рідкого скла для одержання термостійких і вогнетривких матеріалів;

- рідкі стекла є єдиним широко доступним джерелом розчинного кремнезему, необхідного для синтезу неорганічних і кремнійорганічних сполук [2].

В магістерській роботі розглядається вантажопереробка силікату натрію на 6 причалі Запорізького річкового порту.

Силікат натрію розчинний отримують при сплавленні кварцового піску з содою або глауберовою сіллю у газових печах або печах на рідкому паливі при температурі близько 1300...1400 °C. Розплавлене скло після швидкого охолодження розпадається на прозорі куски, які називають силікатною глибою [3].

Силікат натрію помірно небезпечний за дією на організм, має лужний характер. Надає дратівну дію на слизові оболонки верхніх дихальних шляхів, очі та шкіряні покривлі різної інтенсивності майже до опіків. Представляє небезпеку для оточуючого середовища. За [4] ставиться до 3 класу небезпеки: речовини помірно небезпечні.

Силікат натрію повинен виготовлятися кусками, розмір яких не менше 20 мм та не більше 150 мм. На Запорізькому заводі зварювальних флюсів та скловиробів випускається силікат натрію у вигляді безформних кусків до 50 мм. Насипна щільність вантажу 1,5 т/м³. Згідно з класифікацією за розмірами кусків він відноситься до середньо-кускового вантажу. За ступенем абразивності відноситься до С групи (середньо абразивний).

Зовнішній вигляд – однорідні прозорі безформні куски без механічних включень, які можна побачити неозброєним оком зі слабко зеленим, жовтуватим або блакитним відтінком.

Згідно з [5] силікат натрію можна транспортувати насипом без пакування або у м'яких контейнерах типу big-bag. Силікат натрію повинен зберігатися у критих приміщеннях з твердим покриттям полу.

Силікат натрію розчинний не горючий та не вибухонебезпечний, при зберіганні не виділяє шкідливих парів та газів. При складуванні, транспортуванні та зберіганні не допускається засмічення продукту сторонніми домішками.

Транспортна маркировка – за [6] з нанесенням основних, додаткових, інформаційних написів «Берегти від вологи». При відвантаженні в транспортній тарі кожне вантажне місце повинне мати транспортне маркування.

Силікат натрію використовується в таких галузях [1]:

- для виготовлення рідкого скла (водного розчину силікату натрію);
- в хімії: при виробництві синтетичних миючих засобів;
- в нафтохімії: при виробництві силікатних фарб, каталізаторів крекінгу нафти, білої сажі, силікагелю, антикорозійних ґрунтів;
- в целюлозно-паперовій промисловості: для просочення паперової маси, як клей для картону, гофрокоробок;
- в машинобудуванні: сполучна речовина для виготовлення стрижнів і форм, зварювальних електродів;
- в легкій промисловості: як просочувальний і закріплюючий засіб для відбілювання і фарбування тканин;
- для виготовлення замазок, лиття, флотації.

1.3 Загальна характеристика першого вантажного району Запорізького річкового порту

Значну частку виробленої продукції ПрАТ Запоріжсклюфлос відправляє закордонним споживачам через Запорізький річковий порт.

Запорізький річковий порт – самостійне підприємство, яке входить в структуру акціонерної суднової компанії «Укррічфлот» як філія.

Запорізький річковий порт приймає судна типу «ріка – море» та «ріка» довжиною до 180 м і осадкою до 5 м в навігаційний період. Порт надає наступні послуги [7]:

- стивідорні послуги з перевантаження вантажів;

- митні послуги при оформленні експортних, імпорتنих і транзитних зовнішньоторговельних вантажів;
- агентські з обслуговування суден в порту, здаванні на судно та прийманні вантажів з суден; оформленні чартерів тощо;
- сюрвеєрські послуги з визначення кількості вантажів завантажених на судно або розвантажених з нього, а також з перевірки стану прибулого вантажу після водного перевезення;
- забезпечує схоронність вантажів при виконанні перевантажувальних робіт та складуванні на причалах і складах порту;
- забезпечує якість транспортних та інших послуг, які надаються в порту клієнтам.

Територія порту складає 39,7 га і включає в себе 13 вантажних причальних ліній загальною довжиною 2787,7 м, в тому числі два причали в порту Нікополь (297,2 м) [7].

Перевантажувальні роботи в порту виконуються цілодобово. Потужності порту дозволяють обробляти більше 3 млн. тонн вантажів на рік.

Є можливості для переробки металопродукції, металобрухту (400 тис. т/рік), вугілля і коксу (150 тис. т/рік), бокситів (800 тис.т/рік), глини (100 тис. т/рік), хромової руди і магнезиту (100 тис. т/рік), інших вантажів.

Порт приймає й відправляє вантажі до портів Чорного й Середземного морів, а також річок Дніпро і Дунай.

Структурно Запорізький річковий порт складається з таких підрозділів [7]:

1. Перший вантажний район, розташований у верхньому б'єфі ріки Дніпро.
2. Другий вантажний район.
3. Ділянка судноремонту.
4. Пристань Дніпрорудне.
5. Порт Нікополь.

У Запорізького річкового порту є традиційні вантажі, з якими він працюємо постійно. Наприклад, це продукція комбінату «Запоріжсталь» – для комбінату порт експортує рулони, прокат і чавун, імпортує вапняк. Також традиційним ван-

тажем є пісок, який порт видобуває самостійно. За 2019 рік обсяг перевалки досяг більш 910 тис. т. Ключовим фактором збільшення обсягів перевалки вантажів «Запоріжсталі» в Запорізькому річковому порту стало освоєння каботажних перевезень. Комбінат за рік відправив по річці 240 тис. т металопродукції в морські торговельні порти Чорноморськ і Одеса. Раніше поставки прокату в ці порти здійснювалися по залізниці.

Модернізація порталного крану вантажопідйомністю 32 т дозволила обробляти контейнери в Запорізькому річковому порту. Запорізький термінал здатний забезпечити ефективну логістику перевезень контейнерів в Запоріжжя, Полтаву, Кіровоград, Суми, Чернігів, Черкаси і Харківську область. Ринковий потенціал порту – більш 150000 TEU (контейнерів).

В порту є необхідна інфраструктура і ресурси для розвитку експорту зерна через портові термінали. Порт працює над залученням стратегічних інвесторів в цей напрямок.

Підприємство «Запоріжсклофлюс» завозить свою продукцію для подальшого відправлення клієнтам на 6 причал порту. Переробна спроможність з переробки силікату натрію – 1,67 год. на один залізничний вагон.

1.4 Нормативні умови перевезення та зберігання силікату натрію

Оскільки значну частку від загального обсягу виробленої продукції підприємства складає силікат натрію, то саме цей вантаж і розглядаємо у роботі.

Складування та зберігання силікату натрію розчинного на заводі відбувається залежно від силікатного модуля на критих площадках з твердим покриттям полу за вказівкою начальника хімічної лабораторії.

Упакований силікат натрію зберігають у закритих приміщеннях у штабелях по видах і хімічному складу відповідно до нормативно-технічного документа на силікат натрію [5].

Силікат натрію, призначений для тривалого зберігання, повинний бути впакований. Тара в кожній партії повинна бути одного типорозміру, а маса нетто всіх вантажних місць – однаковою. При зберіганні силікату натрію у закритих приміщеннях повинна бути забезпечена вентиляція.

Силікат натрію, що транспортують навалом, зберігають на площадках під навісом або в закритих приміщеннях у штабелях, засіках або бункерах. Площадки повинні мати тверде покриття, бути рівними з невеликим ухилом до країв (1:100). По периметру площадок повинні бути прокладені водовідвідні канали.

З ПрАТ Запорізький завод зварювальних флюсів та скловиробів у Запорізький річковий порт на причал № 6 силікат натрію завозиться навалом автомобілями-самоскидами КрАЗ-256, технічна характеристика яких наведена у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика автомобіля КрАЗ-256

Найменування параметру	Значення параметру
Колісна формула	6×4
Повна маса, кг	23015
Вантажопідйомність, кг	12500
Об'єм кузову, м ³	6,0
Габаритні розміри, мм	8645×2640×2830
Модель та тип двигуна	ЯМЗ-238, дизельний
Шини	12.00R20
Контрольна витрата палива, л/100 км	39
Час підйому навантаженого кузову, с	20
Час опускання порожнього кузову, с	30
Число коліс	10+1

На 6 причалі силікат натрію тимчасово зберігається на відкритій площадці з дотриманням необхідних засобів укриття вантажу від дії погодних умов. Для складування силікату натрію навалом поверхня покриття складу рівна, горизонтальна, очищена від сміття (криги або снігу взимку).

Висота конусу штабелю не більше 6 м. При залишку вантажу на причалі висотою штабелю менше 1,0 вантаж підгортається бульдозером у тил або у зону дії крану.

З порту вантаж відправляється на теплоходах типу «ріка – море» таких моделей, як «Сормовський», «Волго-Балт», «Днепр», «Лена».

Технічна характеристика судна «Волго-Балт» наведена у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика судна «Волго-Балт»

Найменування параметру	Значення параметру
Дедвейт, т	3192
Вантажопідйомність, т	3000
Розміри судна, м: довжина × ширина × висота від ОП	114,0×13,2×12,2
Осадка, м: з вантажем / у баласті	3,77×2,68
Вид палива	дизельне
Середня витрата палива, кг/год.	190
Вантажні трюми: кількість / об'єм, м ³	4 / 4720
Розміри трюмів, м: - трюм № 1 - трюми № 2 та № 3 - трюм № 4	19,6×11,2 19,8×11,2 (кожний) 20,3×11,2
Клас Регістру	М-СП

Силікат натрію до трюмів судна завантажують з ретельною штивкою від борту до борту для того, щоб зменшити висоту шару вантажу й рівномірно розподілити його тиск на конструкції днища судна.

Розрівнювати вантаж у трюмі допускається лише у межах просвіту люка. Завантаження трюмів виконується рівномірно по довжині судна.

При навантаженні судна завантажують спочатку трюм № 4 та № 2 у напрямі від корми до носу, потім трюм № 3 та № 1. Після навантаження вантаж розрівнюється у трюмі та трюм пломбується митницею.

Під час дощу навантаження припиняється та трюми закриваються.

Під час перевезення водним транспортом проводиться постійний контроль рівня вологості, герметичності трюмів й дотримання правил протипожежної безпеки. У разі виникнення пожежі застосовують вогнегасники порошкового типу.

Приймається вантаж портом для зберігання та подальшого відвантаження у відповідності з оформленою угодою між підприємством Запоріжсклофлюс та річковим портом.

Про майбутнє завезення вантажу завод домовляється заздалегідь. Оговорюються обсяги завою. Представники заводу відсилають лист-прохання, який стосується перевалки силікату натрію через Запорізький річковий порт. У письмі зазначається зовнішній вигляд вантажу, дата перевалки з подальшим уточненням, кількість вантажу, схема перевалки, строк перевалки, експедитор у порту та причал перевалки.

Порт дозволяє завозити партію вантажу тільки на одне судно. Після отримання дозволу у порт відсилається лист, у якому зазначається прохання надати дозвіл на в'їзд на територію Запорізького річкового порту рухомого складу, яким буде здійснюватись перевезення силікату натрію з заводу у порт, та рухомого складу представників, які будуть здійснювати контроль за навантаженням.

На період завою у порту знаходиться прийомоздавач заводу, який працює разом з прийомоздавачем порту. Завезення відбувається самоскидами КрАЗ-256.

На заводі КрАЗ-256 навантажуються ковшовими навантажувачами Т-156.

На початку зміни перший автомобіль, який бере участь у процесі перевезення, зважується у порожньому стані, після його навантаження – один раз у вантажному стані, для визначення приблизної ваги при виконанні перевезення. Перевезення оформляється товарно-транспортною накладною.

В порту автомобіль-самоскид самопливом вивантажує силікат натрію на відкриту площадку біл причалу та повертається на завод за наступною партією.

1.5 Аналіз вантажопотоків силікату натрію

Основними ринками збуту продукції Запорізького заводу зварювальних флюсів і скловиробів є Україна, Росія, держави Близького Сходу, Південно-Східної Азії, Європи. Більша частина продукції (приблизно 70 % від загального обсягу) Запорізького підприємства відправляється на експорт.

За 2019 рік через річковий порт було відправлено близько 50000 т силікату натрію. Силікат натрію з Запорізького заводу зварювальних флюсів і скловиробів завозиться на територію порту і зберігається на відкритому складі під охороною для забезпечення схоронності вантажу. Об'єм суднової партії вантажу складає близько 3000 т.

Графік обробки судів по відвантаженню силікату натрію на 6 причалі Першого вантажного району за 2019 рік наведений у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Графік обробки судів по відвантаженню силікату натрію із Запорізького річкового порту

Місяць року	Об'єм завантаження, т	Час прибуття судна		Простій під завантаженням			
				початок		закінчення	
		дата	час	дата	час	дата	час
1	2	3	4	5	6	7	8
Березень	3004,0	24.03	17.00	25.03	9.00	28.03	8.00
Квітень	2956,3	07.04	22.00	08.04	11.00	11.04	19.20
	3004,0	20.04	20.30	21.04	12.00	24.04	20.30
Травень	3000,0	01.05	23.00	04.05	8.00	07.05	8.30
	3000,3	19.05	19.00	20.05	9.30	23.05	12.00
	3000,0	з розвантаження		24.06	8.00	27.06	22.00
Червень	3008,0	16.06	19.00	17.06	11.00	20.06	18.30
	3000,0	з розвантаження		24.06	8.00	27.06	22.00
Липень	3008,0	30.07	16.30	01.07	8.30	04.07	9.30
	3008,0	18.07	22.00	20.07	9.00	23.07	18.10

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5	6	7	8
Серпень	3000,3	з розвантаження		14.08	9.00	17.08	18.05
	3000,3	23.08	23.00	24.08	10.00	27.08	18.30
Вересень	3004,0	08.09	17.00	09.09	8.30	12.09	10.00
	3004,0	з розвантаження		16.09	9.00	19.09	20.00
	3004,0	22.09	18.00	23.09	9.00	26.09	10.15
Жовтень	3000,0	01.10	15.00	02.10	12.30	05.10	11.30
	3000,3	25.10	23.00	26.10	13.00	29.10	22.00
Листопад	3004,0	22.11	14.30	23.11	11.30	26.11	20.20
Грудень	3004,0	02.11	10.00	02.11	12.00	05.11	16.40

Загальна кількість силікату натрію, відвантаженого через Запорізький річковий порт на судна за період навігації 2019 року, за даними табл. 1.3, склала 54009,5 т.

В магістерській роботі розглядаються питання вдосконалення технології й організації доставки експортного силікату натрію, який відвантажується закордонним споживачам через Запорізький річковий порт.

1.6 Аналіз технологічного процесу переробки і відвантаження силікату натрію на підприємстві Запоріжскофлюс

На заводі зварювальних флюсів та скловиробів працюють дві печі по випуску силікату натрію, що дає можливість одночасно випускати продукцію двох різних модулів.

Технологічна схема виготовлення силікату натрію на заводі виглядає наступним чином:

Сировина – Вхідний контроль – Виготовлення шихти – Транспортування шихти – Завантаження шихти у піч – Варка скломаси – Виробіток продукції та його контроль – Транспортування та зберігання [8].

Пісок кварцовий надходить у залізничних вагонах насипом. Зберігається у спеціальному відсіку критого складу складового відділення цеху.

Сода кальцинована технічна надходить на підприємство у вагонах-содовозах або у мішках. З вагону соду розвантажують пневмотранспортом у силосні башти.

Контроль якості кожної партії, яка прибула на завод здійснюють підрозділи вхідного контролю у відповідності із СТП підприємства та хімлабораторії у відповідності з нормативною документацією на кожний вид сировини. Вхідний контроль сировини здійснюють за зовнішнім оглядом та відбором проб [8].

Складач шихти за рецептом, який розрахований у відповідності до заданого силікатного модуля, визначає кількість сировини для виготовлення шихти.

Зважування піску та соди проводять на бункерних вагах у відділенні № 1 та на пересувному ваговому візку у відділенні № 2. Компоненти шихти подаються на ваги у наступному порядку: пісок – сода. Відповідальність за точність зважування шихти несе складач шихти, майстер складового відділення, майстер зміни. Контроль якості готової шихти на вміст силікату натрію проводить хімічна лабораторія заводу.

Шихту з прийомного бункеру стрічковими транспортерами подають у бункера завантаження. Завантаження шихти у піч проводять двома механічними завантажувачами закритого типу. При завантаженні печі шихтою необхідно слідкувати, щоб бункера завантаження не залишались порожніми. Кількість шихти, яка завантажується у піч, регулюється таким чином, щоб рівень скломаси у басейні печі підтримувався постійним. Засипка шихти у бункера завантаження проводить засипальник шихти, а завантаження шихти у піч – скловар [8].

Варка скломаси відбувається у ванної печі неперервної дії. Піч опалюється коксовим газом. У процесі варіння скломаси необхідно слідкувати, щоб шихта рівномірно розподілялась по площі печі. Напрямок полум'я у печі змінюється автоматично кожні 30 хвилин шляхом переключення газового та повітряного клапа-

нів. Контроль якості скломаси здійснює скловар, який не дозволяє скломасі не проваритися. З печі силікат натрію по конвеєру падає у відсік, температура готової продукції з печі близько 600°C. Контроль якості силікату натрію за зовнішнім виглядом кожної зміни здійснює майстер зміни з записом у технологічний журнал, контроль хімічного складу – хімічна лабораторія [8].

З відсіку силікат натрію ковшовим навантажувачем Т-156, вантажопідйомність якого 2 - 3 т, завантажується у самоскид МАЗ-555102 і транспортується на автомобільні ваги для переважування. Після перевантаження силікат натрію самоскидом перевозять у відсік для охолодження. Після вивантаження у відсік у кількості близько 5 автомобілів, проводиться підбивка автотранспортом навантажувачем MANITOU MT-1030.

Технічна характеристика навантажувачів Т-156 та MANITOU MT-1030 наведені у табл. 1.4, 1.5.

Таблиця 1.4 – Технічна характеристика фронтального навантажувача Т-156

Найменування параметру	Значення параметру
Колісна схема	4×4
Потужність (номінальна), кВт / к.с.	154,4 / 210
Питома витрата палива, г·кВт/год. (г·к.с./год.)	227 (167)
Частота обертання, об./хв.	2100
Швидкість руху, км/год.: передній хід	2,8...35,5
Швидкість руху, км/год.: задній хід	3,0...15,5
Шини	23,1R26
Об'єм ковшу, м ³	1,5
Вантажопідйомність, кг	3000
Висота розвантаження ковшу, мм	2920
Маса експлуатаційна, кг	10175

Таблиця 1.5 – Технічна характеристика телескопічного навантажувача MANITOU MT-1030

Найменування параметру	Значення параметру
Вантажопідйомність, кг	3000
Маса загальна, кг	7470
Тип двигуна	дизельний
Потужність (номінальна), кВт / к.с.	61,5 / 82
Частота обертання, об./хв.	1400
Максимальна швидкість, км/год.	25,0
Колісна база, мм	2690
Габаритні розміри, мм	4990×2260×2300
Час циклу, с: підйом / розвантаження / опускання	9,0 / 2,5 / 5,4
Максимальна висота підйому, мм	9980
Шини	400/80 - 24 156 A8 TL

Технічна характеристика самоскиду МА3-555120, який застосовується для внутрішньозаводських перевезень силікату натрію, приведена в табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Технічна характеристика самоскида МА3-555120

Найменування параметру	Значення параметру
Колісна формула	4×4
Повна маса, кг	18000
Споряджена маса, кг	8000
Розподіл повної маси на передню вісь, кг	6500
Розподіл повної маси на задню вісь, кг	11500
Вантажопідйомність, кг	10000
Об'єм кузову, м³	5,4
Габаритні розміри кузову, мм	3800×2268×630
Шини	12.00R20
Контрольна витрата палива, л/100 км	22,0
Час підйому навантаженого кузову, с	20
Час опускання порожнього кузову, с	30
Число коліс	10+1

Транспортно-технологічна схема переробки силікату натрію на підприємстві включає в себе наступні операції:

- видача силікату натрію в плавильної печі на конвеєр;
- подача силікату натрію конвеєром в охолоджувальне відділення;
- завантаження силікату натрію на внутрішньозаводські самоскиди;
- транспортування силікату натрію самоскидами МАЗ-555120 з охолоджувального відділення на заводський склад;
- розвантаження силікату натрію самопливом із самоскида в склад критого зберігання;
- формування штабелю силікату натрію у складі телескопічними навантажувачами MANITOU MT-1030;
- зберігання силікату натрію навалом у заводському складі критого типу в очікуванні відвантаження у порт;
- завантаження силікату натрію в автомобілі-самоскиди КрАЗ-256 фронтальними навантажувачами Т-156;
- завезення силікату натрію самоскидами КрАЗ-256 з підприємства у порт.

Зовнішньоторгова угода між заводом та італійським представником на продаж силікату натрію оформляється контрактом купівлі-продажу. У контракті вказують предмет контракту, ціну, кількість та загальну суму контракту, умови оплати, строки та умови поставки, якість продукції, здачу та прийом продукції, рекламції, санкції, ексклюзивні права, форс-мажорні обставини, регулювання спорів та арбітраж, антидемпінгові застереження та інші умови.

1.7 Аналіз існуючої технології та організації переробки силікату натрію в річковому порту

В магістерській роботі розглядаються питання удосконалення технології вантажопереробки силікату натрію в порту, а також організації доставки його з підприємства у річковий порт для відвантаження на судна.

Технологічний процес переробки силікату натрію на 6 причалі Запорізького річкового порту складається з наступних операцій: автомобільної, складської та суднової [9].

Автомобільна операція. Автотранспорт, який прибуває у порт із силікатом натрію навалом, під'їжджає на склад перевантаження (відкриту забетоновану площадку) в зону дії порталного крану, зайнятого у перевантаженні.

Автомобіль під'їжджає заднім ходом на відстань не ближче 0,5 м до порталного крану та повільно самопливом вивантажує вантаж на площадку. Після повного звільнення кузова автомобіля від силікату натрію та опускання кузова, автомобіль від'їжджає від зони дії порталного крану, не заважаючи при цьому під'їзду іншого завантаженого автотранспорту [9].

Швидкість руху автотранспорту на складі та під'їзді до нього не більш ніж 6 км/год. Відстій автомашин в очікуванні вивантаження виконується на відстані не ближче ніж 15 м від зони дії порталного крану.

На місці вивантаження порталним краном може знаходитись тільки один автомобіль. Інші автомобілі повинні знаходитись за межами небезпечної зони роботи порталного крану [9].

Складська операція. Поверхня покриття складу для складування силікату натрію навалом рівна, горизонтальна та очищена від сміття (криги або снігу узимку). Штабель вантажу формується виходячи з таких вимог [9]:

- вантаж укладається не ближче 0,7 м від найбільш виступаючої частини конструкції крану;
- висота конусу штабелю не більше 6 м.

Якщо висота штабелю залишку вантажу менш 1 м, вантаж підгортається бульдозером (в тил або у зону дії крану).

Зачищення причалу виконується робітником порту «під мітлу».

Кордонна операція (на причалі). До початку виконання вантажних робіт місце їх проведення огорожується.

При роботі грейфером докер-механізатор повинен переконатися у відсутності просипу вантажу із закритого грейферу, а після цього починати перенос грейферу з причалу у судно.

Суднова операція. Перед початком навантаження судно надійно пришвартується біля причалу. На берег подається трап з леєрним огородженням. Відкриваються кришки трюмів. Закриваються або огорожуються відкриті пройми, люки, горловини у зоні перевантажувальних робіт.

При роботі в умовах негативної температури повітря, повинно бути виключено ковзання і падіння людей при переході по трапам (містку) та палубі судна.

Навантаження судна виконується під керівництвом вахтового помічника капітана у відповідності до «Інструкції по навантаженню, розвантаженню сипких вантажів та балансуванню вантажних теплоходів різних проектів».

До початку навантаження силікату натрію бригадир докерів-механізаторів повинен упевнитися в тому, що на вантаж підготовлений відвантажувальний ордер і судно повністю готове для завантаження. Перевіряється наявність на крані та справність вантажозахватних пристроїв та їхня відповідність роботі. Докери розставляються по робочим місцях. Крім того, розтягується та закріплюється брезент між бортом судна та причалом у місцях переміщення грейфера при завантаженні судна для попередження попадання вантажу в воду[9].

До навантаження судна з вантажним помічником капітана узгоджується план та умови навантаження: в першу чергу навантажують трюми № 4 та № 2 у напрямі від корми до носу, після цього – трюми № 3 та № 1.

На період дощу навантаження припиняється, трюм зачиняється.

Силікат натрію завантажується рівномірно по всій поверхні трюмів двома кранами, заповнюючи вантажні приміщення одночасно в напрямі до носу та до

корми. Якщо завантаження виконується одним порталним краном, то завантаження треба виконувати шарами, рівномірно по всіх трюмах для недопущення надмірних місцевих напруг конструкцій корпусу судна. Завантаження вантажу у підпалубний простір виконується штифуючим грейфером [9].

Транспортно-технологічна схема переробки силікату натрію в порту складається з таких операцій:

- прибуття завантажених автомобілів-самоскидів з силікатом натрію на КПП порту;
- прямування автомобілів-самоскидів з силікатом натрію на причал № 6 під вивантаження;
- розвантаження автомобілів самопливом на причалі № 6;
- накопичення силікату натрію на суднову партію;
- митне оформлення вивезення вантажу;
- підготовка та оформлення транспортних документів на водне перевезення силікату натрію;
- подача вантажного судна на причал № 6 під вантажні операції;
- завантаження силікату натрію на судно порталними кранами з грейферним захватом;
- розрівнювання завантаженого силікату натрію у трюми судна;
- зачищення причалу після закінчення завантаження судна;
- відправлення завантаженого судна з порту.

В процесі вантажопереробки силікату натрію приймають участь порталні крани із грейферним захватом та бульдозери.

У табл. 1.7 наведена технічна характеристика порталного крану.

Таблиця 1.7 – Технічна характеристика порталного крану [10]

Показники		Значення
Вантажопідйомність, т		10
Виліт стріли, м: найбільший / найменший		32 / 8
Швидкість, м/хв.	підйому	63
	зміни вильоту стріли	12
	пересування	30
Частота обертання крана, об/хв.		1,6
Потужність електродвигунів механізмів, кВт:	підйому	2×75
	зміни вильоту стріли	18,5
	пересування	4×9,7
	обертання	2×14
Колія порталу, м		10,5

У табл. 1.8 приведена технічна характеристика бульдозерів, які залучають до робіт з формування штабелю силікату натрію та для зачищення габаритів рухомого складу після відвантаження силікату натрію на судно.

Таблиця 1.8 – Технічні характеристики бульдозерів

Найменування параметрів	Значення параметрів		
Марка бульдозера	T-130	T-170	ДТ-75
Габаритна довжина, мм	4440	4440	4290
Габаритна ширина, мм	2480	2480	2480
Габаритна висота, мм	3250	3250	3180
Ширина відвала, м	2,48	3,2	3,31
Об'єм призми волочіння, м ³	4,28	4,28	4,75
Опускання нижче опорної поверхні, мм	535	465	500
Висота бульдозерного відвала, мм	1310		
Питома витрата палива, г/кВт·год.	231 (170)	218 (160)	218 (160)
Швидкість руху, км/год.: вперед	2,51 - 8,50	2,86 - 12,0	11,2
	назад	3,56 - 12,1	7,49 - 13,2
			10,0

Існуючу транспортно-технологічну схему відвантаження силікату натрію з заводу, доставки в порт і вантажопереробки в першому вантажному районі ДП «Запорізький річковий порт» наведено на слайді 1, ілюстрація виконання технологічних операцій – на слайді 2 графічної частини роботи.

1.8 Обґрунтування необхідності розробки магістерської роботи

При аналізі технологічного процесу доставки та вантажопереробки силікату натрію в Запорізькому річковому порту були досліджені питання технічного обладнання фронтів та причальних ліній річкового порту, загальний порядок роботи, а також технологія переробки вантажу на підприємстві виробника.

Були виявили суттєві недоліки, а саме:

- перевантажувальні операції у порту та на заводі виконуються засобами механізації з вантажозахватними органами малої ємності, що значно впливає на час простою транспортних засобів під вантажними операціями;
- тривале зберігання вантажу у порту з моменту завезення до моменту відвантаження на судно;
- вантажопідйомність порталного крану не використовується повністю: для вантажних операцій застосовують грейфер ємністю 1,5 м³, яким можна перевантажувати за один цикл близько 3 т силікату натрію, при тому, що номінальна вантажопідйомність крану становить 10 - 16 т;
- при зберіганні силікату натрію не дозволяється засмічення вантажу сторонніми предметами, що за існуючою схемою вантажопереробки важко забезпечити;
- згідно з фізико-хімічними властивостями, силікат натрію необхідно укривати від атмосферних опадів;
- через велику кількість перевалок існують значні втрати сировини, що приносить збитки; середнє значення втрати вантажу при перевантаженні силікату

натрію за схемою «автомобіль – склад – судно» від кожної перевалки складає близька 2 %;

- значні простой водних суден під завантаженням через низькі судно-годинні норми, тому що силікат натрію перевозяться навалом і перевантажуються грейфером;
- доставка вантажу з заводу у порт відбувається автомобілями-самоскидами малої вантажопідйомності, що призводить до збільшення кількості їздок та витрат на його перевезення.

Наведені недоліки значно впливають на властивості та якість вантажу; час простою транспортних засобів під навантажувально-розвантажувальними операціями; витрати праці на укриття вантажу та зберігання вантажу на складі, а також витрати на перевезення з підприємства в порт.

Для вдосконалення організації і технології вантажопереробки й доставки силікату натрію в роботі пропонується:

- доставку силікату натрію споживачам здійснювати в затареному виді;
- для доставки експортного силікату натрію використати м'які контейнери для сипучих вантажів – big-bag;
- розробити технологію вантажопереробки силікату натрію в big-bag на заводі і в порту;
- в порту для перевантаження big-bag з силікатом натрію використовувати вантажозахватний пристрій – спеціальний траверсний захват для big-bag;
- виконати технологічні розрахунки й проектування пристроїв для зберігання силікату натрію в затареному виді в порту;
- для завезення силікату натрію в річковий порт придбати автопоїзди у складі тягача та напівпричепа.

Всі виконані розрахунки будуть обґрунтовані економічно, що дозволить вибрати найбільш прийнятний варіант завезення в порт й вантажопереробки в порту експортного силікату натрію.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка проєктної транспортно-технологічної схеми відвантаження і перевалки в порту силікату натрію

Транспортно-технологічна схема доставки вантажу розробляється для того, щоб скоротити розрив у просторі й часі між виробництвом та одержувачем, а також забезпечити надійну доставку вантажів від місця виробництва до місця споживання [10].

На цей час силікат натрію з ПрАТ Запорізький завод зварювальних флюсів і скловиробів у річковий порт завозиться навалом автомобілями-самоскидами КрАЗ-256. Завантаження автомобілів на заводі виконується фронтальними ковшовими навантажувачами, а розвантаження в порту – самопливом. Завантаження силікату у судна виконується порталними кранами з грейферними захватами.

Останнім часом Запоріжскофлюс укладає зовнішньоторговельні контракти на поставку своєї продукції з можливістю доставки в м'яких контейнерах типу big-bag. З оглядом на властивості силікату натрію, це дозволить підвищити безпеку при зберіганні та транспортуванні, а також поставляти продукцію без втрат під час перевалочних операцій.

У зв'язку зі зміною умов договору поставки силікату, необхідно розробити нову схему відвантаження на підприємстві та причальному вантажному фронті в порту, яка дозволить удосконалити процес вантажопереробки й повністю ліквідувати втрати вантажу при перевалках, зберіганні й доставці. У пропонованій схемі вантажопереробки будуть використатися ті ж портові засоби механізації, тобто наявні на даному вантажному фронті порталні крани.

У якості вантажозахватного пристосування будемо використовувати спеціальний траверсний захват, який дозволить перевантажувати одночасно до 8 big-bag за один цикл [11]. Траверсу для перевантаження м'яких контейнерів показано на слайді 3.

Зберігаються м'які контейнери на причалі в штабелі, причому штабель укладається по спеціальних схемах для запобігання його розвалу при проведенні перевантажувальних робіт за варіантами «автомобіль – склад», «склад – судно» (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Зберігання big-bag із силікатом натрію на причалі порту

Пропонована схема перевалки в порту дозволяє:

- знизити час простою судна на причалі порту;
- виключити майже повністю втрати вантажу при перевантаженнях;
- для доставки силікату натрію з Запоріжсклофлюс в порту використовувати автопоїзд у складі тягача та бортового напівпричепа.

Застосування м'яких контейнерів big-bag дозволяє відвантажувати силікат натрію безпосередньо з виробничої ділянки, минаючи заводський склад. Завантажені силікатом натрію big-bag можна тимчасово зберігати в очікуванні вивезення в порт у виробничому цеху.

Комплекс з завантаження продукції в м'які контейнери big-bag складається з такого обладнання (слайд 4):

- накопичувальний товарний бункер;

- транспортер;
- вивантажувальний бункер з дозатором;
- платформні тензометричні ваги;
- навантажувач для зняття big-bag із платформних ваг й установки на вантажному фронті для наступного відвантаження на транспортні засоби;

На вантажному фронті відвантаження силікату натрію в big-bag в автотранспорт працюють мостові електричні однобалкові крани вантажопідйомністю 10,0 т.

Подачу в зону відвантаження здійснюють електронавантажувачі зі спеціальними захватами для big-bag (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Електронавантажувач для м'яких контейнерів

Автопоїзди, які прибули в порт, слідкують на причал. Портальним краном big-bag вивантажуються на майданчик. На причалі силікат натрію у big-bag зберігається в очікуванні накопичення суднової партії вантажу.

Завантажуються big-bag на судна також портальними кранами з траверсним захватом.

Застосування варіанта доставки силікату натрію у big-bag зменшує кількість перевалок: доставка з підприємства до порту буде здійснюватися безпосередньо із зони технологічного виробництва, без проміжного зберігання на складі заводу.

Пропонована транспортно-технологічна схема завезення силікату натрію з підприємства Запорізький завод зварювальних флюсів у Запорізький річковий порт і вантажопереробки на заводі і в порту представлена на слайді 5.

2.2 Визначення проєктних вантажопотоків силікату натрію

Для виконання технологічних розрахунків, необхідно визначити добові вантажопотоки за формулою [12]:

$$Q_{доб} = \frac{Q_{річн} \cdot K_n}{T_p}, \quad (2.1)$$

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

K_n - коефіцієнт нерівномірності по відправленню вантажів;

T_p - кількість днів відвантаження силікату натрію із заводу, діб; приймаємо рівним періоду навігації: 245 діб.

Для розрахунку необхідно визначити коефіцієнт нерівномірності за методикою:

- по документах обліку відвантаження силікату натрію вибираємо дані про відправлення з 01.03.2019 до 28.06.2019 р. (додаток А);
- будуємо статистичні ряди з відвантаження силікату натрію;
- за отриманим даними становимо варіаційний ряд, який розбиваємо на групи.

Число груп розраховуємо за формулою [9]:

$$K = 1 + 3,2 \lg N, \quad (2.2)$$

де N - кількість значень у вибірці; $N = 100$.

$$K = 1 + 3,2 \lg 100 = 1 + 3,2 \cdot 2,0 = 7,4; \text{ приймаємо } 8.$$

Потім визначаємо інтервал групування за формулою [12]:

$$I_{ep} = \frac{N_{\max} - N_{\min}}{K} = \frac{22,0 - 0}{8} = 2,75, \quad (2.3)$$

де $N_{\max}$, $N_{\min}$ - відповідно максимальне та мінімальне значення випадкової величини з варіаційного ряду.

Обробка варіаційного ряду даних відвантаження силікату натрію наведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Обробка варіаційного ряду з відвантаженням силікату натрію

N_k	$\bar{N}_k$	N	P_k	Розрахункові дані			
				$P_k \bar{N}_k$	$\bar{N}_k - \bar{M}$	$(\bar{N}_k - \bar{M})^2$	$(\bar{N}_k - \bar{M}) P_k$
0 - 2,75	1,375	15	0,15	0,2063	- 12,445	154,878	23,232
2,76 - 5,51	4,135	4	0,04	0,1654	- 9,685	93,799	3,752
5,52 - 8,27	6,895	5	0,05	0,3448	- 6,925	47,955	2,398
8,28 - 11,03	9,650	10	0,10	0,9650	- 4,170	17,389	1,739
11,04 - 13,79	12,415	3	0,03	0,3724	- 1,405	1,974	0,059
13,80 - 16,55	15,175	13	0,13	1,9728	1,355	1,836	0,237
16,56 - 19,31	17,935	13	0,13	2,3316	4,115	16,933	2,201
19,32 - 22,00	20,660	37	0,37	7,6442	6,840	46,785	17,311
		100	1,0	$\bar{M} = 13,82$			$D = 50,929$

Визначаємо середньоквадратичне відхилення за формулою [12]:

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{50,929} = 7,136. \quad (2.4)$$

Знаходимо коефіцієнт варіації добового вантажопотоку, що характеризує розкид випадкової величини за формулою [12]:

$$V = \sqrt{D}/\bar{M} = \sqrt{50,929}/13,82 = 0,516, \quad (2.5)$$

де D - дисперсія випадкової величини;

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

$$K_n = 1 + 0,516 = 1,516.$$

За період навігації кількість робочих днів по завезенню вантажу у річковий порт за 2019 рік склала 214 діб.

Добовий вантажопотік надходження силікату натрію у Запорізький річковий порт з ПрАТ Запоріжсклофлюс складе:

$$Q_{доб}^{am} = \frac{54009,5 \cdot 1,516}{214} = 382,61 \text{ т/добу}.$$

2.3 Вибір транспортної тари для доставки силікату натрію

На даний момент силікат натрію в річковому порту перевантажується навалом. Щоб уникнути втрат сировини пропонується перевозити силікат натрію в м'яких контейнерах для сипучих вантажів – big-bag.

Для виготовлення м'яких багаторазових контейнерів для сипучих матеріалів часто застосовують нейлонову тканину з поліуретановим або гумовим покриттям.

М'які багаторазові мішки для промисловості найчастіше виготовляють з міцної і довговічної капронової або поліпропіленової тканини, в яку вводять різні добавки для зниження електропровідності, зменшення впливу ультрафіолетових променів і інших чинників. Додатково всі багаторазові big-bag комплектуються вкладишами з поліетилену. Для виготовлення одноразових м'яких контейнерів, як правило, використовується недорогий і міцний поліпропілен [13].

М'який контейнер може мати від одного до чотирьох стропів, різні опції для полегшення процесів навантаження та розвантаження (верхній та нижній клапани, фартух розкривне дно).

М'які контейнери мають ряд переваг: надійно захищають вантаж від опадів і контактів з поверхнею транспортних засобів або контейнерів. Завдяки цій властивості упаковані вантажі можна зберігати на відкритих майданчиках. Біг-беги допускають використання будь-яких видів обладнання для виконання вантажно-розвантажувальних операцій і транспорту для перевезення. В результаті економиться час на їх доставку. Застосування big-bag істотно скорочує втрати сипучих матеріалів на всіх етапах обігу та фінансові витрати на їх зберігання і транспортування [13].

Для перевезення пропонується застосовувати чотирьох строповий контейнер із верхнім завантажувальним та нижнім розвантажувальним клапаном (рис. 2.3). Виготовлений такий контейнер із поліпропіленової тканини великої міцності. Стропа являє собою поліпропіленову смугу вантажопідйомністю до 2,0 т. Вона пришивається до контейнера в чотирьох боків [13].

Технічні параметри м'яких контейнерів big-bag:

- габаритні розміри дна: 980×980 мм;
- плоска ширина і довжина контейнера: 1600×1800 мм;
- висота завантаження: від 600 до 1250 мм;
- діаметр завантаженого контейнера: 1180 мм;
- вантажопідйомність: 2000 кг.



Рисунок 2.3 – М'який поліпропіленовий контейнер big-bag

Кількість силікату натрію в big-bag розрахуємо за формулою [14]:

$$m_{\text{ван}} = V_{b-b} \cdot \rho \cdot \varphi, \quad (2.6)$$

де V_{b-b} - об'єм big-bag, м³; $V_{b-b} = 0,98 \cdot 0,98 \cdot 1,25 = 1,2$ м³;

ρ - щільність силікату натрію, т/м³;

φ - коефіцієнт заповнення обсягу; $\varphi = 0,8 \dots 0,9$

$$m_{\text{ван}} = 1,2 \cdot 1,5 \cdot 0,90 = 1,62 \text{ т.}$$

Маса завантаженого big-bag із силікатом натрію з урахуванням власної ваги контейнера складе:

$$m_{b-b} = 1,62 + 0,015 = 1,635 \text{ т.}$$

Це значення будемо використовувати при розрахунках продуктивності механізмів.

2.4 Проектування причального складу силікату натрію

2.4.1 Розрахунок причального площі складу

Для визначення можливості забезпечення тимчасового зберігання big-bag з силікатом натрію на причалі в очікуванні відвантаження на судна необхідно розрахувати площу складу. Основою розрахунку є місткість складу, яка визначається за формулою [10]:

$$E_{скл} = \frac{Q_{скл} \cdot t_{зб} \cdot K_n}{T_{нав}}, \quad (2.7)$$

де $Q_{скл}$ - маса вантажу, що проходять через склад, т;

$t_{зб}$ - час зберігання силікату натрію на складі порту, діб.;

$T_{нав}$ - тривалість періоду навігації, діб.

Значення вантажопотоку силікату натрію, що проходить через склад, визначаємо за формулою [10]:

$$Q_{скл} = \frac{Q_{річ} \cdot k_{скл}}{n_{пр}}, \quad (2.8)$$

$Q_{річн}$ - річний вантажообіг складу, т;

$k_{скл}$ - коефіцієнт проходження вантажів через склад (дорівнює 0,7...1);

$n_{пр}$ - число причалів, на яких зберігається вантаж.

Для розрахунків ємності складу силікату натрію на причалі необхідно визначити інтервал між прибуттям суден у порт під завантаження, який розраховуємо за формулою [15]:

$$I = T : \frac{Q_{річн}^{np}}{q_{пост}}, \quad (2.9)$$

де T - кількість робочих днів за період навігації, діб;

$Q_{річн}^{від}$ - річний обсяг відправлення силікату натрію з річкового порту, т; за даними табл. 1.6 $Q_{річн}^{від} = 54009,5$ т/рік;

$q_{пост}$ - середній розмір поставки, т; за даними табл. 1.6 $q_{пост} = 3000,5$ т.

$$I = 214 : \frac{54009,5}{3000,5} = 11,89; \text{ приймаємо } 12 \text{ діб.}$$

Виконаємо розрахунок необхідної ємності складу за формулами (2.7) та (2.8):

$$Q_{скл} = \frac{54009,5 \cdot 1,0}{1} = 54009,5 \text{ т;}$$

$$E_{скл} = \frac{54009,5 \cdot 12 \cdot 1,516}{214} = 4591,31 \text{ т.}$$

Загальна площа складу на причалі визначається за формулою [16]:

$$S_{заг} = S_{зб} + S_{пр}, \quad (2.10)$$

де $S_{зб}$ - корисна площа складу (площа для зберігання вантажів), m^2 ;

$S_{пр}$ - площа для проходів і проїздів, m^2 .

Оскільки силікат натрію надходить у порт і зберігається на причалі в big-bag, то площу складу визначаємо за методом елементарних площадок.

Площа, яку займає завантажений big-bag на причальному складі, розраховується за формулою [16]:

$$\Delta F = L_{ел.пл} \cdot B_{ел.пл}, \quad (2.11)$$

де $L_{ел.пл}$ - довжина елементарної площадки, м;

$B_{ел.пл}$ - ширина елементарної площадки, м.

Розміри елементарної площадки розраховуються по формулах [16]:

$$L_{ел.пл} = l_{вант} + a, \quad B_{ел.пл} = b_{вант} + a', \quad (2.12)$$

де $l_{вант}$, $b_{вант}$ - габаритні розміри big-bag, мм;

a , a' - значення зазорів між big-bag в поздовжньому й поперечному напрямках, м.

$$\Delta F = (0,98 + 0,2) \cdot (0,98 + 0,2) = 1,392; \text{ приймаємо } 1,4 \text{ м}^2.$$

Big-bag встановлені на причалі в 4 яруси по висоті.

Кількість елементарних площадок на причалі для зберігання big-bag розрахуємо за формулою [16]:

$$Z_{пл} = E_{скл} / (\Delta F \cdot q), \quad (2.13)$$

де $Z_{пл}$ - загальна ємність складу, т;

q - кількість вантажу в одному штабелі, т.

$$Z_{пл} = \frac{4592}{1,4 \cdot 1,62 \cdot 4} = 507 \text{ big-bag}.$$

Корисна площа складу на причалі визначається за формулою [16]:

$$S_{зб} = \Delta F \cdot Z = 1,4 \cdot 507 = 710,0 \text{ м}^2. \quad (2.14)$$

Площа проходів і проїздів розраховується за формулою [16]:

$$S_{np} = S_{зб} \cdot k_{np} = 710,0 \cdot 1,2 = 852,0 \text{ м}^2. \quad (2.15)$$

де k_{np} - коефіцієнт площі проходів і проїздів; при використанні для складських робіт кранового встаткування $k_{np} = 1,2$.

Загальну площу складу силікату натрію складе:

$$S_{заг} = 710,0 + 852,0 = 1562,0 \text{ м}^2.$$

Ширину складу розраховуємо за формулою [17]:

$$b_{скл} = l_{стр} - \Delta - b_{a/\partial}, \quad (2.16)$$

де $l_{стр}$ - виліт стріли портального крану, м;

$b_{a/\partial}$ - ширина автодороги, м;

Δ - габарит наближення вантажу до осі підкранової колії, м; $\Delta = 1,7$ м.

$$b_{скл} = 32,0 - 1,7 - 4,0 = 26,6 \text{ м}.$$

Визначимо ширину складу для зберігання big-bag із силікатом натрію:

$$L = S_{скл} / b_{скл} = 1562 / 26,6 = 58,7 \text{ м}.$$

Розраховані розміри складу відповідають довжині вантажного фронту на причалі на причалі, що виділено для зберігання силікату натрію.

Визначимо кількість контейнерів big-bag, яку можна встановити по ширині складу, за формулою [17]:

$$n_{\text{конт}} = \xi \left(\frac{b_{\text{скл}}}{b_{\text{конт}} + b_3} \right), \quad (2.17)$$

де $b_{\text{конт}}$ - габаритна ширина контейнера, м;

b_3 - ширина зазору між контейнерами на складі, м.

$$n_{\text{конт}} = \xi \left(\frac{26,6}{0,98 + 0,1} \right) = 24 \text{ од.}$$

Висота складування при укладанні (розбиранні) портальним краном контейнерів з силікатом натрію при знаходженні робітників на штабелі – до 4 ярусів. При висоті контейнера 1,25 м, висота ярусу становить 5,0 м.

Установку контейнерів в штабелі виконують щільними рядами строго вертикально, із забезпеченням стійкості. З другого ярусу включно контейнери встановлюють з уступами на половину їх діаметру по всьому периметру штабеля. У середині штабелю контейнер парного ряду укладають уздовж штабеля, непарного ряду – поперек. Через 1,5 м по висоті роблять уступ шириною не менш 1,3 м по периметру штабелю.

Штабелі завантажених контейнерів розташовують один від одного на відстані, необхідній для проходу. Розбирання штабеля контейнерів проводиться в зворотній послідовності його формування.

2.4.2 Технологічне проектування складу

Силікат натрію в м'яких контейнерах big-bag в порту зберігається в очікуванні відвантаження на судна в зоні дії порталних кранів.

Штабелі розміщують із дотриманням таких відстаней:

- проходи між штабелями – 2,0 м, так як висота штабеля – 5,0 м;
- ширина поздовжнього проїзду між штабелями приймаємо – 4,0 м.

Штабелі big-bag із силікатом натрію розміщуються від осі підкранової колії на відстані не менш 8,0 м (мінімальний виліт стріли – 8,0 м).

За технологічною схемою склад складається із двох зон, розділених поздовжнім проїздом для автотранспорту шириною 4,0 м. З обох сторін поздовжнього проїзду проектуємо по 4 штабеля.

З одного боку кожен штабель має місткість 99 big-bag: 11 – по довжині й 9 – по ширині. Габаритний розмір такого штабеля становить 11000×9000 мм.

З іншого боку штабель має місткість 77 big-bag: 11 – по довжині й 7 – по ширині. Габаритний розмір такого штабеля становить 11000×7000 мм.

Загальна ємність такого складу становить: $99 \cdot 4 + 77 \cdot 4 = 740$ елементарних площадок, а за розрахунками мінімальна ємність складу – 507 площадок. Таким чином, запроєктований склад силікату натрію відповідає розрахунковій ємності.

У поперечному напрямку передбачаємо проходи шириною 2,0 м.

За розробленою схемою максимальна довжина складу на причалі склала 57,0 м, що відповідає довжині вантажного фронту для силікату натрію на причалі – 60 м. Схема складу для зберігання силікату натрію на причалі наведена на слайді 6 презентації до магістерської роботи.

2.5 Вибір автотранспортних засобів для завезення силікату натрію в порт

Для завезення в порт силікату натрію у м'яких контейнерах big-bag використовувати автопоїзд у складі тягача МАЗ-544019-1421-013 та напівпричепа МАЗ-975800-2012, характеристика яких наведена у табл. 2.2, 2.3 [18].

Таблиця 2.2 – Технічна характеристика тягача МАЗ-544019-1421-013

Найменування характеристики	Значення
Колісна формула	4×2
Допустима повна маса автопоїзда, кг	44000
Допустима повна маса автомобіля, кг	18750
Розподіл повної маси автомобіля, кг:	
- на передню вісь	7250
- на задню вісь	11500
Допустиме навантаження на сидло, кг	10700
Споряджена маса автомобіля, кг	7900
Габаритні розміри, мм	6000×2550×4000
Контрольна витрата палива, л/100км	33,5
Шини	315/70R22,5
Кількість осей / коліс	2 / (6+1)

Таблиця 2.3 – Технічна характеристика напівпричепа МАЗ-975800-2012

Найменування характеристики	Значення
1	2
Повна маса напівпричепу, кг	35000
Розподіл повної маси напівпричепу, кг:	
- на сидільний пристрій тягача	15000
- на задній візок	20000
Споряджена маса напівпричепу, кг	6700
Вантажопідйомність, кг	28500
Об'єм платформи, м ³	19,5

Продовження таблиці 2.3

1	2
Площа платформи, м ²	29,5
Габаритні розміри напівпричепу, мм	11500×2550×2150
Внутрішні габаритні розміри кузову, мм	11180×2420×700
Шини	11,0R20
Кількість осей / коліс	3 / (12+1)

При розрахунку кількості транспортних засобів для організації перевізного процесу при доставці силікату натрію із заводу у річковий порт необхідно знати норму завантаження транспортного засобу.

Кількість big-bag, що розміщуються по довжині напівпричепу L_{am} , визначається за формулою [14]:

$$L_{am} = \left[\frac{L_1}{A} \right], \quad (2.18)$$

де L_1 - внутрішня довжина кузова, мм;

A - величина виміру (довжина, ширина) вантажу, мм.

Кількість big-bag, що розміщуються по ширині напівпричепу B_{am} , розраховується за формулою [14]:

$$B_{am} = \left[\frac{B_1}{A} \right], \quad (2.19)$$

де B_1 - внутрішня ширина кузова, мм.

При таких внутрішніх розмірах кузова напівпричепи для big-bag із силікатом натрію максимальна місткість транспортного засобу складе:

- при розміщенні big-bag по довжині кузова:

$$L_{am} = \left[\frac{11180}{1000} \right] = 11 \text{ од.};$$

- при розміщенні big-bag по ширині кузова

$$B_{am} = \left[\frac{2420}{1000} \right] = 2 \text{ од.};$$

- загальна максимальна кількість big-bag у кузові – 22 од.

При такій схемі розміщення завантаження напівпричепа $1,635 \cdot 22 = 35,97$ т перевищує номінальну вантажопідйомність, яка складає 28,5 т.

У зв'язку з цим максимальна кількість big-bag з силікатом натрію у кузові складе $28,5/1,635 = 17$ од.

При цьому кількість вантажу у кузові складе:

$$q_{\text{вант}}^{am} = 1620 \cdot 17 = 27540 \text{ кг.}$$

Завантаження напівпричепа:

$$q_{\text{зав}}^{am} = 1635 \cdot 17 = 27795 \text{ кг} < q_{\text{ном}}^{am} = 28500 \text{ кг.}$$

Таким чином, напівпричіп за один оборот може перевезти 17 big-bag або 27,795 т силікату натрію.

2.6 Визначення продуктивності засобів переробки силікату натрію

2.6.1 Розрахунок продуктивності засобів переробки силікату натрію на заводі

Силікат натрію за існуючим варіантом з заводу відвантажується навалом, а за пропонованим варіантом – у м'яких контейнерах big-bag.

Для вантажних робіт із силікатом натрію на заводі за *існуючим варіантом* використовуються:

- фронтальні навантажувачі Т-156 для завантаження внутрішньозаводських автомобілів-самоскидів МАЗ-555120, які переміщують вантаж з відділення охолодження на заводський склад, та для завантаження автомобілів-самоскидів КрАЗ-256, які транспортують вантаж у річковий порт; ємність ковша Т-156 – $1,5 \text{ м}^3$;
- телескопічні навантажувачі MANITOU MT-1030, які використовуються для формування штабелю силікату натрію у складі критого типу; ємність ковша навантажувача MANITOU MT-1030 також $1,5 \text{ м}^3$.

Місткість ковша навантажувача при виконанні вантажних операцій із силікатом натрію визначаємо за формулою [19]:

$$q = V_{\text{грей}} \cdot \rho \cdot \varphi, \quad (2.20)$$

де $V_{\text{грей}}$ - місткість грейфера, м^3 ;

φ - коефіцієнт заповнення грейфера, $\varphi = 0,90$.

Кількість силікату натрію в ковші навантажувача складе:

$$q_{\text{и}}^{\text{наб}} = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,9 = 2,02 \text{ т.}$$

Продуктивність механізмів періодичної дії визначається за формулою [16]:

$$\Pi_m = \frac{q_u \cdot 3600}{t_u}, \quad (2.21)$$

де q_u - маса вантажу, що перевантажується за один цикл, т;

t_u - тривалість одного циклу роботи механізму, с.

Експлуатаційна продуктивність визначається за формулою [16]:

$$\Pi_{експл} = \Pi_{техн} \cdot K_{час}, \quad (2.22)$$

де $K_{час}$ - коефіцієнт, який враховує використання механізму за часом.

Визначимо тривалість циклу навантажувачів за формулою [16]:

$$t_u^{нав} = t_1 + t_2 + 2 \cdot t_3 + t_4 + t_5, \quad (2.23)$$

де t_1 - час захвату вантажу, с; за технічними характеристиками 10 с;

t_2 - час підйому навантаженого ковшу над автомобілем, с; за технічними характеристиками 6,7 с;

t_3 - час переміщення навантажувача між штабелем і транспортним засобом, с;

t_4 - час вивантаження ковшу в автомобіль, с; за технічними характеристиками 6 с;

t_5 - час опускання порожнього ковшу, с; за технічними характеристиками 5,4 с.

Час переміщення навантажувача визначаємо за формулою [16]:

$$t_3 = \frac{L}{v_p} + t_{py}, \quad (2.24)$$

де L - середня відстань переміщення навантажувача, м;

v_p - швидкість переміщення навантажувача, м/с; $v_p = 2 \text{ км/год.} = 0,56 \text{ м/с}$;

t_{py} - час на розгін і уповільнення руху, с; приймаємо $t_{py} = 3 \text{ с}$.

$$t_3 = \frac{15,0}{0,56} + 3,0 = 30,0 \text{ с.}$$

Визначимо тривалість циклу навантажувачів за формулою (2.23):

$$t_{\text{ц}}^{\text{нав}} = 10 + 6,7 + 2 \cdot 30 + 6 + 5,4 = 88,1 \text{ с.}$$

Визначимо продуктивність навантажувачів за формулами (2.21) і (2.22):

$$P_{\text{техн}}^{\text{нав}} = \frac{2,02 \cdot 3600}{88,1} = 82,54 \text{ т/год.};$$

$$P_{\text{експл}}^{\text{нав}} = 82,54 \cdot 0,85 = 70,16 \text{ т/год.}$$

За пропонованим варіантом на Запорізькому заводі зварювальних флюсів і скловиробів для завантаження big-bag в напівпричіп використовують мостовий кран, технічна характеристика якого представлена у табл. 2.4.

За один цикл мостовий кран перевантажує одночасно 4 big-bag з силікатом натрію. Кількість вантажу при цьому складає $1,62 \cdot 4 = 6,48 \text{ т}$.

Таблиця 2.4 – Технічна характеристика мостового крану

Найменування характеристики	Значення параметра
Вантажопідйомність, т	10,0
Довжина прольоту, м	22,5
Висота підйому, м	9,0
Мінімальне наближення гака до підкранової колії, мм: - по горизонталі: з боку кабіни / тролей - по вертикалі	800 / 1000 500

Продовження таблиці 2.4

1	2
Швидкість, м/с:	
- пересування крана	1,27
- пересування візка	0,63
- підйому / спуску вантажу	0,50
Підкранова рейка / ширина головки	P43 / 70
Навантаження від колеса на підкранову колію, кН	86
Встановлена потужність електродвигунів, кВт	16,5

Тривалість циклу мостового крана розраховується за формулою [19]:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{з}} + t_{\text{в}} + \left(\frac{4H}{v_{\text{вант}}} + \frac{2L_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}} + \frac{2L_{\text{в}}}{v_{\text{в}}} \right) \cdot \varphi, \quad (2.25)$$

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

$t_{\text{в}}$ - час віддачі вантажу, з;

H - висота підйому вантажу, м;

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

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

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

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

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

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

$$t_{\text{ц}}^{\text{МК}} = 12 + 10 + \left(\frac{4 \cdot 3,5}{0,50} + \frac{2 \cdot 10}{1,27} + \frac{2 \cdot 8}{0,63} \right) \cdot 0,85 = 78 \text{ с.}$$

За формулами (2.21) - (2.22) розраховуємо технічну та експлуатаційну продуктивність мостового крана:

$$P_{техн}^{МК} = \frac{6,48 \cdot 3600}{78,0} = 299,0 \text{ т/год.};$$

$$P_{експл}^{МК} = 299,0 \cdot 0,80 = 239,26 \text{ т/год.}$$

Розраховані значення продуктивності вантажно-розвантажувальних механізмів будемо використовувати при визначенні норм часу на виконання вантажних операцій та загального часу простою транспортного засобу на вантажних фронтах.

2.6.2 Розрахунок продуктивності засобів переробки силікату натрію в річковому порту

У Запорізькому річковому порту всі перевантажувальні операції виконуються, в основному, порталними кранами. На причалі 6, де вивантажується й зберігається силікат натрію в очікуванні відвантаження на судна, працюють порталні крани, технічна характеристика яких наведена в табл. 1.10.

Тривалість циклу порталного крану розраховується за формулою [20]:

$$t_{ц} = t_3 + t_6 + \left(\frac{4H}{v_{ван}} + \frac{2L_{кр}}{v_{кр}} + \frac{2\beta \cdot 60}{n_{об} \cdot 360} \right) \cdot \varphi, \quad (2.26)$$

де t_3 - час захвату вантажу, с;

t_6 - час віддачі вантажу, с;

H - висота підйому вантажу, м;

$v_{ван}$ - швидкість підйому та спуску вантажу, м/с, $v_{ван} = 1,05$ м/с;

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

$v_{кр}$ - швидкість переміщення крана, м/с; $v_{кр} = 0,5$ м/с;

β - кут повороту стріли порталного крана; $\beta = 180^\circ$;

$n_{об}$ - частота обертання порталу крана, $n_{об} = 1,6$ об/хв.;

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

Розрахунок часу циклу необхідно виконати для існуючого й пропонованого варіантів перевалки силікату натрію в порту, а також для кожного типу транспортного засобу (судно, автомобіль).

Існуючий варіант.

Силікат натрію надходить у порт навалом в автомобілях-самоскидах. Вивантаження на причалі виконується повільно, самопливом. Силікат натрію вивантажується на площадку причалу № 6, яку виділено для цього вантажу. Час піднімання кузову для розвантаження – 30 с; час опускання кузову після розвантаження – 30 с; час розвантаження силікату натрію – 60 с (1 хвилина).

Завантаження силікату натрію у судно відбувається портальними кранами з грейферними захватами.

Визначимо кількість силікату натрію в грейфері за формулою (2.20):

$$q_{ц}^{грей} = 3,3 \cdot 1,5 \cdot 0,75 = 3,71 \text{ т.}$$

Визначаємо тривалість циклу й продуктивність портального крана при завантаженні судна за *існуючим варіантом*:

$$t_{ц}^{суд} = 18 + 16 + \left(\frac{4 \cdot 15}{1,05} + \frac{2 \cdot 10}{0,5} + \frac{2 \cdot 180 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,85 = 134 \text{ с;}$$

$$P_{техн}^{суд} = \frac{3,71 \cdot 3600}{134} = 99,67 \text{ т/год.};$$

$$P_{експл}^{суд} = 99,67 \cdot 0,80 = 79,74 \text{ т/год.}$$

Пропонований варіант.

Силікат натрію надходить в Запорізький річковий порт у big-bag. Маса вантажу в одному big-bag становить 1,62 т. Для виконання перевантажувальних робіт використовуємо спеціальний траверсний захват для м'яких контейнерів big-bag, який дозволяє одночасно перевантажувати до 8 контейнерів [11]. Маса бруто контейнера big-bag – 1,635 т.

Визначимо кількість контейнерів big-bag, яку можна перевантажувати за один цикл (вантажопідйомність траверси 10,0 т): $10,0 / 1,635 = 6$ big-bag. Маса силікату натрію, що перевантажується за один цикл складе; $1,62 \cdot 6 = 9,72$ т.

Визначаємо тривалість циклу й продуктивність портального крана при виконанні різних операцій у порту за проектним варіантом:

- навантаження силікату натрію у судна

$$t_{\text{ц}}^{\text{суд}} = 10 + 12 + \left(\frac{4 \cdot 10}{1,05} + \frac{2 \cdot 10}{0,5} + \frac{2 \cdot 180 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,85 = 120 \text{ с};$$

$$P_{\text{техн}}^{\text{суд}} = \frac{9,72 \cdot 3600}{120} = 291,6 \text{ т/год.};$$

$$P_{\text{експл}}^{\text{суд}} = 291,6 \cdot 0,80 = 233,28 \text{ т/год.};$$

- вивантаження big-bag з силікатом натрію з автотранспорту (за один цикл розвантажується 4 big-bag: $1,62 \cdot 4 = 6,48$ т)

$$t_{\text{ц}}^{\text{авт}} = 12 + 10 + \left(\frac{4 \cdot 4}{1,05} + \frac{2 \cdot 5}{0,5} + \frac{2 \cdot 180 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,85 = 103 \text{ с};$$

$$P_{\text{техн}}^{\text{авт}} = \frac{6,48 \cdot 3600}{103} = 226,48 \text{ т/год.};$$

$$П_{експл}^{авт} = 226,48 \cdot 0,80 = 181,19 \text{ т/год.}$$

2.7 Визначення часу на вантажні операції

У розрахунковий строк на обробку рухомого складу на вантажних фронтах включаються витрати часу на виконання певних операцій.

1. Підготовчі операції.
2. Заклучні операції.
3. Завантаження або розвантаження транспортного засобу.

Тривалість загального часу виконання вантажних операцій з транспортними засобами розраховується за формулою [20]:

$$T_{заг} = t_{підг} + t_{вант} + t_{закл}, \quad (2.27)$$

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

$t_{закл}$ - тривалість заклучних операцій, хв.;

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

Час на виконання вантажних операцій розраховується за формулою [20]:

$$t_{вант} = \frac{q_{мз} \cdot 60}{П_{експ}} + t_{доп}, \quad (2.28)$$

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

$t_{доп}$ - тривалість допоміжних операцій, хв.

За існуючим варіантом розрахуємо наступні величини:

- тривалість простою судна на причалі при завантаженні навалочного силікату натрію;
- тривалість завантаження самоскида КрАЗ-256 навалочним силікатом натрію на заводі;
- час розвантаження самоскида КрАЗ-256 із навалочним силікатом натрію на причалі.

За *пропонованим* варіантом необхідно розрахувати такі нормативи:

- тривалість завантаження в судна силікату натрію в big-bag;
- тривалість завантаження big-bag із силікатом натрію в напівпричіп на заводі;
- тривалість вивантаження big-bag із силікатом натрію з автотранспорту на причалі річкового порту.

2.7.1 Розрахунок часу на виконання вантажних операцій на заводі зварювальних флюсів і скловиробів

На підприємстві за *існуючим варіантом* автомобілі завантажуються навалочним силікатом натрію фронтальними навантажувачами Т-156. Продуктивність навантажувачів – 70,16 т/год.; кількість вантажу, що завантажується за один цикл, складає 1,8 т.

Силікат натрію за *існуючим варіантом* вивозиться з підприємства в порт автомобілями-самоскидами КрАЗ-256: об'єм кузову – 6,0 м³. Кількість силікату натрію в кузові автомобіля-самоскида визначимо за формулою (2.20):

$$q_{\text{ц}}^{\text{ам}} = 6,0 \cdot 1,5 \cdot 0,9 = 8,1 \text{ т.}$$

Час завантаження автомобіля КрАЗ-256 складе:

$$t_{\text{заг}}^{\text{КрАЗ}} = \frac{8,1 \cdot 60}{70,16} = 8,0 \text{ хв.}; \quad T_{\text{заг}}^{\text{КрАЗ}} = 9 + 8 + 10 = 27 \text{ хв.} = 0,45 \text{ год.}$$

Кількість автомобілів КрАЗ-256, що відвантажуються із силікатом натрію з заводу за період навігації складе:

$$N_{\text{авт}} = 54009,5 / 8,1 = 6668 \text{ автомобілів.}$$

Час роботи навантажувачів Т-156 за період навігації при завантаженні силікату натрію в автомобілі КрАЗ-256 за *існуючим варіантом* складе:

$$\Sigma T_{\text{КрАЗ}}^{\text{нав}} = 9 \cdot 6668 = 60012 \text{ хв.} = 1001 \text{ год.}$$

Крім того, слід врахувати і час завантаження внутрішньозаводських автомобілів-самоскидів МАЗ-555120, які перевозять силікат натрію з відділення охолодження на склад. Об'єм кузова МАЗ-555120 – 5,4 м³.

Кількість силікату натрію в кузові автомобіля МАЗ-555120 складе:

$$q_{\text{ц}}^{\text{ам}} = 5,4 \cdot 1,5 \cdot 0,9 = 7,29 \text{ т.}$$

Час завантаження автомобіля МАЗ-555120 складе:

$$t_{\text{заг}}^{\text{МАЗ}} = \frac{7,29 \cdot 60}{70,16} = 7,0 \text{ хв.}; \quad T_{\text{заг}}^{\text{МАЗ}} = 9 + 7 + 10 = 26 \text{ хв.} = 0,44 \text{ год.}$$

Кількість автомобілів МАЗ-555120, що завантажуються силікатом натрію на заводі за період навігації складе:

$$N_{\text{авт}} = 54009,5 / 7,29 = 7409 \text{ автомобілів МАЗ-555120.}$$

Відпрацьований час роботи навантажувачів Т-156 за період навігації при завантаженні силікату натрію в автомобілі МАЗ-555120 за *існуючим варіантом* складе:

$$\Sigma T_{\text{МАЗ}}^{\text{нав}} = 8 \cdot 7409 = 59272 \text{ хв.} = 988 \text{ год.}$$

Загальний час роботи навантажувачів Т-156 на заводі при завантаженні автомобілів за період навігації за *існуючим варіантом* складе:

$$\Sigma T_{\text{авт}}^{\text{нав}} = 1001 + 988 = 1989 \text{ год.}$$

Крім навантажувачів Т-156, які завантажують автомобілі КрАЗ-256 та МАЗ-555120, у процесі вантажопереробки на заводі задіяні навантажувачі MANITOU MT-1030, які виконують роботи з формування штабелю силікату натрію на заводському складі. Формування відбувається після вивантаження силікату натрію із 4-5 автомобілів МАЗ-555120. Середній час роботи навантажувачів складає на групу автомобілів – 0,75 год. таким чином, загальний час, відпрацьований навантажувачами MANITOU MT-1030, складе: $0,75 \cdot (7409/5) = 1112$ год.

За *пропонованим варіантом* автомобілі завантажуються мостовим краном.

Розрахункова продуктивність крану – 239,26 т/год.; кількість вантажу, що завантажується за один цикл, складає 6,48 т.

Силікат натрію в м'яких контейнерах big-bag за *пропонованим варіантом* вивозиться з підприємства в порт автопоїздами у складі тягача та напівпричепа: кількість силікату натрію в кузові – 27,795 т.

Час завантаження автопоїзда складе:

$$t_{\text{заг}}^{a/n} = \frac{27,795 \cdot 60}{239,26} + 3 = 12,0 \text{ хв.}; \quad T_{\text{заг}}^{a/n} = 10 + 12 + 10 = 32 \text{ хв.} = 0,54 \text{ год.}$$

Кількість автопоїздів, що завантажуються силікатом натрію на заводі за період навігації складе:

$$N_{a/n} = 54009,5 / 27,795 = 1944 \text{ автопоїзди.}$$

Загальний час роботи мостових кранів на заводі при завантаженні автопоїздів за період навігації за *пропонованим варіантом* складе:

$$\Sigma T_{авт}^{нав} = 12,0 \cdot 1944 = 23328 \text{ хв.} = 389 \text{ год.}$$

2.7.2 Розрахунок часу на виконання вантажних операцій в порту

Розрахунок часу на обробку автотранспортних засобів в порту

За існуючим *варіантом* автомобілі-самоскиди КрАЗ-256 вивантажуються в порту самопливом. Час розвантаження силікату натрію із кузову самопливом визначимо за формулою [19]:

$$t_{вант}^{КрАЗ} = t_n + t_{он} + t_{розв} + 2 \cdot t_{ман}, \quad (2.29)$$

де t_n - час піднімання навантаженого кузову самоскида, хв.; за технічною характеристикою $t_n = 20 \text{ с} = 0,33 \text{ хв.}$;

$t_{он}$ - час опускання порожнього кузову самоскида, хв.; за технічною характеристикою $t_{он} = 30 \text{ с} = 0,5 \text{ хв.}$;

$t_{розв}$ - час вивантаження вантажу із кузову самопливом, хв.; $t_{розв} = 1,0 \text{ хв.}$;

$t_{ман}$ - час на виконання маневрових пересувань автомобіля при встановленні під розвантаження та прибиранні після розвантаження, хв.

$$t_{порт}^{КрАЗ} = 0,33 + 0,5 + 1,0 + 2 \cdot 1,0 = 4,0 \text{ хв.}$$

Загальний час обробки автомобіля-самоскида КрАЗ-256 на причалі при розвантаженні силікату натрію за існуючим варіантом складе:

$$T_{порт}^{КрАЗ} = 8 + 4 + 10 = 22 \text{ хв.} = 0,37 \text{ год.}$$

За існуючим варіантом в порту при вантажопереробці силікату натрію також задіяний бульдозер Т-170, який виконує формування штабелю на причалі. За технологічними нормами, які прийняті в Запорізькому річковому порту при формуванні штабелю на причалі та зачищенні габаритів порталного крану норма складає 0,015 год./т. Час роботи бульдозера при виконанні операцій складе:

$$0,015 \cdot 54009,5 = 810 \text{ год.}$$

За *пропонованим варіантом* вивантаження big-bag із силікатом натрію із кузова напівпричепа в порту виконується порталним краном з траверсним захватом.

Продуктивність порталного крану – 181,19 т/год. За один цикл розвантажуються 4 big-bag (6,48 т).

Визначимо час розвантаження автопоїзду на причал річкового порту:

$$t_{порт}^{ам} = \frac{27,795 \cdot 60}{181,5} = 9 \text{ хв.};$$

$$T_{порт}^{ам} = 10 + 9 + 10 = 29 \text{ хв.} = 0,5 \text{ год.}$$

Час роботи порталних кранів за період навігації при вивантаженні силікату натрію із напівпричепів за *пропонованим варіантом* складе:

$$\Sigma T_{at}^{n.kp} = 9 \cdot 1944 = 17496 \text{ хв.} = 292 \text{ год.}$$

Розрахунок часу на обробку суден за варіантами

Розрахункова кількість силікату натрію, яку відвантажують на судно, складає 3000 т. При виконанні вантажних операцій із судном на причалі, у загальний час простою включаються підготовчі та заключні операції:

Підготовчі операції включають: швартування судна; сюрвеєрські виміри до вантажної операції; отримання дозволу на завантаження в митниці тощо. Загальна тривалість підготовчих операцій – 3,25 год.

Заключні операції: закриття люків, сюрвеєрські виміри після вантажної операції; оформлення акту сюрвеєрських вимірів. Загалом – 2,75 год.

За існуючим варіантом силікат натрію на судно завантажують портальним краном з грейферним захватом. Продуктивність портального крану – 79,74 т/год.; додаткові операції – 90 хвилин (розрівнювання завантаженої поверхні вантажу).

Час простою судна на причалі під навантаженням силікату натрію за існуючим варіантом складе:

$$t_{вант}^{існ} = \frac{3000,0 \cdot 60}{79,74} + 90,0 = 2348,0 \text{ хв.} = 40,0 \text{ год.};$$

$$T_{судно}^{існ} = 3,25 + \frac{1}{2} \cdot 40,0 + 2,75 = 26,0 \text{ год.}$$

За пропонованим варіантом силікат натрію у big-bag на судно завантажують портальним краном з грейферним захватом. Продуктивність портального крану – 233,28 т/год.; додаткові операції – 60 хвилин (на перевірку розміщення контейнерів в трюмах).

Час простою судна на причалі під навантаженням силікату натрію у big-bag за пропонованим варіантом складе:

$$t_{вант}^{np} = \frac{3000,0 \cdot 60}{223,28} + 60,0 = 906,0 \text{ хв.} = 15,1 \text{ год.};$$

$$T_{судно}^{np} = 3,25 + \frac{1}{2} \cdot 15,1 + 2,75 = 13,55 = 14,0 \text{ год.}$$

Кількість суден, що прибувають у Запорізький річковий порт для завантаження силікату натрію визначимо за формулою [20]:

$$N_{мз} = \frac{Q_{річн}}{q_{мз}}, \quad (2.30)$$

де $Q_{річн}$ - річний вантажопотік силікату натрію, що відвантажується із Запорізького річкового порту, т/рік;

$q_{мз}$ - кількість вантажу у транспортному засобі, т.

Кількість суден, що завантажується в Запорізькому річковому за період навігації, складе:

$$N_{суд} = 54009,5/3000 = 18 \text{ суден.}$$

Час роботи портальних кранів за період навігації при завантаженні силікату натрію на судна складе:

- існуючий варіант

$$\Sigma T_{судно}^{існ} = 40,0 \cdot 18 = 720 \text{ год.};$$

- пропонований варіант

$$\Sigma T_{судно}^{np} = 14,0 \cdot 18 = 252 \text{ год.}$$

Час роботи порталних кранів при переробці силікату натрію в порту за варіантами складе:

- існуючий варіант:

$$T_{п.кран}^{існ} = 720 \text{ год.};$$

- пропонований варіант:

$$T_{п.кран}^{пр} = 292 + 252 = 544 \text{ год.}$$

Загальний час, відпрацьований засобами механізації при переробці силікату натрію, за варіантами виконання вантажних робіт наведений в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Показники роботи засобів механізації при переробці силікату натрію за варіантами

Засіб механізації	Місце виконання операції	Час роботи за рік, год.	
		існуючий	проектний
Навантажувач Т-156	Завод	1989	-
Навантажувач Manitou МТ-1030	Завод	1112	-
Мостовий кран	Завод	-	389
Портальний кран	Порт	720	544
Бульдозер	Порт	3241	-

Розраховані значення з часу роботи засобів механізації, які задіяні у виконанні вантажних операцій із силікатом натрію на заводі і в порту будемо використовувати в подальших розрахунках економічних показників за варіантами.

2.8 Організація завезення силікату натрію в річковий порт

2.8.1 Розрахунок елементів перевізного процесу при завезенні силікату натрію з підприємства в порт

Силікат натрію із заводу в річковий порт завозиться автомобільним транспортом: за існуючим варіантом – автомобілями-самоскидами КрАЗ-256 (навалом), а за пропонованим варіантом – автопоїздами з бортовим напівпричепом (у м'яких контейнерах big-bag). Розрахунок виконуємо за методикою, викладеною в [21].

При розрахунках використовуємо наступні вихідні дані:

- час в наряді: 9,5 год.;
- довжина нульових пробігів: 2 і 6 км;
- розрахункова швидкість руху між заводом і портом: 24 км/год.;
- довжина маршруту: 12 км;
- тривалість обідньої перерви водіїв: для самоскидів – 0,75 год.; для автопоїздів – 1,0 год.;
- час простою АТЗ при навантаження силікату натрію на заводі: навалом у КрАЗ-256: 0,15 год. (існуючий варіант); у big-bag в напівпричепі: 0,20 год. (пропонований варіант);
- час простою АТЗ при розвантаженні силікату натрію у порту: самопливом КрАЗ-256: 0,07 год. (існуючий варіант); big-bag із напівпричепу: 0,15 год. (пропонований варіант);
- час знаходження автотранспортних засобів на підприємстві при завантаженні силікату натрію:
існуючий варіант: $24 + 5 = 29$ хв.;
пропонований варіант: $21 + 5 = 26$ хв.;
- в річковому порту при розвантаженні силікату натрію:
існуючий варіант: 25 хв.;
проектний варіант: 24 хв.

Розрахуємо елементи перевізного процесу й кількість автомобілів для організації завезення силікату натрію з підприємства у порт за варіантами:

- час роботи автотранспорту на маршруті

$$T_m^{ich} = 9,5 - \frac{2+6}{24} - 0,75 = 8,42 \text{ год.};$$

$$T_m^{np} = 9,5 - \frac{2+6}{24} - 1,0 = 8,17 \text{ год.};$$

- кількість їздок за зміну

$$E^{ich} = \frac{8,42}{1,4} = 6 \text{ їздок};$$

$$E^{np} = \frac{8,17}{1,34} = 6 \text{ їздок};$$

- змінна продуктивність роботи автотранспорту

$$\Pi_{зм}^{ich} = 8,1 \cdot 6 = 48,6 \text{ т/зміну};$$

$$\Pi_{зм}^{np} = 27,795 \cdot 6 = 166,77 \text{ т/зміну};$$

- необхідна кількість транспортних засобів для забезпечення перевезень

$$N_{ам}^{ich} = \frac{382,61}{2 \cdot 48,6} = 4 \text{ авт.};$$

$$N_{ам}^{np} = \frac{382,61}{2 \cdot 166,77} = 2 \text{ авт.}$$

2.8.2 Розрахунок показників роботи автомобілів на маршруті перевезення силікату натрію за варіантами

Розрахуємо показники роботи автотранспорту при перевезенні силікату натрію із Запорізького заводу зварювальних флюсів і скловиробів у річковий порт.

Кожний автомобіль протягом зміни виконує по 6 їздок. Добовий пробіг кожного автомобіля при роботі у дві зміни складе (з урахуванням нульових пробігів):

1) існуючий варіант (автомобілі-самоскиди КрАЗ-256):

- загальний пробіг $\Sigma L_{доб}^{заг} : (12 \cdot 6 \cdot 4 + 8) \cdot 2 = 592 \text{ км};$

- завантажений пробіг $\Sigma L_{доб}^{вант} : 144 \text{ км};$

2) пропонований варіант (автопоїзди із бортовим напівпричепом):

- загальний пробіг $\Sigma L_{доб}^{заг} : (12 \cdot 6 \cdot 2 + 8) \cdot 2 = 304 \text{ км};$

- завантажений пробіг $\Sigma L_{доб}^{вант} : 72 \text{ км}.$

Пробіг автомобілів за період навігації розраховуємо за формулою [16]:

$$\Sigma L_{річн}^{заг} = \Sigma L_{доб}^{заг} \cdot T_p^{ам}, \quad (2.32)$$

де $\Sigma L_{доб}^{заг}$ - загальний добовий пробіг автомобілів, км;

$T_p^{ам}$ - кількість робочих днів за період навігації, діб.

Визначимо річний пробіг автомобілів за варіантами:

- існуючий варіант

$$\Sigma L_{річн}^{існ} = 592 \cdot 214 = 142672 \text{ км};$$

- пропонований варіант

$$\Sigma L_{річн}^{np} = 304 \cdot 214 = 65056 \text{ км.}$$

Відпрацьована кількість годин водіями протягом доби (для одного автомобіля) складає:

- існуючий варіант $8,75 \cdot 2 \cdot 4 = 70,0$ год.;
- пропонований варіант $8,5 \cdot 2 \cdot 2 = 34,0$ год.;

Загальний час роботи автотранспортних засобів за період навігації на маршруті перевезення силікату натрію за варіантами складе:

- існуючий варіант

$$\Sigma T_{річн}^{існ} = 70,0 \cdot 214 = 14980 \text{ годин.};$$

- пропонований варіант

$$\Sigma T_{річн}^{np} = 34,0 \cdot 214 = 7276 \text{ годин.}$$

2.9 Розробка графіків роботи автотранспорту при завезенні силікату натрію в порт

Після розрахунку елементів перевізного процесу й визначення кількості транспортних засобів, розробляємо зведені графіки роботи автотранспорту на зміну при перевезенні силікату натрію з Запоріжсклофлюс у річковий порт за варіантами.

Рекомендації щодо розробки графіків наведені в [21].

Термін дії графіка – період навігації.

На слайді 7 презентації магістерської роботи приведений графік роботи автомобілів-самоскидів КрАЗ-256 при перевезенні силікату натрію з підприємства Запоріжжсклофлюс у річковий порт за *існуючим варіантом*.

На графіку показана робота 4 автомобілів на одну зміну. Автотранспорт працює у дві зміни.

Оскільки на причалі працює два портальних крани, то одночасно під навантаження у цеху подається два автомобіля. Інтервал прибуття автомобілів на вантажні фронти відповідає часу обороту автотранспорту.

Кількість оборотів, яку необхідно виконати для перевезення добової кількості силікату натрію, визначимо за формулою [21]:

$$n_{\text{доб}}^{\text{об}} = \frac{Q_{\text{доб}}}{q_{\text{мз}}^{\text{вант}}}, \quad (2.33)$$

де $Q_{\text{доб}}$ - добовий вантажопотік силікату натрію, т/добу; $Q_{\text{доб}} = 382,61$ т/добу;

$q_{\text{мз}}^{\text{вант}}$ - кількість вантажу у кузові транспортного засобу, т.

За розрахунками кількість силікату натрію в кузові автомобіля складає: автомобіль-самоскид $q_{\text{мз}}^{\text{вант}} = 8,1$ т; напівпричіп $q_{\text{мз}}^{\text{вант}} = 27,795$ т.

Таким чином, кількість оборотів при перевезенні силікату натрію автомобілями-самоскидами складає:

$$n_{\text{доб}}^{\text{об}} = \frac{382,61}{8,1} = 48 \text{ оборотів.}$$

Для забезпечення перевезення добової кількості силікату натрію самоскидами кожний виконує протягом зміни по 6 оборотів. До обіду автомобілі виконують три обороти. По закінченні третього обороту водії обідають, а потім знову слідкують під наступне завантаження. Після обіду автомобілі виконують ще три обороти. Після закінчення роботи на маршруті, автомобілі повертаються в АТЦ, де

здають транспортний засіб механіку. Після перевірки технічного стану автомобілів, їх випускають на роботу у другу зміну.

Протягом другої зміни автомобілі працюють аналогічним чином.

Пропонований варіант

Оскільки передбачається перевезення силікату натрію у м'яких контейнерах big-bag, то завезення в порт виконується автопоїздами у складі тягача МАЗ-544019-1421-013 та напівпричепа МАЗ-9758-2012. За розрахунками необхідно 2 автопоїзди для забезпечення перевезення заданого об'єму силікату натрію.

Кількість оборотів при перевезенні силікату натрію автопоїздами складає:

$$n_{\text{доб}}^{\text{об}} = \frac{382,61}{27,795} = 14 \text{ оборотів.}$$

Автопоїзди виконують також по 3 обороти до обідньої перерви та після. однак, якщо за існуючим варіантом на маршруті працює 4 самоскиди у дві зміни, то за пропонованим – 2 автопоїзди також в 2 зміни.

Графік роботи автопоїздів на зміну за пропонованим варіантом приведений на слайді 8 презентації магістерської роботи.

Аналіз розроблених графіків показав, що за рахунок використання для перевезення силікату натрію автопоїздів, скорочується кількість парку транспортних засобів. Відповідно, скорочується загальний пробіг при роботі на маршруті та загальний час роботи автотранспортних засобів за період навігації.

2.10 Розробка технологічних графіків обробки судна в порту

Оскільки за проектними пропозиціями змінюється спосіб доставки силікату натрію з навалочного на перевезення у м'яких контейнерах, для визначення пока-

зників обробки судна в порту при завантаженні, розробляємо технологічні графіки в умовному масштабі часу.

На графіку показуємо всі операції: починаючи з моменту прибуття судна на рейд порту і закінчуючи відправленням з порту.

Після прибуття в порт і передачі повідомлення в адміністрацію порту, судно отримує дозвіл на захід судна в порт и постановку к причалу для виконання вантажної операції.

Судно швартується і починають проведення вимірів осадки судна в порожньому стані. Потім триває оформлення акту суюеєрських вимірів та отримання дозволу митних органів на завантаження силікату натрію.

Після оформлення всіх документів відкриваються люки судна и починається завантаження: за існуючим варіантом – навалочного силікату натрію, а за пропонуванним – в м'яких контейнерах.

По закінченню завантаження знов проводять виміри осадки судна з оформленням акту. За різницею даних осадки судна у порожньому стані та з вантажем і визначають кількість завантаженого силікату натрію.

По закінченні завантаження закриваються люки, оформлюються митні та вантажні документи, накладаються митні пломби. Після цього судно відшвартовується та прибирається на рейд порту.

Після отримання дозволу на вихід з порту, завантажене судно відправляється в рейс.

Тривалість та послідовність підготовчих та заключних операцій за варіантами не змінюється. А ось час вантажної операції значно скорочується за рахунок завантаження силікату натрію в big-bag, коли за один цикл портальним краном перевантажується одночасно 9,72 т (за варіантом навантаження навалом – 3,71 т).

Час завантаження судна двома портальними кранами за варіантами складає:

- існуючий варіант: 20,0 год.;
- пропонуванний варіант: 7,55 год.

Час обробки судна на причалі складає:

- існуючий варіант: 26,0 годин;

- пропонуваний варіант: 14,0 годин.

Загальний час обробки судна в порту становить:

- існуючий варіант: 29,0 годин;
- пропонуваний варіант: 17,0 годин.

Скорочення часу обробки судна в річковому порту складе:

$$\Delta T_{\text{судно}} = 29,0 - 17,0 = 12,0 \text{ год.}$$

Технологічні графіки роботи обробки судна при завантаженні силікату на-трію за існуючим і пропонуваним варіантами приведені на слайді 9 презентації магістерської роботи.

2.11 Розробка контактного графіку роботи причального вантажного фронту

Для перевірки правильності виконаних розрахунків транспортних і навантажувальних механізмів, організації їхньої ритмічної роботи при обслуговуванні автомобільного й водного транспорту, а також для аналізу ефективності пропонуваного варіанта розробляємо контактний графік роботи вантажного фронту на причалі 6.

На цьому графіку показується робота вантажно-розвантажувальних механізмів за добу у зв'язку з часом підходу рухомого складу водного й автомобільного транспорту. Крім цього цей графік показує процес нагромадження й відвантаження продукції з причального складу за розглянутий період часу й дозволяє перевіряти правильність виконаних розрахунків у будь-який період часу доби.

При побудові графіка тривалість окремих операцій за часом повинна відповідати розрахунковим даним, які були виконані в роботі.

Час прибуття автотранспорту з силікатом натрію на вантажний фронт причалу 6 відповідає розробленому графіку руху автопоїздів. На графіку показано роботу порталних кранів по виконанню того або іншого виду робіт або простою у конкретний проміжок часу.

Судно простоє на причалі під завантаженням за пропонованим варіантом протягом 14 годин. За розрахунками ємність складу на причалі – 4592 т. Суднова норма силікату натрію складає 3000 т. Завезення вантажу до суднової норми відбувається протягом 8 діб. Таким чином, контактний графік роботи вантажного фронту причалу розробляємо на добу, тому що накопиченої кількості силікату натрію на причалі достатньо для завантаження суднової норми, а обробляється судно в порту протягом 17 годин.

Судно прибуває на рейд порту. Після обробки на рейді прибуття, судно подається на причал, швартується. Потім виконуються сюрвеєрські виміри, і оформляється акт по осіданню судна до навантаження. Після цього починається навантаження силікату натрію на судно. По закінченні навантаження із судном виконуються ті ж операції – вимір осадки судна сюрвеєром й оформлення акту. Суднові трюми пломбуються митницею. Потім судно прибирається з причалу на рейд відправлення, і після одержання дозволу на вихід з порту відправляється в рейс.

При розробці графіка визначені його показники, винесені в окрему графу:

- кількість прийнятого на склад порту й відвантаженого на судно силікату натрію за розрахунковий період;
- кількість виконаних їздок автотранспортних засобів;
- тривалість роботи машин і механізмів протягом зміни;
- тривалість непродуктивних простоїв механізмів і коефіцієнт використання їх за часом.

При побудові графіка загальний час роботи механізмів заноситься в підсумковий стовпчик графіка.

Контактний графік роботи вантажного фронту при переробці силікату натрію представлений на слайді 10 презентації магістерської роботи.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування техніко-економічних розрахунків

Для організації доставки експортного силікату натрію у big-bag з Запорізького заводу зварювальних флюсів і скловиробів у річковий порт за пропонованим варіантом використовується універсальний рухомий склад (бортові напівпричепи) замість автомобілів-самоскидів. Необхідно придбати 2 автопоїзди у складі тягача МАЗ-544019-14521-013 і напівпричепа МАЗ-975800-2012.

Технологія відвантаження силікату натрію різниться за варіантами, які розглянуті в роботі.

За *існуючим варіантом* силікат натрію на заводі в виробничому цеху завантажується на внутрішньозаводські автомобілі-самоскиди МАЗ-555120, які транспортують вантаж з відділення охолодження на заводський склад. На цей час на такі перевезення залучається 3 автомобілі МАЗ-55512 (при роботі у 2 зміни). На складі автомобілі розвантажуються самопливом. Потім силікат натрію на складі заводу завантажується на автомобілі-самоскиди КрАЗ-256, які транспортують його у річковий порт. На цей час у перевізному процесі використовується 4 автомобіля-самоскида КрАЗ-256, які працюють у дві зміни.

Завантаження внутрішньозаводських автомобілів МАЗ-555120 та автомобілів КрАЗ-256 виконується фронтальними навантажувачами на пневмоході Т-156. У процесі вантажопереробки на заводі задіяні ще навантажувачі MANITOU MT-1030, які виконують роботи з формування штабелю на заводському складі.

За *пропонованим варіантом* силікат натрію відвантажується у м'яких контейнерах big-bag. Такий спосіб поставки вимагають покупці для запобігання втрат товару. Для цього необхідно придбати комплекси по завантаженню продукції в м'які контейнери big-bag. Подачу завантажених контейнерів з технологічної ділянки у зону тимчасового зберігання виконує електронавантажувач. У зоні відвантаження big-bag в автотранспорт працюють мостові електричні однобалкові крани

вантажопідйомністю 10,0 т. Кількість кранів відповідає кількості вантажних фронтів – 2 од.

В порту з силікатом натрію виконуються такі операції.

За *існуючим варіантом* силікат натрію в порту вивантажується самопливом із автомобілів-самоскидів КрАЗ-256. Зберігається силікат натрію навалом на причалі в очікуванні відвантаження на судна. Формування штабелю силікату натрію на причалі виконує бульдозер. Завантаження на судна виконується двома портальними кранами з грейферними захватами. Після завантаження судна причальний склад зачищається бульдозерами та «під мітлу».

За *пропонованим варіантом* контейнери big-bag розвантажуються з напівпричепа та завантажуються в судно із застосуванням спеціальних траверсних захватів.

Загальна кількість захватів, яку необхідно придбати – 4 од. (2 – на заводі для завантаження напівпричепів мостовими кранами, а 2 – у порту).

Вихідні дані для подальших техніко-економічних розрахунків.

Існуючий варіант:

- фронтальний навантажувач Т-156 (завод): відпрацьований час за рік – 1989 год.; витрата палива – 9,5 л/год.;
- навантажувач Manitou МТ-1030 (завод): відпрацьований час за рік – 1112 год.; витрата палива – 7,0 л/год.;
- автомобілі МА3555120 (завод): відпрацьований час за рік – 6410 год.; витрата палива – 22,0 л/100 км; річний пробіг – 12114 км;
- бульдозер Т-170 (порт): відпрацьований час за рік – 810 год.; витрата палива – 7,0 л/год.;
- портальний кран (порт): відпрацьований час за рік – 720 год.; сумарна потужність двигунів – 235,3 кВт;
- автомобілі КрАЗ-256: відпрацьований час за рік – 14980 год.; витрата палива – 39,0 л/100 км; річний пробіг – 130112 км (завезення в порт).

Пропонований варіант:

- мостовий кран (завод): відпрацьований час за рік – 389 год.; сумарна потужність двигунів – 30,0 кВт;
- портальний кран (порт): відпрацьований час за рік – 544 год.; сумарна потужність двигунів – 235,3 кВт;
- автопоїзди у складі тягача МАЗ-544019-14521-013 і напівпричепа МАЗ-МАЗ-975800-2012: відпрацьований час за рік – 7276 год.; витрата палива тягача – 33,5 л/100 км; річний пробіг – 65056 км (завезення з підприємства в порт).

Крім загальних експлуатаційних витрат на вантажопереробку і доставку силікату натрію, необхідно враховувати щорічні витрати на контейнеризацію. Середня вартість одного контейнера big-bag з підвищеними експлуатаційними властивостями та стійкістю до проколів складає 120,0 грн. за одиницю.

3.2 Розрахунок додаткових витрат за проєктними пропозиціями

Додаткові капітальні вкладення за пропонованим варіантом складаються з витрат, необхідних для придбання нових транспортних засобів для організації перевізного процесу, й спеціального обладнання для виконання вантажних робіт із силікатом натрію на заводі та в порту.

Для відвантаження силікату натрію закордонним покупцям у big-bag необхідно придбати комплекси по затарюванню продукції в м'які контейнери. Розрахунковий обсяг відвантаження $Q_{доб}^{розр} = 382,61$ т/добу.

Кількість big-bag, що відвантажуються за добу: $n_{доб}^{bb} = 382,61/1,62 = 237$ од.

Продуктивність комплексу для затарювання силікату натрію в м'які контейнери складає 15 big-bag/год.

Визначимо кількість комплексів за формулою [16]:

$$N_{\text{комп}} = \frac{n_{\text{доб}}^{bb}}{\Pi_{\text{комп}} \cdot n_{\text{зм}} \cdot t_{\text{зм}}}, \quad (3.1)$$

де $\Pi_{\text{комп}}$ - продуктивність комплексу по затарюванню, од./год.;

$n_{\text{зм}}$ - кількість змін роботи комплексу, $n_{\text{зм}} = 2$;

$t_{\text{зм}}$ - тривалість робочої зміни, год.

$$N_{\text{комп}} = \frac{237}{15 \cdot 2 \cdot 8} = 0,98; \text{ приймаємо 1 комплекс.}$$

Для завезення силікату натрію у м'яких контейнерах big-bag необхідно придбати 2 автопоїзди у складі тягача МАЗ-544019-14521-013 і напівпричепа МАЗ-МАЗ-975800-2012. Для виконання вантажних робіт з контейнерами на заводі і в порту необхідно придбати 4 траверсні захвати.

Розрахунок додаткових капітальних вкладень за пропонованим варіантом наведений у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Додаткові витрати на придбання обладнання та транспортних засобів за пропонованим варіантом

Найменування обладнання	Кількість одиниць	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
Транспортні засоби			
Тягач МАЗ-544019	2	1900000	3800000
Напівпричіп МАЗ-9758	2	650000	1300000
Сумарна вартість транспортних засобів			5100000
Обладнання для відвантаження			
Траверсні захвати	2+2=4	315000	1260000
Комплекс затарювання big-bag	1	1810000	1810000
Електронавантажувач	1	620000	620000
Однобалковий мостовий кран	2	510000	1020000
Сумарна вартість обладнання			4710000
Загальна сума додаткових витрат			9810000

3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат на вантажопереробку силікату натрію на заводі зварювальних флюсів і скловиробів

Для відвантаження силікату натрію з підприємства за *існуючим варіантом* використовуються такі засоби:

- 2 фронтальних навантажувача Т-156 (балансова вартість $251200 \cdot 2 = 502400$ грн.), які завантажують автомобілі МАЗ-555120 та КрАЗ-256;
- 1 навантажувач Manitou МТ-1030 (балансова вартість – 340500 грн.), який формує штабель силікату натрію на заводському складі;
- 3 автомобілі-самоскиди МАЗ-555120 (балансова вартість – $580000 \cdot 3 = 1740000$ грн.), які транспортують силікат натрію з відділення охолодження на склад.;
- загальна балансова вартість: 2582900 грн.

Для відвантаження силікату натрію з підприємства за *пропонованим варіантом* використовуються такі засоби:

- електронавантажувач, який подає завантажені big-bag від затарочного комплексу в зону дії мостового однобалкового крану;
- однобалкові мостові крани, які завантажують big-bag в автотранспорт.

Час, що затрачають електронавантажувачі при передачі затарених big-bag від завантажувального комплексу в зону відвантаження, на один контейнер становить 3 хв. Час на затарювання одного big-bag становить 2 хв.

Розрахунковий вантажопотік силікату натрію, що відвантажується в big-bag: 55000 т/рік. В одному контейнері – 1,62 т. Річна кількість big-bag: $55000 / 1,62 = 33950$ од. Загальний час роботи е/навантажувачів при виконанні операції складе:

$$T_{річн}^{ен} = 3 \cdot 33950 = 101850 \text{ хв.} = 1698 \text{ год.}$$

Час роботи пакувальників, які обслуговують комплекси по відвантаженню силікату натрію в big-bag:

$$T_{\text{річн}}^{\text{компл}} = 2 \cdot 33950 = 67900 \text{ хв.} = 1132 \text{ год.}$$

Всі роботи з переробки силікату натрію на заводі виконують у дві зміни. Таким чином кількість годин, відпрацьованих у вечірній час (18.00 - 22.00) складають 16,7 % від загального часу роботи, а нічні години (22.00 - 24.00) – 8,3 %.

Час роботи працівників за варіантами приведений в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Час роботи працівників заводу, які задіяні у технологічному процесі відвантаження силікату натрію

Професія робітника	Основний час	Вечірній час	Нічний час
Існуючий варіант			
Водії автотранспорту	3101	518	257
Водії автомобіля	6410	1071	532
Пропонований варіант			
Крановий машиніст	389	65	32
Водій електротранспорту	1698	284	141
Пакувальник	1132	189	94

Річні експлуатаційні витрати на вантажопереробку та відвантаження силікату натрію із заводу визначаємо за формулою [22]:

$$\Sigma B_{\text{завод}}^{\text{вант}} = B_{\text{з.пл.}} + B_{\text{соц.}} + B_a + B_p + B_{\text{ел}} + B_{\text{нал}} + B_{\text{мом}} + B_{\text{шин}} + B_{\text{ін}} + B_{\text{накл}}, \quad (3.2)$$

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

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

B_a - амортизаційні відрахування на встаткування й пристрої, грн.;

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

$B_{\text{ел}}$ - витрати на електроенергію для кранів і електротранспорту, грн.;

$B_{\text{нал}}$ - витрати на паливо для автотранспорту і автомобілів, грн.;

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

$B_{шин}$ - витрати на шини для заводських автомобілів, грн.;

$B_{ін}$ - оплата інших витрат, грн.;

$B_{накл}$ - накладні витрати, грн.

Заробітну плату працівників, зайнятих на відвантаженні силікату натрію, розраховуємо за формулою [22]:

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

де $B_{з.пл}^{осн}$ - основна заробітна плата, грн.;

$D_{нічн.}$ - доплата за роботу в нічний час, грн.; 40 % від $B_{з.пл.}^{осн}$ за нічні години;

$D_{веч.}$ - доплата за роботу у вечірній час, грн.; 20 % від $B_{з.пл.}^{осн}$ за вечірні години;

$D_{шкід.}$ - доплата за шкідливі умови роботи, грн.; 14 % від $B_{з.пл.}^{осн}$;

$D_{пр.}$ - преміальні виплати, грн.; становлять 40 % від $B_{з.пл.}^{осн}$ і доплат.

Основну заробітну плату визначаємо за формулою [22]:

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

де $\Sigma T_{річн}$ - сумарний річний фонд робочого часу, ч;

$C_{ст}^{год}$ - годинна ставка, грн.

Розрахунок фонду заробітної плати за варіантами наведених в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок фонду заробітної плати

Професія робітника	$C_{ст}^{год}$, грн.	Складові заробітної плати, грн.					$\Sigma B_{з.пл}$, грн.
		$B_{з.пл}^{осн}$	$D_{нічн.}$	$D_{веч.}$	$D_{шкід.}$	$D_{пр.}$	
Існуючий варіант							
Водій а/навантажувача	55,4	17175	5695	5739	24051	82913	290194
Водій автомобіля	56,24	36048	11968	12047	50470	17393	608976
Загальна заробітна плата за існуючим варіантом							899170
Пропонований варіант							
Крановий машиніст	56,24	21877	720	731	3063	10556	36948
Водій е/навантажувача	52,45	89060	2958	2980	12468	42986	150452
Пакувальник	50,75	57449	1908	1918	8043	27727	97046
Загальна заробітна плата за пропонованим варіантом							284446

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

$$B_{соц}^{існ} = 0,22 \cdot 8991670 = 197817 \text{ грн.}$$

$$B_{соц}^{пр} = 0,22 \cdot 284446 = 62578 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на встаткування, задіяне в процесі відвантаження силікату натрію, розраховується за формулою [22]:

$$B_a = \frac{K_{\sigma} \cdot a_i}{100}, \quad (3.5)$$

де K_{σ} - балансова вартість устаткування, грн.; за пропонованим варіантом: комплекс затарювання – 1810000 грн.; засоби механізації (електронавантажувач, 2 однобалкові крани, 2 траверси – 2270000 грн.);

a_i - норми відрахувань, %: для автомобілів і автотранспорту – 40 % річних (10 % на квартал); для механізмів – 24 % річних (6 % на квартал); для комплексу затарювання – 8 % річних (2 % на квартал).

Розрахунки витрат на амортизацію наведені у табл. 3.4, 3.5.

Таблиця 3.4 – Розрахунок відрахувань на амортизацію за існуючим варіантом

Балансова вартість, грн.				Амортизація, грн.			
2582900	2324610	2092149	1882934	258290	232461	209215	188293
Усього за існуючим варіантом				888259			

Таблиця 3.5 – Розрахунок відрахувань на амортизацію за пропонованим варіантом

Балансова вартість, грн.				Амортизація, грн.			
Засоби механізації							
2270000	2133800	2005772	1885426	136200	128028	120346	113126
Комплекс затарювання							
1810000	1773800	1738324	1703558	36200	35476	34766	34071
Усього за пропонованим варіантом				637213			

Витрати на електроенергію визначимо за формулою [22]:

$$B_{ел}^{сум} = W \cdot T_{заг} \cdot \eta_{од} \cdot K_n \cdot K_{час} \cdot C_{ел}, \quad (3.6)$$

де W - сумарна потужність установлених електродвигунів, кВт·год; однобалковий кран – 30,0 кВт; комплекс по затарюванню – 13,5 кВт;

$T_{заг}$ - фонд робочого часу встаткування, год.; однобалковий кран – 389 год.; комплекс по затарюванню – 1132 год.;

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

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

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

$\Pi_{ел}$ - вартість 1 кВт·год. електроенергії, для I класу напруги 27,5 кВт і більше тариф на електроенергію складає $\Pi_{ел} = 3,24$ грн.

$$B_{сил.ел.}^{np.} = (30,0 \cdot 389 + 13,5 \cdot 1132) \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 3,24 = 83000 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію для навантажувачів визначимо за формулою [22]:

$$B_{ел}^{ен} = \frac{I \cdot U}{1000} \cdot T \cdot n \cdot \Pi_{ел}, \quad (3.7)$$

де I - сила струму, А;

U - напруга акумуляторних батарей, В; $U = 48$ В;

T - час зарядки акумуляторної батареї, год.; кількість робочих днів за період навігації – 245; $T = 8 \cdot 245 = 1960$ год.;

n - кількість навантажувачів, од.

$$B_{ел}^{ен} = \frac{70 \cdot 48}{1000} \cdot 1960 \cdot 1 \cdot 3,24 = 21337 \text{ грн.}$$

Сумарні витрати на електроенергію за пропонованим варіантом складуть:

$$\Sigma B_{ел}^{np} = 83000 + 21337 = 104337 \text{ грн.}$$

Витрати на паливо для автотранспорту визначаємо за формулою [22]:

$$B_{нал}^{навант} = P \cdot \alpha_i^{нал} \cdot C_{нал}, \quad (3.8)$$

де P - об'єм виконаної роботи, маш·год.; автонавантажувач Т-156 $P = 1989$ маш·год.; навантажувач Manitou MT-1030 $P = 1112$ маш·год.;

$\alpha_i^{нал}$ - норма витрати на 1 маш·год, л; $\alpha_{T-156}^{нал} = 9,5$ л/год.; $\alpha_{Manitu}^{нал} = 7,0$ л/год.;

$C_{нал}$ - ціна 1 л палива, грн.

$$B_{нал}^{навант} = (9,5 \cdot 1989 + 7,0 \cdot 1112) \cdot 23,0 = 613629 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на паливо для внутрішньозаводських автомобілів МАЗ-555120 проводиться за нормативним даними витрати палива на 100 км. Витрати на паливо розраховуємо за формулою [22]:

$$B_{нал}^{ам} = P_{нал} \cdot C_{нал}, \quad (3.9)$$

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

Потреба в паливі розраховується за формулою [22]:

$$P_{нал} = \frac{n_p \cdot L_{пріч}}{100}, \quad (3.10)$$

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

$L_{пріч}$ - пробіг автомобілів за період навігації, км; за розрахунками – 12114 км.

$$P_{нал} = 22,0 \cdot 12114 / 100 = 2665 \text{ л;}$$

$$B_{нал}^{ам} = 23,0 \cdot 2665 = 61295 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливо за існуючим варіантом складуть:

$$\Sigma B_{\text{пал}}^{\text{заг}} = 613629 + 61295 = 674924 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильно-обтиральні матеріали приймаються:

- для встаткування: 10 % від витрат на електроенергію;
- для навантажувачів та автомобілів: 30 % від витрат на паливо:

Витрати на мастильно-обтиральні матеріали за варіантами складуть:

$$B_{\text{мом}}^{\text{існ}} = 0,3 \cdot 674924 = 202477 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{мом}}^{\text{нр}} = 0,1 \cdot 114337 = 11434 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт і утримання встаткування визначаються за формулою [22]:

$$B_p = \frac{K_{\text{б}} \cdot a_p}{100}, \quad (3.11)$$

де a_p - норми відрахувань на поточний ремонт, %; приймаємо $a_p = 5$ % для транспортних засобів і засобів механізації, а для комплексу затарювання – 3 %.

Визначимо витрати на ремонт:

$$B_p^{\text{існ}} = 2582900 \cdot 0,05 = 129145 \text{ грн.}$$

$$B_p^{\text{нр}} = 2270000 \cdot 0,05 + 1810000 \cdot 0,03 = 167800 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на зміну шин, проводиться виходячи з норм пробігу автомобілів. Для шин на автомобілі МАЗ нормативний пробіг становить 90000 км.

Число змін комплектів шин розраховуємо за формулою [22]:

$$K_{шин} = \frac{L_{річ}}{L_{нор}} = \frac{12114}{90000} = 0,135, \quad (3.12)$$

де $L_{річ}$ - пробіг заводського автотранспорту за розглянутий період, км;

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

Річні витрати на придбання шин розраховуються за формулою [22]:

$$B_{шин} = K_{шин} \cdot C_k \cdot m, \quad (3.13)$$

де C_k - ціна одного колеса, грн.; вартість шин 12.00R20 для автомобілів МАЗ-555120 складає 7600 грн.

m - кількість коліс автотранспортного засобу.

Визначимо річні витрати на придбання шин для автомобілів МАЗ-555120:

$$B_{шин}^{існ} = 0,135 \cdot 7600 \cdot (10+1) = 11286 \text{ грн.}$$

Інші витрати:

$$B_{ін}^{існ} = 0,1 \cdot (899170 + 888259 + 674924 + 202477 + 129145 + 11286) = 280526 \text{ грн.}$$

$$B_{ін}^{нр} = 0,1 \cdot (284446 + 637213 + 104337 + 11434 + 167800) = 120423 \text{ грн.}$$

Накладні витрати (104,3 % від фонду заробітної плати):

$$B_{накл}^{існ} = 1,043 \cdot 899170 = 937834 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{накл}}^{\text{пр}} = 1,043 \cdot 284446 = 296677 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати на вантажопереробку на заводі та відвантаження силікату натрію у транспортні засоби приведені в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Експлуатаційні витрати на вантажопереробку на заводі та відвантаження силікату натрію

Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.	
	Існуючий варіант	Проектний варіант
1 Заробітна плата	899170	284446
2 Нарахування на заробітну плату	197817	62578
3 Амортизаційні відрахування	888259	637213
4 Витрати на електроенергію	-	104337
5 Витрати на паливо	674924	-
6 Витрати на мастильні матеріали	202477	10434
7 Витрати на ремонт устаткування	129145	167800
8 Витрати на шини	11286	-
9 Інші витрати	280526	120423
10 Накладні витрати	937834	296677
Усього	4221437	1683907

3.4 Розрахунок експлуатаційних витрат на перевезення силікату натрію в порт автотранспортом

За існуючим варіантом силікат натрію навалом завозиться в порт автомобілями-самоскидами КрАЗ-256. Кількість самоскидів – 4 од. Балансова вартість одного самоскида – 508400 грн.; загальна вартість – $508400 \cdot 4 = 2033600$ грн. Фактичний час роботи водіїв – 14980 год.; пробіг за навігацію – 130112 км.

За проектом пропонується завозити силікат натрію з заводу зварювальних флюсів і скловиробів у річковий порт автопоїздами у складі тягача МАЗ-544019-14521-013 і напівпричепа МАЗ-975800-2012. Загальна кількість автопоїздів за розрахунками склала 2 од. Загальна вартість – 5100000 грн. Фактичний час роботи водіїв – 7276 год.; пробіг за навігацію – 65056 км.

Автотранспорт працює протягом періоду навігації у дві зміни.

Річні експлуатаційні витрати на перевезення силікату натрію автотранспортом визначаються за формулою (3.2), без урахування витрат на електроенергію.

Годинна заробітна плата водіїв визначається за формулою [22]:

$$C_{з/пл}^{год} = (C_{ст}^{год} + C_{ст}^{год} \cdot K_1 + C_{ст}^{год} \cdot K_2) \cdot K_3, \quad (3.14)$$

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

K_1 - доплата за класність, грн.;

K_2 - доплата за інтенсивність роботи, грн.;

K_3 - преміальні виплати, грн.

Годинну тарифну ставку $C_{год}$ в розрахунках приймаємо:

- для водіїв автомобілів: 44,5 грн.;
- для водіїв автопоїздів: 48,57 грн.

Значення коефіцієнтів при розрахунках приймаємо:

- для водіїв автомобілів $K_1 = 0,15$; $K_2 = 0,25$;
- для водіїв автопоїздів: $K_1 = 0,15$; $K_2 = 0,35$;
- преміальні виплати для всіх водіїв $K_3 = 1,4$ (40 %).

Розрахуємо годинну заробітну плату водіїв:

- для водіїв автомобілів

$$C_{год}^{авт} = (44,5 + 44,5 \cdot 0,15 + 44,5 \cdot 0,25) \cdot 1,4 = 87,22 \text{ грн.};$$

- для водіїв автопоїздів

$$C_{год}^{a/n} = (48,7 + 48,7 \cdot 0,15 + 48,7 \cdot 0,35) \cdot 1,4 = 102,27 \text{ грн.}$$

Фонд заробітної плати водіїв визначається за формулою [22]:

$$B_{з.пл} = T_{річн} \cdot C_{з/пл}^{год}, \quad (3.15)$$

де $T_{річн}$ - фонд робочого часу водіїв за період навігації, год.;

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

Витрати на виплату річної заробітної плати водіям складуть:

$$\Sigma B_{з.пл}^{існ} = 87,22 \cdot 14980 = 1306556 \text{ грн.}$$

$$\Sigma B_{з.пл}^{нр} = 102,27 \cdot 7276 = 744117 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні заходи складуть:

$$B_{соц}^{існ} = 0,22 \cdot 1306556 = 287442 \text{ грн.}$$

$$B_{соц}^{нр} = 0,22 \cdot 744117 = 163706 \text{ грн.}$$

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

Результати розрахунків амортизаційних відрахувань зводимо в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Розрахунок амортизаційних відрахувань на рухомий склад

Балансова вартість, грн.				Амортизація, грн.			
Існуючий варіант							
2033600	1830240	1647216	1482494	203360	183024	164722	148250
Усього за існуючим варіантом				699356			
Пропонований варіант							
5100000	4590000	4131000	3717900	510000	459000	413100	371790
Усього за пропонованим варіантом				1753890			

Розрахунок витрат на паливо проводиться за нормативним даними витрати палива на 100 км. Витрати на паливо розраховуємо за формулою (3.10), а потребу палива – за формулою (3.9).

Потреба в паливі складе:

$$P_{пал}^{існ} = \frac{39,0 \cdot 142672}{100} = 55642 \text{ л.};$$

$$P_{пал}^{np} = \frac{33,5 \cdot 65056}{100} = 21794 \text{ л.}$$

Витрати на паливо:

$$B_{пал}^{існ} = 23,0 \cdot 55642 = 1279766 \text{ грн.};$$

$$B_{пал}^{np} = 23,0 \cdot 21794 = 501262 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильні матеріали:

$$B_{мом}^{існ} = 1279766 \cdot 0,3 = 383930 \text{ грн.};$$

$$B_{\text{мом}}^{\text{нр}} = 501262 \cdot 0,3 = 150379 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт автотранспорту за формулою (3.11):

$$B_p^{\text{існ}} = 2033600 \cdot 0,05 = 101680 \text{ грн.};$$

$$B_p^{\text{нр}} = 5100000 \cdot 0,05 = 255000 \text{ грн.}$$

Нормативний пробіг становить 80000 км.

Тип шин: самоскид КрАЗ-256: 12,0R20; тягач; 315/70R22,5; напівпричіп: 11,0R20. Вартість шин: 12,0R20 – 7600 грн.; 315/70R22,5 – 8700 грн.; 11,0R20 – 6800 грн.

Число змін комплектів шин розраховуємо за формулою (3.12), а витрати на придбання шин – за формулою (3.13):

$$K_{\text{шин}}^{\text{існ}} = \frac{142672}{80000} = 1,783; \quad B_{\text{шин}}^{\text{існ}} = 1,783 \cdot 7600 \cdot (10+1) = 149059 \text{ грн.};$$

$$K_{\text{шин}}^{\text{нр}} = \frac{65056}{80000} = 0,813; \quad B_{\text{шин}}^{\text{нр}} = 0,813 \cdot (8700 \cdot 7 + 6800 \cdot 13) = 121381 \text{ грн.}$$

Інші витрати:

$$B_{\text{ін}}^{\text{існ}} = 0,1 \cdot (1306556 + 699356 + 1279766 + 383930 + 101680 + 149059) = 392035 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{ін}}^{\text{нр}} = 0,1 \cdot (744117 + 1753890 + 501262 + 150379 + 255000 + 121381) = 352603 \text{ грн.}$$

Накладні витрати:

$$B_{накл}^{існ} = 1306556 \cdot 1,043 = 1362738 \text{ грн.};$$

$$B_{накл}^{пр} = 744117 \cdot 1,043 = 776114 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на завезення силікату натрію у big-bag з Запорізького заводу зварювальних флюсів і скловиробів у Запорізький річковий порт автотранспортом за варіантами приведені у табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Експлуатаційні витрати на перевезення силікату натрію

Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.	
	Існуючий варіант	Проектний варіант
1 Заробітна плата	1306556	744117
2 Нарахування на заробітну плату	287442	163706
3 Амортизаційні відрахування	699356	1753890
4 Витрати на паливо	1279766	501262
5 Витрати на мастильні матеріали	383930	150379
6 Витрати на ремонт	101680	255000
7 Витрати на шини	149059	121381
8 Інші витрати	392035	352603
9 Накладні витрати	1362738	776114
Усього	5962561	4818452

3.5 Розрахунок витрат на перевалку силікату натрію в порту

Річні експлуатаційні витрати на переробку силікату натрію в порту розраховуються за формулою (3.2).

У технологічному процесі переробки силікату натрію в порту за *існуючим варіантом* зайняті: докери-механізатори при завантаженні суден; водії бульдозе-

ра; вантажники, зайняти ручною працею по зачищенню причалу від залишків силікату натрію.

У технологічному процесі переробки силікату натрію в порту за *пропонованим варіантом* зайняті: докери-механізатори при розвантаженні автопоїздів та завантаженні суден; стропальники при захваті та відчепленні м'яких контейнерів big-bag.

Оплата праці робітників залежить від періоду доби. За роботу у нічний та вечірній час докерам доплачують. Нічні години (22.00 - 6.00) складають від 24 годин 33,3 %, а вечірні (18.00 - 22.00) – 16,7 %.

Основну заробітну плату знаходимо за формулою (3.4).

Фактичний відпрацьований час робітників при переробці силікату натрію за період навігації знаходимо за формулою [10]:

$$T_{\phi} = H_u \cdot Q_{pich}, \quad (3.16)$$

де H_u - норма часу на проведення операції;

Q_{pich} - річний вантажопотік силікату натрію, т/рік.

У Запорізькому річковому порту прийняті наступні норми основного технологічного процесу при переробці силікату натрію:

- 1) при роботі портальним краном норма для бригади дорівнює:
 - за варіантом «причал – кран – судно»: грейферами – 0,068 год./т;
траверсами – 0,0884 год./конт.;
- 2) при виконанні робіт вручну: зачищення габаритів: 0,11 год./т; зачищення причалу «під мітлу»: 0,010 год./м² (площа причального складу – 1920 м²); причал зачищається після завантаження судна. Кількість суден за період навігації: $55000/3000 = 18$; на одне судно – 19,2 год.;
- 3) стропування - відстроплення контейнерів big-bag: 0,017 год./конт.

Річна кількість автомобілів, що розвантажуються у порту:

- існуючий варіант: $N_{at}^{icn} = 54000/7,29 = 7409$ автомобілів КрАЗ-256;
- пропонування варіант: $N_{at}^{np} = 54000/27,54 = 1944$ автопоїздів.

Річна кількість big-bag: 33950 од.

Річна кількість годин, відпрацьованих механізмами:

- існуючий варіант $T_{п.кран}^{icn} = 720$ год.; $T_{бульд.}^{icn} = 810$ год.;
- пропонування варіант: $T_{п.кран}^{np} = 544$ год.

Розрахунок фактичного часу роботи портових робочих при виконанні різних технологічних операцій за варіантами наведений у табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Розрахунок фактичного часу роботи працівників порту

Професія робітника	Розрахункова одиниця	H_q , год.	T_{ϕ}^{zag} , год.	T_{ϕ}^{nich} , год.	$T_{\phi}^{веч}$, год.
Існуючий варіант					
Крановий машиніст	год.	-	720	240	120
Водій бульдозера	год.	-	810	270	135
Разом для механізаторів			1530	510	255
Докери	год./т	0,068	3740	1245	625
Вантажники	судно	19,20	346	115	58
Вантажники	год./т	0,11	6050	2015	1010
Разом для ручної праці			10136	3375	1693
Пропонування варіант					
Крановий машиніст	год.	-	544	181	91
Докери	год./т.	0,0884	4862	1619	812
Стропальники	год./конт.	0,017	578	182	97
Разом для ручної праці			5440	1801	909

итрати на основну заробітну плату знаходимо за формулою (3.4), а загальний фонд заробітної плати – за формулою (3.3).

Види доплат: доплата за роботу в нічний час: 11,2 % від основної заробітної плати; доплата за роботу у вечірній час: 3,6 %; доплата за вислугу років: 14,2 %; преміальні виплати: 30 % від основної зарплати і доплат.

Годинна тарифна ставка: для докерів-механізаторів, водіїв бульдозера – 46,15 грн.; для вантажників, стропальників – 45,50 грн.

Розрахунок фонду заробітної плати портових робочих за варіантами наведений в табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Розрахунок фонду заробітної плати портових робочих

Професія робітника	$C_{ст}^{год}$, грн.	Складові заробітної плати, грн.					$\Sigma B_{з.пл}$, грн.
		$B_{з.пл}^{осн}$	$D_{нічн.}$	$D_{веч.}$	$D_{висл.}$	$D_{пр.}$	
Існуючий варіант							
Механізатори	46,15	70610	2636	424	10027	25109	108804
Докери, вантажники	45,50	461188	17199	2773	65489	163995	710643
Загальна заробітна плата за існуючим варіантом							819 448
Пропонований варіант							
Крановий машиніст	46,15	25111	936	151	3566	8929	38693
Докери, стропальники	45,50	247520	9 178	1 489	35148	88000	381335
Загальна заробітна плата за пропозованим варіантом							420028

Єдиний соціальний внесок для портових робітників:

$$B_{соц}^{існ} = 0,22 \cdot 819448 = 180279 \text{ грн.}$$

$$B_{соц}^{пр} = 0,22 \cdot 420028 = 92406 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на портове обладнання: для бульдозерів – 40 % на рік; для механізмів – 24 % .

Розрахунок витрат на амортизацію портового обладнання наведений у табл. 3.11. Балансова вартість встаткування складає: бульдозер: 317000 грн.; грейферні захвати: $105000 \cdot 2 = 210000$ грн.; траверсні захвати: $315000 \cdot 2 = 630000$ грн.

Таблиця 3.11 – Розрахунок амортизаційних витрат на портове встаткування

Тип обладнання	Балансова вартість, тис. грн.				Амортизація, тис. грн.			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Існуючий варіант								
Бульдозер	397000	357300	321570	289413	39700	35730	32157	28941
Грейфери	210000	197400	185556	174423	12600	11844	11133	10465
Усього за існуючим варіантом					182569			
Проектний варіант								
Траверси	630000	591300	555822	522473	38700	35532	33400	31396
Усього за пропонованим варіантом					138128			

Витрати на електроенергію за формулою (3.6):

$$B_{\text{сил.ен.}}^{\text{існ.}} = 235,3 \cdot 720 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 3,24 = 521723 \text{ грн.};$$

$$B_{\text{сил.ен.}}^{\text{нр.}} = 235,3 \cdot 544 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 3,24 = 394191 \text{ грн.}$$

Витрати на паливо для бульдозерів визначаємо за формулою (3.8); час роботи бульдозерів – 810 год.; витрата палива – 7,0 л/год.

$$B_{\text{пал}}^{\text{існ}} = 23,0 \cdot 810 \cdot 7,0 = 130410 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на мастильно-обтиральні матеріали за варіантами:

$$B_{\text{мом}}^{\text{існ}} = 521723 \cdot 0,1 + 130410 \cdot 0,3 = 91295 \text{ грн.};$$

$$B_{\text{мом}}^{\text{нр}} = 394191 \cdot 0,1 = 39419 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт визначаються за формулою (3.11):

$$B_p^{\text{існ}} = (397000 + 210000) \cdot 0,05 = 30350 \text{ грн.};$$

$$B_p^{\text{нр}} = 630000 \cdot 0,05 = 31500 \text{ грн.}$$

Накладні витрати в порту:

$$B_{накл}^{исн} = 1,121 \cdot 819448 = 918601 \text{ грн.};$$

$$B_{накл}^{np} = 1,121 \cdot 420028 = 470851 \text{ грн.}$$

Інші витрати:

$$B_{ін}^{исн} = 0,1 \cdot (819448 + 182569 + 521723 + 130410 + 91295 + 30350) = 177580 \text{ грн.}$$

$$B_{ін}^{np} = 0,1 \cdot (420028 + 138875 + 394191 + 39419 + 31500) = 102326 \text{ грн.}$$

Сумарні витрати на організацію переробки силікату натрію в порту за варіантами наведені в табл. 3.12.

Таблиця 3.12 – Експлуатаційні витрати на переробку силікату натрію в порту

Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.	
	Існуючий варіант	Проектний варіант
1 Заробітна плата	819448	420028
2 Нарахування на заробітну плату	180279	92406
3 Амортизаційні відрахування	182569	138128
4 Витрати на електроенергію	521723	394191
5 Витрати на паливо	130410	-
6 Витрати на мастильні матеріали	91295	39419
7 Витрати на ремонт устаткування	30350	31500
8 Інші витрати	177580	102327
9 Накладні витрати	918601	470851
Усього	3052255	1688850

3.6 Визначення річної економії експлуатаційних витрат

Сумарні експлуатаційні витрати на вантажопереробку й перевезення силікату натрію за варіантами складуть:

- існуючий варіант

$$\Sigma B_{експ}^{існ} = 4221437 + 5962561 + 3052255 = 13236253 \text{ грн.};$$

- пропонований варіант

$$\Sigma B_{експл}^{np} = 1683907 + 4818452 + 1688850 = 8191209 \text{ грн.}$$

За існуючим варіантом силікат натрію перевозиться у навалочному виді. Втрати вантажу від однієї перевалки складають близька 1,0 %. Від загальної кількості відвантаженого силікату втрати складуть:

$$Q_{втр}^{заг} = 54000 \cdot 0,01 = 540 \text{ т.}$$

При вартості 1 т силікату натрію 8900 грн. убуток підприємства від втрат при перевалці вантажу складе:

$$B_{втр}^{уб} = 5390 \cdot 540 = 2910600 \text{ грн.}$$

Для запобігання втрат від перевалки вантажу в проекті запропоновано відвантажувати силікат натрію у м'яких контейнерах. Необхідно визначити щорічні витрати на контейнеризацію перевезення силікату натрію. Річна кількість big-bag для контрактного обсягу відвантажувальних силікату натрію складає 33950 од. Вартість одного контейнера big-bag – 120,0 грн.

Річні витрати на контейнеризацію складуть: $120,0 \cdot 33950 = 4074000$ грн.

Загальні річні експлуатаційні витрати за варіантами на підставі даних таблиць 3.6, 3.8, 3.12 приведені в табл. 3.13.

Таблиця 3.13 – Загальні річні експлуатаційні витрати

Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.	
	Існуючий варіант	Проектний варіант
1 Заробітна плата	3025173	1448590
2 Нарахування на заробітну плату	665538	318690
3 Амортизаційні відрахування	1770184	2529231
4 Витрати на паливо	2085100	501262
5 Витрати на електроенергію	521723	498528
6 Витрати на мастильні матеріали	677702	200231
7 Витрати на ремонт устаткування	261175	454300
8 Витрати на шини	160345	121381
9 Інші витрати	850140	575352
10 Накладні витрати	3219173	1543642
Разом	13236253	8191207
12 Збиток від втрат вантажу	2910600	-
13 Витрати на контейнери big-bag	-	4074000
Усього	16146853	12265207

Визначимо загальну економію експлуатаційних витрат з урахуванням витрат на контейнеризацію та економію від запобігання втрат за формулою [23]:

$$E_{експл} = \Sigma B_{існ} - \Sigma B_{пр}, \quad (3.17)$$

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

$\Sigma B_{пр}$ - експлуатаційні витрати за пропонованим варіантом, грн.

$$\Delta E_{експл}^{річн} = 16146\,853 - 12265207 = 3881646 \text{ грн.}$$

3.7 Розрахунок дисконтованого доходу й терміну окупності за проектом

Для впровадження пропозицій потрібні додаткові витрати в сумі 9780000 грн. Для визначення ефективності впровадження розрахуємо чистий дисконтований дохід через коефіцієнт дисконтирування, який визначаємо за формулою [23]:

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

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

T - строк реалізації проекту, років;

i - норма дисконту, $i = 0,25$.

Чистий дисконтований дохід визначимо за формулою [23]:

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

де B_t - річні доходи за проектом, грн.;

C_t - річні витрати за проектом, грн.;

n - термін життя проекту, років.

У таблиці 3.14 приведений розрахунок чистого дисконтованого доходу.

Таблиця 3.14 – Розрахунок дисконтованого доходу

Рік	Інвестиції, грн.	Дохід, грн.	α	NVP , грн.
1	9810000	3881645	1	- 5928355
2	—	3881645	0,806	3130359
3	—	3881645	0,650	2524483
4	—	3881645	0,524	2035873
Загальний ефект від проекту				1792360

Строк окупності знаходимо за формулою [23]:

$$T_{ок} = K_{доо} / \Pi_{річн} = 9810000 / 3881645 = 2,52, \quad (3.21)$$

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

$\Pi_{річн}$ - річний прибуток, грн.

Зроблено економічне порівняння варіантів, котре показало економічну доцільність впровадження запропонованих заходів. Техніко-економічні показники по варіантах наведені в табл. 3.15.

Таблиця 3.15 – Техніко-економічні показники

Найменування показника	Величина показника, грн.	
	існуючий	проектний
1 Додаткові капітальні витрати, грн.	-	9810000
2 Річні експлуатаційні витрати, грн.; у т.ч.	13236253	8191207
2.1 Заробітна плата	3025173	1448590
2.2 Нарахування на заробітну плату	665538	318690
2.3 Амортизаційні відрахування	1770184	2529231
2.4 Витрати на електроенергію	2085100	501262
2.5 Витрати на паливо	521723	498528
2.6 Витрати на мастильні матеріали	677702	200231
2.7 Витрати на поточний ремонт	261175	454300
2.8 Витрати на шини	160345	121381
2.9 Інші витрати	850140	575352
2.10 Накладні витрати	3219173	1543642
3 Збиток від втрат вантажу, грн.	2910600	-
4 Витрати на контейнери big-bag, грн.	-	4074000
5 Річна економія експлуатаційних витрат, грн.	-	3881645
6 Чистий дисконтований дохід, грн.	-	1792360
7 Термін окупності додаткових вкладень, років	-	2,5

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Згідно з темою магістерської роботи «Удосконалення організації перевезень та вантажопереробки в Запорізькому річковому порту продукції ПрАТ «Запоріжсклофлюс» технологічний процес доставки вантажу та переробки його у порту виглядає наступним чином: силікат натрію виготовляється на ПрАТ «Запорізький завод зварювальних флюсів та скловиробів». На заводі вантаж навантажується ковшовим навантажувачем у автомобілі-самоскиди та завозиться на 6 причал Запорізького річкового порту. У порту тимчасово зберігається на відкритій площадці та навантажується за допомогою порталного крану на судно. В роботі запропоновано змінити спосіб доставки силікату натрію – з навалочного на доставку у м'яких контейнерах big-bag та застосування для перевезення в порт універсального напівпричепа.

В даному розділі розглянемо потенційні небезпеки, на які можуть наражатися працівники, які беруть участь у технологічному процесі перевезення силікату натрію з підприємства у річковий порт та вантажопереробки в порту.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

1. При виконанні вантажних операцій на причалі порту можлива дія таких небезпечних факторів:

- наїзди порталних кранів на людей при пересуванні вздовж фронту вантажних робіт, якщо вони випадково потрапили на ділянку перевантаження, що може призвести до їхнього травмування або загибелі;

- обрив тросів та падіння траверси з силікатом натрію у big-bag внаслідок ненадійного кріплення траверси до гаку крану, що також може призвести до травмування стропальників та докерів;

- при завантаженні силікату натрію у big-bag на судно у вологу погоду внаслідок ковзання можливо падіння докерів з трапу або містка при переходах з берегу на судно (і в зворотному напрямку), між люками, палубами тощо;

- при встановленні на причалі автопоїзду можливий наїзд на стропальника у разі неподання водієм попереджувачих сигналів, чи не виконання вимог попереджувачих знаків на території порту, що також може викликати тяжкі ушкодження людей або їхню загибель.

2. Ураження машиніста крана струмом можливе у разі несправності механізмів керування порталним краном та самотійною спробою її усунення, що може призвести до електричних травм або летальних наслідків.

3. Негативний вплив факторів психофізіологічного характеру для кранового машиніста порталного крану: нервово-емоційне напруження при управлінні порталним краном, монотонність праці, втома, що може призвести до послаблення уваги, і як наслідок – до травмування докерів на причалі.

4. У процесі перевезення силікату натрію із заводу у порт автотранспортом при тривалому управлінні автомобілем виникає втома водія, яка призводить до збільшення часу його реакції, може статися дорожньо-транспортна пригода. Наслідки ДТП можуть призвести до травмування, а також до загибелі водія і інших громадян, а також до зіпсування перевезеного вантажу, транспортних засобів.

5. Підвищений рівень шуму та вібрації у кабіні автомобіля або крана при їхній невідповідності нормативним технічним показникам або в результаті зношення деталей, що обертаються, двигуна та деталей ходової частини, може призвести до зниження гостроти зору, порушення рівноваги, роздратованості, головної болі та до професійних захворювань.

6. Підвищення температури і швидкості руху повітря в теплу пору року у кабіні кранівника та водія автомобіля, що призводить до захворювань (застуди, радикуліту), швидкої втоми, і як результат – аваріям.

7. Недостатнє освітлення ділянки складування силікату натрію призводить до швидкої втоми кранових машиністів, докерів, стропальників, що спричиняє вини-

кнення небезпечних ситуацій (наприклад, неправильне застроплення вантажу, наїзд крана або автотранспорту на людей тощо), що може призвести до травм.

8. Наявність у повітрі кабіни автомобіля шкідливих речовин від несправної системи живлення автомобіля та системи відведення викидних газів може сприяти потраплянню їх в організм людини і призвести до негативних змін в організмі.

4.2 Заходи з охорони праці

1. Для виключення травмування під час виконання перевантажувальних робіт порталними кранами в роботі передбачено:

- проведення навчання з безпеки виконання перевантажувальних робіт згідно вимог [24] та [25];
- для переходу людей з берега на судно або назад установлюються судові перехідні пристрої, що відповідають вимогам безпеки;
- перед початком роботи перевіряється технічний стан порталних кранів, які задіяні в процесі переробки силікату натрію в big-bag, а виконання стропування та звільнення від стропів м'яких контейнерів – згідно з дотриманням положень [25];
- у місцях виконання вантажних робіт із судном і автотранспортом на причалі встановлюються знаки «Прохід заборонений», «Обережно! Працює кран» відповідно до [26] та огорожуються місця виконання вантажних робіт.

Для уникнення можливих наїздів порталних кранів та автотранспорту на працівників на причалі порту в роботі передбачено виконання вимог [27] для водіїв автотранспорту щодо надійного загальмування автотранспортного засобу та позначення границь проїзної частини за вимогами [26].

2. Для виключення ураження електричним струмом машиніста порталного крану треба виконувати вимоги [28], а також захисне заземлення та занулення згідно [29].

3. Для боротьби з нервово-емоційним напруженням при управлінні порталним краном, монотонністю праці, втомою кранівника необхідно робити перерви в роботі та обладнати кабіну порталного крану кріслом із м'яким сидінням та зручною спинкою; крісло повинно мати регулювання як у горизонтальній, так і вертикальній вісі.

4. Для запобігання ДТП при доставці силікату натрію автотранспортом із Запорізького заводу скловиробів у річковий порт треба дотримуватися вимог [27], виконувати графіків проведення всіх видів ремонту автотранспорту. Технічний автомобілів перевіряється перед виїздом на маршрут, а водії проходять обов'язковий медичний огляд.

5. Для встановлення нормативних рівнів шуму та вібрації від двигуна в кабіні водія автомобіля та машиніста порталного крану необхідно керуватися вимогами [30] та [31], а також регулярно моніторити рівні шуму та вібрації.

6. Для запобігання підвищення температури і швидкості руху повітря в теплу пору року та зниження температури у холодну пору року у кабіні автомобіля та кранівника дотримуються вимог [32], а захист від перегріву, холоду та дискомфорту вологості повітря забезпечується системами кондиціювання та опалення кабіни.

7. Для нормативного рівня освітлення причалу при переробці силікату натрію у big-bag дотримуються положень [33], що забезпечується комбінованим освітленням в різні часи доби. В темний час причал освітлюється прожекторами ПЗС-45 з лампами ДРЛ-700, які встановлені на щоглах висотою 16 м поза зоною дії порталних кранів. Це забезпечує рівень освітлення на причалі в 25 лк.

8. Щоб уникнути дратівної дії на слизові оболонки верхніх дихальних шляхів, очі та шкіряні покривлі при перевантажувальних роботах у вологу погоду із силікатом натрію запропоновано спосіб доставки к контейнерах big-bag.

9. В роботі для перевезення силікату натрію запропоновано придбання нових автотранспортних засобів. Кабіни тягачів обладнані сучасною системою клімат контролю з дотриманням температури 19-21°C.

4.3 Заходи з пожежної безпеки

Силікат натрію у big-bag зберігається на відкритому майданчику причалу порту, а службові приміщення – у критій будівлі. З точки зору пожежної безпеки силікат натрію – безпечний вантаж.

Службові приміщення складу силікату натрію у big-bag згідно з [34] ставляться до категорії «Д». Клас можливої пожежі приміщення за нормами [35] – «А» (горіння твердих речовин).

Площа службових приміщень складу силікату натрію на причалі складає 120 м². Для гасіння можливої пожежі у приміщенні за положеннями [36] є в наявності два порошкових вогнегасника ВП-9 ємністю 9 літрів кожний. Оскільки у службовому приміщенні робочі місця портових операторів, які займаються оформленням документів, оснащені комп'ютерами, то потрібно також мати вуглекислотний вогнегасник ВВК-5, оскільки їхнє застосування не залишає слідів і не шкодить обладнання.

У коридорах будинків і санітарно-побутових приміщеннях річкового порту вивішені схеми «План евакуації» на випадок виникнення пожежної небезпеки. Оповіщення людей про пожежу виконується трансляцією мовних повідомлень про необхідність евакуації згідно з [35].

4.4 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Міністерство інфраструктури наказом від 15 березня 2016 року № 104 [37] визначило функції системи реагування на надзвичайні ситуації на водному транспорті.

Завданнями функціональної підсистеми реагування на загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій на водному транспорті є [37]:

- провадження заходів по запобіганню виникнення надзвичайних ситуацій;
- організація заходів які спрямовані на захист від НС робітників водного транспорту, пасажирів і вантажів при їхньому перевезенні річковим або водним транспортом;
- готовність до спрямованих дій в умовах надзвичайних ситуацій та проведення пошуково-рятувальних робіт у випадку необхідності в акваторіях морів;
- виконання необхідних робіт, спрямованих на ліквідацію наслідків НС;
- проведення пошукових і рятувальних робіт при необхідності.

Керівництво цією системою здійснює Міністр інфраструктури через свого заступника.

Для безпосередньої організації і координації аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації утворюється штаб з ліквідації наслідків [37].

Матеріальні резерви, необхідні для забезпечення реагування на НС, створюються завчасно, ще до виникнення надзвичайної ситуації.

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської роботи були досліджені та проаналізовані питання організації і технології переробки силікату натрію на Запоріжсклофлюс та у річковому порту, а також організація завезення його в порт автотранспортом.

При вивченні порядку та інтенсивності надходження автомобілів з силікатом натрію, прибуття суден під навантаження, а також процесу зберігання вантажу виявили суттєві недоліки, а саме:

- перевантажувальні операції у порту та на заводі виконуються засобами механізації малої ємності, що значно впливає на час простою транспортних засобів під вантажними операціями;
- тривале зберігання вантажу у порту;
- вантажопідйомність портального крану не використовується повністю: для вантажних операцій застосовують грейфер ємністю 1,5 м³, яким можна перевантажувати за один цикл близько 3 т силікату натрію, при тому, що номінальна вантажопідйомність крану становить 10 - 16 т;
- при зберіганні силікату натрію не дозволяється засмічення вантажу сторонніми предметами, що за існуючою схемою вантажопереробки важко забезпечити;
- згідно з фізико-хімічними властивостями, силікат натрію необхідно укривати від атмосферних опадів, для цього у порту передбачені засоби укриття;
- через велику кількість перевалок існують значні втрати сировини, що приносить збитки; середнє значення втрати вантажу при перевантаженні силікату натрію за схемою «автомобіль – склад – судно» від кожної перевалки складає близько 1 %;
- значні простої водних суден під завантаженням через низькі судно-годинні норми, тому що силікат натрію перевозяться навалом і перевантажуються грейфером;

- доставка вантажу з заводу у порт відбувається автомобілями-самоскидами малої вантажопідйомності, що призводить до збільшення кількості їздок та витрат на його доставку.

Для вдосконалення організації і технології вантажопереробки й доставки силікату натрію в дипломному проекті розроблено наступні заходи:

- доставку силікату натрію здійснювати в затареному виді;
- для доставки експортного силікату натрію використовують м'які контейнери для сипучих вантажів – big-bag;
- розроблено технологію вантажопереробки силікату натрію в big-bag на заводі і в порту;
- в порту для перевантаження big-bag з силікатом натрію запропоновано використовувати вантажозахватний пристрій – траверсний строповий захват;
- для завезення силікату натрію в річковий порт необхідно придбати автопоїзди у складі тягача та напівпричепа.

Для реалізації проектних рішень будуть потрібні додаткові витрати на придбання автотранспортних засобів та спеціальних захватів для big-bag в розмірі 9810000 гривень.

Техніко-економічні розрахунки показали, що річні експлуатаційні витрати скоротилися з 13236253 грн. до 8191207 грн. Річна економія експлуатаційних витрат склала за розрахунками 3881645 гривень. Дисконтований дохід від проектних рішень за період його реалізації складе 1792360 гривень, а термін окупності витрат, пов'язаних з придбанням автотранспортних засобів і та траверсних захватів, складе 2,5 роки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Запорожский завод сварочных флюсов и стекольных изделий : веб-сайт. URL : <http://www.steklo-flus.com>.
2. Жидкое стекло натриевое и калиевое : веб-сайт. URL : / <http://www.plasma.com.ua>.
3. ГОСТ 50418-92 Силикат натрия растворимый. Технические условия : веб-сайт. URL : <http://www.vsegost.com / Catalog>.
4. ДСТУ 4500-1:2008. Вантажі небезпечні. Терміни та визначення понять. – Введ. 2009-01-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=52469.
5. ГОСТ 13079-93 Силикат натрия растворимый. Технические условия. – Введ. 1993-01-01 : веб-сайт. URL: <http://helpnik.college.ks.ua/standart/gost/Catalog/Index/38/38435.htm>.
6. ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов. – Введ. 2001-01-07 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=59597.
7. Свод обычаев порта : Дочернее предприятие «Запорожский речной порт» АСК «Укрречфлот». – Запорожье : ИПО «Запорожье», 2018. – 35 с.
8. ИнфоМайн : Обзор рынка силикат-глыбы жидкого стекла в СНГ : веб-сайт. URL : <http://www.marketing-services.ru>.
9. Рабочая технологическая карта № 4-1-Н : силикат натрия / Филиал ПАО СК «Укрречфлот» «Запорожский речной порт». – Запорожье: Запорожский речной порт, 2019. – 10 с.
10. Блидман А. Ф. Технология перегрузочных работ в морских и речных портах / А. Ф. Блидман. – М.: Транспорт, 1990. – 236 с.
11. Азовтранскомплект : Профессиональное грузоподъемное оборудование / Траверса специальная для контейнеров big-bag : веб-сайт. URL : <http://www.atk.zp.ua>.

12. Бабушкин Г.Ф. Технология и организация транспортно-складских работ на промышленном транспорте : учебное пособие / Г.Ф. Бабушкин. – К. : ИСДО, 1993. – 192 с.
13. Торговая Группа «ВБА»/ Мешки полипропиленовые big-bag : веб-сайт. URL : <http://vba.com.ua/ru/product/big-bag>.
14. Вільковський Є. К. Вантажознавство / Є. К. Вільковський, І. І. Кельман, О. О. Бакулич. – Львів : Інтелект-Захід, 2007. – 496 с.
15. Неруш Ю. М. Логистика / Ю. М. Неруш. – М. : ЮНИТИ, 2000. – 389 с.
16. Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Транспортно-експедиторська діяльність» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» спеціалізації 275.03 «Транспортні технології» (на автомобільному транспорті) / Укл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 90 с.
17. Методичні вказівки з вивчення дисципліни «Комерційна робота на транспорті» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2016. – 54 с.
18. МАЗ : Минский автомобильный завод / Технические характеристики : веб-сайт. URL : <http://www.maz.by>.
19. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Організація та технологія вантажних робіт на транспорті» для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / С. М. Турпак, О. О. Падченко. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 66 с.
20. Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Комерційна робота на транспорті» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 98 с.
21. Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни «Вантажні перевезення» для студентів денної та заочної форм навчання спеціалізації 275.3 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)/ Укл. Г. Ф. Бабушкін, Г. О. Лебідь – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 66 с.

22. Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальностей 7.07010102 «Організація перевезень і управління на транспорті» 7.07010101 «Транспортні системи» / Укл. доц., к.т.н. Кузькін О.Ф., ст. викл. Харченко Т.В., ст. викл. Васильєва Л.О., ст. викл. Лебідь Г.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 34 с.
23. Проектний аналіз / За ред. І. М. Москвіна. – К. : ТОВ «Видавництво Ліб-ра», 1998. – 368 с.
24. НПАОП 0.00-1.75-15 Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт. – Введ. 2015-03-03 : веб-сайт. URL: <https://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0124-15#Text>.
25. НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання. – Введ. 2018-01-19 : веб-сайт. URL: <https://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#Text>.
26. ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. – Введ. 2008-09-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=83263.
27. НПАОП 0.00-1.62-12. Правил охорони праці на автомобільному транспорті. – Введ. 2011-04-06 : веб-сайт. URL: https://dnaop.com/html/32-443/doc-НПАОП_0.00-1.62-12.
28. НПАОП 40.1-1.01-97 Правила безопасной эксплуатации электроустановок. – Введ. 2000-02-25 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=21826.
29. ПУЕ Правила улаштування електроустановок – Введ. 2017-08-21 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72758.
30. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. – Введ. 1999-12-01 : веб-сайт. URL: <https://www.zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text>.

31. ДСН 3.3.6.037-99 Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – Введ. 1999-12-01 : веб-сайт. URL: <https://www.dnaop.com/html/40957>.
32. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень – Введ. 1999-12-01 : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>.
33. ДБН В.2-5-28-2018 «Природне та штучне освітлення». – Введ. 2019-03-01 : веб-сайт. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/klassifikator-minregionstroya/09._dbn__\(derzhavnii_23018/V.2.5-28-2018+79885-detail.html](http://online.budstandart.com/ua/catalog/klassifikator-minregionstroya/09._dbn__(derzhavnii_23018/V.2.5-28-2018+79885-detail.html).
34. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. – Введ. 2017-01-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65419.
35. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – Введ. 2017-06-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=68456.
36. НАПБ Б.01.008-2018 Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників. – Введ. 2018-03-30 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82176.
37. Положення про функціональну підсистему запобігання і реагування на загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій на морському та річковому транспорті в акваторії морських портів, організації пошуково-рятувальних робіт в акваторії Чорного і Азовського морів : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0506-16#Text>.

ДОДАТОК А

Статистичні дані з відвантаження силікату натрію із Запорізького заводу зварювальних флюсів і скловиробів у Запорізький річковий порт

Таблиця А.1 – Статистичні дані з відвантаження силікату натрію

Дата	$Q_{відпр}$	Дата	$Q_{відпр}$	Дата	$Q_{відпр}$
1	2	3	4	5	6
01.03.19	1500	26.03.19	3000	20.04.19	1700
02.03.19	1300	27.03.19	3100	21.04.19	2000
03.03.19	2100	28.03.19	3000	22.04.19	-
04.03.19	-	29.03.19	2500	23.04.19	2100
05.03.19	2000	30.03.19	1900	24.04.19	1900
06.03.19	1800	31.03.19	800	25.04.19	2400
07.03.19	1000	01.04.19	-	26.04.19	2800
08.03.19	-	02.04.19	1500	27.04.19	2700
09.03.19	3000	03.04.19	800	28.04.19	3200
10.03.19	1000	04.04.19	1700	29.04.19	3000
11.03.19	-	05.04.19	2000	30.04.19	1800
12.03.19	2300	06.04.19	500	01.05.19	-
13.03.19	1000	07.04.19	1800	02.05.19	-
14.03.19	2000	08.04.19	-	03.05.19	1200
15.03.19	1500	09.04.19	2000	04.05.19	1200
16.03.19	1800	10.04.19	2000	05.05.19	1500
17.03.19	2000	11.04.19	1500	06.05.19	700
18.03.19	1200	12.04.19	1300	07.05.19	1600
19.03.19	2400	13.04.19	1300	08.05.19	1000
20.03.19	2400	14.04.19	1900	09.05.19	-
21.03.19	2500	15.04.19	-	10.05.19	1700
22.03.19	2900	16.04.19	-	11.05.19	2100
23.03.19	2900	17.04.19	2300	12.05.19	2300
24.03.19	2600	18.04.19	2100	13.05.19	-
25.03.19	-	19.04.19	1500	14.05.19	2300

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6
15.05.19	2400	30.05.19	2000	14.06.19	1900
16.05.19	2300	31.05.19	2200	15.06.19	2000
17.05.19	1900	01.06.19	1800	16.06.19	1400
18.05.19	2000	02.06.19	1000	17.06.19	900
19.05.19	1400	03.06.19	-	18.06.19	2100
20.05.19	-	04.06.19	1000	19.06.19	2100
21.05.19	1500	05.06.19	1400	20.06.19	2600
22.05.19	1100	06.06.19	1400	21.06.19	2700
23.05.19	1400	07.06.19	1800	22.06.19	2000
24.05.19	1900	08.06.19	2000	23.06.19	2100
25.05.19	1700	09.06.19	2400	24.06.19	-
26.05.19	-	10.06.19	-	25.06.19	2500
27.05.19	-	11.06.19	2500	26.06.19	2600
28.05.19	2000	12.06.19	3000	27.06.19	2300
29.05.19	2200	13.06.19	3200	28.06.19	-

ДОДАТОК Б

Результати обробки статистичних даних з відвантаження силікату натрію із Запорізького заводу зварювальних флюсів і скловиробів в річковий порт

Файл: ZZF -1. 24 - 10 - 2020 Saturday

Вариационный ряд

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	500
700	800	800	800	900	1000	1000	1000	1000	1000
1000	1100	1200	1200	1200	1300	1300	1300	1400	1400
1400	1400	1400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
1600	1700	1700	1700	1700	1800	1800	1800	1800	1800
1900	1900	1900	1900	1900	1900	2000	2000	2000	2000
2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2100
2100	2100	2100	2100	2100	2200	2200	2300	2300	2300
2300	2300	2300	2400	2400	2400	2400	2400	2500	2500
2500	2500	2500	2600	2600	2600	2700	2700	2800	2900
2900	3000	3000	3000	3000	3000	3100	3200	3200	3200

РАССЧИТАНО

Объем выборки	:	100
Математическое ожидание	:	13,82
Дисперсия	:	50,929
Среднеквадратичное отклонение	:	7,136
Коэффициент вариации	:	0,516
Коэффициент неравномерности	:	1,516

RKWL - версия 2.1