

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

ВИБІР ВИДУ ТРАНСПОРТУ ДЛЯ ДОСТАВКИ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ
СУМІШЕЙ З РІЧКОВОГО ПОРТУ НА ПІДПРИЄМСТВО «NEDEX УКРАЇНА»

Виконав: студент(ка) II курсу, групи T-310м

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

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

 Антон БІЛИК
(ім'я та прізвище)

Керівник  Олена ОСТРОГЛЯД
(ім'я та прізвище)

Рецензент  Ольга ДУДАРЕНКО
(ім'я та прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут, факультет машинобудівний, транспортний
Кафедра «Транспортні технології»
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
Освітня програма Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
«Транспортні технології»

проф. Сергій ТУРПАК

« 01 » 10 2021 року

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

Білику Антону Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Вибір виду транспорту для доставки сухих будівельних сумішей з річкового порту на підприємство «NEDEX Україна»

керівник проєкту (роботи) Острогляд Олена Олександрівна, к.т.н.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 05 » листопада 2021 року № 426

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2021 р.

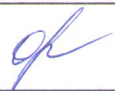
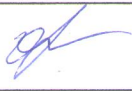
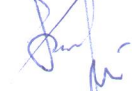
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) 1. Існуюча технологія перевалки. 2. Вантажопотік надходження сухих будівельних сумішей (СБС). 3. Існуючий технологічний процес перевезення СБС з порту на підприємство. 4. Техніко-економічні показники.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Розробка проєктної ТТС перевалки в порту і доставки одержувачу сухих будівельних сумішей. 2.2 Визначення проєктних вантажопотоків сухих будівельних сумішей. 2.3 Вибір транспортної тари для доставки сухих будівельних сумішей. 2.4 Визначення основних параметрів складу на причалі. 2.5 Вибір автотранспортних засобів для доставки сухих будівельних сумішей на підприємство «Nedex Україна». 2.6 Організація перевалки сухих будівельних сумішей в порту. 2.7 Визначення тривалості вантажних операцій в порту. 2.8 Розробка технологічних графіків обробки транспортних засобів у порту. 2.9 Організація перевезення сухих будівельних сумішей з причалу у критий склад порту за існуючим варіантом. 2.10 Організація вивезення з порту сухих будівельних сумішей у big-bag на підприємство «Nedex Україна» автотранспортом 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

1 Існуюча ТТС. 2 Проектна ТТС. 3. Планування причального складу сухих будівельних сумішей. 4. Технологічний графік обробки подачі вагонів в порту за існуючим варіантом. 5. Технологічні графіки обробки судна в річковому порту. 6 Графік роботи портових автомобілів за існуючим варіантом. 7 Змінний графік роботи автопоїздів за проєктним варіантом. 8 Техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання « 15 » вересня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	18.10-30.10	
2	Основна частина	01.11-13.11	
3	Економічна частина	15.11-20.11	
4	Охорона праці	22.11-26.11	
5	Оформлення МР	27.11-30.11	
6	Перевірка МР на плагіат	01.12-10.12	
7	Отримання зовнішніх рецензій	13.12-18.12	
8	Захист магістерських робіт	20.12-24.12	

Студент(ка)

(підпис)



АНТОН БІЛИК

(ім'я та прізвище)

Керівник проєкту

(підпис)



Олена ОСТРОГЛЯД

(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 100 с., 8 рис., 19 табл., 48 джерел посилань.

АВТОМОБІЛЬ, ВАГОН, ВАНТАЖОПОТІК, BIG-BAG, ВИТРАТИ, ГРАФІК, ПІДДОН, ПОРТ, ПЕРЕВАЛКА, ПРИЧАЛ, СКЛАД, СУДНО, СУХІ БУДІВЕЛЬНІ СУМІШІ

Об'єктом дослідження є існуюча технологія й організація перевалки в порту й вибір транспорту для доставки на одержувачу сухих будівельних сумішей.

Ціль дослідження – виконати дослідження й аналіз технологічного процесу перевалки в порту і перевезення на підприємство «Nedex Україна» імпортованих сухих будівельних сумішей, а також вибрати вид транспорту для вивезення в порт.

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

В магістерській роботі проведено дослідження та аналіз існуючого технологічного процесу перевалки в річковому порту імпортованих сухих будівельних сумішей. Аналіз показав, що існуюча система має ряд важливих недоліків, які негативно впливають на виконання робіт. Запропоновано конкретні заходи щодо вдосконалення перевалки і перевезення сухих будівельних сумішей з річкового порту на підприємство «Nedex Україна» автотранспортом. Розраховані проєктні вантажопотоки й потреба в транспортних засобах. Побудовано технологічні графіки обробки рухомого складу при прибутті в порт і графіки роботи транспортних засобів. Розраховано основні економічні показники запропонованого варіанта перевалки в порту і вивезення з порту на підприємство «Nedex Україна» імпортованих сухих будівельних сумішей.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проектування.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	8
1 Аналітична частина.....	10
1.1 Загальна характеристика пункту перевалки «Запорізький річковий порт».....	10
1.2 Характеристика підприємства ТОВ «Nedex Україна».....	11
1.3 Характеристика, властивості та галузь застосування сухих будівельних сумішей.....	13
1.4 Аналіз вантажопотоків сухих будівельних сумішей, що надходять в Запорізький річковий порт.....	14
1.5 Умови зберігання і складування сухих будівельних сумішей в порту.....	15
1.6 Аналіз існуючого технологічного процесу перевалки в порту сухих будівельних сумішей на піддонах.....	17
1.7 Основні принципи вибору виду транспорту для перевезення вантажів.....	21
1.8 Обґрунтування необхідності удосконалення технологічного процесу і постановка завдань магістерської роботи.....	23
2 Основна частина.....	26
2.1 Розробка проектної транспортно-технологічної схеми перевалки в порту і доставки одержувачу сухих будівельних сумішей.....	26
2.2 Визначення проектних вантажопотоків сухих будівельних сумішей.....	29
2.3 Вибір транспортної тари для доставки сухих будівельних сумішей.....	32
2.4 Визначення основних параметрів складу на причалі.....	33
2.5 Вибір автотранспортних засобів для доставки сухих будівельних сумішей.....	

	сумішей на підприємство «Nedex Україна».....	38
2.6	Організація перевалки сухих будівельних сумішей в порту.....	40
2.6.1	Визначення продуктивності порталних кранів.....	40
2.6.2	Визначення продуктивності і необхідної кількості навантажувачів.....	43
2.7	Визначення тривалості вантажних операцій в порту.....	47
2.7.1	Розрахунок часу на виконання вантажних операцій з транспортними засобами.....	47
2.7.2	Визначення загального часу роботи портових механізмів при перевалці сухих будівельних сумішей.....	49
2.8	Розробка технологічних графіків обробки транспортних засобів у порту.....	52
2.8.1	Технологічні графіків обробки вагонів у порту за існуючим варіантом.....	52
2.8.2	Технологічні графіки обробки судна в порту за варіантами....	55
2.9	Організація перевезення сухих будівельних сумішей з причалу у критий склад порту за існуючим варіантом.....	58
2.10	Організація вивезення з порту сухих будівельних сумішей у big-bag на підприємство «Nedex Україна» автотранспортом.....	61
3	Економічна частина.....	64
3.1	Обґрунтування техніко-економічних розрахунків.....	64
3.2	Розрахунок додаткових витрат на проєктні пропозиції.....	65
3.3	Розрахунок експлуатаційних витрат на перевалку сухих будівельних сумішей в порту за варіантами.....	66
3.4	Розрахунок витрат на залізничне перевезення СБС з порту на підприємство «Nedex Україна» за існуючим варіантом.....	77
3.5	Розрахунок експлуатаційних витрат на перевезення сухих будівельних сумішей автотранспортом.....	78
3.6	Визначення загальних експлуатаційних витрат на перевалку та	

перевезення сухих будівельних сумішей.....	82
3.7 Розрахунок дисконтованого доходу й терміну окупності проєктних пропозицій.....	84
4 Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях.....	86
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	86
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	88
4.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці.....	89
4.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	90
4.4.1 Заходи з пожежної безпеки.....	90
4.4.2 Заходи з цивільного захисту.....	91
Висновки.....	93
Перелік джерел посилань.....	96

ВСТУП

Розвиток внутрішніх водних шляхів – один з головних пріоритетів міністерства інфраструктури. У цей час створюються сприятливі умови для доступу до ринку річкових перевезень для суб'єктів господарювання, зокрема для іноземних невоєнних судів під прапорами держав, з якими не укладені міжнародні договори України про судноплавство на внутрішніх водних шляхах, без одержання одноразових тимчасових дозволів [1].

Наявний потенціал перевезень різних вантажів річковим транспортом на сьогоднішній день в Україні недостатньо реалізований. Переважна більшість вантажів доставляється в морські порти або у зворотному напрямку колісним транспортом – автомобільним або залізничним. По факту, обидва способи перевезення вантажів є самими слабкими ланками в логістичному ланцюжку: температурні режими на дорогах, недостатня кількість спеціалізованого рухомого складу, порушення строків доставки та інше. Розвиток річкових перевезень вантажів дозволяє не тільки здешевити та оптимізувати транспортування вантажів, але й виключити з логістичного ланцюжка зайві ланки за рахунок річкової рейдової перевалки вантажів.

Логістика внутрішнім водним транспортом досить ефективна, але вимагає більших витрат за часом і має сезонні обмеження. Уздовж ріки Дніпро розташовані 13 вантажних терміналів й 10 річкових портів, а її пропускна здатність досягає 70 млн. т у рік. При однаковому показнику витрати палива, річковим транспортом можна перевезти в 2,5 рази більше вантажу, чим автомобільним, і на 30 % більше, ніж залізницею [1].

По всіх інших порівняльних характеристиках річкове транспортування вантажів також має перевагу перед наземними видами транспорту,

В Україні існують всі географічні передумови для використання ріки як головної транспортної артерії країни. На внутрішніх водних шляхах України додатковий потенціал забезпечується досить великим габаритом шлюзів (у середньому

260-280 м), що дозволяє проводити баржі буксирні склади з більш ніж однією баржею.

Розвиток річкових перевезень судами змішаного типу «ріка – море» дозволяє доставляти зовнішньоторговельні вантажі по ріці минаючи проміжну перевалку в гирлових портах, що скорочує загальні витрати на доставку вантажів, а також істотно дозволяє скоротити строки доставки.

Запорізький річковий порт взаємодіє з різними видами транспорту, здійснюючи перевантажувальні роботи, що включають також переробку зовнішньоторговельних вантажів. Порт експортує метал, металобрухт, феросплави й інші вантажі. Імпортуються такі вантажі як боксити, метали, зернові, генеральні вантажі. Зовнішньоторговельні перевезення вантажів здійснюються з портами країн Європи, Азії й північного узбережжя Африки.

У пріоритетному напрямку роботи річкового транспорту необхідно поповнювати флот судами змішаного (ріка-море) плавання для виконання намічених обсягів зовнішньоторговельних перевезень.

Дослідження існуючого положення по організації вантажопереробки в порту й доставки на підприємство «Nedex Україна» імпортних сухих будівельних сумішей для основного технологічного виробництва, а також розробка заходів з їхнього удосконалення та вибір транспорту для вивезення з порту на підприємство виконано в даній магістерській роботі.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика пункту перевалки «Запорізький річковий порт»

Запорізький річковий порт є одночасно підприємством ринкової інфраструктури й дочірнім підприємством акціонерного товариства «Судноплавна компанія «Укррічфлот», яка має статус національного перевізника.

Запорізький річковий порт – підприємство галузі річкового транспорту.

Порт спеціалізується на переробці руди, коксу, вугілля, металобрухту, металовиробів, добрив, глини, піску, феросплавів, бокситів, генеральних вантажів. Запорізький річковий порт приймає судна типу «ріка – море» довжиною до 180 м й осадкою до 4 м. Територія порту становить 39,7 га й включає 13 вантажних причальних ліній загальною довжиною 2787,7 м, у тому числі два причали в порту Нікополь (297,2 м) [2].

Запорізький річковий порт є одним з найбільших високоомеханізованих портів на р. Дніпро.

Порт надає послуги з виконання перевалочних операцій на вантажних районах, пристанях, причалах клієнтів, надає експедиційні та інші види послуг з обробки вантажів та суден.

Щороку порт переробляє більш як 1,4 млн. тонн зовнішньоторговельних вантажів. Перелік послуг порту відображені в документі «Зведення звичаїв» ДП «Запорізький річковий порт» [3].

В Першому вантажному районі Запорізького річкового порту є 7 причальних ліній, які спеціалізуються на переробці різних видів вантажів [2].

Перевантажувальні операції в порту переважно виконуються порталними кранами вантажопідйомністю від 10 до 20 тонн.

В роботі вирішуються питання підвищення ефективності технологічного процесу перевалки сухих будівельних сумішей, для переробки яких в порту виділений вантажний фронт на причалі 6.

1.2 Характеристика підприємства ТОВ «Nedex Україна»

Головним споживачем сухих будівельних сумішей, які надходять у Запорізький річковий порт, є ТОВ «Nedex Україна», підприємство якого знаходиться за адресою м. Запоріжжя, Південне шосе, 20.

ТОВ «Nedex Україна» – виробник комплектуючих для склопакетів й один з найбільших у світі виробник вологопоглиначів для склопакетів. Також компанія займається виробництвом багатьох видів герметиків й дистанційних рамок [4].

Компанія Nedex була заснована в 1999 році. Метою компанії є зниження втрати енергії за рахунок збільшення ізоляції склопакетів. Nedex виробляє герметики на базі полісульфіду під марками KU83, PS 545 і PS998 на підприємствах різних країн, таких як:

- Туреччина: Стамбул, Ескішехір;
- Україна: Запоріжжя;
- Казахстан: Алма-Ата;
- Росія: Москва, Казань;
- Іран: Тегеран;
- Німеччина: Дюссельдорф, Моерс.

Щорічно в світі виробляється близько 250000000 кв. м склопакетів з використанням продукції Nedex. Для цього підприємства групи компанії Nedex за рік виробляє:

- більш 12000000 л герметиків;
- більш 22000000 кг абсорбентів;
- більш 75000000 м дистанційних рамок.

Запорізьке підприємство ТОВ «Nedex Україна» є першим на території пост-радянського простору та найбільшим серед групи компаній. Завод розташовано на території площею 2,5 га, має 7000 кв. м закритих виробничих потужностей.

ТОВ «Nedex Україна» виробляє 30,0 т/добу молекулярного сита, 30,0 т/добу полісульфідного герметика та 200 км/добу алюмінієвої дистанційної рамки.

Підприємство має під'їзну залізничну колію, яка сполучає його зі станцією Запоріжжя Ліве. ТОВ «Nedex Україна» є контрагентом ПАТ «Запоріжсталь», бо через його територію на завод надходять вагони із сировиною для технологічного виробництва. На Запорізькому підприємстві групи компаній Nedex виробляються первинний та вторинний герметики, вологопоглинач (молекулярне сито) та дистанційна рамка [4].

Первинний герметик NEDEX призначений для нанесення на бічні поверхні дистанційної рамки та при збиранні склопакету є допоміжним засобом для фіксації рамки на склі, в готовому виробі є основним бар'єром на шляху проникнення водяної пари з атмосфери у простір між склом, забезпечуючи 80 % герметичності виробу в цілому.

Етап вторинної герметизації склопакету призначений для захисту контуру первинної герметизації від механічних та статичних навантажень від деформацій. Компанія Nedex виробляє вторинні двокомпонентні герметики на основі полісульфіда. Вторинний герметик NEDEX являє собою двокомпонентну мастику без розчинників на основі полісульфідних мономерів. Він створює хорошу адгезію між склом та дистанційною рамкою та забезпечує мінімальний рівень проникнення парів та газу.

Для вторинної герметизації компанія Nedex також виробляє однокомпонентні герметики «Сілікон» та «Хотмелт».

Під час виготовлення склопакетів у якості вологопоглинача застосовується синтетичний гранульований цеоліт без сполучних речовин (молекулярне сито NEDEX), яким заповнюють порожнини дистанційних рамок з метою запобігання конденсації вологи між склом. Молекулярне сито є сумішшю цеоліту, натуральних вологопоглиначів та сполучних речовин з дуже високою здатністю адсорбції води. Молекулярне сито компанія виробляє під такими торговими марками, як «NANOMOL», «MULTIMOL», «ZEOLAN», «ZEOLAN-K». Якість молекулярного сита NEDEX відповідає європейським стандартам.

Для виробництва всієї переліченої продукції підприємство Nedex Україна через Запорізький річковий порт отримує різні сухі будівельні суміші.

1.3 Характеристика, властивості та галузь застосування сухих будівельних сумішей

Сухі будівельні суміші (СБС) представляють собою напівфабрикат будівельних розчинів, клеїв, шпаклівок і затірки різного призначення, для приготування яких досить додати встановлену виробником кількість води і ретельно перемішати [4]. Виготовлення сухих будівельних сумішей в заводських умовах дозволяє отримувати широкий асортимент композицій для різних видів робіт. За видом сполучника сухі суміші підрозділяються на цементні, цементно-вапняні, вапняні, вапняно-гіпсові, гіпсові.

Розроблено величезну кількість різних модифікаційних добавок в сухі суміші, що впливають на певні властивості кінцевого продукту. У складі окремих видів сумішей їх може бути до дванадцяти, причому деякі з них займають в об'ємі суміші дуже малий відсоток. Вони прискорюють або уповільнюють тверднення, покращують легкість укладання, зменшують кількість води, підвищують морозостійкість і пористість.

Зокрема морозостійкі добавки працюють за рахунок трьох незалежних процесів – забезпечення підвищеної насиченості розчину бульбашками повітря. Такі добавки підвищують пористість, при цьому волога з незавершеною гідратацією цементу, тому суміш стає більш пружною і не тріскається. Другим видом підвищення морозостійкості є спосіб використання в якості модифікатора комплексних ННК та ННХК (нітрит-нітрат кальцію і нітрит-нітрат-хлорид кальцію) добавок. Третій, більш універсальний спосіб, забезпечує зміну реологічних властивостей розчину, при цьому його пластичні властивості за рахунок розріджувальної дії добавок (марки ЛСТ, С-3, НФ і ін.) стають цілком достатніми при загальному зменшенні кількості води в розчині [5].

Також є суміші, зокрема (бентоніт) які в природному чи активованому вигляді, тобто після хімічної обробки кислотами, мають високі адсорбційні властивості і широко використовується як природний адсорбент для очищення продук-

тів нафтопереробної, коксохімічної та харчової промисловості, в ливарному виробництві для виготовлення формувальної суміші, чорній металургії, керамічному виробництві, харчовій промисловості, як наповнювач при виготовленні паперу, гуми і багатьох предметів широкого вжитку, медицині і фармакології, сільському господарстві. Застосовують бентоніт в гірничодобувній промисловості для приготування бурових розчинів, а також як природний адсорбент, наповнювач.

1.4 Аналіз вантажопотоків сухих будівельних сумішей, що надходять в Запорізький річковий порт

Сухі будівельні суміші для виробництва Nedex Україна прибувають до першого вантажного району ДП «Запорізький річковий порт» судами змішаного плавання типу «ріка – море» або річковими судами з Туреччини або Греції. Вантаж надходить транспортними пакетами на піддонах.

Вантаж з порту вивозиться залізничним транспортом у критих вагонах на замовлення покупця. Під розвантаження судна подаються на причал № 6, а для тимчасового зберігання в очікуванні вивезення з порту використовувалося складське приміщення закритого типу біля причалу № 7.

Запланований обсяг переробки сухих будівельних сумішей в порту за договором становить $Q_{річн} = 45000$ т, а фактичне надходження за період навігації з 01.03.2020 по 15.11.2020 склало 45640 т за період навігації.

Вантажопотоки прибуття СБС до порту на судах й відправлення з порту залізничним транспортом у 2020 році наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Дані про обсяги переробки сухих будівельних сумішей в річковому порту за 2020 рік

Місяць	Надійшло в порт, т	Вивезено з порту, т
Березень	3000,40	2800,20
Квітень	7009,25	5750,00
Травень	8000,90	6280,40
Червень	5508,50	4890,60
Липень	5214,60	5370,20
Август	4432,50	5125,70
Вересень	4659,15	5580,30
Жовтень	4582,40	5007,80
Листопад	3225,30	4827,80
Усього	45633,00	45633,00

1.5 Умови зберігання і складування сухих будівельних сумішей в порту

В Запорізький річковий порт СБС надходять в суднах трюмного типу, проєктів Сормовський, Волго-Балт, Волго-Дон, вантажопідйомністю 3000 т.

На підприємство компанії «Nedex Україна» вантаж вивозиться з порту залізничним транспортом. Для транспортування використовують криті вагони вантажопідйомністю до 68,0 т, об'ємом кузову – 120 м³. Середнє завантаження вагону сухими будівельними сумішами складає 64,0 т.

Після вивантаження з судна піддони з СБС деякий час знаходяться на причалі. Складський майданчик для тимчасового зберігання сумішей на піддонах повинний бути рівний, вимощений плитами або бетонований, з ухилом для стікання дощової води з території майданчика. Під час випадіння опадів вода не повинна

збиратися під вантажем. Зона складування вантажу повинна бути огороженою розподільчими блоками, між партіями вантажу, вантажоодержувачами.

Формування штабелю тарно-штучних вантажів на причалі під час вивантаження судна виконується з дотриманням таким вимог [6]:

- штабель з СБС формують на відстані не менш 2,5 м від голівки рейки та не менш 0,7 м від частин портального крана, що виступають;
- штабель формують рядами; піддони встановлюють горизонтально для забезпечення їхньої стійкості. Після встановлення у кожному з ярусів першого ряду піддонів до них впритул формують наступні ряди;
- вантаж в штабель встановлюється паралельними рядами. Оскільки переважувальні операції виконуються із застосуванням стропових захватів, зазори між пакетами повинні бути достатніми для прибирання стропів;
- між окремими штабелями залишають проїзди шириною не менш 3,5 м;
- при укладанні пакетів у штабель їх розташовують маркуванням в одну сторону для визначення марки вантажу та ваги вантажного місця;
- розформовується штабель починаючи з верхнього ярусу до нижнього; у порядку, зворотному формуванню.

Після виконання операцій з приймання вантажу з судна піддони з причалу перевозяться в критий склад порту, де він зберігається до вивезення залізницею одержувачу.

Вантаж на піддонах з причалу транспортується у критий склад автотранспорту вантажувачами, які обладнані виловним захватом. Висота розташування вантажу на вилах навантажувача складає при транспортуванні 0,3 - 0,5 м від поверхні дороги.

Водій навантажувача переміщує і встановлює піддон з вантажем у штабель критого складу без участі докера-механізатора [6].

У критому складі піддони встановлюються з першого по четвертий яруси без уступів, один на один, рівними рядами по висоті. Установлення піддонів на половину їхньої довжини з кожної сторони ряду виконується у п'ятому ярусі, для забезпечення стійкості штабелю.

1.6 Аналіз існуючого технологічного процесу перевалки в порту сухих будівельних сумішей на піддонах

Всі перевалочні операції з сухими будівельними сумішами на піддонах виконуються за Робочою технологічною картою № 3-2-Т [6], яку розроблено в Запорізькому річковому порту.

Суднова операція

Всі роботи з вивантаження-навантаження вантажів на піддонах виконуються портальними кранами, оснащеними смуговими стропами, та виловними навантажувачами.

До початку виконання перевантажувальних робіт виконавець робіт перевіряють наявність документів на СБС, Cargo Plan розміщення вантажу в трюмах судна та нотісу про готовність судна до виконання робіт.

Потім виконують огляд судна, щоб переконатися, що кришки трюмів відкриті і судно готове до безпечного виконання перевантажувальних робіт, для переходу з берегу на судно та назад встановлені та закріплені під кутом 30 градусів справні трапи та сходні з леєрним огородженням поза зоною перевантажувальних робіт.

Для розвантаження судна в трюмі знаходиться два портових робітника і два робітника – на причалі. Вони виконують стропування та вивільнення піддонів.

До початку розвантажувальної операції на судно подається навантажувач. Подача виконується портальним краном, який обладнано спеціальною підвіскою для кріплення та переміщення навантажувача. Норма часу на подачу навантажувача на судно та на прибирання після вантажної операції складає 1 годину.

Навантажувач знімає піддон з верхніх штабелів вантажу у трюмі, вивозить та встановлює піддон у просвіті трюму для можливості його захвату портальним краном із строповими смугами.

При перевантаженні на крюк крану навішується тільки одна петля смугового стропу. На причалі смугові стропи звільняють; крановик їх виводить з-під піддону і переносить у трюм судна для наступного підйому.

По завершенні вивантаження навантажувач портальним краном прибирається з судна на причал.

Після вивантаження судно зачищають двома докерами вручну «під мітлу». Тривалість зачищення залежить від кількості просипаного вантажу, і складає в середньому 1 годину на трюм.

У табл. 1.2 наведена схема розміщення робітників і машин при перевалці сухих будівельних сумішей на піддонах.

Таблиця 1.2 – Схема розстановки робочих та машин на причалі при перевалці сухих будівельних сумішей на піддонах

Технологічна схема	Вагон / АТ	Склад	Кран	Судно	Усього
	Докер	Докер	Докер	Докер	Докер
1. Судно – кран – склад	-	2	1	2	5
2. Склад – кран – вагон	2	2	1	-	5
3. Склад – кран – автомобіль	2	2	1	-	5
4. Склад – кран – склад	-	2+2	1	-	5

Всі операції на причалі річкового порту виконуються портальними кранами Кировець, технічна характеристика яких наведена в табл. 1.3 [7].

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика портального крану Кировець

Найменування параметру	Значення
Вантажопідйомність, т:	
- грейфером	16
- крюком	20
Виліт стріли, м:	
- мінімальний	10-12
- максимальний	30
- при тах вантажопідйомності	20-25
Швидкість механізму, м/хв.:	
- підйому грейфером	63
- підйому крюком с постійною в/п на тах вильоті)	63
- підйому крюком с змінною вантажопідйомністю	20-32
- зміни вильоту стріли	20;25;32;50
- переміщення крану	32
Висота підйому, м:	
- при роботі грейфером	28
- при роботі крюком	30
Частота обертання крану, об/хв.	1,0; 1,5
Глибина опускання, м	15

Вагонна операція

Вагони під навантаження на причал або до критого складу порту подає локомотив портової станції, встановлює їх вздовж фронту. Завантаження критих вагонів виконується електронавантажувачем.

Після знімання запірного пристрою та відкривання дверей виконують встановлення вантажного столу-рампи за допомогою портального крану.

Оскільки біля критого портового складу відсутня рампа для виконання вантажних робіт із вагонами, то операція навантаження виконується біля колії, де знаходяться вагони.

Спочатку встановлюють вантажний стіл-рампу до відкритої двері вагону портальним краном за допомогою чотирьох спеціальних стропів, прикріплених до столу. Стіл-рампа встановлюється до дверного отвору таким чином, щоб його

платформа була у горизонтальному положенні та на одному рівні з підлогою вагону. Тільки після цього починається завантаження піддонів.

Встановлюється вантаж в вагоні від торців до дверного отвору щільно, без зазорів у поперечному та поздовжньому напрямках так, щоб не було зсуву, падіння, навалення на двері та пошкодження їх при перевезенні.

Піддони в вагоні встановлюються двома рядами по ширині вагону та у два яруси по висоті вагону. У дверному отворі вантаж також укладається щільно та без зазорів, а для попередження в процесі перевезення навалу вантажу на двері їх огорожують щитами, брусами або дошками на всю висоту навантаження.

Автомобільна операція

З причалу піддони портовими автомобілями транспортуються у критий склад, де вони зберігаються в очікуванні вивезення. За цей час транспортно-експедиторська компанія, яка забезпечує виконання перевалочних операцій в порту, виконує декларування та митне очищення імпортованих СБС для компанії Nedex Україна.

Транспортуються піддони з СБС у критий склад портовими автомобілями КамАЗ-5320, технічна характеристика яких наведена у табл. 1.4 [8].

Таблиця 1.4 – Технічна характеристика портових автомобілів КамАЗ-5320

Найменування показника	Значення показника
Колісна формула	6×4
Споряджена маса, кг	7380
Вантажопідйомність, кг	8000
Габаритні розміри, мм	7435×2500×3350
Внутрішні розміри кузова, мм	5200×2320×500
Середні витрати палива, л/100км	26,0
Розмір шин	9,00R-20

В кузові автомобілів КамАЗ-5320 за умовою місткості можна розмістити 12 піддонів, але при цьому перевищується номінальна вантажопідйомність. Тому в

кузові автомобілів можна встановити 6 піддонів. Завантаження автомобілю при такій кількості піддонів складе 7,5 т.

Транспортно-технологічна схема переробки імпортованих СБС на піддонах показана на рис. 1.1.

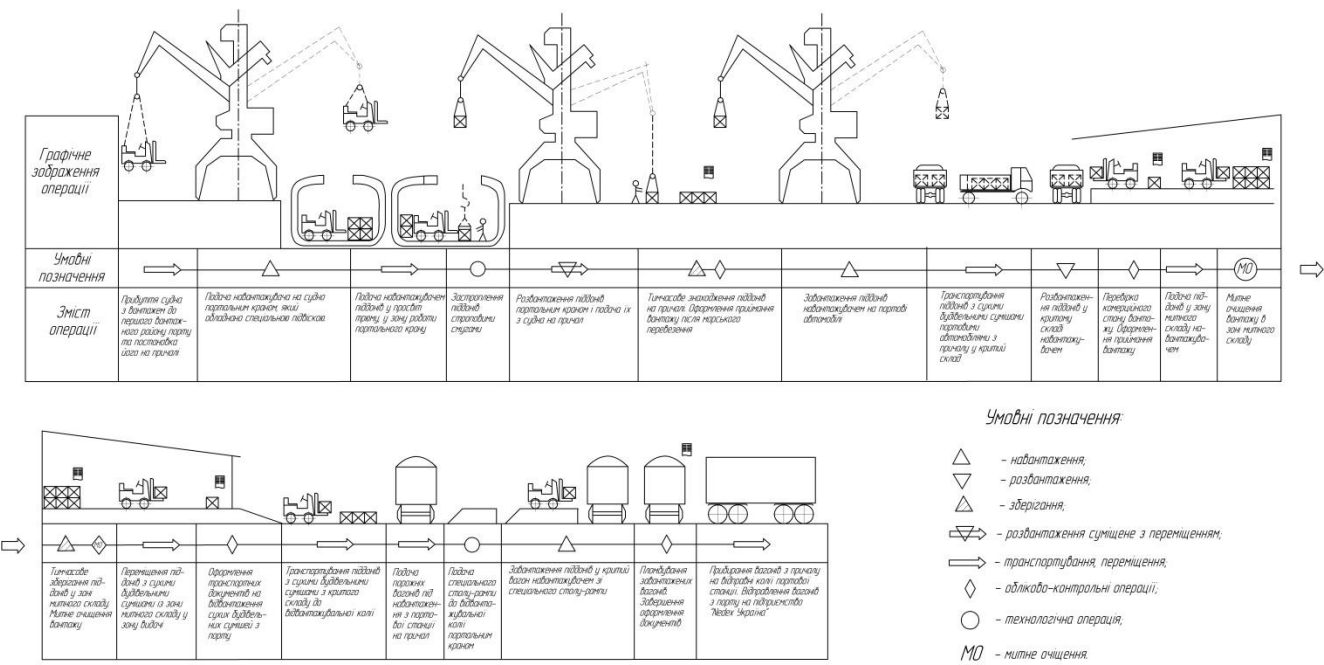


Рисунок 1.1 – Існуюча транспортно-технологічна схема перевалки імпортованих СБС в річковому порту

1.7 Основні принципи вибору виду транспорту для перевезення вантажів

В роботі поставлено задачу з вибору виду транспорту для перевезення сухих будівельних сумішей з Запорізького річкового порту на підприємство «Nedex Україна» з найменшими витратами.

Вибір різного виду транспорту залежить від багатьох факторів, зокрема [9]:

- вартість перевезення;

- час доставки;
- частота відправлень;
- надійність виконання графіка доставки вантажів;
- здатність перевозити різні вантажі;
- можливість доставки вантажів у будь-яку точку;
- доступність.

Задача вибору виду транспорту ставиться й вирішується у випадках, коли вантаж може бути доставлений залізничним або автомобільним транспортом.

Існують два методи вибору видів транспорту. Перший заснований на виборі виду відправлення з розрахунку рівновигідної дальності перевезення, що визначається по формулі [10]:

$$D_{пер} = \frac{B_1^{нк} - B_2^{нк}}{B_2^{рух} - B_1^{рух}}, \quad (1.1)$$

де $B_1^{нк}$ - питомі витрати на початково-кінцеві операції для першого виду транспорту, грн.;

$B_2^{нк}$ - питомі витрати на початково-кінцеві операції для другого виду транспорту, грн.;

$B_1^{рух}$, $B_2^{рух}$ - питомі витрати на операції руху відповідно по першому й другому видах транспорту, грн.

Виконав відповідні розрахунки одержуємо рівновигідну дальність перевезень. За межами цієї величини вибір виду транспорту визначається відповідно до витрат по видах транспорту.

Другий спосіб міститься у виборі виду відправлення на основі аналізу повної вартості перевезень. В якості критерію вибору виду відправлення повинні прийматися загальні витрати з руху товарів, які можна прийняти рівними сумі тарифів за перевезення й витрат споживача по наданню транспортних послуг.

При виборі варіантів виду транспорту для перевезення сухих будівельних сумішей з порту на підприємство «Nedex Україна» ефективним буде той, для якого розраховані наведені витрати будуть мати менше значення.

За досвідом перевезення на короткі відстані більш ефективно використання автомобільного транспорту. Завдяки його високій мобільності, можливості доставки вантажів за схемою «від дверей до дверей», при перевезеннях в межах промислових центрів тощо роблять автомобільний транспорт найбільш вигідним, а іноді й незамінним.

1.8 Обґрунтування необхідності удосконалення технологічного процесу і постановка завдань магістерської роботи

При аналізі технології й організації переробки імпорتنих СБС на піддонах у Запорізькому річковому порту було виявлено деякі недоліки в технологічному процесі перевалки. Вивчено порядок й інтенсивність надходження судів з вантажем, а також прибуття порожніх вагонів під навантаження.

Аналіз існуючої технології вантажопереробки й доставки виявив істотні недоліки, а саме:

- наднормовані простой суден під розвантаженням в порту, тому що вантаж перевозиться на піддонах і перевантажуються вони портальними кранами поодиночі за допомогою стропових смуг;

- основним недоліком в технологічному процесі перевалки імпорتنих СБС в порту є те, що вивантаження вантажу з судна відбувається спочатку на причальний склад, де виконуються митні процедури з імпортним вантажем; потім вантаж завантажується на портові автомобілі для завезення в критий склад причалу № 7, де піддони із СБС вивантажуються навантажувачем. Таким чином замість однієї операції перевантаження за варіантом «судно – склад», маємо три операції: «суд-

но – причальний склад»; «причальний склад – автомобіль»; «автомобіль – критий склад», що призводить до додаткових витрат;

- критий склад для зберігання піддонів розташований на відстані 1300 м від причалу № 6, що призводить до додаткових витрат палива при транспортуванні вантажів автомобілями порту від причалу до складу;

- вивезення піддонів з сухими будівельними сумішами з порту на підприємство «Nedex Україна» здійснюється залізничним транспортом.

Для вдосконалення технологічного процесу перевалки СБС й доставки їх на підприємство одержувача в роботі пропонується розробити наступні заходи:

- організувати обробку суден з імпортними СБС на причалі № 5, який не має під'їзної колії;

- передбачити укладання договорів на поставку сухих будівельних сумішей використовувати не в мішках на піддонах, а у м'які контейнерах big-bag;

- вивантаження big-bag в порту виконувати спеціальним траверсним захватом, який дозволяє одночасно перевантажувати до 8 big-bag і значно скоротити час простою судна під вивантаженням на причалі порту;

- розглянути варіант зберігання сухих будівельних сумішей не в критому складі в тиловій частині порту, а на збудованому складі ангарного типу із мобільним зсувним дахом, що дозволить перевантажувати СБС із судна безпосередньо в приміщення складу, тобто замість трьох технологічних операцій, які виконуються на цей час («судно – причальний склад»; «причальний склад – автомобіль»; «автомобіль – критий склад») перевантаження буде виконуватись за варіантом «судно – склад»;

- виконати технологічні розрахунки й проектування пристроїв для зберігання big-bag в порту;

- розглянути варіант доставки СБС на підприємство ТОВ «Nedex Україна» автомобільним транспортом; причому для перевезення використати власний рухомий склад;

рухомий склад;

- вибрати тип автотранспортного засобу для організації перевезення СБС з порту на підприємство «Nedex Україна» та розрахувати їх кількість;
- визначити основні техніко-економічні показники проєктних рішень;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні операцій технологічного процесу перевалки та перевезення автотранспортом імпортованих СБС.

Всі виконані розрахунки будуть обґрунтовані економічно, що дозволить вибрати найбільш прийнятний варіант доставки й перевалки в порту сухих будівельних сумішей в big-bag.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка проектної транспортно-технологічної схеми перевалки в порту і доставки одержувачу сухих будівельних сумішей

За проектним технологічним процесом перевалки пропонується організувати зберігання СБС, які прибувають у Запорізький річковий порт на адресу компанії «Nedex Україна» на побудованому складі на 5 причалі Запорізького річкового порту.

Проміжні склади портів є частиною ефективного ланцюга логістики, тому пропонується побудувати на причалі склад H-LINE із мобільним зсувним дахом [11]. Це дозволить перевантажувати сухі будівельні суміші портальним краном з судна безпосередньо в приміщення складу.

Приміщення складу споруджується без опор, ангарного типу. Складське спорудження монтується безпосередньо на майданчику причалу з бетонним покриттям та не вимагає додаткового фундаменту. В таких приміщеннях просто й легко працювати вантажопідйомному обладнанню. Просторовий ангар може бути розділений перегородками на невеликі зони. Розміри, розташування й автоматизацію дверей можна вибрати залежно від виду продукції, що зберігається.

Мобільний дах краще всього спорудити зі стільникового полікарбонату, який має добрі звуко- та теплоізоляційні властивості. Унікальність цього матеріалу полягає у сполученні таких характеристик, як:

- висока міцність до навантажень;
- легка вага;
- прозорість;
- здатність до вигину та легкість монтажу;
- хімічна стійкість.

Дах, який пропускає світло, дозволяє заощаджувати значні кошти на висвітленні складу в денний час доби. Зсувний дах передбачає, що його конструкція ро-

зсувається, тобто дах зсовується на різні боки по спеціальних роликах завдяки спеціальному електричному підйомнику.

Основними елементами конструкції зсувного даху є:

- зсувні панелі, виготовлені з прозорого полікарбонату;
- напрямний профіль із жолобами, що забезпечує ковзання роликового механізму;
- роликовий механізм ковзання панелей з електричним приводом;
- пристрої для натягу при складанні й розкладанні панелей;
- різні блоки керування пристроями.

Опалювальний складський ангар завдяки тепловому вентилятору дозволяє зберігати товар у зимових умовах.

З урахуванням пропонованих рішень із спорудження складу ангарного типу із зсувним дахом на причалі № 5, розробляємо проектну технологію перевалки та відвантаження сухих будівельних сумішей.

Вантажі, які прибули суднами у порт, розвантажуються на причалі № 5. За проектом надходять сухі будівельні суміші не на піддонах, а у м'яких контейнерах big-bag.

Для вивантаження використовується порталний кран, який обладнаємо спеціальним траверсним захватом для big-bag [12], що дозволяє одночасно перевантажувати до 8 big-bag з СБС і значно скоротити час простою судна під вивантаженням на причалі порту.

Траверсний захват для виконання перевалочних операцій з big-bag показано на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Траверсний захват для перевалки сухих будівельних сумішей у big-bag

Для виконання робіт в складі та для завантаження наземних транспортних засобів використовуємо навантажувачі.

Крім перелічених заходів для зниження витрат на перевезення сухих будівельних сумішей з порту на склад компанії «Nedex Україна» залізницею пропонується запровадити автомобільні перевезення. Відомо, що на близькі відстані перевезення автомобільний транспорт є значно дешевшим.

Для вивезення big-bag з сухими будівельними сумішами із Запорізького річкового порту на підприємство «Nedex Україна» розглянемо варіант використання автопоїздів у складі тягача та напівпричепа.

Запропонована транспортно-технологічна схема перевалки в порту big-bag з СБС і відвантаження їх з порту показана на рис. 2.2.

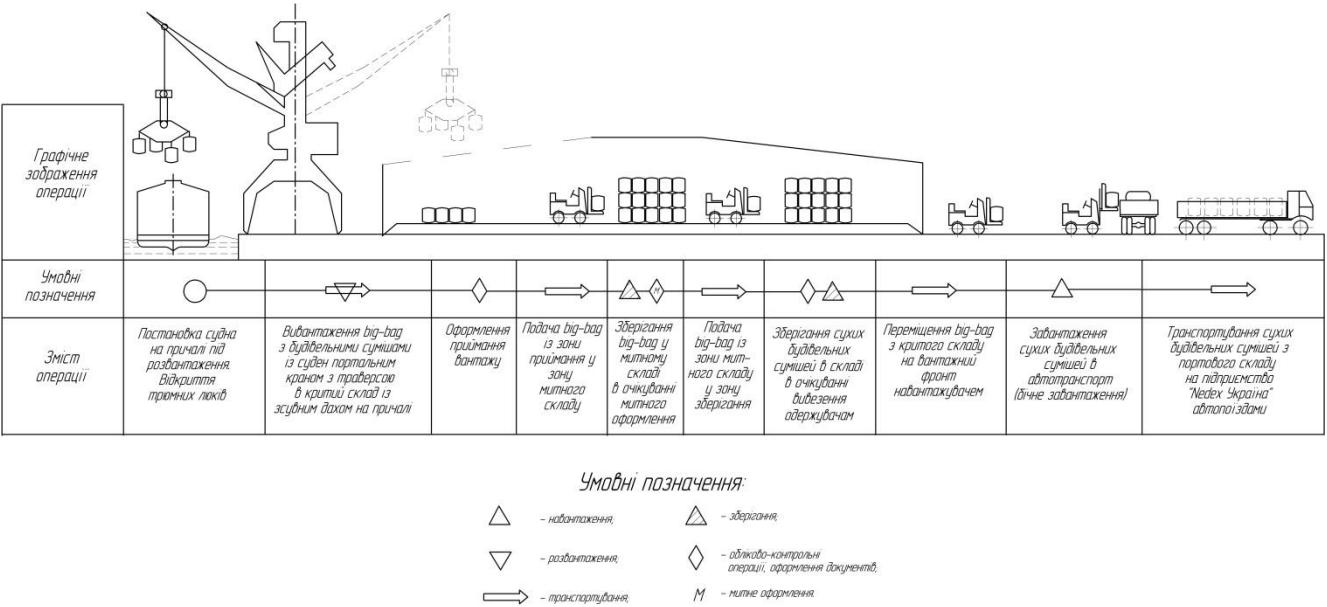


Рисунок 2.2 – Пропонована транспортно-технологічна схема перевалки в порту СБС в big-bag і відвантаження їх з порту

З проектної транспортно-технологічної схеми видно, що її застосування призведе до скорочення витрат трудових і фінансових ресурсів, а також до прискорення процесу обробки судна.

2.2 Визначення проєктних вантажопотоків сухих будівельних сумішей

Орієнтовний обсяг надходження імпорتنих СБС у Запорізький річковий порт за зовнішньоторговельними контрактами для підприємства «Nedex Україна» складає 46000 т/рік.

Для виконання всіх технологічних розрахунків основним вихідним даним є значення добового вантажопотоку, який визначається з урахуванням коефіцієнта нерівномірності за методикою, викладеною в [13].

Статистичні дані з надходження імпорتنих СБС в річковий порт наведені в додатку А. Результати обробки варіаційного ряду з надходження імпорتنих СБС в річковий порт наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Обробка варіаційного ряду з надходження СБС в порт

Інтервали значень	Середина інтервалу	Кількість спостережень в інтервалі, n_k	Вірогідність, $P_k = \frac{n_k}{N}$
0 - 317,93	158,96	23	0,256
317,94 - 635,87	476,91	23	0,256
635,88 - 953,81	794,85	24	0,266
953,82 - 1271,75	1112,8	6	0,067
1271,76 - 1589,69	1430,7	9	0,100
1589,70 - 1907,63	1748,7	4	0,044
1907,64 - 2225,50	2066,6	1	0,011
		90	1,0

Розрахункові дані, які отримані при обробці варіаційного ряду, наведено в табл. 2.2.

За розрахунковими даними таблиці 2.2 визначаємо середньоквадратичне відхилення за формулою (1.4) [13]:

$$\sigma = \sqrt{223738} = 473,01.$$

Коефіцієнт варіації за формулою (1.5) [13] складе:

$$V = \frac{\sqrt{19275}}{651,501} = 0,684.$$

Таблиця 2.2 – Розрахункові дані з обробки варіаційного ряду

$P_k \bar{N}_k$	$\bar{N}_k - \bar{M}$	$(\bar{N}_k - \bar{M})^2$	$(\bar{N}_k - \bar{M})P_k$
40,682	-532,536	283589	72599
122,088	-214,596	46051	11789
211,429	103,344	10680	2841
74,556	421,284	177480	11891
143,073	739,224	546452	54645
76,941	1057,164	1117596	49174
22,732	1375,069	1890815	20799
691,501			$D = 223738$

Для визначення значень розрахункових вантажопотоків визначаємо коефіцієнт нерівномірності при надходженні сухих будівельних сумішей за формулою (1.6) [13]:

$$K_n = 1 + 0,684 = 1,684.$$

Надходження сухих будівельних сумішей у річковий порт за зовнішньоторговельними контрактами повинно бути здійснене за період навігації – з 1 березня по 15 листопада. Тривалість навігації склала 260 діб. Обсяг поставки за контрактами за 2020 рік склав – 45633 т.

Розрахунок коефіцієнта нерівномірності з відвантаження сухих будівельних сумішей із річкового порту на підприємство «Nedex Україна» наведений у табл. Б.2 додатку Б. Розрахункове значення K_n склало 1,453.

Розрахуємо значення проєктних вантажопотоків для відвантаження сухих будівельних сумішей з порту за формулою (1.1) [13]:

$$Q_{доб}^{pid} = \frac{45633 \cdot 1,453}{260} = 255,02 \text{ т/добу.}$$

Середня добова кількість вагонів, що подається під навантаження, визначається за формулою [15]:

$$n_{mз} = \frac{Q_{доб}}{q_{mз}}, \quad (2.1)$$

де $q_{mз}$ - фактична кількість вантажу у транспортному засобі, т. Середнє завантаження вагону сухими будівельними сумішами складає 60,0 т.

$$n_{mз}^{ваг} = \frac{250,02}{60} = 4,17; \text{ приймаємо } 5 \text{ вагонів.}$$

2.3 Вибір транспортної тари для доставки сухих будівельних сумішей

На даний момент сухі будівельні суміші в річковий порт надходять транспортними пакетами на піддонах. Щоб скоротити витрати трудових і фінансових ресурсів, а також прискорити процес обробки транспортних засобів в порту пропонується перевозити сухі будівельні суміші у м'яких контейнерах для сипучих вантажів – big-bag [16].

Big-bag – це м'який контейнер, який широко застосовується у логістичних системах товарообороту. Їх застосовують для фасування гранульованих та сипких сумішей, для складування та транспортування. На цей час такі м'які контейнери виробляються для будівельних матеріалів, харчових та аграрних продуктів, хімічних продуктів та інших матеріалів. Вони мають багато конфігурацій та розмірів; вантажопідйомність варіюється від 300 кг до 2000 кг.

Виготовляються big-bag з поліпропіленової тканини. У виробництві використовується безпечна сировина. Для підвищення міцності тари застосовують додаткове захисне покриття, щоб тара захищала від вологи, повітря, пилу, ультрафію-

лету. Завдяки високій герметичності м'які контейнери виключають імовірність просипу вантажу [16].

Для поставки сухих будівельних сумішей за зовнішньоторговельним контрактом пропонується застосувати чотирьохпідльовий м'який контейнер з поліпропіленової тканини, вантажопідйомністю 2,0 т. Максимальна висота завантаження такого big-bag складає 1300 мм; розмір дна у завантаженому стані складає 800×800 мм, а діаметр – 1020 мм.

Кількість СБС в big-bag розрахуємо за формулою [16]:

$$m_{\text{ван}} = V_{\text{мк}} \cdot \rho \cdot \varphi, \quad (2.2)$$

де $V_{\text{мк}}$ - об'єм м'якого контейнера, м³;

ρ - щільність СБС, т/м³;

φ - коефіцієнт заповнення об'єму м'якого контейнера.

$$V_{\text{мк}} = 0,98 \cdot 0,98 \cdot 1,25 = 1,2 \text{ м}^3;$$

$$m_{\text{ван}} = 1,2 \cdot 1,3 \cdot 0,8 = 1,25 \text{ т}.$$

2.4 Визначення основних параметрів складу на причалі

Необхідна місткість складу для зберігання імпортованих СБС, які надходять на адресу компанії «Nedex Україна» визначається за формулою (5.17) [18] при наступних даних:

- об'єм переробки вантажів, що проходять через склад: 45633 т за період навігації;
- термін зберігання СБС після вивантаження із судна: 8 діб;

- тривалість періоду навігації: 260 діб.

$$E_{скл} = \frac{45633 \cdot 8 \cdot 1,684}{260} = 2365,0 \text{ т.}$$

За відомою місткістю складу визначаємо необхідну площу для зберігання імпорتنих СБС у складі ангарного типу.

Загальна площа складу розраховується за формулою [18]:

$$S_{заг} = S_{кор} + S_{пр} + S_{екс} + S_{доо} + S_{сл}, \quad (2.3)$$

де $S_{кор}$ - площа складу корисна для зберігання імпорتنих СБС, м²;

$S_{пр}$ - площа проходів і проїздів для навантажувача, м²;

$S_{екс}$ - площа експедиційних майданчиків для приймання СБС з судна та відправлення автотранспортом, м²;

$S_{доо}$ - додаткова площа складу, м²;

$S_{сл}$ - площа службових приміщень складу, м².

Корисну площу складу визначаємо по припустимому навантаженню на 1 м² площі підлоги складу при наступних параметрах:

- середньодобовий вантажопотік СБС: 255,02 т/добу;

- припустиме навантаження визначимо виходячи з наступного.

В складі big-bag з СБС встановлюємо у 3 ряди по висоті. Маса вантажу в одному штабелі складе $m_{вант}^{шт} = 1,25 \cdot 3 = 3,75$ т.

Оскільки один завантажений big-bag займає площу $1,0 \times 1,0 = 1,0$ м², то навантаження на 1 м² також складе 3,75 т/м².

Корисна площа складу для зберігання імпорتنих СБС в порту складе:

$$S_{кор} = \frac{255,02 \cdot 8}{3,75} = 544 \text{ м}^2.$$

Площа проходів і проїздів залежить від корисної площі і складе:

$$S_{np} = 544 \cdot 1,4 = 776 \text{ м}^2.$$

Місткість зони експедиції відповідає значенню добового вантажопотоку СБС, а при розрахунку площі цієї зони враховуємо наступне:

- габаритні розміри вантажного місця: $1,0 \times 1,0 \times 1,25$ м;
- коефіцієнт заповнення тари: 0,9;
- число big-bag з СБС розраховуючи на 1 м^2 : 1 од.
- величина об'ємної маси вантажу в big-bag:

$$\rho = \frac{1,25}{1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,25} = 1,0 \text{ т/м}^3.$$

Площа зони експедиції складе:

$$S_{екс} = \frac{255,02}{1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0} = 227 \text{ м}^2.$$

До додаткової площі входить площа для встановлення під навантаження автотранспорту.

Для встановлення автотранспортного засобу в складі ангарного типу ширина фронту постановки з урахуванням габаритної ширини транспортного засобу та відстані габаритів наближення складе:

$$b_{фронт}^{a/n} = 2,5 + 2 \cdot \Delta = 2,5 + 2 \cdot 1,7 = 5,9; \text{ приймаємо } 6,0 \text{ м.}$$

Габаритна довжина фронту постановки:

$$l_{\text{фронт}}^{a/n} = 15,0 + 2 \cdot \Delta = 15,0 + 2 \cdot 1,7 = 18,4; \text{ приймаємо } 20,0 \text{ м.}$$

Додаткова площа складу для організації фронту обслуговування автотранспорту складе:

$$S_{\text{дод}} = 20,0 \cdot 6,0 = 120 \text{ м}^2.$$

Площа службових приміщень визначається відповідно до будівельних норм і правил і розраховується залежно від кількості робітників складу:

$$S_{\text{сл}} = 5 \cdot 4 = 20 \text{ м}^2.$$

Загальна площа складу складе:

$$S_{\text{заг}} = 544 + 776 + 227 + 120 + 20 = 1687 \text{ м}^2.$$

Розрахувавши площу складу, остаточно приймаємо його розміри.

Ширина приймається відповідно до розрахункових даних складів арочних конструкцій: 25 м, а загальну довжину розраховуємо:

$$L_{\text{скл}} = \frac{1687}{25} = 67,5; \text{ приймаємо } 70,0 \text{ м.}$$

Ділянка, призначена для складування сухих будівельних сумішей, розташовується в прикордонній частині причалу в зоні дії порталних кранів.

Штабелі в проектованому складі розміщують із дотриманням наступних мінімальних проходів і проїздів:

- проходи між штабелями висотою до 1,2 м (включно) повинні бути шириною 1,0 м; між штабелями висотою більше 1,2 м – 2,0 м. Оскільки на проектуваному складі висота штабеля 3,75 м, то ширина проходу між штабелями приймається рівною 2,0 м;

- ширина магістрального проїзду між групами штабелів при роботі навантажувачів повинна бути не менш 3,0 м;

- висота ярусу з трьох big-bag = 3,75 м.

Схема складу ангарного типу для зберігання СБС у річковому порту представлена на рис. 2.3.

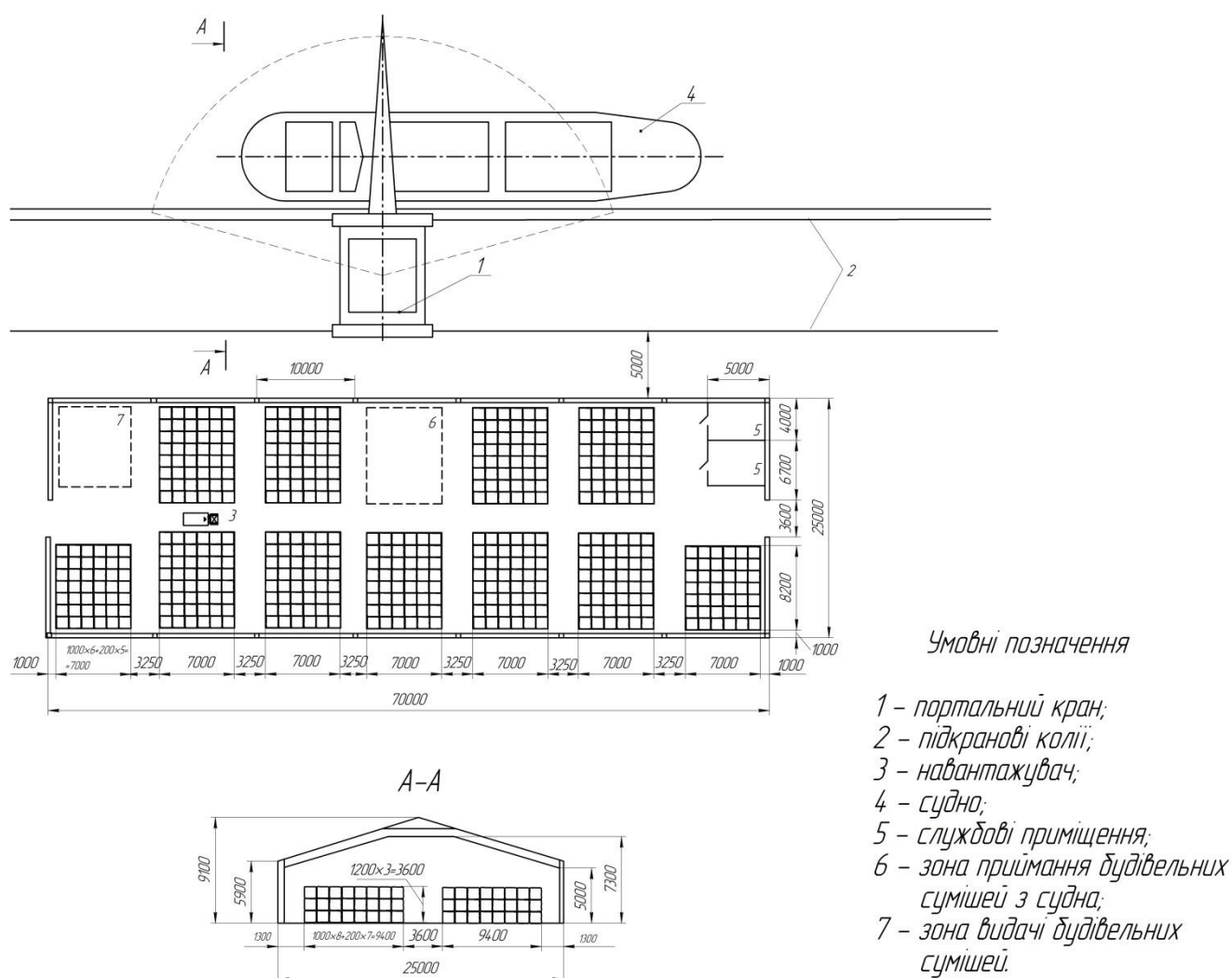


Рисунок 2.3 – Схема портового складу ангарного типу для зберігання СБС

2.5 Вибір автотранспортних засобів для доставки сухих будівельних сумішей на підприємство «Nedex Україна»

З урахуванням обсягів завезення СБС з порту на склад компанії «Nedex Україна» використовуємо автопоїзд у складі тягача та напівпричепа.

Обираємо тягач сімейства MAN, як найбільш економічний у плані витрати палива при перевезенні вантажу. Технічна характеристика тягача MAN TGS 26.400 BLS WW [19] приведена у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічна характеристика тягача MAN TGS 26.400 BLS WW

Найменування параметра	Значення параметра
Маса спорядженого автомобіля, кг	7800
Колісна формула	4×2
Колісна база, мм	3200
Вантажопідйомність, кг	16500
Допустима повна маса автопоїзда, кг	44000
Габаритні розміри, мм	8200×2240×3500
Потужність двигуна, к.с.	480,0
Контрольна витрата палива, л/100км	30,0
Екологічна норма	Євро-3
Кількість коліс	6 + 1
Розмір шин	315/80R22,5

Для розміщення вантажу в кузові обираємо бортовий напівпричіп Wielton NS 34 ST, технічна характеристика якого наведена в табл. 2.4 [20]. Wielton один з найбільших виробників причіпної техніки в Європі та успішно конкурує з іншими європейськими виробниками відносно якості та асортименту.

Таблиця 2.4 – Технічна характеристика напівпричепа Wielton NS 34 ST

Найменування параметра	Значення параметра
Маса спорядженого напівпричепа, кг	5900
Навантаження на сидільно-зчпний пристрій, кг	12000
Навантаження на вісі, кг	3×8000
Повна маса напівпричепа, кг	36000
Вантажопідйомність, кг	30100
Колісна база, мм	1310
Габаритні розміри, мм	13922×2550×4000
Внутрішні габарити кузову, мм	13622×2480×1165
Кількість коліс	6 + 1
Висота платформи, мм	1270
Розмір шин	315/80R22,5

Для визначення завантаження транспортного засобу розраховуємо кількість big-bag в кузові за умовами максимального використання ємності та вантажопідйомності.

Перевірку завантаження виконуємо за формулами (2.9) – (2.10) [15], а кількість вантажу – за формулою (2.11) [15].

Максимальну кількість big-bag з СБС в кузові визначаємо за формулою [15]:

$$n_{b-b} = \frac{q_{m3}^{ном}}{m_{вант}^{b-b}}, \quad (2.4)$$

де $q_{ном}^{m3}$ - вантажопідйомність напівпричепа, т;

$m_{вант}^{b-b}$ - маса вантажу в одному big-bag, т.

$$n_{b-b} = \frac{30,0}{1,25} = 24 \text{ big-bag.}$$

Внутрішні розміри напівпричепа також дозволяють розмістити 24 big-bag з СБС в кузові. Завантаження напівпричепу Wielton NS 34 ST імпорними СБС у big-bag складе:

$$q'_{вант} = 1,25 \cdot 24 = 30,0 \text{ т} = q_{мз}^{НОМ} = 30,0 \text{ т}.$$

2.6 Організація перевалки сухих будівельних сумішей в порту

2.6.1 Визначення продуктивності портальних кранів

Для розвантаження big-bag для підвищення продуктивності портального крану та скорочення часу обробки судна на причалі порту пропонується використовувати спеціальну траверсу [12]. Траверса вантажопідйомністю 10,0 т має конструкцію (рис. 2.2), яка дозволяє одночасно перевантажувати до 8 big-bag. З урахуванням того, що вага одного big-bag з СБС становить 1,25 т, то одночасно зможемо перевантажувати $10,0:1,25 = 8$ big-bag.

Вантажні операції на причалі № 5 річкового порту виконуються портальним краном Альбатрос, технічна характеристика якого наведена в табл. 2.5 [21].

Продуктивність портального крану визначається за формулами (2.20) – (2.21) [15], а тривалість циклу при перевалці СБС в big-bag – за формулою (7.12) [22].

Сухі будівельні суміші надходять у порт суднами трюмного типу, які розвантажуються портальними кранами.

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика порталного крана Альбатрос

Найменування показника		Значення
Вантажопідйомність, т		20,0
Виліт стріли, м: найбільший / найменший		32 / 8
Найбільша висота підйому, м		22,0
Глибина опускання, м		8,0 / 15,0
Кількість ходових коліс: загальна / приводних		16 / 8
Швидкість, м/хв.	підйому	12,0
	зміни вильоту стріли	12,0
	пересування	25,0
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
Допустимий ухил кранової колії	поперечний	1:2000
	повздовжній	1:2000
Колія порталу, м		10,5

Існуючий варіант

За існуючим варіантом СБС надходять в порт транспортними пакетами на піддонах. Маса транспортного пакету складає 1,25 т. За один цикл перевантажується один піддон. Портальний кран при перевалці виконує такі операції:

- розвантаження піддонів з сухими будівельними сумішами з судна;
- завантаження піддонів в портові автомобілі для завезення їх в критий склад у тилівій частині порту.

Тривалість циклу і продуктивність порталного крана при вивантаженні піддонів з сухими будівельними сумішами складе:

$$t_{\text{ц}}^{\text{исн}} = 10 + 7 + \left(\frac{4 \cdot 10}{1,05} + \frac{2 \cdot 30}{1,0} + \frac{2 \cdot 180 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,85 = 142,0 \text{ с.}$$

$$П_{\text{техн}}^{\text{исн}} = \frac{1,25 \cdot 3600}{142,0} = 38,03 \text{ т/год.}; \quad П_{\text{експл}}^{\text{исн}} = 38,03 \cdot 0,85 = 32,33 \text{ т/год.}$$

Тривалість циклу и продуктивність портального крану при завантаженні піддонів в портові автомобілі складуть:

$$t_{\text{ц}}^{\text{исн}} = 10 + 7 + \left(\frac{4 \cdot 10}{1,05} + \frac{2 \cdot 30}{1,0} + \frac{2 \cdot 90 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,85 = 116,0 \text{ с};$$

$$П_{\text{техн}}^{\text{исн}} = \frac{1,25 \cdot 3600}{116,0} = 46,55 \text{ т/год.}; \quad П_{\text{експл}}^{\text{исн}} = 46,55 \cdot 0,85 = 39,57 \text{ т/год.}$$

Проектний варіант

За пропонованим варіантом портальний кран виконує тільки розвантаження big-bag з сухими будівельними сумішами з судна (безпосередньо в склад через розсувний дах).

Для перевантаження big-bag застосовується траверсний захват, який дозволяє перевантажувати за один цикл 8 big-bag з сухими будівельними сумішами; маса вантажу, що перевантажується за один цикл, складає $1,25 \times 8 = 10,0 \text{ т}$.

Визначаємо тривалість циклу роботи та продуктивність портального крана за проектним варіантом:

$$t_{\text{ц}}^{\text{нр}} = 20 + 15 + \left(\frac{4 \cdot 10}{1,05} + \frac{2 \cdot 30}{1,0} + \frac{2 \cdot 180 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,85 = 160,0 \text{ с.}$$

$$П_{\text{техн}}^{\text{нр}} = \frac{10,0 \cdot 3600}{160,0} = 225,0 \text{ т/год.}; \quad П_{\text{експл}}^{\text{нр}} = 225,0 \cdot 0,75 = 168,75 \text{ т/год.}$$

Оскільки на причалі № 5 знаходиться постійно 2 порталних крани, то для виконання робіт з вивантаження судна будемо їх використовувати для скорочення сталійного часу судна на причалі.

2.6.2 Визначення продуктивності і необхідної кількості навантажувачів

Крім порталних кранів в порту для механізації перевантажувальних операцій використовують навантажувачі з електричним приводом Nichiyu FB18-75 [23], технічна характеристика яких наведена в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Технічна характеристика навантажувача Nichiyu FB18-75

Найменування показника	Значення
Вантажопідйомність, кг	1750
Швидкість руху, км/год.: з вантажем / без вантажу	13,5 / 15,5
Швидкість опускання вил, м/с: з вантажем / без вантажу	0,5 / 0,5
Швидкість підйому вил, м/с: з вантажем / без вантажу	0,64 / 0,67
Висота підйому, м	2,1
Ємність батареї, А·год.	400

При перевалці СБС за існуючим варіантом навантажувач виконує такі операції:

- розвантаження піддонів з портових автомобілів у критому складі;
- виконання робіт у критому складі;
- подача піддонів з критого складу на вантажний фронт колії № 34 і завантаження залізничних вагонів.

За пропонованим варіантом навантажувач виконує такі операції:

- виконання робіт у критому складі ангарного типу;

- подача вантажу з критого складу до відвантажувальної рампи та завантаження автопоїздів.

Визначимо тривалість циклу і продуктивність навантажувача при виконанні робіт із сухими будівельними сумішами в порту за варіантами.

Тривалість циклу навантажувача визначається за формулою (2.22) [15].

Існуючий варіант

Розраховуємо тривалість циклу та продуктивність навантажувача FB18-75 при виконанні різних видів робіт за *існуючим варіантом*.

1. Розвантаження портових автомобілів у критому складі:

$$t_3 = t_{10} = \frac{30}{1,39} + 3 = 24,6 \text{ с};$$

$$t_5 = \frac{1,3}{0,64} + 3 = 5,0 \text{ с}; \quad t_8 = \frac{1,3}{0,5} + 3 = 5,6 \text{ с};$$

$$t_{\text{ц}} = 0,8 \cdot (15 + 7 + 24,6 + 2 + 5,6 + 6 + 2 + 5,6 + 7 + 24,6 + 7) = 85,2 \text{ с};$$

$$P_{\text{техн}} = \frac{1,25 \cdot 3600}{85,2} = 52,82 \text{ т/год.}; \quad P_{\text{експл}} = 52,82 \cdot 0,85 = 44,89 \text{ т/год.}$$

2. Подача піддонів з критого складу до відвантажувального фронту залізничного транспорту і завантаження вагонів:

$$t_3 = t_{10} = \frac{70}{1,39} + 3 = 53,4 \text{ с};$$

$$t_5 = \frac{1,3}{0,64} + 3 = 5,0 \text{ с}; \quad t_8 = \frac{1,3}{0,5} + 3 = 5,6 \text{ с};$$

$$t_{\text{ц}} = 0,8 \cdot (15 + 7 + 53,4 + 2 + 5,6 + 6 + 2 + 5,6 + 7 + 53,4 + 7) = 139,4 \text{ с};$$

$$P_{\text{техн}} = \frac{1,25 \cdot 3600}{139,4} = 32,28 \text{ т/год.}; \quad P_{\text{експл}} = 32,28 \cdot 0,85 = 27,44 \text{ т/год.}$$

3. Виконання робіт у критому складі:

$$t_3 = t_{10} = \frac{50}{1,39} + 3 = 38,9 \text{ с};$$

$$t_5 = \frac{1,3}{0,64} + 3 = 5,0 \text{ с}; \quad t_8 = \frac{1,3}{0,5} + 3 = 5,6 \text{ с};$$

$$t_{\text{ц}} = 0,8 \cdot (15 + 7 + 38,9 + 2 + 5,6 + 6 + 2 + 5,6 + 7 + 38,9 + 7) = 108,0 \text{ с};$$

$$P_{\text{техн}} = \frac{1,25 \cdot 3600}{108,0} = 41,67 \text{ т/год.}; \quad P_{\text{експл}} = 41,67 \cdot 0,85 = 35,42 \text{ т/год.}$$

Необхідну кількість навантажувачів визначаємо за формулою (7.15) [22]:

$$Z_{\text{нав}}^{\text{існ}} = \left(\frac{45633 \cdot 1,684}{44,89 \cdot 260} + \frac{45633 \cdot 1,684}{35,42 \cdot 260} + \frac{45633 \cdot 1,453}{27,44 \cdot 260} \right) \cdot \frac{1}{2 \cdot 12} = 1,42 \text{ од.}$$

Приймаємо 2 навантажувача для виконання перевалочних робіт за існуючим варіантом.

Під час вивантаження суден один навантажувач використовується на судні для подачі піддонів у люковий отвір.

Таким чином, загальна кількість електронавантажувачів за існуючим варіантом складає 3 од.

Пропонований варіант

Розраховуємо тривалість циклу та продуктивність навантажувача FB18-75 при виконанні робіт за *проектним варіантом*.

1. Подача вантажу з ангарного складу до відвантажувальної рампи:

$$t_3 = t_{10} = \frac{30}{2,67} + 3 = 14,2 \text{ с};$$

$$t_5 = \frac{0,7}{0,64} + 3 = 4,1 \text{ с}; \quad t_8 = \frac{0,7}{0,5} + 3 = 4,4 \text{ с};$$

$$t_y = 0,8 \cdot (15 + 7 + 14,2 + 2 + 4,4 + 6 + 2 + 4,4 + 7 + 14,2 + 7) = 67,0 \text{ с};$$

$$П_{техн} = \frac{1,25 \cdot 3600}{67,0} = 80,6 \text{ т/год.}; \quad П_{експл} = 80,6 \cdot 0,85 = 68,51 \text{ т/год.}$$

2. Виконання робіт у складі ангарного типу:

$$t_3 = t_{10} = \frac{30}{1,39} + 3 = 24,6 \text{ с};$$

$$t_5 = \frac{1,3}{0,64} + 3 = 5,0 \text{ с}; \quad t_8 = \frac{1,3}{0,5} + 3 = 5,6 \text{ с};$$

$$t_y = 0,8 \cdot (15 + 7 + 24,6 + 2 + 5,6 + 6 + 2 + 5,6 + 7 + 24,6 + 7) = 85,1 \text{ с};$$

$$П_{техн} = \frac{1,25 \cdot 3600}{85,1} = 52,88 \text{ т/год.}; \quad П_{експл} = 52,88 \cdot 0,85 = 44,95 \text{ т/год.}$$

Кількість навантажувачів при перевалці СБС за проєктним варіантом складе:

$$Z_{нав}^{пр} = \left(\frac{45633 \cdot 1,684}{48,42 \cdot 260} + \frac{45633 \cdot 1,453}{44,95 \cdot 260} \right) \cdot \frac{1}{2 \cdot 12} = 0,59; \text{ приймаємо 1 навантажувач.}$$

2.7 Визначення тривалості вантажних операцій в порту

2.7.1 Розрахунок часу на виконання вантажних операцій з транспортними засобами

Тривалість обробки транспортних засобів на фронтах розвантаження-навантаження в порту визначається за формулами (2.26) – (2.27) [15].

Існуючий варіант

За існуючим варіантом розрахуємо тривалість простою судна при вивантаженні піддонів з сухими будівельними сумішами на причалі. Операція виконується порталним краном із строповими смугами, який одночасно перевантажує один піддон.

Тривалість підготовчих і заключних операцій визначається технологічними нормативами обслуговування судна в порту за табл. А.1 додатку А [15].

Підготовчі операції:

- швартування судна біля причалу: 0,25 год.;
- сюрвеєрські виміри осадки судна до розвантаження: 1,0 год.;
- оформлення акту сюрвеєрських вимірів: 1 год.;
- відкриття люків вантажних трюмів: 0,5 год.;
- подача на судно навантажувача: 0,5 год.;
- загальний час: $t_{підг} = 3,25 \text{ год.} = 195 \text{ хв.} = 3,25 \text{ год.} = 195 \text{ хв.}$

Заклучні операції:

- прибирання навантажувача з судна: 0,5 год.;
- очищення трюмів після вивантаження «під мітлу»: 1,0 год.;
- закриття люків вантажних трюмів: 0,5 год.;
- сюрвеєрські виміри осадки судна після вивантаження: 1,0 год.;
- оформлення акту сюрвеєрського виміру: 1 год.;
- відшвартування судна та прибирання його на рейд порту: 0,25 год.;
- загальний час: $t_{закл} = 4,25 \text{ год.} = 255 \text{ хв.} = 3,25 \text{ год.} = 195 \text{ хв.}$

Визначаємо час обробки судна на причалі за існуючим варіантом:

$$t_{\text{вант}}^{\text{судно}} = \frac{3000 \cdot 60}{32,33} + 60 = 5627 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{заг}}^{\text{судно}} = 195 + \frac{1}{2} \cdot 5627 + 255 = 3264 \text{ хв.} = 55 \text{ год.}$$

З причалу піддони з СБС перевозяться у критий склад портовими автомобілями КамАЗ-5320. У кузові розміщується 6 піддонів або 7,5 т.

Час вантажних операцій з портовими автомобілями КамАЗ-5320 складе:

$$t_{\text{вант}}^{\text{порт.ат}} = \frac{7,5 \cdot 60}{39,57} + 5 = 16,4 \text{ хв.} = 0,29 \text{ год.};$$

$$T_{\text{заг}}^{\text{порт.ат}} = 5 + 16,4 + 5 = 27 \text{ хв.} = 0,45 \text{ год.}$$

За існуючим варіантом СБС з порту вивозиться залізничним транспортом на склад підприємства «Nedex Україна».

Час вантажних операцій з вагонами:

$$t_{\text{вант}}^{\text{ваг}} = \frac{64,0 \cdot 60}{35,42} + 10 = 118,4 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{заг}}^{\text{ваг}} = 10 + \frac{5}{2} \cdot 118,4 + 15 = 321 \text{ хв.} = 5,35 \text{ год.}$$

Пропонований варіант

За проєктним варіантом big-bag з СБС з судна вивантажуються портальним краном із траверсним захватом:

$$t_{\text{вант}}^{\text{судно}} = \frac{3000 \cdot 60}{168,75} + 60 = 1127 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{заг}}^{\text{судно}} = 195 + \frac{1}{2} \cdot 1127 + 255 = 1014 \text{ хв.} = 17,0 \text{ год.}$$

Вивезення з порту на склад компанії «Nedex Україна» відбувається автопоїздами у складі тягача MAN TGS 26.400 та бортового напівпричепа Wielton NS 34 ST. Час на вантажні операції складе:

$$t_{\text{вант}}^{a/n} = \frac{30,0 \cdot 60}{68,51} = 26 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{заг}}^{a/n} = 8 + 26 + 10 = 44 \text{ хв.} = 0,75 \text{ год.}$$

2.7.2 Визначення загального часу роботи портових механізмів при перевалці сухих будівельних сумішей

Визначимо загальний час роботи портальних кранів при переробці сухих будівельних сумішей в Запорізькому річковому порту.

За існуючим варіантом портальний кран при переробці піддонів з СБС виконує два види робіт: вивантаження піддонів з судна на причал та завантаження їх у портові автомобілі для перевезення у критий склад.

1. Робота крану при вивантаженні судна:

$$5627 \text{ хв.} = 93,78 \text{ год. на одно судно.}$$

Кількість розвантажених суден за період навігації:

$$45633/3000 = 16 \text{ од.}$$

Час з обробки суден протягом навігації:

$$93,78 \cdot 16 = 1500 \text{ год.}$$

2. Робота крану при завантаженні портового автотранспорту:

$$0,29 \text{ год. на один автомобіль.}$$

При річному вантажопотоці 45633 т/рік та кількості вантажу в кузові 7,5 т кількість автомобілів, що завантажуються в порту за період навігації складе:

$$45633/7,5 = 10141 \text{ од.}$$

Загальний річний час на обробку автотранспорту:

$$0,29 \cdot 10141 = 2941 \text{ год.}$$

3. Загальний час роботи портального крану в порту за період навігації при переробці СБС за *існуючим варіантом* складає:

$$T_{нк}^{існ} = 1500 + 2941 = 4441 \text{ год.}$$

За *проектним варіантом* портальний кран використовується тільки для вивантаження контейнерів big-bag з судна на причал № 5 біля ангарного складу.

Робота крану при вивантаженні суден за проектним варіантом (одночасно перевантажується 8 big-bag):

$$1127 = 18,8 \text{ год. на одно судно.}$$

Кількість суден за період навігації: 16 од.

Загальний час на обробку суден за період навігації при перевалці за пропозованим варіантом:

$$T_{нк}^{пр} = 18,8 \cdot 16 \cdot 2 = 602 \text{ год.}$$

Визначимо час роботи *навантажувачів* при перевалці СБС в порту.

За *існуючим варіантом* електронавантажувач при переробці піддонів з сухими будівельними сумішами виконує такі види робіт:

- вивантаження піддонів з портових автомобілів, подача їх у критий склад; тривалість циклу: $85 \text{ с} = 1,5 \text{ хв.};$

- подача вантажу з критого складу до відвантажувального фронту залізничного транспорту і завантаження вагонів; тривалість циклу: $140 \text{ с} = 2,3 \text{ хв.}$;

- робота в складі; тривалість циклу: $108 \text{ с} = 1,8 \text{ хв.}$

За період навігації у порт надходить:

$$45633:1,25 = 36506 \text{ піддонів з СБС.}$$

Загальний час роботи електронавантажувачів з одним піддоном складає:

$$t_{нав}^{існ} = 1,5 + 2,3 + 1,8 = 5,6; \text{ приймаємо } 6 \text{ хвилин.}$$

Крім того, в порту залучається ще один навантажувач для виконання робіт на судні: він подає піддони із СБС у зону дії портального крану – до отвору вантажного люку. Тривалість його роботи відповідає тривалості роботи портального крану при розвантаженні сухих будівельних сумішей – 1504 годин за навігацію.

Визначимо загальний час роботи електронавантажувачів за період навігації за існуючим варіантом:

$$\Sigma T_{нав}^{існ} = \frac{6,0 \cdot 36506}{60} + 1500 = 5151 \text{ год.}$$

За *проектним варіантом* електронавантажувач при переробці big-bag з СБС виконує такі види робіт:

- подача big-bag з сухими будівельними сумішами з критого складу у зону завантаження автопоїздів; тривалість циклу: $79 \text{ с} = 1,4 \text{ хв.}$;

- робота в складі; тривалість циклу: $86 \text{ с} = 1,5 \text{ хв.}$

Загальний час роботи електронавантажувачів з одним big-bag складає:

$$t_{нав}^{np} = 1,4 + 1,5 = 2,9 \text{ хв.}; \text{ приймаємо } 3,0 \text{ хв.}$$

Крім того, в порту при роботі за проектним варіантом також залучається ще один електронавантажувач для виконання робіт на судні: він подає big-bag з су-

ними будівельними сумішами у зону дії порталного крану – до отвору вантажного люку. Тривалість його роботи відповідає тривалості роботи порталного крану при розвантаженні СБС – 602 годин за навігацію.

Загальний час роботи електронавантажувачів за період навігації за проектним варіантом:

$$\Sigma T_{e.nav}^{np} = \frac{3,0 \cdot 36506}{60} + 602 = 2427 \text{ год.}$$

Зведені показники використання портових механізмів для перевалки СБС за період навігації приведені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Тривалість роботи портових механізмів з вантажопереробки СБС за період навігації

Тип засобу механізації	Тривалість роботи, год.	
	Існуючий варіант	Проектний варіант
Портальний кран	4441	602
Електронавантажувач Nichiya FB18-75	5151	2427

2.8 Розробка технологічних графіків обробки транспортних засобів у порту

2.8.1 Технологічні графіків обробки вагонів у порту за існуючим варіантом

За *існуючим варіантом* розробляємо технологічний графік обробки вагонів при завантаженні СБС на піддонах в порту. Час виконання технологічних операцій з вагонами приймається за технологічними нормативами, а тривалість вантажних операцій – відповідно до розрахунків.

Криті вагони під навантаження СБС для підприємства «Nedex Україна» по 5 одиниць поступають на портову станцію у складі збірної поїзду.

Обробка вагонів у порту, які надходять під завантаження СБС, за існуючим варіантом включає операції, тривалість яких дана в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Час виконання операцій технологічного процесу обробки вагонів при навантаженні СБС на піддонах

Найменування операції	Час, хв.
Операції з прибуття-вибуття вагонів по станції	5,0
Обробка складу по прибуттю на коліях станції	30,0
Обробка складу по відправленню зі станції	20,0
Розформування-формування складу поїзда	30,0
Подача вагонів на причал – прибирання вагонів із причалу	15,0
Розміщення вагонів на коліях причалу	6,0
Подача крана	3,0
Подача краном пересувної навантажувальної рампи до вагону	20,0
Перестановка навантажувальної рампи до іншого вагону	20,0
Навантаження сухих будівельних сумішей у вагон (на 1 вагон)	57,0
Оформлення вагонних листів (на 1 вагон)	3,0
Відмітка про приймання вантажу до перевезення (на 1 вагон)	3,0
Оформлення перевізних документів (на 1 вагон)	3,0
Передача перевізних документів у товарну контору	5,0

Після прибуття збірної поїзду на колії портової станції та виконання операцій з прибуття, состав розформується. Порожні вагони з колій портової станції, після підготовки до перевезення, подаються маневровим локомотивом на причал. Після відчеплення порожніх вагонів маневровий локомотив убирається на портову станцію.

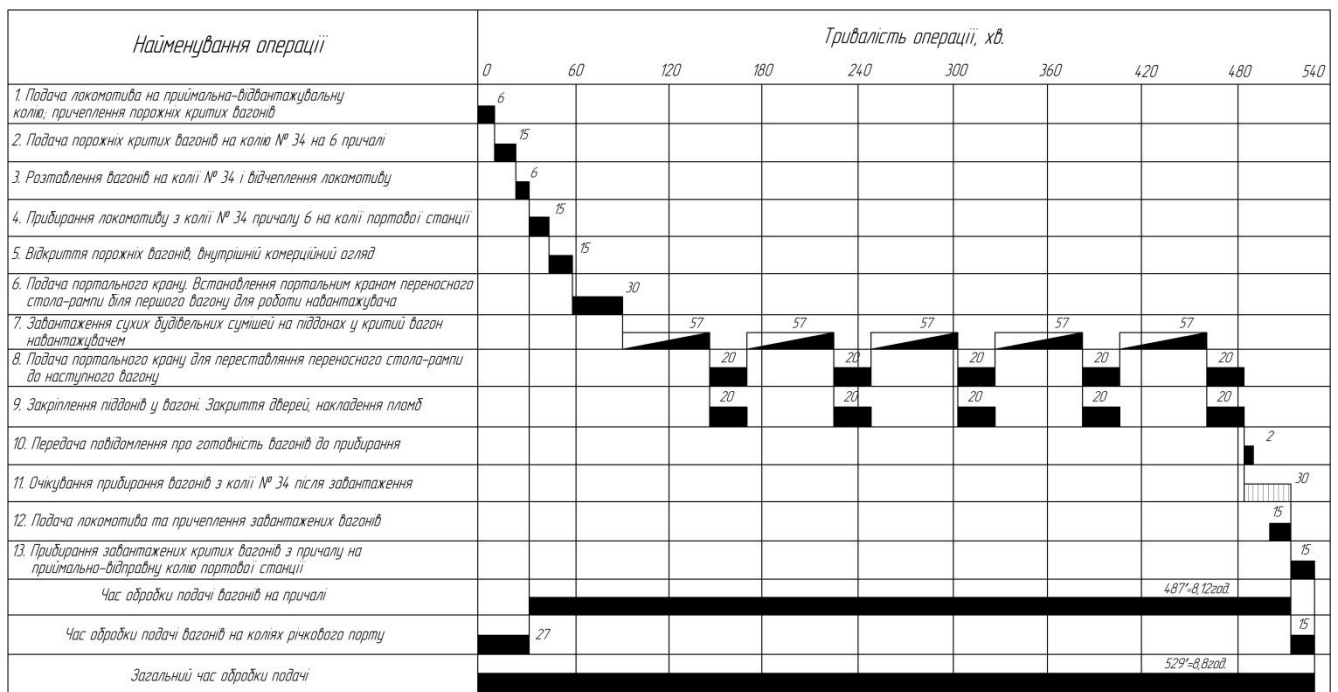
До навантаження виконують зовнішній комерційний огляд вагонів протягом 15 хв. Потім подають порталний кран до місця установки порожніх вагонів на

колії № 34. Портальний кран подає до першого вагону спеціальний пересувний стіл-рампу для можливості заїзду навантажувача в вагон.

Порожні вагони завантажуються навантажувачами. Після завершення навантаження одного вагону, портальний кран переставляє пересувну рампу до наступного вагону. Навантажувач завантажує сухі будівельні суміші в цей вагон. Таким чином завантажуються всі п'ять вагонів, які встановлено під навантаження на колії № 34. Після закінчення завантаження піддонів у вагон виконується їхнє кріплення. По закінченні виконання цієї операції двері вагону зачиняються, накладаються пломби, виконуються операції з оформлення вантажів і вагонів.

Після подачі маневрового локомотиву відбувається причеплення завантажених вагонів та прибирання їх з колії № 34 причалу 6 на приймально-відправну колію портової станції.

Графік обробки подачі з 5 вагонів показано на рис. 2.4.



Умовні позначення:

▴ – завантаження; ■ – технологічна операція; ▤ – простій в очікуванні операції.

Рисунок 2.4 – Технологічний графік обробки вагонів з СБС на коліях порту за існуючим варіантом

Час обробки вагонів на причалі при завантаженні СБС на піддонах становить 487 хв. = 8,12 год.

Загальний час обробки однієї подачі з 5 вагонів на коліях порту за існуючим варіантом становить 529 хвилин або 8,8 год.

2.8.2 Технологічні графіки обробки судна в порту за варіантами

Всі роботи по розвантаженню судна у Запорізькому річковому порту виконуються за варіантом «судно – склад».

Час на виконання технологічних операцій з обробки суден наведені в табл. 2.9.

За існуючим варіантом СБС надходять в порт на піддонах, які розвантажуються портальним краном із строповими смугами. За один цикл перевантажується тільки один піддон.

Час на розвантаження піддонів із судна двома портальними кранами за розрахунками за існуючим варіантом складає:

$$t_{исн}^{суд} = 5627 : 2 = 2814 \text{ хв.} = 47,0 \text{ год.}$$

Тривалість операцій, які виконуються із судном на рейді і на причалі, складає:

- підготовчі операції: 195 хв. = 3,25 год.;
- заключні операції: 255 хв. = 4,25 год.;
- виконання операцій на рейді: $0,25 + 0,25 = 0,5$ год.

Таблиця 2.9 – Час виконання операцій з обробки суден в порту

Найменування операції	Час, год.
1. Прибуття судна на рейд порту й передача повідомлення	0,25
2. Одержання дозволу на захід судна в порт	1,0
3. Постановка судна на причал – прибирання з причалу на рейд	0,25
4. Швартування – відшвартування судна	0,25
5. Проведення сюрвеєрських вимірів	1,0
6. Оформлення акту сюрвеєрських вимірів	1,0
7. Одержання дозволу від митних органів на завантаження	0,5
8. Відкриття люків для вивантаження судна	0,5
9. Подача на судно – прибирання с судна навантажувача	по 0,5
10. Вивантаження сухих будівельних сумішей із трюмів	за розрахунками
11. Постачання палива, води, продуктів харчування тощо	операції 10
12. Очищення трюмів після вивантаження	1,0
13. Одержання дозволу на вихід судна з порту	1,0
14. Відправлення судна з рейду порту в рейс	0,25

Загальний час знаходження судна в порту за існуючим варіантом складає:

$$47,0 + 3,25 + 4,25 + 0,5 = 55,0 \text{ год.}$$

За *проектним варіантом* СБС надходять у річковий порт у м'яких контейнерах big-bag, які розвантажуються траверсним захватом, що дозволяє одночасно перевантажувати 8 big-bag.

Час розвантаження big-bag з судна за *проектним варіантом* складає:

$$t_{np}^{суд} = 1127 : 2 = 564 \text{ хв.} = 10,0 \text{ год.}$$

Тривалість операцій, які виконуються із судном на рейді і на причалі така ж, як і за існуючим варіантом.

Загальний час простою судна на причалі за проектним варіантом складає:

$$3,25 + 10,0 + 4,25 = 17,5; \text{ приймаємо } 18 \text{ годин.}$$

Час знаходження судна в річковому порту за проектним варіантом складе:

$$18,0 + 1,0 = 19,0 \text{ годин.}$$

Технологічні графіки обробки судна в порту при розвантаженні СБС за варіантами приведені на рис. 2.5.

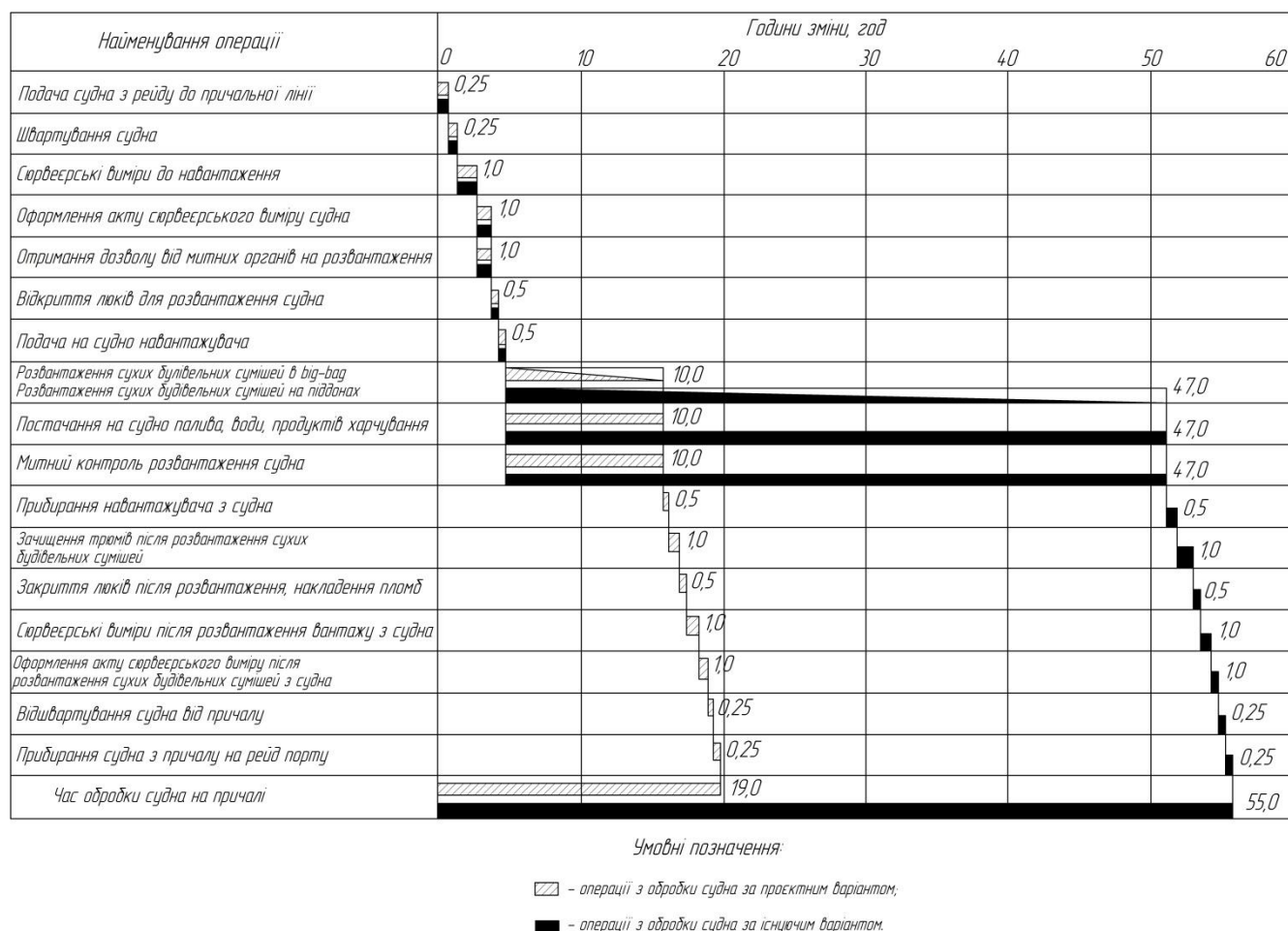


Рисунок 2.5 – Технологічні графіки обробки судна в порту за варіантами

2.9 Організація перевезення сухих будівельних сумішей з причалу у критий склад порту за існуючим варіантом

Для порівняння варіантів технологічного процесу перевалки і перевезення з порту імпортованих СБС необхідно врахувати всі види операцій, які виконуються.

За існуючим варіантом СБС на піддонах після вивантаження з судна перевозяться з причалу у критий склад порту портовими автомобілями КамАЗ-5320.

Для визначення загального часу роботи автомобілів при перевезенні СБС за період навігації необхідно визначити всі елементи перевізного процесу. Розрахунок виконуємо за методикою, викладеною в [24].

Визначимо основні елементи перевізного процесу при таких даних:

- допустима швидкість руху автотранспорту по території порту – 15 км/год.;
- портові автомобілі працюють за графіком роботи порту цілодобово: 2 зміни по 12 год.;
- час виконання вантажної операції: 0,45 год.;
- відстані нульових пробігів: 4 і 5 км;
- час обідньої перерви: 1,0 год.;
- відстань між причалом № 6 і складом порту: 1,2 км.

Час нульових пробігів:
$$t_n = \frac{4+5}{15} = 0,6 \text{ год.}$$

Час роботи автомобілів:
$$T_m = 12,0 - 0,6 - 1,0 = 10,4 \text{ год.}$$

Час обороту:
$$T_{об} = \frac{2 \cdot 1,2}{15} + 0,45 \cdot 2 = 1,02 \text{ год.}$$

Кількість їздок за зміну:
$$E = \frac{10,40}{1,02} = 10 \text{ од.}$$

Продуктивність КамАЗ-5320: $II_{зм} = 6 \cdot 10 = 60$ під./зміну

За нормами часу, які прийняті у Запорізькому річковому порту, судно із сухими будівельними сумішами розвантажується протягом 5 діб. Середня кількість піддонів на судні $3000/1,25 = 2400$ од. Таким чином, протягом доби автомобілі повинні перевезти з причалу у критий склад:

$$N_{дод}^{нід} = 2400/5 = 480 \text{ піддонів.}$$

Парк портових автомобілів:

$$N_{ам} = \frac{480}{60 \cdot 2} = 4,0 \text{ автомобілі.}$$

Автомобілі працюють протягом періоду навігації. Протягом зміни один автомобіль виконує 10 оборотів.

Кількість оборотів портових автомобілів за період навігації визначимо за формулою:

$$N_{нав}^{об} = \frac{N_{суд}^{нід}}{N_{ам}^{нід}} \cdot n_{суд}^{нав}, \quad (2.5)$$

де $N_{суд}^{нід}$ - кількість піддонів з сухими будівельними сумішами на судні, од.;

$N_{ам}^{нід}$ - кількість піддонів в автомобілі, од.; $N_{ам}^{нід} = 6$;

$n_{суд}^{нав}$ - кількість суден, що переробляється за період навігації, од; $n_{суд}^{нав} = 16$.

$$N_{нав}^{об} = \frac{2400}{6} \cdot 16 = 6400 \text{ об.}$$

Кількість змін, відпрацьованих автомобілями за навігацію, при перевезенні піддонів з сухими будівельними сумішами, складе:

$$n_{зм}^{нав} = 6400/5 = 1280 \text{ од.}$$

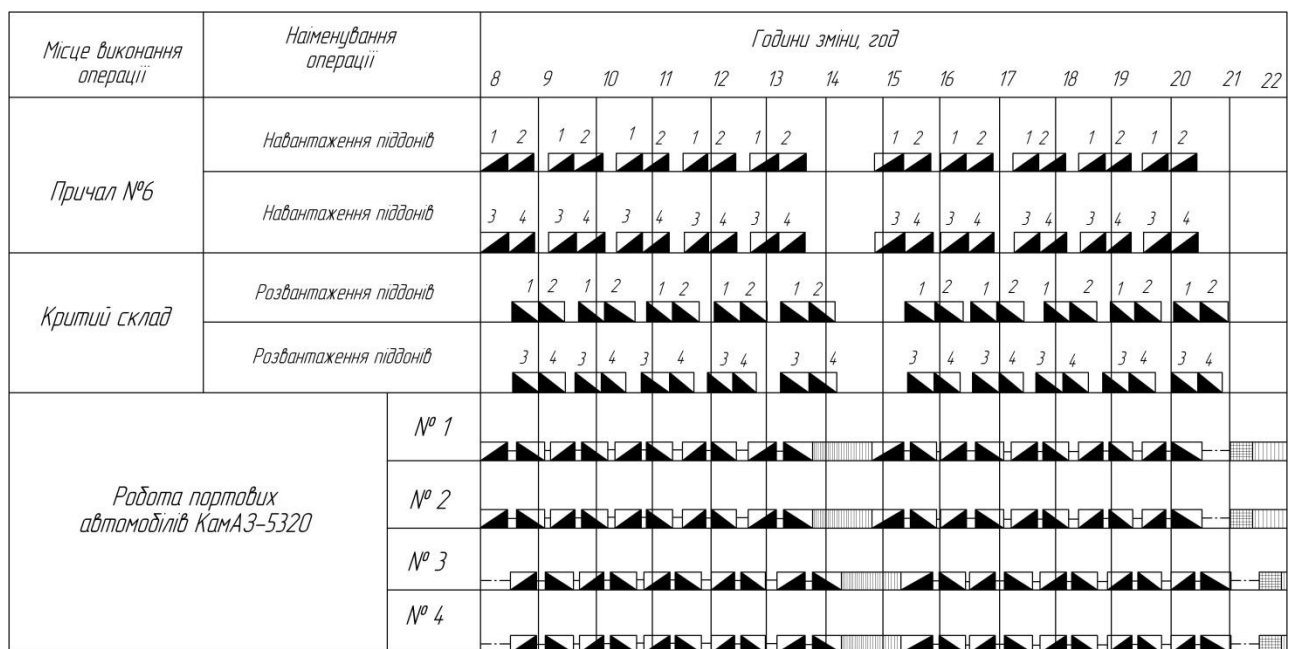
Загальний пробіг автомобілів за період навігації з урахуванням нульових пробігів складе:

$$\Sigma L_{нав}^{заг} = 2,4 \cdot 6400 + 9,0 \cdot 1280 = 26880 \text{ км.}$$

Загальний час роботи портових автомобілів при перевезенні піддонів з СБС за період навігації складе:

$$\Sigma T_{нав}^{заг} = 1,02 \cdot 6400 + 0,6 \cdot 1280 = 7296 \text{ год.}$$

Змінний графік роботи портових автомобілів при перевезенні СБС на піддонах з причалу в критий склад показано на рис. 2.6.



Умовні позначення

- | | | | |
|---|----------------------|---|--------------------------------|
|  | - навантаження АТЗ; |  | - технічне обслуговування АТЗ; |
|  | - розвантаження АТЗ; |  | - пробіг АТЗ з вантажем; |
|  | - простій АТЗ; |  | - порожній пробіг АТЗ; |
| | |  | - нульовий пробіг АТЗ. |

Рисунок 2.6 – Змінний графік роботи портових автомобілів

2.10 Організація вивезення з порту сухих будівельних сумішей у big-bag на підприємство «Nedex Україна» автотранспортом

За проєктним варіантом доставка СБС у big-bag з порту на підприємство «Nedex Україна» виконується автопоїздами у складі тягача MAN TGS 26.400 BLS WW та бортового напівпричепа Wielton NS 34 ST.

У порту з автомобілем виконуються такі операції:

- прибуття автопоїзда в порт, відмітка прибуття: 2 хв.;
- проходження порожнього автопоїзда від КПП на причал: 3 хв.;
- відмітка прибуття автопоїзда: 1 хв.;
- видача товарно-транспортної накладної водієві прийомоздавачем і передача супровідних документів: 2 хв.;
- установка автопоїзда на вантажному фронті й навантаження сухих будівельних сумішей в big-bag: 26 хв.;
- оформлення товарно-транспортної накладної й пропуску на виїзд: 3 хв.;
- реєстрація у диспетчера: 1 хв.;
- проходження навантаженого автопоїзда з причалу на КПП: 3 хв.;
- відмітка вибуття на КПП і вибуття автопоїзда з порту: 3 хв.

Загальний час знаходження автопоїзда в порту при навантаженні СБС у big-bag складе 44 хв. (0,75 год.).

Після прибуття на підприємство «Nedex Україна» виконуються наступні операції:

- прибуття автопоїзда на КПП «Nedex Україна», відмітка прибуття: 1 хв.;
- подача автопоїзда к складу зберігання СБС: 1 хв.;
- перевірка документів на вантаж і транспортний засіб: 2 хв.;
- оформлення приймання прибулого вантажу: 4 хв.;
- розвантаження big-bag з СБС на складі: 26 хв.;
- очищення рухомого складу після перевезення: 3 хв.;
- відмітка вибуття в документах і вибуття автопоїзда з підприємства: 3 хв.

Загальний час знаходження автопоїзда на підприємстві «Nedex Україна» під час розвантаження сухих будівельних сумішей складає 40 хв. (0,67 год.).

Оскільки підприємство «Nedex Україна» працює в дві зміни, то передбачаємо для автотранспорту час в наряді 12 год.

Визначимо елементи перевізного процесу під час перевезення СБС в big-bag з порту на підприємство «Nedex Україна» автотранспортом:

- час роботи на маршруті

$$T_{\text{м}} = 12,0 - \frac{4 + 4}{24} - 0,75 = 10,92 \text{ год.};$$

- тривалість одного обороту

$$t_{\text{об}} = \frac{2 \cdot 8,5}{24} + (0,75 + 0,67) = 2,12 \text{ год.};$$

- кількість їздок, що автопоїзд може виконати за зміну

$$E = \frac{10,92}{2,12} = 5 \text{ їздок};$$

- змінна продуктивність автопоїзда

$$П_{\text{змін}} = 30,0 \cdot 5 = 150,0 \text{ т/зміну};$$

- кількість автопоїздів для виконання перевезень СБС в big-bag (добовий вантажопотік складає 255,02 т/добу)

$$N_{\text{ам}}^{a/n} = \frac{255,02}{150,0} = 1,7; \text{ приймаємо 2 автопоїзда.}$$

Визначимо пробіг автопоїздів за період навігації.

Протягом зміни кожний автопоїзд виконує 5 оборотів. Загальна кількість оборотів протягом доби складає: $2 \cdot 5 = 10$ об.

Пробіг за оборот: $8,5 \cdot 2 = 17,0$ км; за добу: $17,0 \cdot 10 = 170$ км.

Кількість робочих днів за період навігації – 260 діб.

Загальний пробіг автопоїздів з урахуванням нульових пробігів за проектним варіантом за період навігації складе:

$$L_{нав}^{a/n} = (170,0 + 8) \cdot 260 = 46280 \text{ км.}$$

Змінний графік роботи автопоїздів показано на рис. 2.7.

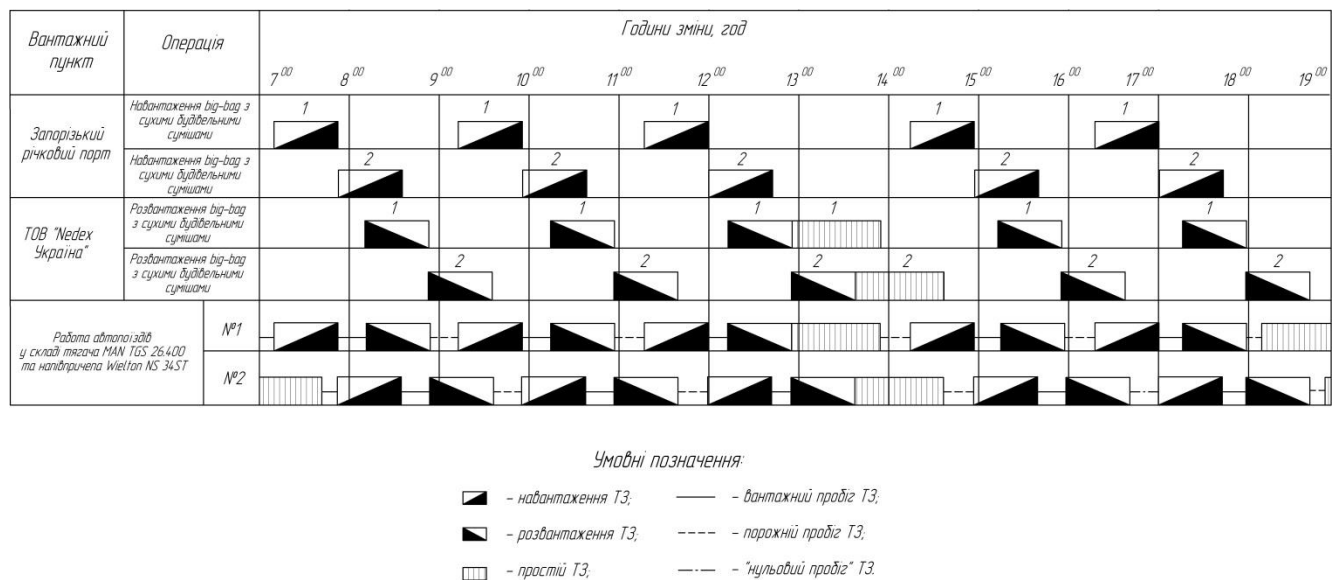


Рисунок 2.7 – Змінний графік роботи автопоїздів при перевезенні СБС в big-bag з порту на підприємство «Nedex Україна» за проектним варіантом

Термін дії графіка – період навігації.

Автопоїзди працюють у дві зміни. Робота транспортних засобів у другу зміну відбувається за тим же графіком, що і в першу зміну.

Розроблений графік підтвердив правильність виконаних розрахунків щодо необхідної кількості транспортних засобів для забезпечення перевізного процесу.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування техніко-економічних розрахунків

В роботі виконано дослідження технологічного процесу перевалки в порту і доставки на підприємство «Nedex Україна» імпортних СБС (сухих будівельних сумішей).

За існуючим варіантом СБС надходять в порт транспортними пакетами на піддонах. Вивантажуються піддони на причалі № 6 портальним краном із смуговими стропами, що дозволяє одночасно переміщувати тільки один піддон.

Після вивантаження з судна піддони завантажуються на портові автомобілі і транспортуються у склад критого зберігання в районі причалу № 7, площа якого 1730 м². Для перевезення застосовують 4 автомобіля КамАЗ-5320.

На складі імпортні СБС зберігаються в очікуванні митного очищення та вивезення з порту. Всі роботи в складі та відвантаження на наземний транспорт виконуються електронавантажувачами. Кількість навантажувачів, які працюють в складі – 2 одиниці.

При вивантаженні суден один навантажувач використовується на судні для подачі піддонів у люковий отвір трюму. Тому, загальна кількість електронавантажувачів за існуючим варіантом складає 3 од.

З порту СБС вивозяться критими вагонами. Підприємство кампанії знаходиться на Південному шосе, 20. До складу підприємства є під'їзна колія, яка сполучає його за станцією Запоріжжя Ліве. Підприємство є контрагентом ПАТ «Запоріжсталь», тобто вагони під вивантаження подаються через під'їзну колію Запоріжсталі.

За пропонованим варіантом пропонується імпортувати СБС в м'яких контейнерах big-bag. Для вивантаження контейнерів із судна використовується траверсний захват, який одночасно перевантажує 8 big-bag, що скорочує час обробки судна в порту.

В роботі також пропонується організувати на причалі № 5, який не має під'їзної колії критий склад із мобільним зсувним дахом, що дозволить вантаж одразу з судна перевантажувати в приміщення складу. Роботи в складі виконуються електронавантажувачем (необхідна кількість за розрахунками склала 1 од.).

Оскільки передбачено судна розвантажувати на причалі № 5 (без залізничної колії), то для вивезення СБС з порту на склад компанії «Nedex Україна», використовувати автопоїзд у складі тягача MAN TGS 26.400 BLS WW та бортового напівпричепа Wielton NS 34 ST. За розрахунками їх необхідна кількість склала 2 од.

3.2 Розрахунок додаткових капітальних вкладень

Додаткові витрати для реалізації пропозицій складаються з витрат, необхідних для придбання нових транспортних засобів для організації перевізного процесу, спеціального траверсного захвата для вивантаження big-bag з судна і для будівництва складу ангарного із зсувним дахом на причалі № 5 річкового порту.

Загальна площа складу ангарного типу: $70 \times 25 = 1750 \text{ м}^2$.

Усереднена вартість 1 м^2 ангарів із зсувним дахом становить 135 \$ за 1 м^2 або $135 \times 27,0 = 3645$ грн. [11]. У вартість спорудження складу входять будівельно-монтажні роботи й роботи з укладання асфальтового покриття.

Додаткові витрати на побудову ангарного складу із зсувним дахом складуть:

$$K_{\text{скл}} = 3645 \cdot 1750 = 6378750 \text{ грн.}$$

Витрати на придбання тягачів MAN TGS 26.400 BLS WW та напівпричепів Wielton NS 34 ST:

$$K_{mз} = 2 \cdot (1950000 + 850000) = 5600000 \text{ грн.}$$

Для скорочення часу вивантаження СБС із суден у проекті передбачено виконання перевантажувальних операцій із застосуванням спеціального траверсного захвату. Кількість захватів – 2 (по кількості портальних кранів). Витрати на придбання захватів складуть:

$$K_{захв} = 2 \cdot 240000 = 480000 \text{ грн.}$$

Загальні додаткові витрати складуть:

$$\Sigma K_{дод} = 6378750 + 5600000 + 480000 = 12458750 \text{ грн.}$$

Балансова вартість критого складу і засобів для переробки СБС за існуючим варіантом складає:

- електронавантажувачі: $290000 \times 3 = 870000 \text{ грн.};$
- портові автомобілі КамАЗ: $395000 \times 4 = 1580000 \text{ грн.};$
- портовий критий склад: $590 \times 1730 = 10207000 \text{ грн.}$

3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат на перевалку сухих будівельних сумішей в порту за варіантами

Загальні експлуатаційні витрати на перевалку СБС в порту розраховуються за формулою (4.28) [25].

Визначимо всі види експлуатаційних витрат на перевалку в порту.

Заробітна плата портових робітників

У технологічному процесі перевалки СБС за Технологічною картою [6] приймають участь докери-механізатори, стропальники-сигнальники, водії навантажувачів, водії портових автомобілів.

Заробітна плата містить у собі основну і додаткову.

Додаткова заробітна плата містить в собі різні види доплат і преміальні виплати.

Основну заробітну плату знаходимо за формулою [25]:

$$B_{з.пл.}^{осн} = C_{год.ст.} \cdot T_{факт}^{нав}, \quad (3.1)$$

де $T_{факт}^{нав}$ - фактичний час, відпрацьований портовими робітниками за навігацію, год.;

$C_{ст}^{год}$ - годинна тарифна ставка; для механізаторів $C_{ст}^{год} = 49,5$ грн.; для стропальників-сигнальників $C_{ст}^{год} = 46,0$ грн.

Для розрахунку заробітної плати визначимо час роботи портових механізмів при переробці СБС за варіантами.

За *існуючим варіантом* порталний кран при переробці СБС на піддонах виконує два види робіт: вивантаження піддонів з судна на причал та завантаження їх у портові автомобілі для перевезення у критий склад.

За *проектним варіантом* порталний кран використовується тільки для вивантаження big-bag з судна безпосередньо в критий склад через зсувний дах.

За розрахунками, які виконано у проектній частині, загальний час роботи порталного крану склав:

- існуючий варіант: $T_{ПК}^{існ} = 4441$ год.;

- проектний варіант: $T_{ПК}^{пр} = 602$ год.

Загальний час роботи навантажувачів:

- існуючий варіант: $T_{нав}^{існ} = 5151$ год.;

- проєктний варіант: $T_{нав}^{np} = 2427$ год.

Час роботи крановиків та стропальників-сигнальників відповідає часу роботи портальних кранів, а час роботи водіїв навантажувачів – їхньому часу роботи.

Існуючий варіант

Витрати на основну заробітну плату знаходимо за формулою (4.29) [25]:

$$B_{з.пл.}^{осн.док} = 49,50 \cdot (4441 + 5151) + 46,0 \cdot 4441 = 679090 \text{ грн.}$$

Оплата праці робітників залежить від періоду доби. За роботу у нічний та вечірній час докерам доплачують. За роботу у нічні години – 40 % від годинної ставки, а у вечірні – 20 % від годинної ставки.

Нічні години (22.00 - 6.00) складають від 24 годин 33 %, а вечірні (18.00 - 22.00) – 17 %.

Визначимо кількість вечірніх та нічних години за період навігації:

- для крановиків та стропальників-сигнальників

$$T_{веч}^{док} = 4441 \cdot 0,17 = 755 \text{ год.}; \quad T_{нічн}^{док} = 4441 \cdot 0,33 = 1466 \text{ год.};$$

- для водіїв навантажувачів

$$T_{веч}^{вод.нав.} = 5151 \cdot 0,17 = 876 \text{ год.}; \quad T_{нічн}^{вод.нав.} = 5151 \cdot 0,33 = 1700 \text{ год.}$$

Розмір доплати за роботу в нічний та вечірній час:

$$D_{нічн} = 0,4 \cdot 49,5 \cdot (1466 + 1700) + 0,4 \cdot 46,0 \cdot 1466 = 89661,0 \text{ грн.};$$

$$D_{веч} = 0,2 \cdot 49,5 \cdot (755 + 876) + 0,2 \cdot 46,0 \cdot 755 = 23093,0 \text{ грн.}$$

Заробітна плата для механізаторів та стропальників-сигнальників за період навігації складе:

$$B_{з.пл.}^{мех} = (679090 + 89661 + 23093) \cdot 1,4 = 1108582 \text{ грн.}$$

Після вивантаження з судна піддони з сухими будівельними сумішами перевозяться до критого складу портовими автомобілями. Для перевезень застосовують 4 автомобілі, які працюють у 2 зміни по 12 годин.

Годинна ставка водіїв складає 43,5 грн.

Нормована кількість годин роботи водіїв за період навігації (за 9 місяців 2020 року) склала: $T_{нав}^{норм} = 2002 \cdot 0,75 = 1502 \text{ год.}$

Основна заробітна плата водіїв визначається за формулою [25]:

$$B_{осн}^{вод} = C_{ст}^{год} \cdot T_{нав}^{норм} \cdot n_{вод}, \quad (3.2)$$

де $C_{ст}^{год}$ - годинна ставка водіїв, грн.;

$T_{нав}^{норм}$ - нормована кількість годин роботи водіїв за період навігації, год.;

$n_{вод}$ - кількість водіїв, чол. Оскільки в порту водії працюють у 2 зміни тривалістю по 12 год., то загальна кількість водіїв складає 8 чол.

$$B_{осн}^{вод} = 43,5 \cdot 1502 \cdot 8 = 522696 \text{ грн.}$$

Доплати для водіїв портових автомобілів:

- робота в нічний час (кількість нічних годин для всіх водіїв склала $(1502 \cdot 0,33) \cdot 8 = 3965 \text{ год.}$)

$$D_{нічн} = 43,5 \cdot 0,4 \cdot 3965 = 68991 \text{ грн.};$$

- робота у вечірній час (кількість вечірніх годин для всіх водіїв склала $(1502 \cdot 0,17) \cdot 8 = 2043$ год.)

$$D_{веч} = 43,5 \cdot 0,2 \cdot 2042 = 17774 \text{ грн.};$$

- класність (25 % від $B_{осн}^{вод}$)

$$D_{клас} = 522696 \cdot 0,25 = 130674 \text{ грн.}$$

Зарплата водіїв портових автомобілів за період навігації за існуючим варіантом склала:

$$B_{вод}^{існ} = (522695 + 68991 + 17774 + 130674) \cdot 1,4 = 1036189 \text{ грн.}$$

Сумарна заробітна плата портових робітників протягом періоду навігації за існуючим варіантом склала:

$$\Sigma B_{з,пл}^{існ} = 1108582 + 1036189 = 2144771 \text{ грн.}$$

Проектний варіант

У технологічному процесі переробки СБС в порту за проектним варіантом зайняті докери-механізатори та стропальники-сигнальники при вивантаженні з судна (602 год.) та водій навантажувача (2427 год.).

Основна заробітна плата робітників порту:

$$B_{з,пл}^{осн} = 49,5 \cdot (602 + 2427) + 46,0 \cdot 602 = 177628,0 \text{ грн.}$$

За навігацію при перевалці СБС за проектним варіантом вечірні та нічні години роботи складуть:

- для докерів-механізаторів:

$$T_{веч}^{док} = 602 \cdot 0,17 = 103 \text{ год.}; \quad T_{нічн}^{док} = 602 \cdot 0,33 = 199 \text{ год.};$$

- для водія навантажувача

$$T_{веч}^{вод.нав.} = 2427 \cdot 0,17 = 413 \text{ год.}; \quad T_{нічн}^{вод.нав.} = 2427 \cdot 0,33 = 801 \text{ год.}$$

Доплати за роботу в нічний та вечірній час:

$$Д_{нічн} = 0,4 \cdot 49,5 \cdot (199 + 801) + 0,4 \cdot 46,0 \cdot 199 = 23462,0 \text{ грн.};$$

$$Д_{веч} = 0,2 \cdot 49,5 \cdot (103 + 413) + 0,2 \cdot 46,0 \cdot 103 = 6056,0 \text{ грн.}$$

Зарплата робітників порту при перевалці СБС за *проектним варіантом* складе:

$$\Sigma B_{з.пл}^{пр} = (177628 + 234626056) \cdot 1,4 = 290004 \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок:

- існуючий варіант

$$\Sigma B_{соц}^{існ} = 2144771 \cdot 0,22 = 471850 \text{ грн.};$$

- проектний варіант

$$\Sigma B_{соц}^{пр} = 290004 \cdot 0,22 = 63801 \text{ грн.}$$

Амортизація на портові засоби розраховується за формулою [25]:

$$B_a = \frac{K_{\delta} \cdot a_i}{100}, \quad (3.3)$$

де K_{δ} - балансова вартість портових засобів перевалки СБС, грн.;

a_i - норми амортизації, %: для навантажувачів – 24 % річних або 6 % на квартал; для портових автомобілів – 40 % річних або 10 % на квартал; для критого складу – 8 % річних або 2 % на квартал

Балансова вартість указана в розділі 3.2.

Витрати на амортизацію портових засобів за існуючим варіантом наведені у табл. 3.й, а за проєктним – у табл. 3.2.

Таблиця 3.1 – Амортизаційні витрати на перевалку СБС в порту за існуючим варіантом

Обладнання, засоби	Вартість, грн.				Амортизація, грн.			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Навантажувачі	870000	817800	768732	722608	52200	49068	46124	43356
КамАЗ-5320	1580000	1422000	1279800	1151820	158000	142200	127980	115182
Порт. склад	1020700	1000286	980280	960674	20414	20006	19606	19213
Разом					813349			

Таблиця 3.2 – Амортизаційні витрати на перевалку СБС в порту за проєктним варіантом

Обладнання, засоби	Вартість, тис. грн.				Амортизація, грн.			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Траверси	480000	451200	424128	398680	28800	27072	25448	23921
Навантажувачі	290000	272600	256244	240869	17400	16356	15375	14452
Склад ангарн.	6378550	6250979	6125959	6003440	127571	125020	122519	120069
Разом					664017			

Витрати на електроенергію для роботи порталних кранів визначаються за формулою (4.32) [25].

Розрахунок робимо за таких даних:

- загальна потужність двигунів порталних кранів складає:

$$(2 \cdot 75 + 18,5 + 4 \cdot 9,7 + 2 \cdot 14) = 235,3 \text{ кВт для одного крану};$$

- час роботи порталних кранів при перевалці СБС за період навігації: для існуючого варіанту – 4441 год.; для проєктного варіанту – 602 год.;

- коефіцієнт: $\eta_{ет} = 1,15$; $K_{ном} = 0,95$; $K_{час} = 0,87$;

- ціна 1 кВт·год електроенергії: 2,56 грн.

Витрати на електроенергію для порталних кранів:

$$B_{ел.ПК}^{існ} = 235,3 \cdot 4441 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 2,56 = 2542631 \text{ грн.};$$

$$B_{ел.ПК}^{пр} = 235,3 \cdot 602 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 2,56 = 344667 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію для зарядки акумуляторних батарей електронавантажувачів визначаються за формулою (4.33) [25].

Розраховуємо при таких значеннях:

- кількість електронавантажувачів: існуючий варіант – 3; проєктний – 1;

- час зарядки акумуляторної батареї за період навігації

$$T = 8 \cdot 260 = 2080 \text{ год.}$$

Витрати на електроенергію для електронавантажувачів:

$$B_{e/n}^{існ} = \frac{70 \cdot 40}{1000} \cdot 2080 \cdot 3 \cdot 2,56 = 44728 \text{ грн.};$$

$$B_{e/n}^{пр} = \frac{70 \cdot 40}{1000} \cdot 2080 \cdot 1 \cdot 2,56 = 14909 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію за період навігації:

$$\Sigma B_{el}^{icn} = 2542631 + 44728 = 2587359 \text{ грн.};$$

$$\Sigma B_{el}^{np} = 344667 + 14909 = 359576 \text{ грн.}$$

На цей час для перевезення піддонів з СБС між причалом та критим складом використовуються автомобілі КамАЗ-5320, пробіг яких за період навігації склав 26880 км.

Розрахуємо витрати на пальне для портових автомобілів.

Контрольна витрата пального на 100 км КамАЗ-5320 становить 24 л.

Потреба в паливі розраховується за формулою (4.7), а витрати на пальне – за формулою (4.6)[25]. Вартість палива – 28 грн./л.

Витрати на пальне складуть:

$$P_{нал} = \frac{24 \cdot 26880}{100} = 6451 \text{ л,}$$

$$B_{нал}^{icn} = 28,0 \cdot 6451 = 180628 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильно-обтиральні матеріали для обладнання складають 10 % від витрат на електроенергію, а для автомобілів – 30 % від витрат на паливо:

$$B_{мом}^{icn} = 2587359 \cdot 0,1 + 180628 \cdot 0,3 = 312924 \text{ грн.};$$

$$B_{мом}^{np} = 359576 \cdot 0,1 = 35958 \text{ грн.}$$

Вартість ремонтних робіт та витрати на утримання обладнання залежать від їхньої балансової вартості складають: 5 % для порталних кранів, навантажувачів, захватів та 3 % для складу:

$$B_p^{icn} = (870000 + 1580000) \cdot 0,05 + 1020700 \cdot 0,03 = 153121 \text{ грн.};$$

$$B_p^{np} = (290000 + 480000) \cdot 0,05 + 6378550 \cdot 0,03 = 229863 \text{ грн.}$$

Витрати на зміну шин для портових автомобілів залежить від нормативного пробігу шин та загального пробігу автомобілів і характеризуються коефіцієнтом заміни, який розраховується за формулою (4.11) [25]:

$$K_{шин} = \frac{26880}{80000} = 0,336.$$

Грошові витрати на заміну шин визначаються за формулою (4.10) [25] і залежать від кількості коліс автотранспортного засобу та ціни шин:

$$B_{шин}^{icn} = 0,336 \cdot 5950 \cdot 11 = 21991 \text{ грн.}$$

Визначимо інші витрати:

$$B_{ін}^{icn} = 0,1 \cdot (2144771 + 813349 + 2587359 + 180628 + 312924 + 153121 + 21991) = 621414 \text{ грн.};$$

$$B_{ін}^{np} = 0,1 \cdot (290004 + 664017 + 359576 + 35958 + 229863) = 157942 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати складають 112,1 % від заробітної плати:

$$B_{виробн}^{icn} = 2144771 \cdot 1,121 = 2404288 \text{ грн.};$$

$$B_{виробн}^{np} = 290004 \cdot 1,121 = 325094 \text{ грн.}$$

Сумарні витрати на перевалку СБС в порту за варіантами наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Експлуатаційні витрати на перевалку сухих будівельних сумішей в порту

Найменування витрат	Сума витрат, грн.	
	Існуючий варіант	Проектний варіант
1 Заробітна плата	2144771	290004
2 Нарахування на заробітну плату	471850	63801
3 Амортизаційні відрахування	813349	664017
4 Витрати на електроенергію	2587359	359576
5 Витрати на паливо	180628	-
6 Витрати на мастильні матеріали	312924	35958
7 Витрати на ремонт устаткування	153121	229863
8 Витрати на шини	21991	-
9 Інші витрати	621414	157942
10 Загальновиробничі витрати	2404288	325094
Разом	9711696	2126252

3.4 Розрахунок витрат на залізничне перевезення СБС з порту на підприємство «Nedex Україна» за існуючим варіантом

За існуючим варіантом сухі будівельні суміші вивозяться з порту на склад підприємства компанії «Nedex Україна» залізничним транспортом. Склад знаходиться за адресою Південне шосе, 20. Склад підприємства сполучається через під'їзну колію зі станцією Запоріжжя Ліве (через комбінат Запоріжсталь).

При визначенні витрат на перевезення СБС залізничним транспортом необхідно визначити річну кількість вагонів за формулою [15]:

$$n_{\text{ваг}} = \frac{Q_{\text{СБС}}}{q_{\text{ваг}}}, \quad (3.4)$$

де $Q_{\text{СБС}}$ - вантажопотік сухих будівельних сумішей, що проходять через порт за період навігації, т;

$q_{\text{ваг}}$ - кількість СБС у вагоні, т.

$$n_{\text{ваг}} = \frac{45633}{64} = 713 \text{ вагонів.}$$

Завантаження вагону будівельними сумішами становить 64 т.

Розрахункова маса вантажу для визначення тарифної плати за перевезення залізничним транспортом за Збірником тарифів (таблиця 1 розділу 1 [26]) становить 65 т.

Відстань перевезення з портової станції Порт Велике Запоріжжя до станції Запоріжжя Ліве складає 21 км [27].

Перевезення здійснюється в вагонах Укрзалізниці.

Тариф за перевезення будівельних сумішей в одному вагоні визначаємо за тарифною схемою 1 [26]. Від складається з двох ставок:

- інфраструктурна ставка – 941 грн.;
- вагонна ставка – 212 грн.;
- загальний тариф за перевезення складає: 1153 грн.

Провізна плата за один вагон визначається з урахуванням коефіцієнта корегування [28] за формулою:

$$П_{\text{ваг}} = T_{\text{ваг}} \cdot K, \quad (3.5)$$

де $T_{\text{ваг}}$ - тариф за перевезення вантажу в одному вагоні, грн.;

K - коефіцієнт коригування провізної плати в залежності від класу вантажу; сухі будівельні суміші ставляться до вантажів 2 класу, тому $K = 2,782$.

Провізна плата за перевезення сухих будівельних сумішей в одному вагоні:

$$П_{\text{ваг}} = 1153 \cdot 2,782 = 3208 \text{ грн.}$$

За навігацію з порту на склад підприємства «Nedex Україна» відправляється 713 вагонів. Сумарні витрати на перевезення сухих будівельних сумішей залізничним транспортом складуть:

$$B_{\text{пер}}^{\text{зал}} = 3208 \cdot 713 = 2287304 \text{ грн.}$$

3.5 Розрахунок експлуатаційних витрат на перевезення сухих будівельних сумішей автотранспортом

За *проектним варіантом* в зв'язку з тим, що причал, на якому передбачається розвантажувати прибулі судна з імпорними СБС та зберігати їх в ангарному складі, не має залізничних колій, пропонується організувати вивезення big-bag з будівельними сумішами з порту на підприємство «Nedex Україна» автотранспортом.

Перевезення виконувати автопоїздами у складі тягача MAN TGS 26.400 BLS WW та бортового напівпричепа Wielton NS 34 ST. За розрахунками кількість автопоїздів склала 2 од. Перевезення виконуються у 2 зміни, тобто кількість водіїв, які задіяні у перевізному процесі складає 4 чоловіка.

Експлуатаційні витрати на перевезення СБС автотранспортом визначаються за формулою (4.1) [25] і містять ті самі види витрат, що і при розрахунку для портових автомобілів.

Визначимо всі складові витрат на автомобільні перевезення СБС з порту на адресу підприємства «Nedex Україна».

Годинна заробітна плата водіїв автопоїздів визначається за формулою [25]:

$$C_{з.пл}^{год} = [C_{ст}^{год} + C_{ст}^{год} (K_1 + K_2)] \cdot K_3, \quad (3.6)$$

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

K_1 - доплата за класність водіям автопоїздів, грн.;

K_2 - доплата за суміщення професій, оскільки на водія покладається і експедирування вантажу грн.;

K_3 - премії за виконану роботу, грн.

Годинна ставка водіїв автопоїздів складає $C_{ст}^{год} = 46,50$ грн.

Годинна заробітна плата водіїв автопоїздів:

$$C_{з.пл}^{год} = [46,5 + 46,5 \cdot (0,25 + 0,15)] \cdot 1,4 = 91,14 \text{ грн.}$$

За період навігації нормативні години роботи водіїв склали за попередніми розрахунками 1515 год.

Фонд заробітної плати водіїв автопоїздів визначається за формулою (3.2):

$$B_{з.пл}^{год} = 91,14 \cdot 1515 \cdot 4 = 552308 \text{ грн.}$$

Відрахування на оплату єдиного соціального внеску:

$$\Sigma B_{\text{соц}}^{a/n} = 552308 \cdot 0,22 = 121508 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на амортизацію автопоїздів в залежності від їхньої балансової вартості.

$$B_I^{a/n} = 5600000 \text{ грн.};$$

$$A_I^{a/n} = \frac{560000 \cdot 10}{100} = 560000 \text{ грн.};$$

$$B_{II}^{a/n} = (5600000 - 560000) = 5040000 \text{ грн.};$$

$$A_{II}^{a/n} = \frac{5040000 \cdot 10}{100} = 504000 \text{ грн.};$$

$$B_{III}^{a/n} = (5040000 - 504000) = 4536000 \text{ грн.};$$

$$A_{III}^{a/n} = \frac{4536000 \cdot 10}{100} = 453600 \text{ грн.};$$

$$B_{IV}^{a/n} = (4536000 - 453600) = 4082400 \text{ грн.};$$

$$A_{IV}^{a/n} = \frac{4082400 \cdot 10}{100} = 408240 \text{ грн.}$$

Витрати на пальне для автопоїздів

Пробіг автопоїздів за навігацію за розрахунками склав 46280 км.

Контрольна норма витрати пального для тягачів MAN TGS 26.400 BLS WW складає 30,0 л/100 км.

$$P_{нал} = \frac{30,0 \cdot 46280}{100} = 13884 \text{ л};$$

$$B_{нал}^{a/n} = 28,0 \cdot 13884 = 388752 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильні матеріали для автопоїздів:

$$B_{мом}^{a/n} = 388752 \cdot 0,3 = 116626 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт автопоїздів:

$$B_{рем}^{a/n} = 5600000 \cdot 0,05 = 280000 \text{ грн.}$$

Для тягачів MAN та напівпричепів Wielton рекомендовані шини 315/80R22,5 вартість яких складає 10500 грн. Кількість шин у комплекті:

- тягач: $6+1 = 7$ шин;
- напівпричіп: $6+1 = 7$ шин;
- загальна кількість: 14 од.

Витрати на шини для автопоїздів:

$$K_{шин}^{a/n} = \frac{46280}{80000} = 0,579;$$

$$B_{шин}^{a/n} = 10500 \cdot 0,579 \cdot 14 = 85113 \text{ грн.}$$

Розраховуємо інші витрати:

$$B_{ін}^{a/n} = 0,1 \cdot (552308 + 1925840 + 388752 + 116626 + 280000 + 85113) = 334864 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати:

$$B_{вир}^{a/n} = 552308 \cdot 1,121 = 619137 \text{ грн.}$$

Витрати на перевезення СБС з порту на склад підприємства компанії «Nedex Україна» автотранспортом за проєктним варіантом склали:

$$\begin{aligned} \Sigma B_{пер}^{a/n} = & 552308 + 121508 + 1925840 + 388752 + 116626 + 280000 + 85113 + \\ & + 334864 + 619137 = 4424148 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.6 Визначення загальних експлуатаційних витрат на перевалку та перевезення сухих будівельних сумішей

Для визначення економії експлуатаційних витрат необхідно розрахувати загальні витрати за існуючим і проєктним варіантами.

Загальні експлуатаційні витрати за варіантами складуть:

$$\Sigma B_{исн} = 9711696 + 2287304 = 11999000 \text{ грн.};$$

$$\Sigma B_{пр} = 2126252 + 4424148 = 6550401 \text{ грн.}$$

Економія експлуатаційних витрат склала:

$$E_{експл} = 11999000 - 6550401 = 5448599 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати на перевалку СБС в порту і перевезення з порту на склад підприємства компанії «Nedex Україна» за варіантами приведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Загальні експлуатаційні витрати перевалку СБС в порту і перевезення з порту

Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.	
	Існуючий варіант	Проектний варіант
1 Заробітна плата	2144771	842312
2 Єдиний соціальний внесок	471850	185309
3 Амортизаційні відрахування	813349	2589857
4 Витрати на електроенергію	2587359	359576
5 Витрати на паливо	180628	388752
6 Витрати на мастильні матеріали	312924	152583
7 Витрати на ремонт	153121	509863
8 Витрати на шини	21991	85113
9 Інші витрати	621414	492806
10 Загальновиробничі витрати	2404288	944231
Разом	9745869	6550401
11 Витрати на залізничне перевезення	2287304	-
Усього	11999000	6550401

3.7 Розрахунок дисконтованого доходу й терміну окупності пропозицій

На впровадження зроблених пропозицій необхідні додаткові витрати в розмірі 12458750 грн.

Ефективність впровадження визначаємо через чистий дисконтований дохід, який залежить від розміру інвестицій, прибутку від проекту та коефіцієнту дисконтування.

Коефіцієнт дисконтування розраховується за формулою (4.40), а дисконтований дохід – за формулою (4.41) [25].

Результати розрахунку чистого дисконтованого доходу при нормі дисконту $i = 0,25$ приведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахунок чистого дисконтованого доходу

Рік	Інвестиції, грн.	Дохід, грн.	α	NVP , грн.
1	12458750	5448599	1	-7010151
2		5448599	0,800	4358879
3		5448599	0,640	3487103
Загальний ефект від впровадження проекту				835832

Термін окупності вкладених інвестицій знаходимо за формулою [25]:

$$T_{ок} = \frac{K_{доод}}{П_{річн}}, \quad (3.7)$$

де $K_{доод}$ - додаткові інвестиції на реалізацію пропозицій, грн.;

$П_{річн}$ - прибуток від економії експлуатаційних витрат, грн.

$$T_{ок} = \frac{K_{доод}}{П_{річн}} = \frac{12458750}{5448599} = 2,29; \text{ приймаємо } 2,3 \text{ роки.}$$

Загальні техніко-економічні показники по варіантах наведені в табл. 3.6.

Таблиця 3.9 – Загальні техніко-економічні показники

Найменування показника	Величина показника, грн.	
	Існуючий варіант	Проектний варіант
1 Додаткові інвестиції, грн.	-	12458750
2 Сумарні експлуатаційні витрати, грн.; у т.ч.:	11999000	6550401
2.1 Заробітна плата	2144771	842312
2.2 Єдиний соціальний внесок	471850	185309
2.3 Амортизаційні відрахування	813349	2589857
2.4 Витрати на електроенергію	2587359	359576
2.5 Витрати на паливо	180628	388752
2.6 Витрати на мастильні матеріали	312924	152583
2.7 Витрати на поточний ремонт	153121	509863
2.8 Витрати на шини	21991	85113
2.9 Інші витрати	621414	492806
2.10 Загальновиробничі витрати	2404288	944231
2.11 Витрати на залізничне перевезення	2287304	-
3 Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	5448599
4 Чистий дисконтований дохід, грн.	-	835832
5 Термін окупності інвестицій, років	-	2,3

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даній роботі розглядається транспортно-технологічний процес перевалки в порту і доставки на підприємство «Nedex Україна» СБС (сухих будівельних сумішей). Здійснюємо аналіз потенційних небезпек, на які можуть наражатися працівники першого вантажного району ДП «Запорізький річковий порт».

СБС надходять в порт у м'яких контейнерах, який має стропи за забезпечення захвату вантажозахватними органами механізмів при переміщенні. Після вивантаження з судна big-bag зберігаються на причальному складі, а потім вивозяться з порту на підприємство «Nedex Україна».

4.1 Аналіз потенційних небезпек

За пропозиціями передбачається виконання розвантаження big-bag з судна портальним краном із застосуванням траверсного захвату. При розвантаженні можливий обрив тросів та падіння захвату з big-bag внаслідок ненадійного кріплення траверси до гаку крану, що може призвести до травмування стропальників і докерів та до забруднення навколишнього середовища.

В складі ангарного типу на причалі операції з big-bag виконуються навантажувачем. При захопленні вилами навантажувача big-bag можливе порушення цілісності вантажонесучих елементів, що може призвести до падіння big-bag з вил, а це, в свою чергу, – до травмування робітників складу та порушення цілісності контейнера.

За проєктним варіантом передбачено вивезення сухих будівельних сумішей з порту автотранспортом. Завантаження виконується через спеціальну естакаду (рампу), що знаходиться у безпосередній близькості від складу на причалі. При підніманні big-bag на таку висоту, що порушує огляд водію навантажувача, мож-

ливе перекидання навантажувача з рампи, що може призвести до травмування водія навантажувача.

Оскільки тривалість робочої зміни в порту складає 12 год., то можлива втома кранівника внаслідок нервово-емоційне напруження при управлінні порталним краном, що може призвести до послаблення уваги, і як наслідок – до травмування докерів на причалі.

Можливе ураження робітників порту струмом від неізольованих та пошкоджених кабелів порталного крану, що може призвести до електричних травм або летальних наслідків.

За проектом передбачається спорудження на причалі складу із дахом, який здвигається та дозволяє перевантажувати big-bag із судна безпосередньо в склад. Із-за протягів у приміщенні критого складу у літній період може виникнути застуда робітників. У зимовий же період недодержання нормативних значень температури та вологості в приміщенні призводить до швидкої втоми та зниження працездатності.

Недостатнє освітлення ділянки причалу, де відбувається перевантаження big-bag, призводить до швидкої втоми кранових машиністів, докерів, стропальників, що спричиняє виникнення небезпечних ситуацій (наприклад, неправильне застроплення вантажу, наїзд крана або транспортних засобів на людей тощо), що може призвести до травм.

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

Пожежі на кранах можуть виникнути від самозаймання, загорання обтиральних, горючих і легкозаймистих матеріалів та від невиконання елементарних вимог протипожежної безпеки. Одна з причин пожеж – незадовільний нагляд за електроустаткуванням і проводами, опалювальними приладами, що призводить до перевантажень, утворення електричних іскор та загорання.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Для виключення травмування під час виконання перевалки м'яких контейнерів порталними кранами до початку розвантаження судна проводяться інструктажі з безпеки виконання перевалочних робіт згідно «Мінімальних вимог щодо безпеки та здоров'я працівників під час виконання робіт у морських портах» [29].

Докери-машиністи порталних кранів виконують роботу відповідно до вимог [30], а стропальники-сигнальники за дотриманням вимог [31].

Для перевалочних робіт з big-bag запропоновано застосування спеціального траверсного захвату, який дозволяє швидко і надійно кріпити big-bag при розвантаженні та навантаженні транспортних засобів.

Кранівник перед початком робочої зміни оглядає механізми порталного крану, ходову частину, тягові та буферні пристрої; перевіряє наявність змащування в механізмах; оглядає металоконструкції крану; наявність та справність пристроїв безпеки на крані тощо, а стропальник – стан стропів траверси та тросів, якими траверса кріпиться до гаку порталного крану;

Місця виконання вантажних робіт огорожуються знаками відповідно до [32] попереджувальними знаками «Обережно! Працює кран», заборонні знаки «Прохід заборонено».

Для виключення порушення цілісності оболонки та стропів big-bag, а також поліетиленових вкладишів при їх захваті навантажувачем в складі необхідно використовувати вили з округленими гранями або надівати на вили спеціальні чохли. Це дозволить уникнути можливого падіння big-bag і травмування робітників складу.

Для забезпечення безпеки при виконанні вантажних та транспортних операцій навантажувачами з big-bag необхідно виконувати вимоги, викладені в [33]. Big-bag для більшої стійкості повинен розміщуватися на вилах як найближче до щогли навантажувача, але не торкатися її, та як можна нижче; щогла повинна бути нахилена назад. При переміщенні big-bag не повинен обмежувати огляд водію

та одночасно не повинен торкатися землі; відстань між нижньою поверхнею big-bag та рівнем дороги – не більш 20 см.

Водій при в'їзді на вантажну естакаду повинен контролювати положення коліс навантажувача по відношенню до її краю і дотримувати обережності при русі назад. Вили навантажувача повинні бути напрямом вверх під час руху по естакаді з вантажем нагору.

Для попередження втоми кранівника при управлінні порталним краном протягом робочої зміни забезпечено проведення атестації робочого місця кранівника згідно з [34] та впровадження перерв у роботі для прийняття їжі, організаційних і технологічних перерв для кранівників та раціонального режиму праці згідно КЗОТ України. З урахуванням тривалості зміни 12 год. тривалість перерви складає 1,0 год., яку можна ділити на дві перерви тривалістю по 30 хв. кожна;

Для попередження ураження електричним струмом під час експлуатації порталних кранів необхідно виконувати вимоги [35] з безпечної експлуатації електроустановок, а також забезпечити устрій захисного заземлення та занулення згідно ПУЕ [36].

Всі силові кабелі для уникнення випадкового пошкодження укладені в спеціальний жолоб, який має огороження.

За вимогами [37] порталні крани обладнані устроями автоматичного контролю та сигналізації, робочі поверхні крану мають захисне покриття.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Для попередження виникнення підвищеної або зниженої температури у приміщенні складу для зберігання СБС у проєкті передбачено дотримання санітарних норм, вказаних у [38].

Приміщення складу обладнано системами водяного опалення, вентиляції та кондиціювання повітря згідно з вимогами [39]. Крім того, передбачено встанов-

лення механічної вентиляції для забезпечення у приміщенні складу необхідної температури у теплий період року.

Проектований склад із дахом, що зрушується, експлуатується цілий рік. В зимовий період року судна в порту не обробляються і склад працює тільки на видачу вантажу для доставки споживачам. Дах знаходиться постійно у закритому стані, що поліпшує норми мікроклімату та умови працівників складу.

Для забезпечення нормативного рівня освітлення причалу при розвантаженні з судна сухих будівельних сумішей у big-bag причал № 5 забезпечений освітленням 30 лк відповідно виконання X рівня зорової роботи згідно [40].

Для освітленості причалу використовується природне освітлення у світлий час доби та штучне в темний час. Причал обладнаний робочим, черговим та охоронним освітленням. Робоче освітлення, яке застосовується під час виконання вантажних операцій, розміщено на щоглах поза зоною дії порталних кранів. Для освітлення причалу застосовуються прожектори типу ПЗС-35 з газорозрядними лампами ДРЛ-700.

Для зменшення рівнів шуму та вібрації від двигунів порталного крану забезпечено дотримання вимог щодо вібрації [41] та шуму [42] в кабіні кранівника. Крім того, застосовуються звукоізоляційні перегородки та звукопоглинаючі матеріали при обладнанні кабіни порталного крану.

4.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

4.4.1 Заходи з пожежної безпеки

Для попередження займання ізоляції порталного крану внаслідок короткого замикання необхідно проводити інструктаж з пожежної безпеки під час експлуатації порталних кранів згідно вимог [43] та забезпечити захист для електропроводки згідно вимог електробезпеки.

На причалі встановити пожежний щит, а на порталному крані розмістити

вогнегасник ВВК-5 для ліквідації джерела можливого загоряння.

Приміщення складу СБС згідно з [44] ставиться до категорії «Д» (негорючі матеріали і речовини в холодному стані, ступінь вогнестійкості II).

Клас можливої пожежі згідно з [45] визначений як «А» (горіння твердих речовин – сухих будівельних сумішей).

Площа складу за розрахунками склала 1250 м². Згідно з [46] обирається 6 порошкових вогнегасника ВП-8.

Первинні засоби пожежогасіння розташовуються при вході в склад із внутрішньої сторони. Вогнегасники розміщаємо на стінах, колонах або пожежних щитах на висоті від підлоги не більш 1,5 м.

На складі запроектовано підключення пожежної сигналізації у відповідності до вимог [47].

4.4.2 Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях

При загрозі повені необхідно провести заходи, які зменшать збитки, і створити умови для ефективних рятувальних робіт в зонах затоплення [48]:

- сповіщення населення і об'єктів господарювання про виникнення загрози;п
- підсилення спостереження за рівнем води;
- приведення в готовність сил і засобів цивільної оборони;
- перевірка стану дамб, гребель, мостів.

При виявлених недоліках, швидко зробити насипи землі, водовідвідні канали та інші гідротехнічні споруди. В зонах можливого затоплення змінити режим роботи підприємств, а в окремих випадках зупинити їх роботу, припинити діяльність шкіл і дошкільних дитячих установ. Провести евакуацію населення і вивезення матеріальних цінностей з небезпечних районів, евакуювати сільськогосподарських тварин.

Перед тим, як залишити помешкання, треба перенести на верхні поверхи та інші місця, які не затоплюються, те майно, яке вода може пошкодити, вимкнути електрику, перекрити газ, взяти з собою документи і необхідні речі, невеликий запас продуктів харчування і води та прийти на місце збору [48].

В крайніх випадках евакуацію виконують на човнах, шлюпках, ботах, баржах тощо. При наявності підручних матеріалів роблять пороми, плоти. Під час посадки людей човен або інший засіб повинен бути закріплений. Входити в човен слід по одному, ступаючи на середину настилу. Під час руху не можна мінятися місцями, сідати на борт човна. Переправа людей по воді без плавальних засобів дозволяється тільки там, де є визначений брід глибиною не більше 1 м. Потрапивши у воду, треба відразу ж пливти до найближчого незатопленого місця.

Рятівні роботи при повенях спрямовані на пошуки людей на затоплених територіях, посадку їх в плавзасоби або вертольоти і евакуацію в безпечні місця. Групи розвідки повинні переміщуватись на швидких плавзасобах і вертольотах, встановлювати місця скупчення людей на затоплених територіях, їх стан, а потім подавати звукові і світлові сигнали. Невеликим групам людей, що знаходяться у воді, кидають рятівні круги, гумові кулі, дошки, жердини та інші предмети, що плавають.

Для рятування і вивезення із затоплених територій великої кількості людей використовують теплоходи, баржі тощо. Посадку людей на них здійснюють безпосередньо з берега. Для цього вибирають і позначають місця, зручні для підходу суден до берега, і обладнують причали. Для зняття людей з напівзатоплених будинків, споруд, дерев або рятування їх із води всі плавзасоби оснащують необхідним обладнанням і пристроями. Першу медичну допомогу надають рятівні підрозділи або санітарні дружини безпосередньо в зоні затоплення.

ВИСНОВКИ

При виконанні роботи зроблено аналіз технічного оснащення, спеціалізації та технології роботи вантажних фронтів і причальних ліній..

У завданні на проектування ставилася задача вдосконалювання технологічного процесу перевалки СБС в Запорізькому річковому порту, а також вибір транспорту для завезення їх на підприємство «Nedex Україна». Вивчено порядок й інтенсивність надходження судів із сухими будівельними сумішами, а також прибуття порожніх вагонів під навантаження.

Аналіз існуючої технології перевалки й доставки сухих будівельних сумішей одержувачу виявив істотні недоліки, а саме:

- значні простой суден при розвантаженням, оскільки СБС надходять на піддонах і перевантажуються вони порталними кранами поодиноці за допомогою стропових смуг;

- вантажопідйомність порталного крану не використовується повністю: для вивантаження піддонів застосовують стропові смуги, якими можна зачепити лише 1 піддон максимальною масою 1,25 т кожний;

- основним недоліком в технологічному процесі переробки сухих будівельних сумішей в порту є те, що вивантаження вантажу з судна відбувається спочатку на причальний склад, де виконуються митні процедури з імпортом вантажем; потім вантаж завантажується на портові автомобілі для завезення в критий склад причалу №7, де СБС вивантажуються навантажувачем. Таким чином замість однієї операції перевантаження за варіантом «судно – склад», маємо три операції: «судно – причальний склад»; «причальний склад – автомобіль»; «автомобіль – критий склад», що призводить до дотикових витрат;

- критий склад для зберігання сухих будівельних сумішей розташований на відстані 1300 м від причалу № 6, що збільшує загальні витрати на перевалку СБС в порту;

- сухі будівельні суміші з порту на підприємство «Nedex Україна» вивозяться залізничними критими вагонами, що призводить до додаткових витрат на перевезення;

- через велику кількість перевалок піддонів можливі пошкодження та порушення цілісності транспортних пакетів та втрати вантажу, що приносить збитки.

Для підвищення якості транспортного обслуговування, забезпечення ритмічності доставки сухих будівельних сумішей з річкового порту «Nedex Україна», а також для зниження витрат на організацію доставки, в роботі виконане наступне.

Для вдосконалення організації технології перевалки в порту розроблені наступні заходи:

- для доставки СБС використовувати не піддони, а м'які контейнери big-bag, що дозволить підвищити схоронність вантажу;

- обробку суден, які надходять із СБС в порт, організувати на причалі № 5, який не має під'їзної колії;

- для вивантаження big-bag портальний кран обладнаємо спеціальним траверсним захватом. Це дозволить одночасно перевантажувати до 8 big-bag з СБС і значно скоротити час простою судна під вивантаженням на причалі порту;

- організувати зберігання сухих будівельних сумішей не на складі в тилловій частині порту, а на збудованому складі ангарного типу із мобільним зсувним дахом, що дозволить перевантажувати сухі будівельні суміші портальним краном з судна безпосередньо в приміщення складу, тобто замість трьох технологічних операцій, які виконуються на цей час («судно – причальний склад»; «причальний склад – автомобіль»; «автомобіль – критий склад») перевантаження буде виконуватись за варіантом «судно – склад»;

- оскільки причал № 5 річкового порту не має залізничних колій, для вивезення СБС в big-bag з порту на підприємство «Nedex Україна» залучати автомобільний транспорт – автопоїзд у складі тягача MAN TGS 26.400 BLS WW та напівпричепа Wielton NS 34 ST.

Проектні пропозиції потребують додаткових витрат на придбання рухомого складу автотранспорту й грейферних захватів у розмірі 12458750 грн.

Експлуатаційні витрати на перевалку СБС в порту й транспортування на підприємство «Nedex Україна» знизилися з 11999000 грн. до 5448599 грн., а економія витрат склала 5448599 грн. Доход від впровадження проектних пропозицій складе 835832 грн., а додаткові витрати на придбання транспортних засобів і вантажозахватних пристроїв окупляться за 2,3 роки. Наведені результати свідчать про ефективність розроблених проектних пропозицій.

В роботі також передбачені заходи щодо охорони праці робітників першого вантажного району Запорізького річкового порту й розроблені заходи щодо захисту об'єкта в надзвичайних ситуаціях.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Baker Tilly Ukraine : Речная логистика Украины на пороге перемен : веб-сайт. – URL: <https://bakertilly.ua/ru/news/id38556>.
2. Укрречфлот / Акционерная судоходная компания : Запорожский речной порт. Офіційний сайт. – URL: <http://ukrrichflot.com>.
3. Свод обычаев порта : Дочернее предприятие «Запорожский речной порт» АСК «Укрречфлот». – Запорожье : ИПО «Запорожье», 2010. – 35 с.
4. Nedex : Комплектующие для стеклопакетов : веб-сайт. – URL: <http://nedex.kiev.ua>.
5. MSD : Мастерская своего дела / Основные свойства сухих строительных смесей : веб-сайт. – URL: <http://msd.com.ua>.
6. Рабочая технологическая карта № 3-2-Т : Груз в мешках, пачках, пакетированный на поддонах одноразового использования/ Филиал ПАО СК «Укрречфлот» «Запорожский речной порт». – Запорожье: Запорожский речной порт, 2019. – 10 с.
7. Блидман, А. Ф. Технология перегрузочных работ в морских и речных портах / А. Ф. Блидман. – М.: Транспорт, 1990. – 236 с.
8. Группа компаний КамАЗ : Техническая характеристика КамАЗ-5320 . Офіційний сайт. – URL: <http://kamaz.ua/ru/catalog>.
9. Балабанова Л. В. Комерційна діяльність: маркетинг и логістика : навч. посібн. / Л. В. Балабанова, А. М. Германчук. – К. : Професіонал, 2004. – 288 с.
10. Федорова, А. С. Проблема выбора железнодорожного либо автомобильного транспорта на рынке грузовых перевозок на современном этапе развития экономики / А. С. Федорова // Актуальные вопросы экономических наук. – 2016.– № 51. – С. 114-116.
11. H-LINE – склады для логистики : веб-сайт. – URL: <https://tent-plettac.com/ru/konstruktsii/promyshlennye/h-line-zaly-dlya-logistiki-i-skladov>.

12. Азовтранскомплект : Профессиональное грузоподъемное оборудование / Траверса специальная для контейнеров big-bag . Офіційний сайт. – URL: <http://atk.zp.ua>.
13. Методичні вказівки до виконання практичних занять дисципліни «Складські системи та комплекси» для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. С.В. Грицай. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 48 с.
14. Бабушкин Г.Ф. Технология и организация транспортно-складских работ на промышленном транспорте : учебное пособие / Г.Ф. Бабушкин. – К. : ИСДО, 1993. – 192 с.
15. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Транспортно-експедиторська діяльність» для студентів-бакалаврів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 47 с.
16. Інтерфакс-Україна : Характеристики, особливості та сфера застосування м'яких контейнерів big-bag : веб-сайт. – URL: <https://interfax.com.ua/news/press-release/713464.html>.
17. Вільковський Є. К. Вантажознавство / Є. К. Вільковський, І. І. Кельман, О. О. Бакулич. – Львів : Інтелект-Захід, 2007. – 496 с.
18. Методичні вказівки до виконання курсового проекту 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.: ст. викл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 57 с.
19. Грузовые автомобили MAN Украина / Официальный дилер MAN в Украине : веб-сайт. – URL:<http://man-service.com.ua>.
20. WIELTON Украина : Полуприцепы WIELTON: веб-сайт. – URL:<http://wielton-ukraine.biz-gid.ua>.
21. Портальные краны : Техническая характеристика портального крана «Альбатрос» : веб-сайт. – URL: <http://portalkran.ru>.

22. Методичні вказівки до вивчення і самостійної роботи з дисципліни «Комерційна робота на транспорті» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 54 с.
23. Спецтехника, строительная техника, погрузочная техника / Вилочный погрузчик Nichiyu FB18-75 : веб-сайт. – URL: <http://lifters-loaders.ru/vilochnyj-pogruzchik-nichiyu-fb18-75.html>.
24. Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни «Вантажні перевезення» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275.3 Транспортні технології (на автомобільному транспорті) / Укл. Г. Ф. Бабушкін, Г. О. Лебідь – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 66 с.
25. Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Кузькін О.Ф., Харченко Т.В., Васильєва Л.О., Лебідь Г.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 34 с.
26. Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги. Тарифне керівництво № 1. – К. : Державна адміністрація залізничного транспорту України, 2009. – 180 с.
27. Тарифное руководство № 4 железных дорог Украины [Текст]. – К. : Транспорт Украины, 1997. – 194 с.
28. Офіційний веб-сайт Укрзалізниці : Коефіцієнти до Збірника тарифів від 16.08.2021 р. – URL: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_
29. Мінімальні вимоги щодо безпеки та здоров'я працівників під час виконання робіт у морських портах. Наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України 18 листопада 2020 року № 2352. Офіційний сайт. – Введ. 2021-01-22. Офіційний сайт. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0033-21#top>.
30. 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>.
31. ПІ 1.1. 23-286-2004. Примірна інструкція з охорони праці стропальник. Офіційний сайт. – Введ. 2004-07-30. – URL: https://dnaop.com/html/33363/doc-П_1.1._23-286-2004.
 32. ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки. Офіційний сайт. – Введ. 2020-07-01. – URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_en_iso_7010_2019.pdf.
 33. НПАОП 0.00-1.83-18 Правила охорони праці під час експлуатації навантажувачів. Офіційний сайт. – Введ. 2020-07-01. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=81122
 34. Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 01.08.1992 р. № 44 зі змінами згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 05.10.2016 р. № 741. Офіційний сайт. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/442-92п#Text>.
 35. ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів : веб-сайт. – Введ. 1998-02-20. – URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=48644.
 36. ПУЕ Правила улаштування електроустановок : веб-сайт. – Введ. 2017-08-21. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72758.
 37. ДСТУ 7238:2011. ССБТ Засоби колективного захисту працюючих. Загальні вимоги та класифікація : веб-сайт. – Введ. 2011-08-01. – URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=57383.
 38. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень – Введ. 1999-12-01. Офіційний сайт. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>.
 39. ДБН В.2.5-67-2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – Введ. 2014-01-01. Офіційний сайт. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=50154.

40. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення – Введ. 2019-03-01. Офіційний сайт. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885.
41. ДСН 3.3. 6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації : веб-сайт. – Введ. 1999-12-01. – URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=6372.
42. ДСН 3.3. 6.037-99 Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : веб-сайт. – Введ. 1999-12-01. – URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=48147.
43. НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок : веб-сайт. – Введ. 2001-06-21. – URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=47257.
44. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків, установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою: веб-сайт. – Введ. 2017-12-11. – URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.
45. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – Введ. 2017-01-16. Офіційний сайт. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=68456.
46. НАПБ Б.01.008-2018 Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників. Офіційний сайт. – Введ. 2018-03-30. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>.
47. ДСТУ EN54-2:2003 «Системи пожежної сигналізації. Частина 2. Прилади приймально-контрольні пожежні» : веб-сайт. – Введ. 2004-07-01. – URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=27886.
48. Левчук К. О. Цивільний захист: навчальний посібник / К. О. Левчук, Р. Я. Романюк, А. О. Толок. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2016 р. – 325 с.