

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, транспортний факультет
(повне найменування інституту, факультету)
Кафедра транспортних технологій
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВІДВАНТАЖЕННЯ ТА ДОСТАВКИ СПОЖИВАЧАМ ПЕКУ
КАМ'ЯНОВУГІЛЬНОГО В УМОВАХ ПрАТ «ЗАПОРІЖКОКС»

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи Т-818м

Спеціальності 275 «Транспортні технології»

(на залізничному транспорті)

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Транспортні технології

(на залізничному транспорті)

Ставицький С. А.

(прізвище та ініціали)

Керівник Каплуновська А. М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Дударенко О. В.

(прізвище та ініціали)

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

Інститут, факультет Машинобудівний інститут, транспортний факультет

Кафедра транспортних технологій

Ступінь вищої освіти магістр

Спеціальність 275 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)»
(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Транспортні технології (на залізничному транспорті)
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«07» жовтня 2019 року

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

Ставицького Станіслава Андрійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження технологічного процесу відвантаження та доставки споживачам пеку кам'яновугільного в умовах ПрАТ «Запоріжжкокс»

керівник проєкту (роботи) Каплуновська Алла Миколаївна, старший викладач,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «11» листопада 2019 року №376

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 29.11.2019 р.

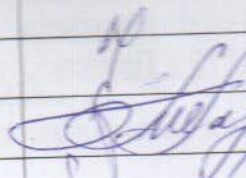
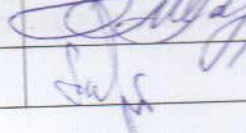
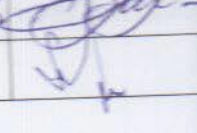
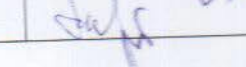
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) 1. Існуюча технологія вантажопереробки електродного пеку на підприємстві і в Запорізькому річковому порту. 2. Існуюча технологія доставки електродного пеку із Запорізького коксохімічного заводу в річковий порт. 3. Річні вантажопотоки відправлення електродного пеку. 5. Існуючі техніко-економічні показники вантажопереробки електродного пеку на підприємстві і в річковому порту.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
2.1 Розробка проєктних варіантів технології й організації процесу відвантаження і доставки пеку електродного. 2.2 Розрахунок норм завантаження вагонів при перевезенні пеку. 2.3 Розрахунок проєктних вантажопотоків на ЕОМ. 2.4 Визначення необхідної кількості м'яких контейнерів для перевезення пеку. 2.5 Визначення продуктивності та необхідної кількості засобів вантажопереробки пеку. 2.6 Розрахунок тривалості виконання вантажних операцій. 2.7 Розробка технологічних графіків обробки вагонів з пеком в річковому порту за варіантами. 2.8 Розробка технологічних графіків обробки суден у порту за варіантами.

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

1. Транспортно-технологічна схема відвантаження і доставки пеку кам'яновугільного за першим запропонованим варіантом. 2. Транспортно-технологічна схема відвантаження і доставки пеку кам'яновугільного за другим запропонованим варіантом. 3. Схеми завантаження м'яких контейнерів з пеком у вагони за варіантами. 4. Технологічний графік обробки подічі вагонів з пеком в порту за першим варіантом. 5. Технологічний графік обробки подічі вагонів з пеком в порту за другим варіантом. 6. Технологічний графік обробки корпусу вагонів з пеком в пор-

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання «07» жовтня 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Аналітична частина	07.10-18.10	
2.	Основна частина	21.10-04.11	
3.	Економічна частина	05.11-15.11	
4.	Охорона праці	18.11-22.11	
5.	Оформлення МР	25.11-29.11	
6.	Отримання зовнішніх рецензій	02.12-09.12	

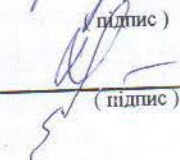
Студент(ка)


(підпис)

С.А. Ставицький

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

А.М. Каплуновська

(прізвище та ініціали)

РЕФЕАТ

ПЗ: 120 с., 23 табл., 26 джерел, 2 додатки.

Об'єктом дослідження є технологія й організація відвантаження й доставки до магістрального перевізника пеку електродного.

Ціль дослідження – визначити та проаналізувати способи відвантаження пеку електродного споживачам, доставки його в порт для відправлення закордонним покупцям, а також умови його транспортування.

Методи дослідження – графоаналітичний, математичної статистики.

У роботі за нормативною документацією проведений аналіз технології й організації відвантаження, транспортування та вантажопереробки в порту пеку електродного. Виявлені недоліки та переваги різних технологій та способів відвантаження і доставки пеку кам'яновугільного. Розроблено два варіанти відвантаження та завезення в порт для відправки споживачам пеку кам'яновугільного. Для кожного з варіантів виконано необхідні технологічні розрахунки. Виконано економічне обґрунтування варіантів пропонованих рішень, а також запропоновані заходи щодо охорони праці й безпеки при організації технологічного процесу переробки й доставки електродного пеку.

ПОРТ, ВАНТАЖ, ПЕК ЕЛЕКТРОДНИЙ, ДОСЛІДЖЕННЯ, АНАЛІЗ, ВАНТАЖОПОТІК, М'ЯКИЙ КОНТЕЙНЕР, ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ, ПОРТАЛЬНИЙ КРАН, СУДНО, ВАГОН, СКЛАД, ДОСТАВКА, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ОХОРОНА ПРАЦІ

ЗМІСТ

Завдання на дипломне проектування.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	8
1 Аналітична частина.....	10
1.1 Загальна характеристика Запорізького коксохімічного заводу.....	10
1.2 Характеристика пеку електродного.....	13
1.3 Аналіз науково-технічної інформації щодо вантажопереробки та умов транспортування пеку електродного.....	17
1.4 Умови зберігання і перевезення пеку електродного.....	21
1.5 Характеристика транспортної тари для перевезення пеку.....	23
1.6 Загальні відомості про Запорізький річковий порт.....	27
1.7 Технологія та організація переробки пеку в big-bag в порту.....	28
1.8 Технологія виконання перевантажувальних операцій з м'якими контейнерами МК-14-10.....	33
1.9 Обґрунтування необхідності проведення дослідження технологічного процесу доставки пеку кам'яновугільного.....	36
2 Основна частина.....	39
2.1 Розробка пропонованих варіантів технології й організації процесу відвантаження і доставки пеку кам'яновугільного.....	39
2.1.1 Розробка технології відвантаження та доставки пеку кам'яновугільного у м'яких контейнерах big-bag.....	39
2.1.2 Розробка технології відвантаження та доставки пеку кам'яновугільного у м'яких великотоннажних контейнерах МКПр-14-10...	41
2.2 Розрахунок норм завантаження вагонів при перевезенні пеку кам'яновугільного.....	43
2.3 Розрахунок проектних вантажопотоків.....	45
2.4 Визначення кількості м'яких контейнерів для перевезення пеку й від-	

вантажувальних комплексів за пропонованими варіантами.....	48
2.5 Визначення кількості відвантажувальних комплексів за пропонованими варіантами.....	50
2.6 Визначення продуктивності та необхідної кількості засобів вантажопереробки пеку в річковому порту.....	52
2.7 Розрахунок тривалості виконання вантажних операцій.....	56
2.7.1 Визначення часу на обробку транспортних засобів при навантаженні пеку на заводі.....	58
2.7.2 Визначення часу на обробку транспортних засобів при виконанні вантажних операцій в порту.....	61
2.8 Розробка технологічних графіків обробки вагонів з контейнерами в річковому порту за варіантами.....	65
2.8.1 Розробка технологічних графіків обробки вагонів з пеком в контейнерах big-bag за першим пропонованим варіантом.....	66
2.8.2 Розробка технологічного графіка обробки вагонів з пеком в контейнерах МК-Пр-14-10 за другим пропонованим варіантом.....	68
2.9 Розробка технологічних графіків обробки суден у порту за пропонованими варіантами.....	70
3 Економічна частина.....	74
3.1 Обґрунтування техніко-економічних розрахунків.....	74
3.2 Визначення додаткових капітальних вкладень за варіантами.....	75
3.2.1 Розрахунок додаткових капітальних вкладень за першим пропонованим варіантом.....	75
3.2.1 Розрахунок додаткових капітальних вкладень за другим пропонованим варіантом.....	76
3.3 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на відвантаження пеку з підприємства за варіантами.....	77
3.3.1 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на відвантаження пеку з підприємства за першим варіантом.....	77
3.3.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на відвантаження пеку з	82

підприємства за другим варіантом.....	
3.4 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на завезення пеку в порт за варіантами.....	86
3.5 Визначення витрат на переробку пеку в Запорізькому річковому порту за варіантами.....	89
3.6 Визначення загальних річних експлуатаційних витрат за варіантами....	90
3.7 Розрахунок прибутку та дисконтованого доходу від пропонованих рішень.....	92
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	96
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	96
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	98
4.3 Заходи з виробничої санітарії й гігієни праці.....	99
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	106
4.5 Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	107
4.6 Висновки з розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях».....	111
Висновки.....	112
Перелік посилань.....	115
Додаток А Статистичні дані з відвантаження пеку електродного з Запорізького коксохімічного заводу.....	118
Додаток Б Результати обробки статистичних даних з відвантаження пеку електродного з Запорізького коксохімічного заводу.....	120

ВСТУП

Коксохімічна галузь в Україні має високу інвестиційну привабливість, у першу чергу, для фінансово-промислових груп з метою побудови замкнутого ланцюжка «вугілля-кокс-метал». Позитивні тенденції світового ринку металургії є визначальною фактором підвищення попиту на коксохімічну продукцію. Побічним продуктом коксохімічного виробництва є кам'яновугільний пек. Ринок пеку включає достатньо велику кількість підприємств, які беруть в ньому участь і ставляться до різних галузей промисловості (вугільна промисловість – чорна металургія – кольорова металургія). Відомо, що переробка вугілля, яке коксується, здійснюється коксохімічними підприємствами. Вироблена підприємствами кам'яновугільна смола є сировиною для випуску пеку. Товарний пек є важливим компонентом для виробництва анодної маси, графітованих електродів, різних вуглецевих конструкційних матеріалів, які випускаються заводами кольорової металургії [1].

Випуск кам'яновугільної смоли, пеку та пекового коксу визначає ведучу роль коксохімічних підприємств в забезпеченні кольорової металургії вуглецевою сировиною, без якої не може бути отримана товарна продукція. Однак, виробництво кам'яновугільної смоли, пеку та пекового коксу є побічним процесом, та воно залежить від випуску металургійного коксу.

Аналіз тенденцій розвитку кольорової металургії показує, що попит на споживання електродного пеку щорічно виростає з урахуванням того, що для нього не існує інших можливих замінників. Підвищення обсягів випуску продукції європейськими підприємствами алюмінієвими та електродними виробництвами примушує їх шукати нових постачальників пеку кам'яновугільного електродного. Серед підприємств – можливих постачальників цього продукту є Запорізький коксохімічний завод. На цей час у ПрАТ «Запоріжжкокс» є попередні домовини про поставку пеку для таких кампаній як Alumil S.A. (Греція, Болгарія, Чорногорія, Туреччина), Aluminium Metal Limited (Італія) [1].

Перед підприємством стоїть задача – організувати процес доставки пеку кам'яновугільного електродного споживачам з найменшими витратами. Оскільки пек є масовим вантажем, то з урахуванням географії споживачів, для доставки до речно використовувати водні види транспорту. В Україні важливу роль доставці зовнішньоторговельних вантажів грають морські та річкові порти. Організація їхньої роботи безпосередньо впливає на ефективність роботи флоту, зайнятого на перевезеннях масових вантажів.

Порти є ланкою транспортного конвеєра. Від їхньої діяльності як комплексного транспортного вузла, де починається й закінчується рейс кожного судна, провадиться навантаження й вивантаження вантажів, багато в чому залежить ефективність процесу доставки зовнішньоторговельних вантажів.

Основні завдання транспорту – своєчасне, якісне й повне задоволення потреб промислових підприємств України в перевезеннях, підвищенні економічної ефективності його роботи. Для їхнього рішення необхідно вживати міри, спрямовані на розвиток всіх видів транспорту, удосконалення їхньої взаємодії й підвищення ефективності роботи всієї транспортної системи країни.

Розробка ефективних процесів доставки зовнішньоторговельних вантажів дозволяє звести до мінімуму транспортні витрати, скоротити строки доставки вантажів та підвищити схоронність вантажів в процесі перевезення та перевалки. Розробка єдиного технологічного процесу передбачає виконання обсягів перевезень вантажів, поліпшує використання вантажопідйомності вагонів, максимально можливе скорочення строків їхньої передачі з одного виду транспорту на інший і скорочення транспортних витрат на основі організації чіткої взаємодії в роботі різних видів транспорту, які беруть участь у доставці вантажів.

Розробка технології вантажопереробки й можливих варіантів доставки пеку кам'яновугільного закордонним споживачам, а також пропозиції, спрямовані на вирішення поставлених задач, розроблені у даній роботі.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика Запорізького коксохімічного заводу

Свою історію Запорізький коксохімічний завод веде з 1934 року, коли був виданий перший кокс. Будівництво «Запоріжжкоксу» було пов'язано із спорудженням енергетичної бази півдня України – Дніпровської гідроелектростанції й металургійного комплексу в Запоріжжя. Сьогодні Запорізький коксохімічний завод має повний технологічний цикл переробки коксохімічних продуктів. Завданням підприємства є переробка кам'яних вугілля із одержанням з них якісної продукції – коксу, коксового газу й хімічних продуктів коксування [2].

ПрАТ «Запоріжжкокс» виробляє близько 10 % усього коксу, що випускається в Україні. Завод у радянський час забезпечував потреби комбінату «Запоріжсталь» у коксі, а зараз – найбільший експортер коксу в Україні. Підприємство поставляє основну частину металургійного коксу на світовий ринок: в Англію, Францію, Німеччину, Албанію, Туреччину, Болгарію й інші країни.

З 2003 року на підприємстві діє масштабна програма модернізації виробництва. Основне завдання – підвищення якості продукції й екологічної безпеки виробництва, а також зниження собівартості шляхом оптимізації використання ресурсів. Підприємство має у своєму розпорядженні сучасні технічні засоби й технологію, що забезпечують високу якість коксу, хімічних продуктів коксування. На підприємстві освоєне виробництво металургійного коксу різних класів крупності із широким спектром технічного аналізу, характеристик міцності, що відповідають європейським і міжнародним стандартам.

Основна продукція підприємства [2]:

- доменний кокс, горішок коксовий, коксовий дріб'язок;
- сировина коксохімічна, паливо котельне;
- масло фенолове кам'яновугільне, масло кам'яновугільне поглинальне;
- фракція нафталінова, феноляти, дьогті кам'яновугільні;
- пік кам'яновугільний електродний;

- бензол кам'яновугільний, сольвент кам'яновугільний;
- сірка газова й колоїдна, сульфат амонію;
- пластифікатори бетону;
- масло антраценове, нафталінова фракція й ін.

Основні напрямки виробництва ПрАТ «Запоріжжкокс» [2]:

- підготовчо-вугільне виробництво;
- виробництво коксу;
- уловлювання хімічних продуктів коксування;
- очищення коксового газу;
- переробка кам'яновугільної смоли.

Запорізький коксохімічний завод має у своєму розпорядженні повний комплекс коксохімічного виробництва переробки вугілля, випалу коксу, уловлювання й виробництва хімічних продуктів коксування. В його склад входять п'ять основних цехів: вугільно-підготовчий, коксовий, уловлювання хімічних продуктів коксування, очищення коксового газу від сірководню й смолі, переробки, а також вісім допоміжних цехів: ремонтний, енергетичний цех, залізничний, безрейкового транспорту, благоустрою, ЦЗЛ й ВТК.

В основних цехах виробляється наступна продукція [2]:

- вугільно-підготовчий цех: продукція – вугільна шихта для коксових цехів;
- коксовий цех: продукція – кокс доменний (≥ 25 мм), горішок коксовий (10...25 мм), дріб'язок коксовий (0...10 мм);
- цех уловлювання: продукція: смола кам'яновугільна, амонію сульфат, бензол сирий кам'яновугільний, смола важка вловлювання для дорожнього будівництва, полімери бензольних відділень, пек кам'яновугільний;
- цех сіркоочищення: продукція – сірчана кислота, очищений коксовий газ.

Практично весь вироблений кокс, сірчана кислота й очищений коксовий газ використовуються у виробництві підприємства. Сульфат амонію реалізовується відповідно до укладених договорів для потреб сільського господарства, промисловості й на експорт. Кам'яновугільна смола реалізовується відповідно до укладених договорів коксохімічним підприємствам і підприємствам з переробки смоли для

подальшої переробки, дорожнім організаціям для будівництва доріг, а також на експорт. Сирий бензол відповідно до укладених договорів відвантажується коксохімічним підприємствам з метою подальшого очищення й на експорт.

Основним завданням вугільно-підготовчого цеху є – прийом, вивантаження, зберігання вугільних концентратів, а також підготовка шихти й подача її у вугільні вежі коксових цехів. Розвантаження вугільних концентратів здійснюється двома вагоноперекидачами типу ВРС-93. Вугільна шихта транспортерними стрічками по трактах подачі шихти подається у вугільні вежі. Всі об'єкти вивантаження, транспортування, дроблення, перевантаження вугільних концентратів оснащені установками з мокрою системою очищення від пилу та газу [3].

Коксовий цех призначений для одержання коксу й коксового газу з вугільної шихти, що подається по конвеєрних трактах подачі вугілля з вугільно-підготовчого цеху. До складу цеху входять коксові батареї, вугільні вежі, вежі гасіння коксу, коксові рампи й коксові сортування.

Коксові батареї експлуатуються в блоках. Кожен блок коксових батарей має свої власні комплекти встаткування, вугільні вежі, вежі гасіння коксу, коксові рампи й коксові сортування. На коксових батареях забезпечене бездимне завантаження шихти із застосуванням методів парової інжекції й гідроінжекції. Гасіння коксу виробляється очищеною водою, що пройшла біохімічне очищення до рівня середньогалузевих нормативних показників. Всі об'єкти транспортування, розділу й розсіву коксу оснащені установками з мокрою системою очищення [3].

Основним завданням цеху вловлювання є – охолодження коксового газу, добування з нього продуктів коксування й наступна його передача в цех очищення сірки. Цех уловлювання складається з наступних відділень [3]:

- конденсації й охолодження коксового газу;
- машинного залу;
- сульфатного відділення для очищення коксового газу від аміаку в абсорберах й одержання сульфату амонію у випарниках під вакуумом;
- бензольного відділення для охолодження й очищення коксового газу від нафталіну в кінцевих холодильниках й уловлювання сирого бензолу в скруберах;

- складу смоли, масел і бензолу, де виробляється зневоднювання й підготовка кам'яновугільної смоли до відправлення, а також зберігання смоли, масел і сирого бензолу.

Цех очистки сірки призначений для очищення коксового газу від сірководню вакуумно-карбонатним способом з наступним одержанням із сірководневого газу кислоти сірчаної технічної методом мокрого каталізу.

Завданням виконання даної роботи є вибір способу доставки закордонним споживачам пеку кам'яновугільного електродного, який також виготовлюється на підприємстві поряд з основним видом продукції – коксом. Орієнтовний обсяг відвантаження пеку на експорт складає приблизно 100000 т/рік.

На цей час у ПрАТ «Запоріжжкокс» є попередні домовини про поставку пеку для закордонних кампаній. За цими угодами передбачено поставку пеку на експорт за базисними умовами FOB (франко-борт...). Цей базис застосовується для водного транспорту, тобто основне перевезення повинно виконуватися або морськими суднами або суднами змішаного типу «ріка – море». За цими умовами «Запоріжжкокс» несе ризики і всі витрати з поставки товару до моменту, коли вантаж буде завантажений на судно. Тобто всі витрати на доставку пеку в порт відвантаження на судно, переробка в порту та навантаження на борт повинен сплатити продавець (коксохімічний завод), а всі наступні витрати з доставки вантажу до пункту призначення покладаються на покупця.

1.2 Характеристика пеку електродного

Загальна характеристика пеку

Пек – твердий продукт переробки кам'яновугільної смоли. Кам'яновугільний електродний пек виходить у кількості до 2 % від маси коксівного вугілля або до 60 % від одержуваної при цьому смоли [4].

У великому промисловому масштабі при термічній переробці смоли одержують різні хімічні сполуки (нафталін, фенол, різні технічні мастила, оливи й покриття), а також сировину для виробництва вуглеграфітових матеріалів – кам'яновугільний пек і пековий кокс.

Кам'яновугільний електродний пек являє собою суміш конденсованих ароматичних вуглеводнів і гетероароматичних сполук й є анізотропною рідиною; його розглядають як переохолоджену систему рідких і колоїдних розчинів. Пек є аморфним тілом і тому не має певної температури застигання. При підвищенні температури в'язкість пеку різко змінюється, і він поступово переходить із твердого стану в рідкий [3].

Компоненти пеку відрізняються високою реакційною здатністю; при нагріванні й навіть при зберіганні вони здатні до реакцій поліконденсації з нагромадженням продуктів ущільнення.

Пек являє собою аморфну чорну речовину із блискучим раковистим зломом. Залежно від температури плавлення й розм'якшенні пік може бути рідким, м'яким і твердим [5]. При температурі від 37 до 80 °C (залежно від сорту) пек стає м'яким, сплавляється й при охолодженні утворює масу, що важко піддається розколюванню. До фізико-хімічних особливостей пеку ставляться його мала теплопровідність, негігроскопічність, великий електричний опір, мала хімічна активність, легка схоплюємість у розплавленому стані з іншими предметами.

Пек – однорідна за зовнішнім виглядом, термопластична речовина чорних кольорів із блискучим раковистим зломом. До складу пеку входять такі елементи [20]: вуглець (92...93 %); водень (4,3...4,7%); сірка (0,3...0,85%); азот (1,7...1,8%); кисень (0,8...1,0%). Щільність пеку – 1,2...1,3 г/см³, зольність – 0,2...0,3 % [5].

Залежно від технології одержання й призначення кам'яновугільний пек випускають середньо-температурний марок і високотемпературний. За фізико-хімічними показниками пек кам'яновугільний електродний повинен відповідати вимогам ГОСТ 10200-83 [4].

Для технологічних цілей найбільш важливі крім щільності такі властивості пеку електродного: в'язкість, поверхневий натяг, термостабільність, спікливість, здатність давати коксовий залишок.

Для пеків с різними температурами розм'якшення ці властивості неоднакові й істотно залежать від якості сировини й умов одержання.

Сфера застосування пеку

Пек кам'яновугільний електродний застосовують [6]:

- для вироблення коксу пекового (зольність не більше 0,25...0,50 %) і пеку сполучного, використовуваних при одержанні анодної маси у виробництві алюмінію, електродів і електродних стрижнів, графітованих виробів, вуглеграфітових блоків тощо;
- для виготовлення брикетованого вугільного палива, м'якої покрівлі;
- для виготовлення пекових пластмас і лаку для захисту від корозії труб, резервуарів, металоконструкцій й ін.

Змішуванням пеку кам'яновугільного, кам'яновугільних масел і високо киплячих фракцій кам'яновугільної смоли одержують препаровані смоли. В окремі види пеку вводять пластифікатори (наприклад, нафтові бітуми) і наповнювачі (азбест, сланцевий, доломітовий, слюдяний або тальковий пил).

Найбільш перспективне застосування високотемпературного пеку для виготовлення попередньо обпалених анодних блоків, експлуатація яких дозволяє поліпшити технологічність процесу виробництва алюмінію та екологічний стан.

Електродний пек – основний товарний продукт переробки кам'яновугільної смоли – збереже на далеку перспективу своє значення як сировинний матеріал для отримання високоякісних вуглецевих виробів [6].

Споживча цінність кам'яновугільного пеку визначається тим, наскільки він задовольняє постійно зростаючим вимогам споживачів, головні з яких – алюмінієві заводи, які використовують пек у виробництві анодної маси.

Характеристика пеку виробництва ПрАТ «Запоріжжкокс» [2].

Кам'яновугільний електродний пек на підприємстві виготовляється відповідно до вимог стандарту за технологічним регламентом, затвердженим у встановле-

ному порядку. З аналізу тенденцій в розвитку металургійних підприємств виходить, що доменний процес збереже своє значення на достатньо тривалу перспективу. Це буде сприяти збереженню попиту на металургійний кокс, який лише частково можна буде замінити іншими видами палива у доменному процесі. Останнім часом спостерігається збільшення споживання пеку, особливо з урахуванням того, що для пеку немає інших можливих замінників.

Залежно від призначення Запоріжжкокс випускає кам'яновугільний електродний пек наступних марок [2]:

- марка А: пек для конструкційних вуглецевих матеріалів, допускається використати для виробництва електродної продукції й виробів електротехнічного призначення;
- марка Б: пек для електродної продукції широкого призначення;
- марки Б₁ й В: пек для алюмінієвої промисловості.

Показники пеку, що випускається підприємством, наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Фізико-хімічні характеристики кам'яновугільного електродного пеку виробництва ПрАТ «Запоріжжкокс» [2]

Найменування показника	Норми для марок			
	А	Б	Б ₁	В
1 Зовнішній вигляд	Розплавлений або твердий пек у вигляді гранул			
2 Температура розм'ягшення, °С	65...70	67...73	72...76	85...90
3 Масова доля речовин, не розчинних в толуолі, %	24...28	25...31	26...31	не менш 31
4 Масова доля речовин, не розчинних в хіноліні, %	7	8	10	12
5 Вихід летючих речовин, %	59...63	58...62	не більш 59	53...57
6 Зольність, %; не більш	0,3	0,3	0,3	0,3
7 Масова мастка води у твердому пеку, %	4,0	4,0	4,0	4,0

Вимоги безпеки при переробці пеку кам'яновугільного

Пек кам'яновугільний електродний – токсичний продукт. Отруєння і шкірні поразки можливі при впливі пилу і пари розплавленого продукту, при контакті з вугільними брикетами; при виділенні летучих сполук з анодів, виготовлених на основі коксу, а також при його одержанні. Гранично припустима концентрація для летучих сполук 0,5 мг/м³ [4].

Кам'яновугільний електродний пек – тверда горюча токсична речовина, частково розчиняється в ароматичних вуглеводнях, ацетоні, маслах.

Вимоги безпеки при роботі, транспортуванні й зберіганні пеку повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.007-76 і санітарним правилам при транспортуванні й роботі з пеками.

Гранично припустима концентрація (ГПК) аерозолів і парів пеку у повітрі виробничих приміщень 0,2 мг/м³, що визначають за технічною документацією.

По ступені впливу на організм пек ставиться до II класу небезпеки за ГОСТ 12.1.007-76. У відповідності до ГОСТ 19433-88 та «Правил безпеки і порядку ліквідації аварійних ситуацій з небезпечними вантажами» пек кам'яновугільний ставиться до класу 6, підкласу 6.1, класифікаційний шифр – 6163, номер аварійної карточки – 614, номер ООН – 2810 (рідкий пек) и 2811 (твердий пек) [4].

При перевищенні гранично припустимої концентрації й систематичному впливі високих концентрацій аерозолів і парів пеку на організм людини уражуються шкірні покриви, верхні дихальні шляхи, нервова система, шлунково-кишковий тракт. Пек має канцерогенні властивості. Вплив сонячних променів підсилює токсична дія пеку. Пек – горюча невибухонебезпечна речовина. Розлитий пек після застигання збирають і спалюють у горючих сумішах. При роботі з пеком необхідно використати індивідуальні засоби захисту органів подиху і шкірних покривів.

1.3 Аналіз науково-технічної інформації щодо вантажопереробки та умов транспортування пеку електродного

Міжнародні документи чітко пропонують вимоги до транспортного встаткування, що може використатися для міжнародних перевезень небезпечних вантажів. Однак, часом розробляється нова продукція, що не вписується в існуючий розмірний ряд, який рекомендований до використання міжнародними документами [7]. На внесення відповідних змін у нормативну базу можуть знадобитися роки, і все це час новий вид тари або інше транспортне встаткування, яким би зручним і безпечним воно не було, фактично не може використатися для міжнародних перевезень. Додатковим фактором поширення технології МК-14-10 стало прийняття в грудні 2010 року в Женеві на 38-й сесії Підкомітету експертів по транспортуванню небезпечних вантажів (TDG) Європейської Економічної Комісії ООН рішення про включення в Рекомендації ООН (або Типові правила) м'якого контейнера для масових вантажів місткістю до 15 м³.

Це пропозиція, було підготовлено ліцензованою патентовласниками комерційною структурою – компанією ЗАТ «Нові технології в перевезеннях» і представлена в Підкомітет експертів ООН Міжнародною асоціацією по небезпечних вантажах і контейнерах (IDGCA) [7].

З метою гармонізації Рекомендації ООН по перевезенню небезпечних вантажів із правилами їхнього морського перевезення Підкомітет по небезпечних вантажах, навалочним вантажам і контейнерам (DSC) Міжнародної Морської Організації (ІМО) на 16-й сесії у вересні 2011 року в Лондоні включив м'який контейнер для масових вантажів у Міжнародні Правила морського перевезення небезпечних вантажів (IMDG code).

У міжнародних документах ці контейнери мають назву «flexible bulk container», або скорочено FBC. Після проведення гармонізації правил перевезень стало можливим використання м'яких контейнерів МК-14-10 при мультимодаль-

ному транспортуванні насипних небезпечних вантажів по усім світі різними видами транспорту [7].

Габарити, об'єм і міцність контейнерів кампанії «Нові технології в перевезеннях» МК-14-10 розроблялися таким чином, щоб при найбільшій вантажомісткості забезпечити можливість його доставки всіма видами транспорту, і при цьому забезпечити найменшу площу складування (до 5-ти ярусів у висоту) і максимальну швидкість перевалки сипучих вантажів [8].

Контейнер МК-14-10 зручний в експлуатації, має два контури захисту від мимовільного вивантаження. Вони дозволяють здійснювати навантаження судів навіть із необладнаної берегової смуги й довантаження судів на рейді, забезпечуючи при цьому щонайкраще екологічну безпеку. Але найбільший економічний ефект від використання даного типу контейнерів досягається при мультимодальних перевезеннях сипучих вантажів, у тому числі стосовних до небезпечного (номера ООН 1350, 2811 (під гранульований), 1942).

Завдяки властивостям матеріалів, з яких виготовляються МК-14-10 (вони є безпечними у пожежному та вибуховому відношенні й самостійно не займаються), ці контейнери захищають від небезпечних речовин вагони, верхні будови залізничних колій, автоматичні регулюючі пристрої, сигнальні арматури й іншу транспортну інфраструктуру. Контейнер установлюється уздовж поздовжньої осі піввагона в кількості 5 одиниць і не вимагає якого-небудь закріплення в ньому. Застосування контейнерів МК-14-10 підвищують екологічну безпеку процесу перевезення й зберігання твердих сипучих небезпечних вантажів [8].

Контейнери МК-14-10 виробляються у двох модифікаціях: з тканини, яка просочена гумою, та поліпропіленові (МАПр-14-10) [9].

МКПр-14-10 дозволяє перевозити зернові продукти, сірку, *кам'яновугільний електродний пек*, цукор-сирець, паливні гранули, гранульований вуглець тощо. Вони знайшли широке застосування в країнах СНД й деяких країн Євросоюзу.

Були проведені випробування контейнера МК-14-10 у Дніпро-Бугському порту Миколаївського глиноземного заводу. У рамках випробувань контейнер із глиноземом був придавлений металевими й залізобетонними конструкціями загальною

вагою 58 тонн, що еквівалентно тиску більш ніж 4 ярусів контейнерів МК-14-10, у кожному з яких перебуває по 14 тонн вантажу [9]. Під час випробувань на перекидання, контейнер містився на платформу автопричепа (без тягача), вільна частина якої піднімалася порталним краном. Кут підйому платформи автопричепа стосовно обрію становив 30° . У результаті верхні частини контейнера й весь контейнер не змістилися із платформи, а контейнер зберіг форму й стійкість. Ці контейнери мають також високу довговічність (кількість застосувань контейнера до 1000 циклів).

Конструкція контейнера МК-14-10 захищена міжнародними патентами. На МК-14-10 отриманий сертифікат типового схвалення Регістра Ллойда на конструкцію й виробництво, сертифікат Держстандарту на відповідність ТУ, а також дозвіл служби по екологічному, технологічному й атомному нагляду на застосування при транспортуванні небезпечних вантажів. Він допущений до залізничних перевезень у піввагонах «Технічними умовами розміщення й кріплення вантажів у вагонах і контейнерах» [9].

Використання протягом тривалого часу м'якого великотоннажного багатооборотного контейнера МК-14-10 при транспортуванні й зберіганні твердих сипучих вантажів, у тому числі й небезпечних, як в односкладових, так й у мультимодальних перевезеннях, показало, що ці контейнери є надійним упакуванням для хімічно активних, гідрофобних й інших сипучих вантажів.

Застосування м'яких контейнерів МК-14-10 для перевезень вантажів має багато переваг [10]:

1. Застосування технології МК-14-10 дозволяє використати будь-який порт, причал, пристань. При цьому, як правило, вартість перевалки значно нижче, ніж у спеціалізованих портах. При формуванні ставки перевезення, зберігання й перевалки, ставка за один контейнер МК-14-10 значно нижча, ніж при традиційних технологіях.
2. Виключається контакт вантажу із зовнішнім середовищем, а також вантаж охороняється від реакції з вологою й зберігається в незмінному стані протягом всієї доставки.

3. Використання контейнера вирішує проблему вивантаження практично в будь-якому місці: в технологічний транспорт заводу, на складі, у технологічний процес тощо.
4. Вантаж у МК-14-10 може складуватися на відкритих площадках нагромадження при температурі від -50°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
5. Контейнер МК-14-10 може бути завантажений і вивантажений протягом декількох хвилин.
6. При використанні технології МК-14-10 досягається норма навантаження-вивантаження до 5000 т/добу при роботі одним порталним краном;
7. Контейнер МК-14-10 охороняє транспортні засоби й навколишнє середовище від ушкоджень, викликаних зіткненням з хімічно активними речовинами.

1.4 Умови зберігання і перевезення пеку електродного [11]

У морських і річкових портах твердий пек зберігають на відкритих складських площадках. При зберіганні пеку навалом обмежується висота штабеля.

Поверхня покриття складу, призначеного для складування пеку навалом, повинна бути рівною, горизонтальною. Очищеною від сміття (льоду та снігу взимку). Перед початком формування штабелю, керівник робіт вказує місце, визначає розміри штабелю, виходячи з таких вимог: не ближче 0,7 м від виступаючих частин конструкцій крану. Висота конусу штабелю – не більш 5,0 м. При залишках вантажу на причалі, висотою штабелю менш 1,0 м. вантаж на складі підгортається бульдозером до тилу або у зону дії крану.

Склад пеку повинен бути надійно обгороджений, мати достатню кількість проїздів і під'їздів. Штабелі з вантажем розміщують на території складу за певним планом по напрямку пануючого вітру. Поверхня штабеля руди повинна бути рівною, без западин і мати невеликий ухил для стікання дощової й поталої вод.

Твердий пек зберігають в умовах, що виключають влучення вологи, зольних домішок і вплив прямих сонячних променів [11].

Твердий пек транспортують навалом у чистих піввагонах. Електродний пек можна транспортувати тільки у критих вагонах або у бункерних піввагонах.

Пік транспортують відповідно до правил перевезення вантажів, що діють на транспорті певного виду.

При перевантаженні, зберіганні й перевезенні пеку морським транспортом необхідно керуватися Правилами морського перевезення небезпечних вантажів. Пековий пил і пари отрутні, при зіткненні зі шкірою або при вдиханні можливі поразки підщелепних тілець, запалення слизуватих дихальних шляхів, а також явища загального отруєння (нудота, блювота) [11]. Особливо сильно пековий пил діє на світлі й у жарку погоду, тому для робітників, зайнятих перевантаженням пеку, обов'язкові спецодяг, рукавиці, захисні окуляри.

Пек транспортують у тарі й навалом. Найбільш прийнятними є спеціальні контейнери, подвійні мішки із синтетичних полімерних матеріалів і металеві бочки зі знімними днищами. Під час перевезення навалом пек повинен бути тільки в гранульованому стані, тому що твердий пек нерідко доводиться розбивати, внаслідок чого утвориться велика кількість пилу.

Пек зберігають на відкритих площадках, під навісом й у закритих спеціалізованих складах. Ділянка для переробки пеку повинна бути віддалена від місць розташування інших вантажів не менш чим на 100 м. Пекова площадка повинна мати цементне покриття з ухилом для стоку промивних вод у виробничу каналізацію й дощате огороження висотою до 2 м. Для змочування пеку водою перед навантаженням з метою зменшення пилоутворення на вантажній ділянці встановлюють водопровідні поливальні крани й каналізаційні трапи [11].

Для попередження забруднення пеком акваторії порту при проектуванні спеціальних ділянок необхідно передбачити збір стічних вод з канав у виробничу каналізацію з попереднім уловлюванням пеку у відстійниках. Скидати пек, різні його залишки, а також промивні й стічні води, що містять пік, у воду категорично забороняється.

Перевантажувальні роботи з пеком, що транспортується навалом, не допускаються при швидкості вітру більше 3 м/с. При сильному вітрі пек може впливати на людей, що перебувають навіть на відстані до 25 м від місця виробництва перевантажувальних робіт [11]. Всі роботи на відкритому повітрі повинні вироблятися в нічний час, тобто в період від заходу до сходу сонця.

1.5 Характеристика транспортної тари для перевезення пеку

В даній роботі необхідно розробити можливі варіанти доставки пеку з підприємства ПрАТ «Запоріжжкокс». З оглядом на нормативні вимоги до зберігання та транспортування пеку, а також з урахуванням його небезпечних властивостей, доставка пеку повинна здійснюватися у тарі.

В роботі пропонується відвантаження і доставку пеку кам'яновугільного електродного здійснюватися із застосуванням м'яких контейнерів. Будемо розглядати два варіанти доставки:

- 1 варіант доставки – в поліпропіленових контейнерах типу big-bag;
- 2 варіант доставки – у великотоннажних поліпропіленових контейнерах МКПр-14-10.

Big-bag [8] – мішок великого розміру та вантажопідйомності, який має стропи. Його зручно використовувати для зберігання та транспортування насипних та гранульованих вантажів. Big-bag виробляється з поліпропіленової тканини. Для більшого захисту від вологи, поліпропіленова тканина може бути ламінована або містити поліетиленовий вкладиш. М'який контейнер може мати від одного до чотирьох стропів, різні опції для полегшення процесів навантаження та розвантаження (верхній та нижній клапани, фартух розкривне дно).

М'який контейнер типу big-bag має підвищені експлуатаційні властивості як транспортної оболонки, так і внутрішнього поліетиленового вкладишу, який стійкий до проколів. Ця властивість дуже актуальна при перевезенні гранульованих

пеків. Поліетиленова плівка вкладиша стійка як до низьких, так і до високих температур. Технічна характеристика контейнерів типу big-bag наведена у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристика м'якого контейнера типу big-bag

Найменування параметру	Значення параметру
Вантажопідйомність, т; не більш	2,0
Кількість вантажопідйомних петель, од.	4
Характеристика порожнього контейнера	
Транспортна оболонка	одношарова поліпропіленова тканина
Поверхнева міцність оболонки, г/м ²	140,0
Плоска ширина, мм	1600
Плоска довжина, мм	1800
Завантажувальний пристрій:	
- діаметр, мм	380
- довжина, мм	500
Вкладиш поліетиленовий:	
- довжина, мм	2500
- ширина, мм	1700
- товщина, мм; не менш	0,75
Маса контейнера із вкладишем, кг	2,0
Характеристика завантаженого контейнера	
Висота завантаження максимальна, мм	1300
Діаметр, мм	1019
Дно – цільнокройне, мм	980×980
Об'єм завантаження, м ³ ; не менш	0,90
Коефіцієнт безпеки	5 : 1

М'які контейнери типу big-bag мають наступні переваги [8]:

- зручні в експлуатації;
- міцні та в тож час гнучкі;
- мають широку розмірну сітку;
- легкі та зручні під час зберігання вантажів;
- легко піддаються утилізації;

- виготовлюються за параметрами клієнтів;
- мають низьку власну вартість.

За другим варіантом доставки передбачається перевезення пеку у м'яких спеціалізованих багатооборотних контейнерах МКПр-14-10, які виготовлюються за унікальною запатентованою технологією, призначеною для транспортування, тимчасового зберігання, перевалки різних сипучих вантажів (у т.ч. небезпечних) Застосування МКПр-14-10 при транспортуванні дозволяє [9,10]:

- мінімізувати втрати при навантаженні, вивантаженні, перевантаженні;
- виключити контакт вантажу із зовнішнім середовищем, а також охороняти від реакції з вологою, зберігати вантаж у незмінному стані протягом всієї доставки;
- зберігати вантаж на відкритих площадках при від -50 °С до + 60 °С;
- зменшити час вивантаження/завантаження вантажу;
- охороняти транспортні засоби від ушкоджень, викликаних зіткненням з хімічно активними речовинами.

Основною перевагою контейнерів МКПр-14-10 є мінімізація транспортних витрат під час перевезення сипучих вантажів за рахунок значної економії часу на навантаження-вивантаження й мінімальні вимоги до терміналів і способів транспортування [9,10]. При використанні МКПр-14-10 на морському транспорті з'являється можливість перевозити сипучі вантажі на будь-яких судах (не тільки на балкерах), крім цього, трюми суден не треба зачищати й готувати до перевезення різнорідних вантажів.

На залізничному транспорті більшість сипучих вантажів перевозиться в спеціалізованому рухомому складі – вагонах-мінераловозах, бункерного типу тощо. При перевезеннях вантажів у МКПр-14-10 можуть використатися універсальні піввагони (відкриті), що значно знижує вартість перевезення [9,10].

При перевезеннях у МКПр-14-10 автотранспортом можливо використання універсальних причепів і напівпричепів, що значно здешевлює перевезення й відкриває ринок для універсальних машин.

Використання МКПр-14-10 істотно спрощує одержання необхідних дозвільних документів на перевезення й перевалку сипучих вантажів і саме перевезення й перевалка відбувається при мінімальному впливі на навколишнє середовище.

М'який контейнер МКПр-14-10 являє собою ємність із верхнім завантажувальним та нижнім розвантажувальним отворами, які поміщені у силову сітку з підйомними петлями, закріпленим дном та зачековочним пристроєм [9,10].

Завантажувальна ємність виготовлюється із різних матеріалів, в залежності від типу перевезеного вантажу – поліпропіленове полотно, гумо-кордова тканина тощо. Силовий каркасний сітчастий пристрій виготовлюється з високоміцних реміньових стрічок та поліпропіленової тканини із застосуванням технологій, які застосовуються при виробництві парашутів.

Характеристика м'якого контейнера МКПр-14-10 наведена у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристика м'якого контейнера МКПр-14-10

Найменування параметру	Значення параметру
Вантажопідйомність, т;	14,0
Вантажомісткість, м ³	13,0
Кількість вантажопідйомних строп, од.	8
Діаметр вивантажувального рукаву, мм	800
Довжина вивантажувального рукаву, мм	1200
Вага порожнього контейнера, кг	70,0
Об'єм згорнутого контейнера, м ³	0,35
Характеристика завантаженого контейнера	
Висота завантаження максимальна, мм	2800
Діаметр, мм	2450
Коефіцієнт безпеки	8 : 1

Під час перевезення вантажів у МКПр-14-10 забезпечується схоронність піввагона, особливо при проведенні розвантажувальних робіт грейфером у портах, немає просипу (втрат) вантажу на верхню будову колії й стрілки (автоматику) [9,10].

1.6 Загальні відомості про Запорізький річковий порт

З оглядом зазначеного, доставка пеку закордонним споживачам буде здійснюватися водним транспортом через Запорізький річковий порт [12], який є одночасно підприємством ринкової інфраструктури й дочірнім підприємством акціонерного товариства «Судноплавна компанія «Укррічфлот», яка має статус національного перевізника.

ДП «Запорізький річковий порт» – велике транспортне підприємство, яке розташовано в центральній частині міста Запоріжжя на лівому березі річки Дніпро. Дане підприємство охоплює площу 38,22 га та має у своєму складі 3 великих структурних підрозділи [12]:

- Перший вантажний район, який обслуговується залізничною станцією УЗ Порт Велике Запоріжжя;
- Другий вантажний район, який обслуговується залізничною станцією УЗ Запоріжжя Пристань. До його складу входить також вантажний причал «Дніпрорудний»;
- Порт «Нікополь».

Потужності порту дозволяють обробляти більше 3 млн. тонн вантажів на рік. Порт приймає й відправляє вантажі до портів Чорного й Середземного морів, а також річок Дніпро і Дунай. Порт може приймати судна типу «ріка-море» довжиною до 180 м й осадкою до 4 м. Основна номенклатура вантажів: руда, кокс, вугілля, металобрухт, пісок, металопрокат, добрива, пісок. На причалах ДП «Запорізький річковий порт» обробляються суховантажні судна вантажопідйомністю від 1500 до 5000 т [12].

Порт відкритий для невійськових суден під будь-якими прапорами дедвейтом до 5000 т, довжиною до 180 м й осадкою до 4 м у прісній воді, протягом зазначеного строку навігації. Порт надає стивидорні, митні, агентські й сюрвеєрські послуги, забезпечує схоронність вантажів та якість транспортних послуг. Навантажувально-розвантажувальні роботи в порту виконуються цілодобово.

Запорізький річковий порт надає такі послуги [12]:

- прийом суден в порт під обробку, стоянку та інші операції; здійснюється тільки з попередньої згоди, після підтвердження порту про прийом або на основі договорів (угод);
- завантаження, розвантаження суден; перевалка на водний транспорт з інших видів транспорту й в зворотному напрямку;
- сепарування, закріплення-відкріплення вантажу;
- сухе очищення трюмів після розвантаження судна;
- транспортно-експедиторське обслуговування;
- складські операції з вантажем;
- оформлення вантажних документів на завантажений (вивантажений) товар;
- зняття фекальних вод біля причалів або на рейді;
- надання буксирів для виконання швартових операцій;
- бункерівка водою;
- надання відстійних причалів для суден.

1.7 Технологія та організація переробки пеку в big-bag в порту

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

Судна й вагони, що прибули до порту, розвантажуються та завантажуються у певні періоди часу. Якщо судна або вагони затримуються більше встановленої норми часу, то порт сплачує пароплавству й залізниці штраф у відповідному розмірі. При організації обробки суден треба прагнути до їхньої швидкої обробки з перевантаженням матеріалів за більш ефективним прямим варіантом. Швидкої обробки судна можна досягти шляхом покращення організації роботи, застосування най-

більш ефективної технології, яка підвищує продуктивність роботи механізмів й робочих за найкращого використання механізмів й транспорту. Строки завантаження й розвантаження суден визначаються судново-годинними нормами, а строки перевантаження вагонів – нормами, які передбачені вузловими угодами між портом й залізницею. Робота порту має бути організована таким чином, щоб навантажувально-розвантажувальні операції були виконані в певний строк або достроково.

Після отримання повідомлення про прибуття судна порт починає підготовку до його прийому. В залежності від роду вантажу, пункту його призначення, маси окремих вантажних місць й розмірів судна обирають причал, готують складську площу, засоби механізації, розробляють технологічний план розвантаження судна.

Для навантажувально-розвантажувальних фронтів, де планується великий об'єм робіт, робітники порту й залізниці складають графіки подачі, обробки й прибирання вагонів. Для найбільш доцільного використання робочої сили й технічних засобів порту складають змінно-добовий план роботи для кожного району. План передбачає: виконання суднових, вагонних й складських операцій; забезпечення суден паливом й водою; введення суден до порту, виведення з порту й перешвартування, розміщення робочих, механізмів й транспорту по об'єктах робіт.

Усі судна й вагони мають бути оброблені у період діючих норм завантаження й розвантаження. Час міжзмінних перерв слід використовувати для забезпечення безперервної роботи бригад й механізмів нової зміни. Підготовку до роботи проводять усі учасники навантажувально-розвантажувальних робіт: оперативні й складські робітники, портові робочі та інші робітники районів, відділів й господарств порту. В залежності від варіанту робіт складські робітники підготовлюють вантаж й документацію для видачі зі складу або готують майданчики й все необхідне обладнання для прийому вантажу на склад [13].

Технологія вантажно-розвантажувальних й транспортно-складських робіт сипких вантажів залежить від типу й призначення складу, характеру вантажу, розмірів вантажопотоків, термінів зберігання вантажу, варіанту механізації НРТС робіт та інших факторів. Організація навантажувально-розвантажувальних робіт

повинна відповідати технологічним картам, які розроблено для даного роду вантажу й варіанту перевантажувальних робіт [13].

Переробляти пек кам'яновугільний електродний у порту можна на причалі № 6, який призначений для переробки навалочних вантажів. Пек перевантажуються або на склад або за прямим варіантом відразу з навантаженням у судна.

У дипломному проекті розглядаються питання технології та організації вантажопереробки пеку у порту. При перевантаженні пеку з вагонів у судна використовують складський варіант. Для ефективної переробки пеку заздалегідь розробляють транспортно-технологічну схему, згідно якої виконуються всі вантажні й транспортно-складські операції.

Суднова операція [13].

Перед початком завантаження судно надійно швартується біля причалу. На берег подається трап. Відкриті отвори, люки, горловини у зоні перевантажувальних робіт відгороджуються. Завантаження судна виконується під керівництвом вахтового начальника або шкіпера рейду у відповідності до діючої «Інструкції з навантаження, вивантаження сипких вантажів і баластуванні вантажних теплоходів різних проектів».

При роботі в умовах низьких температур повітря, повинно виключити ковзання та падіння людей при переходах по трапах (містках) і палубі судна. При перевезенні пеку у м'яких контейнерах розміщення х в суднах відбувається щільними рядами без технологічних зазорів. Перед навантаженням всі виступаючі та гострі деталі набору корпусу в трюмах повинні бути закриті дошками або фанерою.

Вагонна операція [13].

Починати роботи з вивантаження вагонів дозволяється тільки після встановлення вагонів по фронту робіт й фіксування їх стандартними гальмівними башмаками. У зимовий період трапи та сходні на крані повинні бути завжди очищені від снігу та льоду та посипані піском.

Перед вивантаженням м'яких контейнерів з піввагону докер-механізатор встановлює до борту вагону приставні сходи. Докер-механізатор (сигнальник) по приставним сходам піднімається у піввагон. Тримаючись однією рукою за борт

піввагону, від другого докера приймає пристані (2 м) сходи, встановлює їх і за допомогою приставних сходів спускається в піввагон. Подає команду крановику на подачу траверси. Після стропування м'яких контейнерів відходить на безпечну відстань (не менш 5 м від у сторону, протилежну руху вантажу), подає команду крановику вивантажувати контейнери на склад. Після вивантаження м'яких контейнерів докер-механізатор зачищає вагон від залишків сепарації і в зворотному напрямку залишає піввагон.

Складська операція [13].

Поверхня покриття складу, призначена для складування м'яких контейнерів, повинна бути рівною та очищеною від сторонніх предметів, сміття (льоду та снігу взимку) та огорожена аншлагами «Прохід заборонено» та «Небезпечний вантаж».

Відстроплення м'якого контейнера та формування штабелю виконують два докери-механізатори, один з яких призначається сигнальником. Формування штабелю виконується на відстані не менш 0,7 м від виступаючих частин порталу крану. На відкритих складських майданчиках, щоб виключити намокання першого ярусу, м'які контейнери встановлюють на дерев'яні піддони або на дерев'яні настили. В штабель м'які контейнери встановлюють щільними рядами суворо вертикально, щоб забезпечити їхню стійкість. Штабель м'яких контейнерів формують рядами, паралельними кордону. Після встановлення в кожному ярусі контейнерів до них впритул формують наступні ряди на всю глибину відведеного складського майданчика. Другий ярус формують з уступами у два контейнери у напрямку перпендикулярному кордону і в один контейнер по іншим бокам штабелю. Штабель формується на висоту не більш 2 ярусів. розмір штабелю встановлюється в залежності від розміру партії, наявності складських площ та тривалості зберігання.

Встановлені на складі м'які контейнери накриваються брезентом, виключаючи попадання вологи та прямих сонячних променів. Розформування штабелю ведеться у зворотному порядку, пошарово. На складі стропування м'яких контейнерів виконують два докери-механізатори. Один з них призначається сигнальником. За командою сигнальника крановик подає на склад траверсу (стропи), на висоту, необхідну для стропування м'яких контейнерів, і виконує повну зупинку крану.

Під час подачі траверси (стропів) на склад, стропальники знаходяться у безпечній зоні (не менш 5 м від, у протилежну сторону руху вантажу).

За командою сигнальника крановик піднімає контейнер на висоту не більш 0,3 м, та упевнившись у правильності стропування, цілісності контейнера, стропальник відходить на відстань не менш 5 м. Після цього сигнальник подає команду крановику виносити вантаж на судно.

Кордонна операція [13].

У випадку розриву м'якого контейнера, пек, який просипався, збирають совковою лопатою та впаковують у новий м'який контейнер.

У табл. 1.4 наведена загальна характеристика технічних засобів, що задіяні на переробці пеку у м'яких контейнерах, а у табл. 1.5 – схема розстановки робочих та машин на місці виконання робіт з перевалки пеку у м'яких контейнерах. Маса одного вантажного місця – 1,202 т. Питомий навантажувальний об'єм – до 0,71 м³/т.

Таблиця 1.4 – Загальна характеристика технічних засобів, що задіяні на переробці пеку у м'яких контейнерах

Назва елемента	Характеристика
Судно	Вантажний теплохід типу ріка – море. Тип трюму – I Вантажопідйомність – 1350...3000 т
Вагон	Тип – на піввагон. Вантажопідйомність – 68...72 т
Перевантажувальні механізми	Крани портальні №№ 156, 171, 163, 121 Вантажопідйомність – 10...16 т
Автонавантажувач	Вантажопідйомність – 1,5 т
Упакування	М'який контейнер – МК Вантажопідйомність – до 1,202 т
Вантажозахватні пристрої	Двогільковий строп Траверса – 4,5 т
Інвентар	Піддони дерев'яні (дошки) Лопата совкова, мітла, приставні сходи, брезент Комплект засобів індивідуального захисту
Склад	Причал № 6: відкритий бетонований майданчик

Всі вантажні роботи в порту з переробки пеку у м'яких контейнерах на території Запорізького порту виконуються згідно робочої технологічної карти № 1-3-Т, яку затверджено начальником порту [13].

Таблиця 1.5 – Схема розстановки робочих та машин на місці виконання робіт з перевалки пеку у м'яких контейнерах

Технологічні схеми	Вагон	Склад	Механізм	Судно	Всього
	Докер	Докер	ПК	Докер	Докер
1. Вагон – Портальний кран – Склад	2	2	1	-	5
2 Склад – Портальний кран – Судно	-	2	1	2	5

1.8 Технологія виконання перевантажувальних операцій з м'якими контейнерами МКПр-14-10

Технологія завантаження [9, 10].

На цей час існує декілька схем завантаження м'яких спеціалізованих контейнерів МКПр-14-10. Умовно їх можна розбити на дві групи.

1. Вузол завантаження МКПр-14-10 розміщений безпосередньо у місці відвантаження продукції залізничним транспортом.

Завантаження МКПр-14-10 провадиться в такий спосіб:

- порожні МКПр-14-10 до початку завантаження подаються в піввагон по 5 одиниць на вагон;
- вагон подається під силос;
- траверсу вантажопідйомного механізму опускають у вагон;
- МКПр-14-10 розвертається й зачіпається за траверсу;
- траверса піднімається нагору до завантажувальної горловини силосу. Дно МКПр-14-10 відірване від землі;

- завантажувальні горловини МКПр-14-10 і силосу сполучаються;
- починається навантаження; у міру завантаження МКПр-14-10 осаджується й ставиться по центрі вагона;
- по закінченню завантаження завантажувальна горловина МКПр-14-10 відчіплюється, траверсу відчіплюють, вагон переміщається на 1,5 м для завантаження наступного МКПр-14-10.

Час завантаження п'яти МКПр-14-10 або одного вагона: 35...45 хвилин.

Норма навантаження до 2000 т за добу з одного вузла.

2. Вузол завантаження МКПр-14-10 винесений убік від місця відвантаження продукції залізничним транспортом.

З основного складу (силосу, складського приміщення) виведений окремий трубопровід (транспортер) із завантажувальною горловиною на кінці.

Завантаження МКПр-14-10 виробляється двома способами:

1) із застосуванням вантажопідйомного механізму:

- порожній МКПр-14-10 розвертається на землі або на борті автомобіля під завантажувальним вузлом;
- МКПр-14-10 зачіпається за траверсу, вивішену на автокрані (вантажопідйомність 16 т мінімум) або за траверсу вантажопідйомного механізму;
- траверсу піднімають нагору, завантажувальна горловина МКПр-14-10 з'єднується із завантажувальним вузлом.

Час завантаження одного контейнера: 5...6 хвилин.

2) без застосування вантажопідйомного механізму:

- порожній МКПр-14-10 розвертається на платформі автомобіля. Автомобіль обладнаний спеціальною підтримуючою рамою;
- МКПр-14-10 зачіпається за верхню частину рами. Автомобіль під'їжджає під завантажувальну горловину. Завантажувальна горловина МК-Пр14-10 і навантажувального пристрою сполучаються;
- по закінченні завантаження, завантажувальна горловина від'єднується й автомобіль доставляє МКПр-14-10 до місця нагромадження партії, контейнер виймається з підтримуючої рами порталним краном. У міру нагромаджен-

ня партії відбувається відвантаження залізничним і водним транспортом.

Можливе відвантаження за прямим варіантом.

Час завантаження одного контейнера: 5...6 хвилин.

Технологія розвантаження [9, 10].

МКПр-14-10 має розвантажувальний вузол, що складається із двох частин.

Основна частина має форму циліндра діаметром 800 мм та довжиною 1300 мм. Перед вивантаженням вантажу докер самостійно або за допомогою крана розкриває 2 замки (зусилля розкриття – 20 кгс).

Після розкриття першого замка із дна контейнера випадає закрита розвантажувальна труба, після розкриття другого замка – розвантажувальна труба розкривається й вантаж починає висипатися із м'якого контейнера.

Час розкриття м'якого контейнера: 5 с.

Час висипання вантажу (пеку) із м'якого контейнера: 1,5 хв.

При необхідності зупинки висипання вантажу із МК-14-10 (дозування) використовується спеціальний начіпний пристрій, що перекриває вивантажувальну трубу.

Площа, що займає МКПр-14-10 на площадці складування, становить 4,52 м², висота при 100 % завантаженні – 2,8 м.

Допускається складування контейнерів МК-14-10 в 6 ярусів при висоті в 17 м.

У випадку складування в 6 ярусів, на 1 м² можливе складування 72 м² сипучих вантажів або до 90 т.

При складуванні в 2 яруси на 1 м² укладається 24 м³ вантажу або до 30 т.

Складська площадка (бетон, асфальт, гравій, земля) повинна бути рівною, не засміченою гострими предметами.

Після вивантаження із залізничних вагонів м'яких контейнерів їх не потрібно зачищати. При перевезенні м'яких контейнерів у піввагонах забезпечується їхня схоронність, особливо при виконанні перевантажувальних робіт грейферним механізмом у порту, нема висипання вантажу на верхню будову залізничної колії та стрілки.

Для перевезення вантажів у м'яких контейнерах можуть використатися вагони з-під будь-яких вантажів і відбраковані іншими відправниками вантажу (з

отворами в кузові вагона, несправними люковими замками й ін.). Час навантаження вагона із площадки нагромадження або вивантаження з вагона на складську площадку складає 15...20 хвилин.

За рахунок швидкого часу розвантаження/навантаження й відсутності втрат часу на зачищення й здачу вагонів після вивантаження на залізниці значно підвищується оберт універсального рухомого складу.

При перевезенні водним транспортом можливе встановлення м'яких контейнерів у 3 яруси по висоті у великотоннажних суднах та у 2 яруси у суднах типу ріка – море.

1.9 Обґрунтування необхідності проведення дослідження технологічного процесу доставки пеку кам'яновугільного

При аналізі нормативних джерел з технології й організації переробки пеку було визначене наступне. Кам'яновугільний електродний пек на підприємстві виготовляється відповідно до вимог стандарту ГОСТ 10200-83 за технологічним регламентом, затвердженим у встановленому порядку.

ПрАТ «Запоріжжкокс» виробляє кам'яновугільний електродний пек марок:

- марка А: пек для конструкційних вуглецевих матеріалів, допускається використати для виробництва електродної продукції й виробів електротехнічного призначення;
- марка Б: пек для електродної продукції широкого призначення;
- марки Б₁ й В: пек для алюмінієвої промисловості.

Пек кам'яновугільний електродний – токсичний продукт. Отруєння і шкірні поразки можливі при впливі пилу, який виникає під час проведення перевантажувальних робіт при перевезенні гранульованого пеку навалом.

За ступенем впливу на організм пек ставиться до II класу небезпеки за ГОСТ 12.1.007-76. У відповідності до ГОСТ 19433-88 та «Правил безпеки і порядку лік-

відації аварійних ситуацій з небезпечними вантажами» пек кам'яновугільний ставиться до класу 6, підкласу 6.1, класифікаційний шифр – 6163, номер аварійної карточки – 614, номер ООН – 2810 (рідкий пек) и 2811 (твердий пек).

При перевищенні гранично припустимої концентрації й систематичному впливі високих концентрацій аерозолів і парів пеку на організм людини уражуються шкірні покриви, верхні дихальні шляхи, нервова система, шлунково-кишковий тракт. Пек має канцерогенні властивості. Вплив сонячних променів підсилює токсичну дію пеку. Особливо сильно пековий пил діє на світлі й у жарку погоду, тому для робітників, зайнятих перевантаженням гранульованого пеку навалом, необхідно використати індивідуальні засоби захисту органів дихання і шкірних покривів.

Електродний пек навалом можна транспортувати тільки у критих вагонах або у бункерних піввагонах. Під час перевезення навалом пек повинен бути тільки в гранульованому стані, тому що твердий пек нерідко доводиться розбивати, внаслідок чого утвориться велика кількість пилу.

Якщо пек перевозиться в тарі, то вона повинна бути міцною й герметичною. Найбільш прийнятними є спеціальні контейнери, подвійні мішки із синтетичних полімерних матеріалів.

Твердий пек зберігають в умовах, що виключають влучення вологи, зольних домішок і вплив прямих сонячних променів. Ділянка для переробки пеку повинна бути віддалена від місць розташування інших вантажів не менш чим на 100 м. При сильному вітрі пек може впливати на людей, що перебувають навіть на відстані до 25 м від місця виробництва перевантажувальних робіт. Всі роботи на відкритому повітрі з навалочним пеком повинні виконуватися в нічний час, тобто в період від заходу до сходу сонця.

На цей час у ПрАТ «Запоріжжкокс» є попередні домовини про поставку пеку для закордонних кампаній, які працюють у галузі кольорової металургії. За цими угодами передбачено поставку пеку на експорт за базисною умовою FOB (франко-борт...). За цим базисом поставки продавець (відправник) несе всі витрати до моменту поставки товару на борт судна, яке фрахтує покупець (одержувач вантажу).

З урахуванням небезпеки при виконанні перевантажувальних робіт з навалочним пеком у даній роботі необхідно розробити такі технологічні процеси з вантажопереробки та доставки пеку у порт і організацію завантаження у судно, які дозволять уникнути негативний вплив пеку на робітників.

Буде розглянуто два варіанти організації технологічного процесу доставки.

1. За першим варіантом пропонується відвантажувати споживачам пек у звичайних big-bag вантажопідйомністю до 2 т. М'які контейнери big-bag будемо завозити у Запорізький річковий порт залізничним транспортом у звичайних піввагонах. В порту big-bag вивантажуються на причалі № 6. Вантаж накопичується на суднову партію. Після прибуття судна у порт big-bag з пеком завантажуються на судно типа «ріка – море» і доставляються споживачам. Одночасно на судно можна відвантажувати до 3000 т пеку. М'які контейнери big-bag у даному випадку є безповоротною тарою і включаються у вартість товару.

2. За другим варіантом пропонується відвантажувати кам'яновугільний електродний пек у м'яких контейнерах МКПр-14-10. У зв'язку з тим, що ці контейнери мають дуже високу вартість, пропонуємо таку технологію доставки.

На підприємстві пек завантажується у м'які великотоннажні контейнери МКПр-14-10, які вже знаходяться у піввагоні. Потім вантаж доставляється залізничним транспортом у річковий порт, де пек з м'яких контейнерів МКПр-14-10 перевантажується безпосередньо у трюми судна. Після завантаження судно з пеком відправляється споживачам. Порожні м'які контейнери МКПр-14-10 вагонами повертаються на підприємство для подальшого використання.

У даній роботі будуть виконані всі технологічні та економічні розрахунки для визначення найбільш прийняттого варіанту відвантаження та доставки пеку закордонним споживачам.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка пропонованих варіантів технології й організації процесу відвантаження і доставки пеку кам'яновугільного

2.1.1 Розробка технології відвантаження та доставки пеку кам'яновугільного у м'яких контейнерах big-bag

В роботі пропонується розглянути два варіанти вантажопереробки і доставки пеку кам'яновугільного електродного з коксохімічного заводу у порт.

За *першим* пропонованим варіантом кам'яновугільний пек відвантажується з підприємства в м'яких контейнерах – big-bag.

За цією технологією пек зберігається в товарних бункерах, які обладнані шиберами й корковими кранами [14]. Завантаження пеку в big-bag здійснюється за допомогою затарочних машин, обладнаних бункерними вагами. Гранульований пек упаковується в м'які разові контейнери з поліетиленовим вкладишем. Упакування забезпечує повну схоронність під час перевезення з обліком декількох перевалок, різними видами транспорту, а також з урахуванням кліматичних умов, у яких здійснюється транспортування.

Перший пропонований варіант транспортно-технологічної схеми відвантаження й доставки пеку гранульованого наведений на *слайді 1* графічної частини роботи.

Упакування гранульованого пеку в big-bag здійснюється на конвеєрній лінії, що складається зі стрічкового транспортера вузла фільтрації, прийомного бункера, завантажувального шнека, тічки, платформних електронних тензометричних ваг.

М'який контейнер з поліетиленовим вкладишем надівається на розтруб відкидної тічки. Після закріплення його хомутом, включається в роботу завантажувальний шнек. Big-bag під час завантажування перебуває на платформних елект-

ронних вагах. М'який контейнер заповнюється до норми завантаження. Після цього завантажувальний шнек зупиняється кнопкою, і з розтруба знімається поліетиленовий вкладиш.

На *слайді 2* графічної частини роботи показано технологічне обладнання для затарювання пеку кам'яновугільного у big-bag на підприємстві.

Завантажені big-bag однобалковим мостовим краном піднімаються із платформних ваг і транспортуються в зону відвантаження. Тут big-bag з пеком завантажуються в піввагони. При такій технології відвантаження й доставки забезпечується повна схоронність вантажу в шляху проходження й під час зберігання.

Завантажені вагони доставляють big-bag з гранульованим пеком у Запорізький річковий порт. В порту вони вивантажуються портальним краном на відкритий майданчик причалу № 6. На причалі big-bag зберігаються під накопиченням в очікуванні прибуття судна в порт.

Після прибуття судна в порт і оформлення всіх документів на відвантаження, big-bag з гранульованим пеком завантажуються на судна змішаного типу плавання «ріка - море». Завантаження відбувається також портальними кранами, які обладнані траверсними захватами. За один цикл одночасно можна перевантажувати 6 big-bag з гранульованим пеком.

Після завантаження всієї суднової партії і оформлення документів на передачу вантажу на судно, обов'язки Запорізького коксохімічного заводу з поставки товару за зовнішньоторговельним контрактом завершуються. Всі інші операції і витрати з доставки покладаються на покупця.

Для подальших технологічних розрахунків необхідно визначити кількість пеку в одному big-bag за формулою [15]:

$$m_{nek}^{big-bag} = V_{\bar{o}} \cdot \rho \cdot \varphi, \quad (2.1)$$

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

ρ - щільність гранульованого пеку, т/м³; $\rho = 1,45$ т/м³;

φ - коефіцієнт заповнення об'єму; $\varphi = 0,8 \dots 0,9$.

$$m_{пек}^{big-bag} = 1,2 \cdot 1,3 \cdot 0,9 = 1,40 \text{ т.}$$

2.1.2 Розробка технології відвантаження та доставки пеку кам'яновугільного у м'яких великотоннажних контейнерах МКПр-14-10

За другим пропонованим варіантом доставку гранульованого пеку виконується за такою схемою.

Кам'яновугільний пек на підприємстві завантажується у порожні м'які контейнери МКПр-14-10, загальний вид яких показано на *слайді 3* графічної частини роботи.

У вагони попередньо завантажується 5 одиниць порожніх контейнерів МКПр-14-10. Потім піввагони подаються на вантажний фронт, який знаходиться під відвантажувальним бункером. Траверсу вантажопідйомного механізму опускають у вагон. М'який контейнер МКПр-14-10 розвертається й зачіпається за траверсу. Траверса піднімається нагору до завантажувальної горловини бункеру. Завантажувальні горловини МКПр-14-10 і силосу сполучаються, починається завантаження. У міру завантаження МКПр-14-10 осаджується й ставиться по центрі вагона. По закінченню завантаження завантажувальна горловина МКПр-14-10 відчіплюється, траверсу відчіплюють, вагон переміщається на 1,5 м для завантаження наступного контейнера МКПр-14-10.

Після того, як всі контейнери будуть завантажені, піввагон пересувається по вантажному фронту маневровим пристроєм, а на його місце встановлюється наступний вагон. По мірі завантаження вагони з контейнерами з пеком переставляються з вантажного фронту на колії заводської залізничної станції, а потім маневровим локомотивом подаються на станцію примикання – Запоріжжя Ліве. На цій станції формується маршрутний состав і відправляється на зовнішню мережу і транспортується на станцію Порт Велике Запоріжжя Запорізького річкового порту. На портовій станції состав розформується. Потім вагони подачами подаються

на причал під перевантаження пеку із вагонів у судна трюмного типу. Далі пек буде перевантажуватися із МКПр-14-10 у трюми суден. Доставка пеку у контейнерах МКПр-14-10 до споживача приведе до збільшення витрат підприємства та збільшення парку контейнерів. Тому подальше перевезення здійснюється навалом.

Транспортно-технологічна схема доставки контейнерів з пеком за другим пропонуваним варіантом приведена на *слайді 4* графічної частини роботи.

Оскільки у річковому порту обробляються судна вантажністю 3000 т, то для забезпечення перевантаження пеку за прямим варіантом кількість вагонів у складі повинна бути: $3000 : 65,3 = 46$ од.

Перевантаження пеку виконується у такий спосіб.

МКПр-14-10 має розвантажувальний вузол, що складається із двох частин. Основна частина має форму циліндра діаметром 800 мм та довжиною 1300 мм. Перед вивантаженням вантажу докер розкриває 2 замки. Після розкриття першого замка із дна контейнера випадає закрита розвантажувальна труба, після розкриття другого замка – розвантажувальна труба розкривається й вантаж починає висипатися із м'якого контейнера. Час розкриття м'якого контейнера: 5 с. Час висипання пеку із м'якого контейнера: 1,5 хв.

Після вивантаження пеку контейнери МКПр-14-10 згортаються і завантажуються у піввагон.

Технологію перевантаження пеку з великотоннажних контейнерів МКПр-14-10 в судно показано на *слайді 5*.

Таким чином, після вивантаження контейнерів з пеком, порожні вагони здаються Укрзалізниці, а в декілька вагонів завантажуються всі порожні контейнери. Цей вагон у складі збірного складу транспортується на станцію Запоріжжя Ліве, а потім повертається на Запорізький коксохімічний завод.

Визначимо кількість пеку в одному контейнері для подальших розрахунків.

Об'єм завантаженого контейнера МКПр-14-10 визначаємо за формулою [11]:

$$V_{МК} = \pi \cdot r^2 \cdot h = 3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 2,8 = 12,66 \text{ м}^3, \quad (2.2)$$

де r - радіус дна контейнера МКПр-14-10, м; $r = 1,2$ м;

h - максимальна висота насипу вантажу у контейнері, м; $h = 2,8$ м.

Кількість гранульованого пеку в одному контейнері МКПр-14-10 розрахуємо за формулою (2.1):

$$m_{пек}^{МК} = 12,66 \cdot 1,29 \cdot 0,8 = 13,06 \text{ т.}$$

2.2 Розрахунок норм завантаження вагонів при перевезенні пеку кам'яновугільного

За пропонованими варіантами пек кам'яновугільний з підприємства ПрАТ «Запоріжжкокс» в Запорізький річковий порт транспортується в залізничних піввагонах, технічна характеристика яких представлена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика піввагону

Найменування параметру	Значення параметру	
1		
1. Модель вагону	12-9959	12-4106
2. Вантажопідйомність, т	69,7	70,0
3. Маса тари вагону, т	24,3	23,9
4. Довжина по осям зчеплення автозчеплень, мм	13920	13920
5. Ширина максимальна, мм	3138	3230
6. База вагона, мм	8650	8650
7. Внутрішні розміри кузову вагону, мм:		
- довжина	12700	12674
- ширина	2930	3000
- висота	2355	2070
8. Об'єм кузову, м ³	88,0	78,0

Для виконання технологічних розрахунків за пропонованими варіантами доставки пеку кам'яновугільного споживачам необхідно визначити завантаження вагонів.

1. Визначимо кількість пеку в big-bag у залізничному вагоні.

В один піввагон за стандартною схемою (слайд 6) можна встановити 40 big-bag: вздовж вагону встановлюється 10 контейнерів; в два ряди по ширині вагону та в два яруси по висоті.

Масу завантаженого пеку визначаємо за формулою [16]:

$$q_{\text{ваг}}^{\text{пек}} = m_{\text{вант}}^{\text{нетто}} \cdot n_{\text{вант}}, \quad (2.2)$$

де $m_{\text{вант}}^{\text{нетто}}$ - маса одного вантажного місця нетто, т;

$n_{\text{вант}}$ - кількість вантажних місць у транспортному засобі, од.

$$q_{\text{ваг}}^{b-b} = 1,4 \cdot 40 = 56,0 \text{ т.}$$

Завантаження вагону будемо вважати таким же, бо власна вага big-bag складає всього 2 кг.

2. За другим варіантом для завезення пеку кам'яновугільного з підприємства в річковий порт використовуються м'які великотоннажні контейнери МКПр-14-10.

В одному вагоні можна встановити 5 контейнерів МКПр-14-10.

Маса вантажу в вагоні складе:

$$q_{\text{ваг}}^{\text{МК-14}} = 13,06 \cdot 5 = 65,3 \text{ т.}$$

Завантаження вагону, з урахуванням власної маси контейнера (70 кг), складе:

$$q_{\text{ваг}}^{\text{завант}} = 65,3 + 0,07 \cdot 5 = 65,65 \text{ т.}$$

2.3 Розрахунок проектних вантажопотоків

Орієнтовний обсяг поставки кам'яновугільного електродного пеку за зовнішньоторговельними контрактами складає 100000 т/рік.

При розрахунку вантажопотоків з метою організації перевезень, вантажно-розвантажувальних і складських робіт необхідно враховувати коефіцієнт їхньої нерівномірності K_n – відхилення максимального місячного вантажообігу $Q_{\max}$ до середньомісячного вантажообігу $Q_{\text{сер}}$ за розглянутий період.

Добові вантажопотоки розраховуються за формулою [17]:

$$Q_{\text{доб}} = \frac{Q_{\text{річн}} \cdot K_n}{T_p}, \quad (2.4)$$

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

K_n - коефіцієнт нерівномірності відвантаження вантажу;

T_p - кількість днів з відвантаження продукції, діб.

Обробка даних проводиться для встановлення законів розподілу випадкових величин, а також виявлення математичного очікування й середньоквадратичного відхилення. Коефіцієнт нерівномірності визначається за наступною методикою:

- по первинних облікових документах визначаємо щодобове відвантаження пеку з виробничого цеху на склад;
- будуємо статистичні ряди обсягів відвантаження пеку;
- за отриманим даними становимо варіаційні ряди, які розбиваємо на групи (розряди).

Дані для розрахунку наведені у додатку А. Виконаємо розрахунок для варіаційного ряду з відвантаження пеку з виробництва на склад.

Число груп визначається за формулою [18]:

$$K = 1 + 3,2 \lg N, \quad (2.5)$$

де N - кількість значень у вибірці; $N = 90$.

$$K = 1 + 3,2 \cdot \lg 90 = 1 + 3,2 \cdot 1,954 = 7,25.$$

Потім визначаємо інтервал групування за формулою [18]:

$$I_{gp} = \frac{N_{\max} - N_{\min}}{K}, \quad (2.6)$$

де $N_{\max}$, $N_{\min}$ - відповідно максимальне й мінімальне значення випадкової величини, що було взято у варіаційному ряді.

$$I_{gp} = \frac{500 - 0}{7} = 71,43.$$

Подальша обробка варіаційного ряду представлена в табл. 2.1.

Далі провадимо обробку варіаційного ряду з відвантаження пеку, а результати обробки заносимо в таблицю 2.2.

Середньоквадратичне відхилення добового вантажопотоку визначаємо за формулою [18]:

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{19275} = 138,83. \quad (2.7)$$

Знаходимо коефіцієнт варіації добового вантажопотоку, що характеризує розкид випадкової величини за формулою [18]:

$$V = \frac{\sqrt{D}}{\bar{M}} \quad (2.8)$$

де D - дисперсія випадкової величини;

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

Таблиця 2.2 – Результати обробки варіаційного ряду з відвантаження пеку кам'яновугільного

N_k	$\bar{N}_k$	N	P_k	Розрахункові дані			
				$P_k \bar{N}_k$	$\bar{N}_k - \bar{M}$	$(\bar{N}_k - \bar{M})^2$	$(\bar{N}_k - \bar{M})P_k$
0 - 71,43	35,715	10	0,111	3,968	- 270,68	73267,7	8132,71
71,44-142,87	107,16	3	0,033	3,536	- 199,23	33715,7	1112,62
142,88-214,31	178,60	12	0,134	23,93	- 127,79	16330,3	2188,26
214,32-285,75	250,04	9	0,100	25,00	- 56,35	3175,32	517,532
285,76-357,19	321,48	19	0,211	67,83	15,09	277,708	48,0464
357,20-428,63	329,92	11	0,122	47,94	23,53	553,661	67,5466
428,64-500,00	464,32	26	0,289	134,19	157,93	24941,9	7208,21
		90	1,0	306,39			$D = 19275$

Підставляючи у формулу (2.8) значення, одержимо:

$$V = \frac{\sqrt{19275}}{306,29} = 0,453.$$

Для визначення значень розрахункових вантажопотоків визначаємо коефіцієнт нерівномірності при відвантаженні пеку кам'яновугільного споживачам за формулою [18]:

$$K_n = 1 + V = 1 + 0,453 = 1,453. \quad (2.9)$$

Відвантаження пеку електродного за зовнішньоторговельними контрактами повинно бути здійснене за період навігації – з 15 березня по 15 листопада. Тривалість навігації складає 245 діб. Обсяг поставки за контрактом – 100000 т.

При відвантаженні пеку із Запорізького річкового порту кількість вантажу в одній судовій відправці складає 3000 т.

Кількість суден для відвантаження пеку електродного за період навігації визначимо за формулою [19]:

$$N_{суд} = \frac{Q_{річн}}{q_{суд}}, \quad (2.10)$$

де $Q_{річн}$ - річний обсяг поставки за контрактом, т;

$q_{суд}$ - суднова партія вантажу, т.

Кількість суден для відправлення пеку кам'яновугільного електродного за період навігації складе:

$$N_{суд}^{нав} = \frac{100000}{3000} = 33,34; \text{ приймаємо } 34 \text{ судна.}$$

Інтервал прибуття суден у порт для завантаження складе:

$$I_{пр}^{суд} = \frac{245}{34} = 7,2 \text{ доби.}$$

Значення середньодобового вантажопотоку пеку кам'яновугільного визначимо за формулою (2.4):

$$Q_{доб} = \frac{100000 \cdot 1,453}{245} = 593,0 \text{ т/добу.}$$

2.4 Визначення кількості м'яких контейнерів для перевезення пеку за пропонуванними варіантами

За *першим проектним варіантом* передбачено, що пек відвантажується з підприємства і доставляється покупцеві у м'яких контейнерах big-bag. Ці контейнери є незворотною тарою, та включаються у вартість товару.

Річну потребу big-bag для відвантаження і транспортування пеку визначимо за формулою [19]:

$$N_{річн}^{big-bag} = \frac{Q_{річн}}{m_{нек}^{big-bag}} = \frac{100000}{1,4} = 71429; \text{ приймаємо } 71430 \text{ big-bag.} \quad (2.11)$$

За другим проектним варіантом передбачено, що пек відвантажується з підприємства і доставляється у порт відвантаження у великотоннажних м'яких контейнерах МКПр-14-10.

Кількість контейнерів МКПр-14-10 для організації відвантаження та завезення пеку з підприємства у річковий порт визначимо за формулою [19]:

$$N_{пер}^{МК-14-10} = \frac{Q_{річн} \cdot T_{об} \cdot K_p}{q_{вант} \cdot T_p}, \quad (2.12)$$

де $T_{об}$ - час обороту м'якого контейнера МКПр-14-10, діб;

K_p - коефіцієнт, який враховує кількість контейнерів, що перебувають у ремонті; $K_p = 1,1 \dots 1,2$;

$q_{вант}$ - маса вантажу в контейнері, т;

T_p - число днів за рік по відправленню вантажів (період навігації); діб.

Повний час обороту контейнеру МК-14-10 розраховується за формулою [14]:

$$T_{об} = t_{завод} + t_{зал} + t_{порт}, \quad (2.13)$$

де $t_{завод}$ - час перебування контейнера МКПр-14-10 на коксохімічному заводі при відправленні, діб; приймаємо 2 доби;

$t_{зал}$ - тривалість перебування контейнерів МКПр-14-10 в шляху проходження залізницею, діб;

$t_{порт}$ - час перебування контейнерів МКПр-14-10 у порту відвантаження, діб; приймаємо 2 доби;

Час перебування контейнеру МКПр-14-10 в шляху проходження залізницею розраховуємо за формулою [14]:

$$t_{зал} = t_{нев} + \frac{2L_m}{v_{ваг}}, \quad (2.14)$$

де $t_{нев}$ - час на виконання операцій, пов'язаних з прийманням вантажу до магістрального перевезення та видачею після перевезення, діб; $t_{нев} = 1$ доба;

L_m - тарифна відстань вантажу залізницею, км;

$v_{ваг}$ - середня швидкість просування вагонів, км/добу.

Тривалість знаходження м'яких контейнерів МКПр-14-10 у шляху просування залізницею приймаємо 2 доби (в обох напрямках).

Визначимо час перебування контейнера МКПр-14-10 у шляху проходження залізницею та час обороту за формулами (2.13), (2.14):

$$t_{зал} = 1 + 2 = 3 \text{ доби}; \quad T_{об} = 2 + 3 + 2 = 7 \text{ діб}.$$

Кількість контейнерів для організації відвантаження пеку кам'яновугільного визначимо за формулою (2.12):

$$N_{пер}^{МК-14-10} = \frac{100000 \cdot 7 \cdot 1,1}{13,0 \cdot 245} = 242 \text{ контейнера}.$$

2.5 Визначення кількості відвантажувальних комплексів за пропонованими варіантами

За *першим проектним варіантом* відвантаження пеку із заводу відбувається за допомогою комплексів для затарювання м'яких контейнерів big-bag. Необхідно визначити кількість таких комплексів.

Розрахунковий добовий обсяг відвантаження (розділ 2.3) $Q_{доб}^{розр} = 593$ т/добу.

Кількість big-bag, що відвантажуються за добу: $n_{доб}^{big-bag} = 593/1,4 = 424$ од.

Продуктивність комплексу для затарювання пеку у м'які контейнери за технічною характеристикою становить 15 big-bag/год.

Визначимо кількість відвантажувальних комплексів за формулою [19]:

$$N_{комп} = \frac{n_{доб}^{big-bag}}{П_{комп} \cdot n_{зм} \cdot t_{зм}}, \quad (2.15)$$

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

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

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

$$N_{комп} = \frac{424}{15 \cdot 2 \cdot 8} = 1,77; \text{ приймаємо 2 комплекси.}$$

Таким чином, виходячи із продуктивності встаткування й обсягу відвантажувальної продукції, необхідно придбати 2 комплекси для затарювання електродного пеку в big-bag. До складу кожного комплексу входить:

- накопичувальний товарний бункер;
- транспортер;
- вивантажувальний бункер з дозатором;
- платформні тензометричні ваги;
- мостовий однобалковий кран для зняття big-bag з платформних ваг й установки на вантажному фронті для наступного відвантаження на транспортні засоби.

2.6 Визначення продуктивності та необхідної кількості засобів вантажоперевозки пеку в річковому порту

Перевантажувальні операції у порту за проектними варіантами виконуються порталними кранами, якими оснащені причали Запорізького річкового порту.

Перший запропонований варіант

У Запорізькому річковому порту для перевантажувальних операцій використовуються порталні крани технічна характеристика яких наведена у таблиці 2.3.

У якості захватних пристроїв за варіантами використовують:

- 1 варіант: траверса восьмигранної конструкції вантажопідйомністю 10,0 т для одночасного підйому 6 м'яких контейнерів big-bag; кожний кут траверси оснащений гаком для застроплення одного контейнеру;
- 2 варіант: спеціальна траверса для контейнерів МКПр-14-10 вантажопідйомністю 16,0 т. До гака крану траверса кріпиться безпосередньо за середню центральну проушину. Контейнер до траверси кріпиться за допомогою металевих ланцюгів, канатних або текстильних стропів.

Продуктивність порталного крана визначається за формулою [19]:

$$\Pi_{техн} = \frac{q_{ц} \cdot 3600}{t_{ц}}, \quad (2.16)$$

де $q_{ц}$ - середня маса вантажу, що перевантажує за один цикл, т;

$t_{ц}$ - тривалість виконання операцій одного циклу, с.

Всі технологічні розрахунки виконуються виходячи зі значення експлуатаційної продуктивності, що визначається за формулою [19]:

$$\Pi_{експл} = \Pi_{техн} \cdot k_{час}, \quad (2.17)$$

де $k_{час}$ - коефіцієнт використання механізмів за часом; приймаємо $k_{час} = 0,80$.

Таблиця 2.3 – Технічна характеристика порталних кранів Запорізького річкового порту

Найменування параметру	Значення параметру	
Тип крану	Кировець-12,5	Кировець-20
Вантажопідйомність, т	12,5	20,0
Висота піднімання вантажу, м	30,0	26,5
Глибина опускання, м	16,0	15,0
Виліт стріли, м	32	32,0
Швидкість, м/хв.: підйому зміни вильоту стріли пересування	70	63
	35	32
	60	60
Частота обертання крана, об/хв.	1,8	1,6
Потужність двигунів механізмів, кВт: підйому зміни вильоту стріли пересування	2×75	2×75
	18,5	24,0
	4×9,7	4×11,3
Колія порталу, м	10,5	10,5

Тривалість циклу порталного крану розраховується за формулою [19]:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{з}} + t_{\text{в}} + \left(\frac{4H}{v_{\text{ван}}} + \frac{2L_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}} + \frac{2\beta \cdot 60}{n_{\text{об}} \cdot 360} \right) \cdot \varphi, \quad (2.18)$$

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

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

H - висота підйому вантажу, м;

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

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

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

β - кут повороту стріли порталного крана; при вивантаженні рухомого складу наземного транспорту $\beta = 90^\circ$; при завантаженні судна – $\beta = 180^\circ$;

$n_{об}$ - частота обертання порталу крана;

φ - коефіцієнт сполучення операцій у часі ; $\varphi = 0,80$.

За *першим варіантом* відвантаження пеку передбачається у м'яких контейнерах типу big-bag. Кількість вантажу в одному контейнері – 1,4 т. При застосуванні траверсного захвату вантажопідйомністю 10,0 т за один цикл можна перевантажувати $(10,0/1,4) = 7$ контейнерів. Для виключення перекосу траверси при вантажних роботах за цикл будемо перевантажувати 6 big-bag.

Маса пеку, що перевантажується за цикл, складає $q_u = 1,4 \times 6 = 8,4$ т.

Вантажні операції в порту виконуємо портальним краном Кировець-12,5.

Тривалість циклу при перевантаженні пеку у big-bag складе:

- при розвантаженні big-bag із піввагонів

$$t_{u_1}^{ваг} = 20 + 25 + \left(\frac{4 \cdot 5}{1,17} + \frac{2 \cdot 15}{1,0} + \frac{2 \cdot 90 \cdot 60}{1,8 \cdot 360} \right) \cdot 0,8 = 96,0 \text{ с};$$

- при завантаженні судна

$$t_{u_1}^{суд} = 20 + 25 + \left(\frac{4 \cdot 15}{1,17} + \frac{2 \cdot 5}{1,0} + \frac{2 \cdot 180 \cdot 60}{1,8 \cdot 360} \right) \cdot 0,8 = 121,0 \text{ с}.$$

Визначимо продуктивність портального крану за формулами (2.16) та (2.17):

- при розвантаженні big-bag із піввагонів

$$П_{тех_1}^{ваг} = \frac{8,4 \cdot 3600}{96,0} = 312,75 \text{ т/год.};$$

$$П_{експ_1}^{ваг} = 312,75 \cdot 0,80 = 250,20 \text{ т/год.};$$

- при завантаженні судна

$$P_{тех1}^{суд} = \frac{8,4 \cdot 3600}{121,0} = 248,13 \text{ т/год.};$$

$$P_{експ1}^{суд} = 248,13 \cdot 0,80 = 198,51 \text{ т/год.}$$

За другим варіантом відвантаження пеку передбачається у м'яких контейнерах МКПр-14-10 вантажопідйомністю 14 т. Кількість вантажу в одному контейнері – 13,06 т. За один цикл перевантажується один контейнер.

Вантажні операції в порту виконуємо портальним краном Кировець-20.

Операції з контейнерами МКПр-14-10 за другим проектним варіантом передбачається виконувати за прямим варіантом: безпосереднє перевантаження пеку із вагонів у трюми судна.

Тривалість циклу портального крану при перевантаженні пеку в контейнерах МКПр-14-10 із вагону в судно складе:

$$t_{u_2}^{ваг/суд} = 30 + 25 + \left(\frac{4 \cdot 15}{1,05} + \frac{2 \cdot 15}{1,0} + \frac{2 \cdot 180 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,8 = 153,0 \text{ с.}$$

Визначимо продуктивність портального крану за формулами (2.16) та (2.17):

$$P_{тех2}^{ваг/суд} = \frac{13,06 \cdot 3600}{153,0} = 307,29 \text{ т/год.};$$

$$P_{експ2}^{ваг/суд} = 307,29 \cdot 0,80 = 245,83 \text{ т/год.}$$

Кількість портальних кранів, необхідних для організації ритмічного процесу переробки пеку у Запорізькому порту, визначаємо за формулою [19]:

$$Z_{н.к.} = \left(\frac{Q_{річ}^{np} \cdot K_n}{P_{екс} \cdot T_p} + \frac{Q_{річ}^{від} \cdot K_n}{P_{екс} \cdot T_p} \right) \cdot \frac{1}{n_{зм} \cdot t_{зм}}, \quad (2.19)$$

де T_p - кількість робочих днів з відвантаження суден протягом року;

$\Pi_{екс}$ - експлуатаційна продуктивність порталного крана, т/год.;

$n_{зм}$ - кількість змін робота вантажного фронту, $n_{зм} = 2$;

$t_{зм}$ - тривалість зміни, год.; $t_{зм} = 12$ годин.

Розрахуємо кількість порталних кранів на причалі № 6 Запорізького порту:

- за першим варіантом

$$Z_{н.к.}^{16} = \left(\frac{100000 \cdot 1,453}{250,2 \cdot 245} + \frac{100000 \cdot 1,453}{198,51 \cdot 245} \right) \cdot \frac{1}{2 \cdot 12} = 0,361; \text{ приймаємо 1 кран};$$

- за другим варіантом

$$Z_{н.к.}^{16} = \frac{100000 \cdot 1,453}{245,83 \cdot 245} \cdot \frac{1}{2 \cdot 12} = 0,10; \text{ приймаємо 1 кран.}$$

2.7 Розрахунок тривалості виконання вантажних операцій

Для розрахунку технічно обґрунтованих норм на вантажні операції встановлюють нормативи: використання перевантажувальних машин; часу на виконання окремих елементів й операцій перевантажувального процесу й перерви в роботі; чисельність працівників різної категорії на виконання роботи. При аналітичному методі роботи норми часу на виконання операцій перевантажувального процесу визначають у такій послідовності.

1. Установлюють вихідні дані:

- рід і клас вантажу по класифікаційному списку вантажів;
- технологічну схему перевантаження; тип і групу крана;
- тип вантажозахватного пристрою;
- кут повороту стріли;

- висоту підйому й опускання загарбного пристосування в трюм, на площадку, в автомобіль і т.д.
- 2. За вихідним даними встановлюють нормативи часу на виконання окремих елементів циклу.
- 3. Визначають нормативи часу на підготовчо-заклучні операції, обслуговування робочого місця, відпочинок й особисті потреби робітників, технологічні перерви й ін.

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

1. Підготовчі операції:
2. Заклучні операції:
3. Завантаження рухомого складу або розвантаження механізмами.

При навантаженні або розвантаженні групи вагонів підготовчі операції з усіма вагонами, крім першого, і заклучні операції, крім останнього, повинні поєднуватися за часом з іншими операціями навантаження-вивантаження й не повинні враховуватися при розрахунках загального часу навантаження-вивантаження.

Тривалість загального часу навантаження-вивантаження розраховується за формулою [19]:

$$T_{\text{заг}} = t_{\text{підг}} + \frac{n}{m} \cdot t_{\text{вант}} + t_{\text{закл}}, \quad (2.20)$$

де $t_{\text{вант}}$ - час навантаження або розвантаження транспортного засобу, год.;

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

$t_{\text{закл}}$ - тривалість виконання заклучних операцій, год.;

n - кількість транспортних засобів, установлюваних одночасно на вантажному фронті, од.;

m - кількість транспортних засобів, з якими одночасно виконується вантажна операція при використанні декількох механізмів.

Час на виконання вантажних операцій розраховується за формулою [19]:

$$t_{вант} = \frac{q_{мз} \cdot 60}{П_{експ}} + t_{доод}, \quad (2.21)$$

де $q_{мз}$ - кількість вантажу, що завантажується в транспортний засіб, т;

$t_{доод}$ - тривалість додаткових операцій, виконуваних при навантаженні рухомого складу, хв.

2.7.1 Визначення часу на обробку транспортних засобів при навантаженні пеку на заводі

При розрахунку норм часу на вантажні операції необхідно визначити різні значення.

За *першим проектним варіантом* розрахуємо наступні величини:

- час завантаження big-bag з пеком у піввагони на Запорізькому коксохімічному заводі;
- час вивантаження big-bag із піввагонів у Запорізькому річковому порту;
- час простою судна на причалі Запорізького порту при завантаженні пеку кам'яновугільного у big-bag.

М'які контейнери big-bag на коксохімічному заводі у піввагон завантажуються однобалковим мостовим краном.

Тривалість циклу однобалкового крану визначається за формулою [19]:

$$t_u = t_z + t_e + \left(\frac{4H}{v_{ван}} + \frac{2L_{кр}}{v_{кр}} + \frac{2L_e}{v_e} \right) \cdot \varphi, \quad (2.22)$$

де t_z - час захвату big-bag, с;

t_e - час віддачі big-bag, с;

H - висота підйому вантажу, м;

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

$L_в$ - середня відстань переміщення візка крана, м;

$v_{ван}$ - швидкість підйому або опускання вантажу або гака, м/с; $v_{ван} = 0,5$ м/с;

$v_{кр}$ - швидкість пересування крана, м/с; $v_{кр} = 1,0$ м/с;

$v_в$ - швидкість пересування талі або візка крана, м/с; $v_в = 0,83$ м/с;

φ - коефіцієнт сполучення операцій у часі, $\varphi = 0,8$.

Тривалість циклу однобалкового крана складе:

$$t_{ц} = 10 + 10 + \left(\frac{4 \cdot 5}{0,5} + \frac{2 \cdot 10}{1,0} + \frac{2 \cdot 15}{0,83} \right) = 97 \text{ с.}$$

За один цикл при навантаженні на заводі переміщується 4 big-bag.

Продуктивність однобалкового крана при завантаженні big-bag розрахуємо за формулами (2.16), (2.17):

$$П_{техн}^{1вар} = \frac{1,4 \cdot 4 \cdot 3600}{97,0} = 207,83 \text{ т/год.};$$

$$П_{експл}^{1вар} = 207,83 \cdot 0,85 = 176,65 \text{ т/год.}$$

Вагони в цех подаються під навантаження пеку в big-bag подачами по 12 вагонів, що відповідає місткості навантажувальної колії. Навантаження відбувається одночасно двома одно балковими кранами.

Розраховуємо час завантаження піввагонів м'якими контейнерами big-bag на коксохімічному заводі за формулами (2.20), (2.21):

$$t_{нав}^{n/ваг} = \frac{56,0 \cdot 60}{176,65} = 19,0 \text{ хв.} = 0,32 \text{ год.};$$

$$T_{нав}^{12ваг} = 15 + \frac{12}{2} \cdot 19 + 10 = 139,0 \text{ хв.} = 2,32 \text{ год.}$$

Час роботи однобалкових кранів при завантаженні однієї подачі з 12 вагонів складе: $19 \times 12 = 228$ хв.

За другим пропонуваним варіантом розрахуємо наступні величини:

- час завантаження м'яких контейнерів МКПр-14-10 з пеком у вагони на Запорізькому коксохімічному заводі;
- час вивантаження м'яких контейнерів МКПр-14-10 з пеком із вагонів у річковому порту;
- тривалість простою судна на причалі річкового порту при завантаженні пеклу кам'яновугільного у м'яких контейнерів МКПр-14-10.

М'які контейнери МКПр-14-10 на коксохімічному заводі спочатку завантажуються у піввагон, а потім в них завантажуються кам'яновугільний пек.

За технічною документацією час завантаження одного контейнера МКПр-14-10 складає 5 хвилин. В вагоні знаходиться 5 контейнерів і час завантаження одного вагону складає $t_{нав}^{п/ваг} = 25$ хвилин.

Час пересування вагону від завантажувального пристрою та встановлення наступного вагону під завантаження складає 1 хвилину.

Одночасно на вузол завантаження контейнерів МКПр-14-10 подається 10 вагонів. Загальний час на пересування вагонів однієї подачі – 10 хвилин.

Час на завантаження однієї подачі на заводі складе:

$$T_{нав}^{ваг} = 10 + \left(\frac{10}{1} \cdot 25 + 10\right) + 10 = 280 \text{ хв.} = 4,67 \text{ год.}$$

Час роботи завантажувального пристрою складе: $25,0 \times 10 = 250$ хв. = 4,17 год.

Завантажені вагони виставляються спочатку на заводську станцію, а потім переставляються на станцію примикання – Запоріжжя Ліве. Після накопичення вагонів на маршрутний состав (45 вагонів) і його формування, поїзд відправляється на станцію Порт Велике Запоріжжя річкового порту.

2.7.2 Визначення часу на обробку транспортних засобів при виконанні вантажних операцій в порту

Перший запропонований варіант

В порту м'які контейнери big-bag із пеком вивантажуються портальним краном. Вагони подаються на причал подачами з 6 вагонів. Розвантаження піввагонів виконує один портальний кран.

Час на виконання розвантаження піввагонів в річковому порту складе:

$$t_{розв}^{ваг} = \frac{56,0 \cdot 60}{250,2} = 13,4 \text{ хв.};$$

$$T_{розв}^{6ваг} = 10 + \frac{6}{1} \cdot 13,4 + 10 = 69,02 \text{ хв.} = 1,15 \text{ год.}$$

Після накопичення на судному партію м'які контейнери big-bag із пеком завантажуються на судно типу ріка – море. Завантажується судно також портальними кранами. При завантаженні судна на причалі, у загальний час простою включаються такі операції:

- тривалість операцій по швартуванню судна – 0,25 години;
- проведення сюрвейєрських вимірів до початку навантаження – 1,0 години;
- отримання дозволу від митних органів на завантаження пеку – 0,5 години;
- відкриття люків для завантаження судна – 0,5 години;
- закриття люків після навантаження – 0,5 години;
- накладення митних пломб – 1,0 година;
- проведення сюрвейєрських вимірів осадки судна – 1,0 година;
- оформлення акту сюрвейєрського виміру осадки судна – 1,0 година;
- відшвартування судна – 0,25 години.

Таким чином, загальна тривалість підготовчих операцій становить $t_{підг} = 3,25$ год.; тривалість заключних операцій – $t_{закл} = 3,25$ год.

Час на виконання завантаження судна на причалі складе:

$$t_{нав}^{судно} = \frac{3000 \cdot 60}{198,51} + 120 = 876 \text{ хв.} = 14,6 \text{ год.}; \text{ приймаємо } 15,0 \text{ год.};$$

$$T_{нав}^{судно} = 3,25 + 15,0 + 3,25 = 21,5 \text{ год.}; \text{ приймаємо } 22,0 \text{ год.}$$

Загальний час обробки судна в порту з урахуванням операцій, які виконуються на рейді порту, складе:

$$T_{заг}^{судно} = 1,5 + 21,5 + 1,75 = 24,75 \text{ год.}$$

Визначимо загальний час роботи портальних кранів в Запорізькому річковому порту за *першим* варіантом:

1. Робота портального крану при завантаженні суден:
 - 15 год. на одно судно;
 - кількість суден за період навігації – 34;
 - загальний річний час на обробку суден: $14,0 \times 34 = 476 \text{ год.}$
2. Робота крану при розвантаженні піввагонів:
 - 0,32 год. на один вагон;
 - при річному вантажопотоці 100000 т/рік та кількості вантажу в кузові 56,0 т кількість вагонів, що вивантажуються в порту за період навігації складе $100000/56,0 = 1786 \text{ од.};$
 - загальний річний час на обробку вагонів: $0,32 \times 1786 = 572 \text{ год.}$
3. Загальний час роботи портального крану в порту за період навігації при переробці пеку за першим варіантом складає: $476 + 572 = 1048 \text{ год.}$

Другий пропонований варіант

В порту після розформування вагони подачами подаються на причал під вивантаження. Час вивантаження в річковому порту складається з двох складових:

- вивантаження м'якого контейнера МКПр-14-10 із вагону з одночасною подачею до судна;
- вивантаження пеку із контейнера у трюми судна.

Час на розкриття м'якого контейнера – 5 секунд, а час висипання пеку з одного контейнера складає 1,5 хвилини. В одному вагоні знаходиться 5 контейнерів МКПр-14-10. Загальний час на розкриття складає 25 секунд або 0,5 хвилини.

Час вивантаження пеку із 5 контейнерів: $t_{\text{вивант}}^{МК} = 1,5 \times 5 + 0,5 = 8,0$ хвилин.

Вагони на причал подаються подачами із 10 вагонів (по 5 вагонів на кожну вивантажувальну колію в порталі портального крану). Кількість вантажу в одному вагоні складає $13,06 \times 5 = 65,3$ т.

Розрахуємо час на вивантаження контейнерів із вагонів за формулами (2.20), (2.21):

$$t_{\text{розв}}^{\text{ваг}} = \frac{65,3 \cdot 60}{245,83} = 16,0 \text{ хв.}$$

Загальний час на обробку одного вагону складе:

$$\Sigma t^{\text{ваг}} = t_{\text{розв}}^{\text{ваг}} + t_{\text{вивант}}^{МК} = 16,0 + 8,0 = 24,0 \text{ хв.}$$

Загальний час простою однієї подачі з 10 вагонів під вивантаженням, з урахуванням часу на пересування портального крану між вагонами, складе:

$$T_{\text{розв}}^{10\text{ваг}} = 10,0 + \frac{10}{1} \cdot (24,0 + 2,0) + 10,0 = 280,0 \text{ хв.} = 4,67 \text{ год.}$$

Один состав обробляється за п'ять подач. Загальний час обробки 5 подач на причалі під вивантаженням складе:

$$\Sigma T_{\text{розв}} = 280 \cdot 5 = 1400 \text{ хв.} = 23,4 \text{ год.}$$

Час роботи крану при обробці одного вагону – 24,0 хв. Обробляється всього 5 подач по 10 вагонів. Час роботи портального крану при перевантаженні пеку складе:

$$24,0 \times 10 \times 5 = 1200 \text{ хв.} = 20,0 \text{ год.}$$

Перевантаження пеку із контейнерів МКПр-14-10 в судна в річковому порту відбувається таким чином.

Пек кам'яновугільний перевантажується із контейнерів МКПр-14-10 безпосередньо у трюми судна.

Маса пеку кам'яновугільного електродного у морському судні 3000 т. Маса вантажу в одному составі – $65,3 \times 46 = 3003,8$ т. Для завантаження суднової відправки достатньо перевантажити пек з одного составу.

Остаточний час простою судна на причалі річкового порту при перевантаженні пеку із м'яких контейнерів МКПр-14-10 можна буде визначити тільки після розробки технологічного графіку обробки составу вагонів у Запорізькому річковому порту.

Визначимо загальний час роботи портальних кранів в Запорізькому річковому порту за *другим проектним* варіантом:

Робота крану при розвантаженні вагонів і завантаженні суден:

- 20,0 год. на одно судно;
- кількість суден за період навігації – 34;
- загальний річний час на обробку суден: $20,0 \times 34 = 680$ год.

2.8 Розробка технологічних графіків обробки вагонів з контейнерами в річковому порту за варіантами

Найважливіші засоби організації раціональної обробки судів і засобів наземного транспорту в порту – технологічний процес роботи порту. Технологічним процесом установлюється й погоджується тривалість, місце, час і порядок виконання всіх послідовних і сполучених операцій по обробці й обслуговуванню транспортних засобів у порту з моменту їхнього прибуття до моменту відправлення в рейс. При цьому передбачається порядок використання технічних засобів і робочої сили, й призначаються відповідальні за своєчасне і якісне обслуговування при виробництві кожної операції.

Операції технологічного процесу визначають необхідний порядок рейдового обслуговування, вантажної обробки й постачання транспортних судів, а також порядок використання технічних засобів. Технологічний процес складається з такої основної документації:

- технологічних процесів (типових циклів) обробки судів і рухомого складу наземного транспорту;
- графіків обробки транспортних засобів;
- технологічних норм обробки судів.

Технологічний графік обробки рухомого складу повинен ураховувати кількість працюючих кранів і кількість одиниць прибулого рухомого складу, технологічні норми часу на розвантаження, навантаження, приймання вантажу й інших норм часу. Термін дії графіка – певний календарний період (навігація).

2.8.1 Розробка технологічних графіків обробки вагонів з пеком в контейнерах big-bag за першим пропонованим варіантом

За першим пропонованим варіантом розробляємо технологічні графіки обробки залізничного рухомого складу:

- технологічний графік обробки подачі з 6 піввагонів на причалі порту при вивантаженні пеку в big-bag;
- технологічний графік обробки составу в Запорізькому річковому порту.

Тривалість технологічних операцій при обробці вагонів приймається за ЄТП, а тривалість вантажних операцій – відповідно до виконаних розрахунків. Вагони на причал подаються подачами по 6 вагонів.

Обробка составу завантажених вагонів у порту, які надходять під розвантаженням пеку у big-bag, за першим пропонованим варіантом включає операції, тривалість яких дана в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Норми часу на виконання операцій технологічного процесу обробки вагонів

Найменування операції	Час, хв.
Операції з прибуття-вибуття вагонів по станції	10,0
Обробка составу по прибуттю на коліях станції	30,0
Обробка составу по відправленню зі станції	20,0
Розформування-формування составу поїзда	30,0
Подача вагонів на вагову колію – збирання з вагової колії	6,0
Зважування вагонів (на один вагон)	2,0
Подача вагонів на причал – прибирання вагонів із причалу	10,0
Розміщення вагонів на коліях причалу, подача крана	10,0
Відмітка в книзі вивантаження вантажу (на 1 вагон)	3,0
Передача документів на вивантажені вагони у товарну контору	5,0

Завантажені вагони з приймально-відправних колій портової станції подаються маневровим локомотивом на вагову колію, де відбувається їхнє зважування без розчеплення. Час зважування 6 вагонів – 12 хвилин (по 2 хвилини на один вагон). Вагони через вагову колію проходять зі швидкістю 3 км/год.

З вагової колії вагони подаються на причал і встановлюються маневровим локомотивом на розвантажувальну колію. Після відчеплення завантажених вагонів локомотив убирається на портову станцію.

До розвантаження виконують зовнішній комерційний огляд вагонів. Потім подають порталні крани до місця установки вагонів на причалі.

Завантажені вагони розвантажуються порталним краном із траверсним захватом. Розвантаження виконується двома порталними кранами. Після завершення розвантаження вагону, порталний кран переїжджає до наступного вагону і вивантажує його. Інтервал між розвантаженням вагонів становить 2 хв. (час на пересування порталного крана уздовж вантажного фронту).

Загальний час простою вагонів на причалі під розвантаженням становить 156 хвилин.

По закінченні розвантаження вносяться дані в Книгу вивантаження вантажів, і оформляються документи на порожні вагони.

Після передачі повідомлення начальникові станції про готовність вагонів до збирання, маневровий локомотив подається зі станції на причал. Локомотив збирає вагони з розвантажувальних колій і подає їх на вагову колію. Після зважування порожні вагони переставляються на відправні колії портової станції.

Загальний час обробки однієї подачі з 6 вагонів за першим пропонованим варіантом становить 223 хвилини або 3,72 год.

Графік обробки однієї подачі представлений на *слайді 7* графічної частини роботи.

На підставі технологічного графіка обробки однієї подачі, розробляємо графік обробки складу вагонів з пеком у big-bag на коліях порту, який представлений на *слайді 8* графічної частини роботи.

На портову станцію прибуває із зовнішньої мережі состав з 24 завантажених вагонів. Після відчеплення магістрального локомотива й виконання операцій по прибуттю, до вагонів причіпляють маневровий локомотив. Состав розформовується на 4 подачі по 6 вагонів.

Після розформування вагони маневровим локомотивом подаються на вантажний фронт у порядку, що визначений технологічним графіком обробки подачі. Вивантажені вагони з вагової колії виставляються на колію нагромадження порожніх вагонів станції Порт Нікополь. Після збирання з вантажного фронту на колію відправлення останньої подачі порожніх вагонів, починають формування составу.

По закінченні формування до составу порожніх вагонів причіпляється поїзний локомотив. Після виконання операцій по відправленню, состав відправляється на зовнішню мережу УЗ.

Загальний час обробки составу у порту – 1220 хв. або 20,5 год.

За кожну годину знаходження вагонів на коліях порту з вантажовласника стягується плата за користування вагонами.

2.8.2 Розробка технологічного графіка обробки вагонів з пеком в контейнерах МК-Пр-14-10 за другим пропонованим варіантом

За *другим пропонованим варіантом* розробляємо технологічний графік обробки подачі вагонів в річковому порту. Вагони на причал подаються подачами по 10 вагонів. Інші вагони або очікують подачі на вантажний фронт на коліях портової станції (до вивантаження), або очікують початок формування складу порожніх вагонів (після вивантаження) для здачі їх на загальну мережу УЗ. Після вивантаження на УЗ здаються не всі вагони. Порожні контейнери необхідно повернути на підприємство.

Вагони з пеком у контейнерах МК-Пр-14-10 під вантажні операції на причал подаються подачами з 10 піввагонів

Обробка подачі вантажних вагонів у порту за другим пропонованим варіантом включає операції, тривалість яких приведена в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Норми часу на виконання операцій обробки вагонів

Найменування операції	Час, хв.
Подача вагонів на вагову колію – збирання з вагової колії	6,0
Зважування вагонів (на один вагон)	2,0
Подача вагонів на причал – прибирання вагонів із причалу	10,0
Розміщення вагонів на коліях причалу, подача крана	10,0
Огляд вагонів до розвантаження (на вагон)	2,0
Огляд вагонів після вивантаження, очищення від кріплення (1 вагон)	5,0...10,0
Завантаження порожніх контейнерів у піввагони	60,0
Відмітка в книзі вивантаження вантажу (на 1 вагон)	3,0
Передача документів на вивантажені вагони у товарну контору	5,0

Завантажені вагони з пеком кам'яновугільним з приймально-відправних колій портової станції подаються на вагову колію, де відбувається зважування вагонів з пеком без розчеплення подачі. Час зважування 10 вагонів – 20 хвилин (по 2 хвилини на один вагон). Після зважування вагони подаються на причал і розставляються маневровим локомотивом на вивантажувальну колію. Після відчеплення завантажених вагонів локомотив прибирається на портову станцію.

До вивантаження виконують зовнішній комерційний огляд вагонів. Потім подають порталний кран до місця установки завантажених вагонів на причалі.

Вагони вивантажуються порталним краном за технологією, яку було описано вище. Після завершення вивантаження вагону, порталний кран переїжджає до наступного вагону і вивантажує його. Інтервал між вивантаженням вагонів становить 2,0 хв. (час на пересування порталного крана вздовж вантажного фронту).

Перевантажувальні роботи на причалі виконуються одним порталним краном Кировець-20, оскільки інші порталні крани мають вантажопідйомність 10,0 т та 12,5 т.

Після вивантаження вагони оглядаються та при необхідності зачищаються. Загальний час обробки 10 вагонів на причалі становить 327 хвилин.

Всі м'які контейнери після висипання з них пеку укладаються на причал, де докери їх складають. Коли вивантажується останній вагон, подається маневровий локомотив, збирає вагони на причалі та прибирає їх на портову станцію. Прибирання також йде через вагову колію, де відбувається зважування порожніх вагонів. Після зважування порожні вагони переставляються на відправні колії портової станції. Загальний час обробки однієї подачі з 10 вагонів становить 410 хвилин або 6,9 години.

Графік обробки однієї подачі з 10 вагонів з контейнерами МКПр-14-10 представлений на *слайді 9* графічної частини роботи.

2.9 Розробка технологічних графіків обробки суден у порту за пропонованими варіантами

Технологічний процес обробки судна являє собою раціональну сукупність всіх послідовно й паралельно виконуваних операцій із судном і норм витрат часу на кожну з них, з моменту прибуття в порт до моменту відправлення в рейс. При розробці технологічних процесів повної обробки в них включають як основні (вантажні), так і допоміжні (постановка до причалу й ін.) операції з урахуванням не тільки їхнього скорочення, але максимального сполучення за часом. Норми витрат часу на виконання окремих операцій (на швартування, постачання, технічний огляд, оформлення документів тощо) встановлюють на підставі хронометражних спостережень або розрахунковим шляхом.

При розробці графіка обробки судна тривалість операцій прийнята відповідно до технологічних нормативів порту. Норми часу на вантажні операції визначені розрахунковим шляхом у підрозділі 2.6 дипломного проекту.

Норми часу на технологічні операції з обробки суден наведені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Норми часу на виконання операцій з обробки суден у портах

Найменування операції	Час, год.
1	2
Прибуття судна на рейд порту й передача повідомлення	0,25
Одержання дозволу на захід судна в порт	1,0
Постановка судна на причал – прибирання з причалу на рейд	0,25
Швартування – відшвартування судна	0,25
Проведення сюрвейерських вимірів	1,0
Оформлення акту сюрвейерських вимірів	1,0
Одержання дозволу від митних органів на завантаження	0,5
Відкриття люків для завантаження судна	0,5
Завантаження пеку кам'яновугільного у трюми	за розрахунками
Одержання дозволу на вихід судна з порту	1,0
Відправлення судна з рейду порту в рейс	0,25

За *першим пропонованим варіантом* електродний пек споживачам відвантажується у м'яких контейнерах типу big-bag. М'які контейнери big-bag завозяться з підприємства у Запорізький річковий порт у піввагонах. Завезення вантажу відбувається завчасно до прибуття судна. На причалі big-bag з пеком накопичуються на суднову партію, а після прибуття судна – відвантажуються у судна типу «ріка – море». Всі роботи по завантаженню судна у Запорізькому річковому порту виконуються за варіантом «склад – судно».

На графіку показано обробку судна в порту при завантаженні big-bag з причалу порталними кранами. Час завантаження big-bag в судно за розрахунками складає 5,0 годин. Загальний час простою судна на причалі з урахуванням підго-

товчих і заключних операцій – 21,5 годин. Час знаходження судна в річковому порту складає майже 25,0 годин (24,75).

Технологічний графік обробки судна за першим пропонованим варіантом приведений на *слайді* 10 графічної частини роботи.

За *другим проектним варіантом* електродний пек споживачам відвантажуються у м'яких контейнерах МКПр-14-10. З підприємства вантаж відправляється також залізничним транспортом. Пек у контейнерах завозиться у річковий порт маршрутними составами по 46 вагонів в одному составі.

Кількість пеку кам'яновугільного в одному составі складає:

$$65,3 \times 46 = 3003,8 \text{ т.}$$

За другим пропонованим варіантом передбачається перевантаження пеку з вагонів у судно за прямим варіантом виконання робіт «вагон – судно». Для перевезення використовуємо суховантажне судно дедвейтом 3000 т. Оскільки маса вантажу в одному маршрутному составі складає 3003,8 т, то для завантаження судна достатньо одного состава з пеком.

Після завантаження пеку у вагоні на підприємстві, вони виставляються на станцію Запоріжжя Ліве. Там вагони накопичуються на состав. Після завантаження і накопичення вагонів на состав його можна відправляти на загальну мережу. Маршрутні состави зі станції Запоріжжя Ліве прямують на станцію Порт Велике Запоріжжя, яка обслуговує річковий порт.

Тепер необхідно визначити тривалість простою судна на причалі під перевантажуванням пеку.

Тривалість виконання операцій з одним составом в порту за побудованим графіком склала 40,55 годин (від прибуття до відправлення).

Кожен состав подається обробляється в порту за п'ять подач.

За побудованим графіком обробки вагонів тривалість обробки на причалі групи з 10 вагонів складає 4,0 години.

Після перевантаження пеку в контейнерах МК-14-10 із вагонів в трюми судна порожні вагони переставляються на приймально-відправну колію портової станції (через вагову колію). А наступна група з 10 піввагонів знову подається на причал. Інтервал між подачами вагонів на причал за графіком обробки составу склав $180 \text{ хв.} = 2,7 \text{ год.}$

Загальна тривалість простою судна на причалі від початку перевантаження пеку із вагонів у трюми судна до закінчення перевантаження складається з таких елементів:

- перевантаження пеку з 10 вагонів (5 подач) – $238 \text{ хв.} = 4,0 \text{ год.}$;
- простій між подачами вагонів на причал – $158 \text{ хв.} = 2,63 \text{ год.}$ (чотири проміжки).

Загальний час простою судна на причалі під завантаженням складе:

$$\Sigma T_{заг}^{судно} = 4,0 \cdot 5 + 2,63 \cdot 4 = 30,8 \text{ год.}$$

Тривалість підготовчих операцій на причалі становить $t_{підг} = 3,25 \text{ год.}$; тривалість заключних операцій на причалі – $t_{закл} = 3,25 \text{ год.}$

Простій судна на причалі – $37,3 \text{ год.}$

Загальна тривалість обробки судна у річковому порту за другим пропонованим варіантом склала: $40,55 \text{ год.}$

Технологічний графік обробки судна за другим пропонованим варіантом приведений на *слайді 11* графічної частини роботи.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування техніко-економічних розрахунків

При дослідженні було розглянуто два варіанти організації технологічного процесу відвантаження та завезення в порт пеку кам'яновугільного електродного.

1. За *першим варіантом* пек відвантажується споживачам у звичайних big-bag вантажопідйомністю до 2 т. Далі big-bag завозиться у Запорізький річковий порт залізничним транспортом.

В порту big-bag вивантажуються і накопичуються на суднову партію. Після прибуття судна у порт big-bag з пеком завантажуються на судно типа «ріка – море» і доставляються споживачам. Одночасно можна відвантажувати до 3000 т пеку. М'які контейнери big-bag у даному випадку є безповоротною тарою і включаються у вартість товару.

2. За *другим варіантом* пропонується відвантажувати електродний пек у м'яких поліпропіленових контейнерах МКПр-14-10 вантажопідйомністю до 14 т.

На підприємстві пек завантажується у м'які контейнери МКПр-14-10 і вантаж доставляється залізничним транспортом у Запорізький річковий порт. Перевантаження пеку з вагонів в судна в порту виконується за прямим варіантом. Пек із м'яких контейнерів перевантажується у трюми судна, а порожні м'які контейнери МКПр-14-10 вагонами повертаються на підприємство для подальшого використання.

Для порівняння варіантів необхідно виконати такі розрахунки.

Перший варіант:

- капітальні вкладення на придбання обладнання для завантаження пеку у big-bag на коксохімічному заводі та для виконання перевантажувальних операцій із big-bag в Запорізькому річковому порту;
- річні експлуатаційні витрати на організацію технологічного процесу відвантаження пеку з заводу, завезення в річковий порт і завантаження у судна з урахуванням витрат на big-bag, які є незворотною тарою.

Другий варіант:

- капітальні вкладення на придбання обладнання для завантаження пеку у м'які контейнери МКПр-14-10 на коксохімічному заводі та на придбання самих контейнерів;
- річні експлуатаційні витрати на організацію технологічного процесу відвантаження пеку у м'яких контейнерах МКПр-14-10 з заводу, завезення в річковий порт та завантаження у судна.

Після виконання цих розрахунків необхідно виконати порівняння пропонованих пропонованих варіантів та визначити найбільш придатний для застосування на коксохімічному заводі.

3.2 Визначення додаткових капітальних вкладень за варіантами

3.2.1 Розрахунок додаткових капітальних вкладень за першим пропонованим варіантом

Додаткові капітальні вкладення за *першим n варіантом* складаються з наступних витрат:

- придбання технологічного обладнання для завантаження пеку у м'які контейнери big-bag на коксохімічному заводі;
- траверсні захвати для виконання перевантажувальних робіт на заводі і в порту.

Виходячи із продуктивності встаткування й обсягу відвантажувальної продукції, необхідно придбати 2 комплекси для затарювання електродного пеку в big-bag. Склад кожного комплексу приведений в основній частині роботи.

У зоні відвантаження big-bag в залізничні піввагони працюють однобалкові електричні крани вантажопідйомністю 5,0 т. Кількість однобалкових кранів визначається кількістю вантажних фронтів і складає 2 од.

Для можливості виконання перевалочних операцій у річковому порту та на заводі необхідно придбати 2 траверсних захвати для розвантаження-навантаження big-bag.

Розрахунок додаткових капітальних вкладень на придбання встаткування й транспортних засобів наведений у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Додаткові капітальні вкладення на придбання встаткування й транспортних засобів за першим проектним варіантом

Найменування встаткування	Кількість одиниць	Вартість од., грн.	Загальна вартість, грн.
Встаткування для річкового порту			
Траверсний захват	1	250000	250000
Встаткування для коксохімічного заводу			
Накопичувальний товарний бункер	2	740000	1480000
Транспортер	2	350000	700000
Вивантажувальний бункер з дозатором	2	490000	980000
Платформні ваги	2	210000	420000
Однобалковий мостовий кран	2	510000	1020000
Траверсний захват	2	250000	500000
Усього для коксохімічного заводу			5100000
Загальна сума додаткових вкладень			5350000

3.2.2 Розрахунок додаткових капітальних вкладень за другим пропонованим варіантом

Додаткові капітальні вкладення за *другим варіантом* складаються з наступних витрат:

- придбання технологічного обладнання для завантаження пеку у м'які контейнери МКПр-14-10 на коксохімічному заводі;
- придбання м'яких контейнерів МКПр-14-10.

Вартість відвантажувального пристрою для завантаження пеку у м'які контейнери МКПр-14-10 на коксохімічному заводі складає 2500000 грн.

Вартість спеціальної траверси для контейнерів МКПр-14-10 – 300000 грн. Кількість траверс 2 – для заводу і для порту.

Кількість контейнерів МКПр-14-10 для організації відвантаження та завезення пеку з підприємства у річковий порт за розрахунками, виконаними в основній частині, склало 242 контейнера. Вартість одного контейнера – 1000\$ (25000 грн.).

Розрахунок додаткових капітальних вкладень за другим варіантом приведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Додаткові капітальні вкладення на придбання обладнання та м'яких контейнерів МКПр-14-10 за другим варіантом

Найменування устаткування	Кількість одиниць	Вартість одиниці, грн.	Сумарна вартість, грн.
Відвантажувальний комплекс	1	2500000	2500000
Траверса для контейнерів МК-14-10	2	300000	600000
Разом			3100000
М'які контейнери МКПр-14-10	242	25000	6050000
Загальна сума додаткових вкладень			9150000

3.3 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на відвантаження пеку з підприємства за варіантами

3.3.1 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на відвантаження пеку з підприємства за першим варіантом

Річні експлуатаційні витрати на організацію відвантаження пеку у big-bag на підприємстві розраховуються за формулою [22]:

$$\Sigma B_{\text{вант}} = B_{\text{з.пл}} + B_{\text{соц}} + B_{\text{ам}} + B_{\text{ел}} + B_p + B_{\text{мом}} + B_{\text{ін}} + B_{\text{накл}}, \quad (3.1)$$

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

$B_{соц}$ - відрахування в фонд соціального страхування, грн.;

$B_{ам}$ - амортизаційні відрахування на встаткування, грн.;

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

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

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

$B_{ін}$ - інші витрати, грн.;

$B_{накл}$ - накладні витрати, грн.

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

$$B_{з.пл} = \Sigma T_{річн} \cdot C_{з.пл}^{год}, \quad (3.2)$$

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

$C_{з.пл}^{год}$ - заробітна плата за 1 годину роботи, грн.; визначається по формулі [22]:

$$C_{з.пл}^{год} = (C_{год} + C_{год} \cdot K_1) \cdot K_2, \quad (3.3)$$

де $C_{год}$ - годинна тарифна ставка, грн.;

K_1 - доплати до годинної тарифної ставки, грн.; 20% від $C_{год}$;

K_2 - преміальні виплати, грн.; 30% від $C_{год}$ з доплатами.

Розрахуємо заробітну плату працівників, зайнятих затарюванням і відвантаженням електродного пеку за першим варіантом.

Кількість робочих змін – 2.

Річна кількість пеку, що відвантажується в big-bag – 100000 т/рік.

Річна кількість big-bag: $100000/1,4 = 71430$ од.

Час на затарювання одного big-bag становить – 4 хв.

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

$$T_{річн}^{пак} = 4 \cdot 71430 = 285720 \text{ хв.} = 4762 \text{ год.}$$

Тривалість циклу одnobалкового крану при завантаженні big-bag в піввагони за розрахунками склала 1,5 хв. Час роботи кранів за рік складе:

$$T_{річн}^{од.кр} = 1,5 \cdot 71430 = 107145 \text{ хв.} = 1786 \text{ год.}$$

Визначимо годинну і річну заробітну плату за формулами (3.2) і (3.3):

- для машиністів крана:

$$C_{з.пл}^{кр} = (42,89 + 42,89 \cdot 0,2) \cdot 1,3 = 66,90 \text{ грн.};$$

$$B_{з.пл}^{кр} = 66,90 \cdot 1786 = 119684 \text{ грн.};$$

- для пакувальників:

$$C_{з.пл}^{пак} = (40,97 + 40,97 \cdot 0,2) \cdot 1,3 = 63,90 \text{ грн.};$$

$$B_{з.пл}^{пак} = 63,90 \cdot 4762 = 304292 \text{ грн.}$$

Сумарна заробітна плата складе:

$$\Sigma B_{з.пл}^{1вар} = 119684 + 304292 = 423976 \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок складає 22,0 %. Визначимо нарахування на заробітну плату:

$$\Sigma B_{соц}^{1вар} = 423976 \cdot 0,22 = 93275 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на встаткування, задіяне в процесі відвантаження пеку кам'яновугільного, розраховується за формулою [22]:

$$B_{ам} = \frac{K_{\sigma} \cdot a_i}{100}, \quad (3.4)$$

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

a_i - норми відрахувань, %; для обладнання та устаткування – 24 % на рік або 6 % на квартал.

Балансова вартість встаткування для відвантаження пеку з підприємства наведена в табл. 3.1 і склала 5100000 грн.

Розрахунок витрат на амортизацію обладнання та встаткування за першим варіантом наведений у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок амортизаційних витрат на встаткування

Балансова вартість, грн.				Амортизаційні відрахування, грн.			
1 пропонуваний варіант							
5100000	4794000	4506360	4235978	306000	287640	270382	254159
Усього за першим варіантом				1118181			

Витрати на силову електроенергію визначаються за формулою [22]:

$$B_{ел}^c = W \cdot T_{заг} \cdot \eta_{вт} \cdot K_{пот} \cdot K_{час} \cdot C_{ел}, \quad (3.5)$$

де W - сумарна потужність установлених електродвигунів, кВт·год; однобалковий кран – 9,65 кВт; комплекс затарювання – сумарна потужність 5,5 кВт;

$T_{заг}$ - фонд робочого часу встаткування на рік, год.; однобалковий кран 1786 год., комплекс відвантаження 4762 год.;

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

$K_{ном}$ - коефіцієнт використання електродвигунів за потужністю, $K_{ном} = 0,95$;

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

$\Pi_{ел}$ - вартість 1 кВт·год електроенергії, для промислових підприємств $\Pi_{ел} = 2,244$ грн.

$$B_{сил.ен.}^{1вр.} = (9,65 \cdot 1786 + 5,5 \cdot 4762) \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 2,244 = 92622 \text{ грн.}$$

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

$$B_{мом}^{1вар} = 92622 \cdot 0,1 = 9262 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт устаткування визначаються за формулою [20]:

$$B_p = \frac{K_{\delta} \cdot a_p}{100}, \quad (3.6)$$

де a_p - норми відрахувань на поточний ремонт, %; приймаємо $a_p = 5$ %.

$$B_p^{1вар} = 5100000 \cdot 0,05 = 255000 \text{ грн.}$$

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

$$B_{ін}^{1вар} = 0,1 \cdot (423976 + 1118181 + 92622 + 9262 + 255000) = 189904 \text{ грн.}$$

Накладні витрати на коксохімічному заводі складають 146 % від заробітної плати робітників:

$$\Sigma B_{накл}^{1вар} = 423976 \cdot 1,46 = 619005 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на відвантаження пеку з коксохімічного заводу за першим варіантом складуть:

$$\begin{aligned} \Sigma B_{вант}^{1вар} &= 423976 + 93275 + 1118181 + 92622 + 9262 + 255000 + 189904 + \\ &+ 619005 = 2801225 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.3.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на відвантаження пеку з підприємства за другим варіантом

Річні експлуатаційні витрати на організацію відвантаження пеку з підприємства за другим проектним варіантом розраховуються за формулою (3.1).

Заробітну плату працівників, зайнятих на відвантаженні пеку, розраховуємо за формулами (3.2) і (3.3).

Розраховуємо заробітну плату працівників, зайнятих затарюванням і відвантаженням електродного пеку за другим варіантом.

Кількість робочих змін – 2.

Річна кількість пеку, що відвантажується в МКПр-14-10 – 100000 т/рік. Маса вантажу в одному контейнері – 13,06 т.

Річна кількість МКПр-14-10 для відвантаження пеку: $100000/13,06 = 7657$ од.

Час на затарювання одного МКПр-14-10 становить – 9 хв.

Сполучені операції з завантаження контейнерів у вагон, їх розгортанні, сполученні з вантажозахватним механізмом та відвантажувальним бункером на один контейнер складають 6 хвилин.

У технологічному процесі завантаження пеку в МКПр-14-10 зайняті:

- машиніст мостового крану;
- 2 стропальника;

- оператор відвантажувального комплексу;
- 2 вантажника.

Час роботи робітників, які обслуговують комплекс по відвантаженню пеку в МКПр-14-10 складе:

$$T_{річн}^{2вар} = (9+6) \cdot 7657 = 114855 \text{ хв.} = 1915 \text{ год.}$$

Годинна заробітна плата складає:

- машиністу мостового крану: $C_{з.пл}^{кр} = 66,90 \text{ грн.};$
- стропальник, вантажник: $C_{з.пл}^{стр} = 63,90 \text{ грн.};$
- оператор відвантажувального комплексу:

$$C_{з.пл}^{опер} = (41,1 + 41,1 \cdot 2) \cdot 1,3 = 64,12 \text{ грн.}$$

Визначимо годинну і річну заробітну плату за формулами (3.2) і (3.3):

- для машиніста крана:

$$B_{з.пл}^{кр} = 66,90 \cdot 1915 = 128114 \text{ грн.};$$

- для стропальників і вантажників:

$$B_{з.пл}^{стр.,вант} = 63,90 \cdot 4 \cdot 1915 = 489476 \text{ грн.};$$

- для оператору відвантажувального комплексу:

$$B_{з.пл}^{опер} = 64,12 \cdot 1915 = 122790 \text{ грн.}$$

Сумарна заробітна плата складе:

$$\Sigma B_{з.пл}^{2вар} = 128114 + 489476 + 122790 = 740380 \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок – 22,0 %. Визначимо нарахування на заробітну плату:

$$\Sigma B_{\text{соц}}^{2\text{вар}} = 740380 \cdot 0,22 = 162884 \text{ грн.}$$

Балансова вартість встаткування наведена в табл. 3.2. Норми амортизації:

- на встаткування – 24 % річних або 6 % на квартал;
- на контейнери МК-14-10 – 15 % річних або 3,75 % на квартал.

Загальна балансова вартість встаткування на підприємстві складається з вартості відвантажувального комплексу та траверси для контейнерів МКПр-14-10:

$$K_{\phi} = 2500000 + 300000 = 2800000 \text{ грн.}$$

Балансова вартість контейнерів МКПр-14-10 складає 6050000 грн.

Розрахунок витрат на амортизацію встаткування і контейнерів МК-14-10 за другим варіантом наведений у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок амортизаційних витрат на встаткування за другим варіантом

Обладнання	Балансова вартість, тис. грн.				Амортизаційні витрати, тис. грн.			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
2 запропонований варіант								
Комплекс	2800000	2632000	2474080	2325635	168000	157920	148445	139538
Траверса	300000	282000	265080	249175	18000	16920	15905	14951
МК-14-10	6050000	5823125	5604758	5394580	226875	218367	210178	202297
Усього за другим варіантом					1537396			

Витрати на силову електроенергію визначаються за формулою (3.5). Сумарна потужність двигунів мостового крану – 25,5 кВт, а відвантажувального пристрою – 7,3 кВт.

$$B_{\text{сил.ен}}^{2\text{вар}} = (25,5 + 7,3) \cdot 1915 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 2,244 = 133970 \text{ грн.}$$

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

$$B_{\text{мом}}^{2\text{вар}} = 133970 \cdot 0,1 = 13397 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт устаткування визначаються за формулою (3.6):

$$B_p^{2\text{вар}} = (2800000 + 300000 + 6050000) \cdot 0,05 = 457500 \text{ грн.}$$

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

$$B_{\text{ін}}^{2\text{вар}} = 0,1 \cdot (740380 + 1537396 + 133970 + 13397 + 457500) = 288264 \text{ грн.}$$

Накладні витрати на коксохімічному заводі складають 146 % від заробітної плати робітників:

$$\Sigma B_{\text{накл}}^{2\text{вар}} = 740380 \cdot 1,46 = 1080955 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на відвантаження пеку з коксохімічного заводу за другим варіантом складуть:

$$\begin{aligned} \Sigma B_{\text{вант}}^{2\text{вар}} &= 740380 + 162884 + 1537396 + 133970 + 13397 + 457500 + 288264 + \\ &+ 1080955 = 4414746 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.4 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на завезення пеку в порт за варіантами

При визначенні витрат на перевезення пеку кам'яновугільного з підприємства в Запорізький річковий порт залізничним транспортом необхідно визначити річну кількість вагонів за формулою [19]:

$$N_{ваг}^{річн} = \frac{Q_{річ}}{q_{ваг}}, \quad (3.7)$$

де $Q_{річ}$ - річний вантажопотік, т; $Q_{річ} = 100000$ т;

$q_{ваг}$ - кількість пеку кам'яновугільного у вагоні, т.

За першим варіантом пек відвантажується у м'яких контейнерах big-bag. Завантаження вагону складає 56,0 т.

$$N_{ваг}^{b-b} = \frac{100000,0}{56,0} = 1786 \text{ вагонів/рік.}$$

За другим варіантом пек відвантажується у контейнерах МКПр-14-10. Кількість вантажу у вагоні: $13,06 \times 5 = 65,3$ т.

$$N_{ваг}^{МК-14-10} = \frac{100000,0}{65,3} = 1532 \text{ вагони/рік.}$$

Вагони з пеком з підприємства за обома варіантами виставляються на станцію загальної мережі Запоріжжя Ліве, а вже відтіля – відправляються на портову станцію. Відстань перевезення між станціями Запоріжжя Ліве та Порт Велике Запоріжжя складає 21 км [23].

Визначимо річні витрати на перевезення пеку кам'яновугільного за варіантами.

Перший пропонований варіант

Фактичне завантаження вагону становить 56,0 т. Розрахункова маса вантажу для визначення тарифної плати за перевезення залізничним транспортом за [24] становить 55 тонн. Тариф за перевезення вантажу в одному вагоні визначаємо за [24]. Тариф складається з інфраструктурної та вагонної ставки:

- інфраструктурна ставка – 923 грн.;
- вагонна ставка – 212 грн.;
- загалом – 1135 грн.

Пек ставиться до вантажів 3 класу. Коефіцієнт корегування провізної плати для пеку складає 3,722. Провізна плата за залізничне перевезення одного вагону з пеком у big-bag складе:

$$B_{\text{ваг}}^{b-b} = 1135 \cdot 3,722 = 4224 \text{ грн.}$$

Після вивантаження вагони здаються на загальну мережу.

Річні витрати на залізничне перевезення пеку з коксохімічного заводу в річковий порт визначимо за формулою [19]:

$$\Sigma B_{\text{пр.пл}}^{\text{пек}} = B_{\text{ваг}}^{\text{конт}} \cdot N_{\text{ваг}}^{\text{річн}}, \quad (3.8)$$

де $B_{\text{ваг}}^{\text{конт}}$ - провізна плата за вагон з пеком у контейнерах певного типу, грн.;

$N_{\text{ваг}}^{\text{річн}}$ - річна кількість вагонів з пеком в контейнерах певного типу, од.

$$B_{\text{річн}}^{b-b} = 4224 \cdot 1786 = 7544064 \text{ грн.}$$

Другий пропонований варіант

Фактичне завантаження вагону з урахуванням власної маси контейнера МКПр-14-10 становить: $(13,06 + 0,075) \cdot 5 = 65,675$ т.

Розрахункова маса вантажу для визначення тарифної плати за перевезення залізничним транспортом за [24] становить 65 тонн. Тариф за перевезення ванта-

жу в одному вагоні визначаємо за [24]. Тариф складається з інфраструктурної та вагонної ставки:

- інфраструктурна ставка – 935 грн.;
- вагонна ставка – 212 грн.;
- загалом – 1147 грн.

Пек ставиться до вантажів 3 класу. Коефіцієнт корегування провізної плати для пеку складає 3,722. Провізна плата за залізничне перевезення одного вагону з пеком у контейнерах МКПр-14-10 складе:

$$B_{\text{ваг}}^{\text{МК-14-10}} = 1147 \cdot 3,722 = 4269 \text{ грн.}$$

Річні витрати на залізничне перевезення пеку у контейнерах МКПр-14-10 з коксохімічного заводу в річковий порт складуть:

$$B_{\text{річн}}^{\text{МК-14-10}} = 4269 \cdot 1532 = 6540108 \text{ грн.}$$

Після перевантаження пеку із контейнерів МКПр-14-10 в трюми судна, порожні контейнери повертаються на підприємство. Витрати на повернення м'яких контейнерів МК-14-10 після вивантаження в порту на підприємство залежать від кількості вагонів, які перевозять порожні контейнери, та плати за перевезення.

За другим варіантом після вивантаження пеку із 46 вагонів, всі порожні контейнери МКПр-14-10 у згорнутому вигляді укладаються в два вагони і повертаються на підприємство.

Кількість таких вагонів за рік складе: $(1532:46) \cdot 2 = 68$ вагонів.

Маса порожнього контейнера МК-14-10 складає 75 кг. Кількість контейнерів у вагоні – 115 од. Завантаження вагону при перевезенні порожніх контейнерів складає $115 \cdot 0,075 = 8,625$ т.

За [24] розрахункова маса, за яку стягується провізна плата на перевезення порожніх контейнерів, складає 10 т. Тариф на перевезення складе:

- інфраструктурна ставка – 870 грн.;
- вагонна ставка – 212 грн.;

- загалом – 1082 грн.

Провізна плата за залізничне перевезення вагонів з порожніми контейнерами МК-14-10 за період навігації складе (коефіцієнт корегування для порожніх контейнерів складає 1,813):

$$B_{річн}^{пор} = 1082 \cdot 1,812 \cdot 68 = 133320 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на перевезення контейнерів МК-14-10 залізницею з коксохімічного заводу у Запорізький річковий порт складуть:

$$\Sigma B_{зал}^{МК-14-10} = 6540108 + 133320 = 6673428 \text{ грн.}$$

3.5 Визначення витрат на переробку пеку в Запорізькому річковому порту за варіантами

Перший пропонований варіант

Річні експлуатаційні витрати на вантажопереробку пеку в м'яких контейнерах big-bag в річковому порту визначимо за акордною ставкою, яка складає 9,3 \$ за 1 м'який контейнер big-bag.

Портові витрати на переробку 1 контейнера big-bag складуть:

$$A^{big-bag} = 9,3 \cdot 25,0 = 232,5 \text{ грн./конт.}$$

За період навігації за розрахунками з порту на судна відвантажується 71943 контейнерів big-bag. Загальні витрати на вантажопереробку пеку в м'яких контейнерах big-bag у річковому порту складуть:

$$\Sigma B_{порт}^{big-bag} = 232,5 \cdot 71430 = 16607475 \text{ грн.}$$

Другий пропонований варіант

Річні експлуатаційні витрати на вантажопереробку пеку в м'яких контейнерах МКПр-14-10 в річковому порту також визначимо за акордною ставкою, яка складає 8,0 \$ за 1 т маси брутто.

Портові витрати на переробку 1 контейнера МКПр-14-10 складуть:

$$A_{MK-14-10}^{1m} = 8,0 \cdot 14,0 \cdot 25,0 = 2800,0 \text{ грн./конт.}$$

За період навігації за розрахунками з порту на судна відвантажується 7657 контейнерів. Загальні витрати на вантажопереробку пеку в м'яких контейнерах МКПр-14-10 у річковому порту складуть:

$$\Sigma B_{порт}^{MK-14-10} = 2800,0 \cdot 7657 = 21439600 \text{ грн.}$$

3.6 Визначення загальних річних експлуатаційних витрат за варіантами

Крім річних витрат на відвантаження пеку у big-bag з підприємства, завезення в порт та переробку в порту, за першим пропонованим варіантом слід врахувати щорічні витрати на придбання м'яких контейнерів big-bag, оскільки вони не є зворотною тарою.

Річні витрати на придбання м'яких контейнерів big-bag за першим проектним варіантом складуть (вартість одного big-bag – 80 грн.):

$$B_{big-bag}^{1var} = 80,0 \cdot 71430 = 5714400 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на відвантаження та перевезення пеку у Запорізький річковий порт та на вантажопереробку в порту за варіантами приведені у табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Загальні експлуатаційні витрати на переробку, перевезення і вантажопереробку пеку в порту за варіантами

Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.	
	Перший варіант	Другий варіант
1. Заробітна плата	423976	740380
2. Нарахування на заробітну плату	93275	162884
3. Амортизаційні відрахування	1118181	1537396
4. Витрати на електроенергію	92622	133970
5. Витрати на мастильні матеріали	9262	13397
6. Витрати на ремонт	255000	457500
7. Інші витрати	189904	288264
8. Накладні витрати	619005	1080955
Разом на відвантаження	2801225	4414746
9. Витрати на залізничне перевезення	7544064	6673428
10. Вантажопереробка в порту	16607475	21439600
11. Витрати на придбання big-bag	5714400	-
Загальна сума витрат	32667164	32527774

Таким чином, отримали такі показники за двома пропонованими варіантами:

- перший пропонований варіант:

$$K_{\text{доо}}^{1\text{вар}} = 5350000 \text{ грн.}; \quad \Sigma B_{\text{експ}}^{1\text{вар}} = 32667164 \text{ грн.};$$

- другий пропонований варіант:

$$K_{\text{доо}}^{2\text{вар}} = 9150000 \text{ грн.}; \quad \Sigma B_{\text{експ}}^{2\text{вар}} = 32527774 \text{ грн.}$$

3.7 Розрахунок прибутку та дисконтованого доходу від пропонованих рішень

ПрАТ «Запоріжжкокс» відвантажує пек електродний з підприємства по 2000 грн. за одну тону продукції. В ціні продажу дохід підприємства складає 20 % або 400 грн. з продажу 1 т.

Річний дохід підприємства від реалізації продукції складе:

$$D_{річн} = 400 \cdot 100000 = 40000000 \text{ грн.}$$

Прибуток підприємства за вирахуванням експлуатаційних витрат складе:

- за першим пропонованим варіантом

$$П_{річн}^{1в} = 40000000 - 32667164 = 7332836 \text{ грн.};$$

- за другим пропонованим варіантом

$$П_{річн}^{2в} = 40000000 - 32527774 = 7472226 \text{ грн.}$$

Для визначення ефективності впровадження пропонованих варіантів відвантаження та доставки пеку у порт необхідно розрахувати чистий дисконтований дохід, який являє собою поточну вартість доходів від зроблених інвестицій.

Коефіцієнт дисконтування розраховується за формулою [26]:

$$\alpha = \frac{1}{(1+i)^t}, \quad (3.9)$$

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

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

i - норма дисконту, $i = 0,25$.

Чистий дисконтований дохід визначається за формулою [26]:

$$NVP = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.10)$$

де B_t - річні доходи за проектом, грн.;

C_t - річні витрати за проектом, грн.;

n - термін життя проекту, років.

У таблиці 3.7 приведений розрахунок чистого дисконтованого доходу за першим варіантом, а у табл. 3.8 – за другим варіантом.

Таблиця 3.8 – Розрахунок чистого дисконтованого доходу за першим пропонуванним варіантом

Рік	Інвестиції, грн.	Прибуток, грн.	α	NVP , грн.
1	5350000	7332836	1	1982836
2	—	7332836	0,80	5866269
3	—	7332836	0,64	4693015
Загальний ефект від впровадження проекту				12542121

Таблиця 3.9 – Розрахунок чистого дисконтованого доходу за другим пропонуванним варіантом

Рік	Інвестиції, грн.	Прибуток, грн.	α	NVP , грн.
1	9150000	7472226	1	- 1677774
2	—	7472226	0,80	5977781
3	—	7472226	0,64	4782225
Загальний ефект від впровадження проекту				9082232

Строк окупності знаходимо за формулою [22]:

$$T_{ок} = \frac{K_{доd}}{П_{річн}}, \quad (3.11)$$

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

$П_{річн}$ - річний прибуток підприємства, грн.

Строк окупності проектних пропозицій за варіантами складе:

$$T_{ок}^{1вар} = \frac{5350000}{7332836} = 0,73; \text{ приймаємо } 1,0 \text{ рік};$$

$$T_{ок}^{2вар} = \frac{9150000}{7472226} = 1,22; \text{ приймаємо } 1,5 \text{ роки}$$

Розрахунок показав, що перший пропонований варіант більш економічно вигідний, ніж другий, і може бути впроваджений на підприємстві. Крім того, перший варіант більш придатний за екологічними вимогами: при перевантаженні повністю виключається контакт працівників з небезпечним вантажем – пеком кам'яновугільним, який за класом безпеки ставиться до їдких речовин.

Зведені техніко-економічні показники по варіантах наведені в табл. 3.10 та на слайді 12 графічної частини роботи.

Таблиця 3.10 – Техніко-економічні показники за пропонованими варіантами

Найменування показника	Величина показника	
	1 варіант	2 варіант
Додаткові капітальні витрати, грн.;	5350000	9150000
у тому числі		
- на встаткування	5350000	3100000
- на м'які контейнери МК-Пр-14-10	-	6050000
Витрати на відвантаження з підприємства, грн.	2801225	4414746
Витрати на перевезення з заводу в порт, грн.	7544064	6673428
Витрати на переробку в порту, грн.	16607475	21439600
Витрати на щорічне придбання big-bag, грн.	5714400	-
Загальні експлуатаційні витрати, грн.	32667164	32527774
Дохід підприємства від продажу пеку, грн.	40000000	
Прибуток підприємства від продажу пеку, грн.	7332836	7472226
Дисконтований дохід від проекту, грн.	12542121	9082232
Строк окупності додаткових витрат, років	1	1,5

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В магістерській роботі досліджуються питання організації відвантаження пеку кам'яновугільного із Запорізького коксохімічного заводу та транспортування його в порт відправлення для завантаження суден і доставки закордонним споживачам. В цьому розділі розглядається аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника під час збору даних для магістерської роботи та проводяться заходи по їх усуненню.

Опис продукції. Пек – продукт сухої перегонки кам'яновугільної смоли, деревини, торфу. Пек широко застосовується у народному господарстві для виготовлення асфальту, руберойду, лаків, фарб, сажі та іншого. Пек кам'яновугільний – токсичний продукт; ставиться до класу небезпеки 6, підкласу 6.1. По ступені впливу на організм пек ставиться до II класу небезпеки; гранично допустима концентрація аерозолів і парів пеку у повітрі робочої зони – 0,2 мг/м³.

З цього бачимо, що пек сам по собі є небезпечним продуктом.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

1. При накопичуванні та при зберіганні пеку на відкритих майданчиках можливі ураження дихальних шляхів з-за того що пековий пил і пари ядовиті.

2. При навантаженні пеку навалом, пил сильно діє на організм вантажника і на дослідника особливо в світлу пору та в жарку погоду. При вдиханні можливе запалення слимакових дихальних шляхів, а також явлення загального отруєння (нудота, блювота).

3. При навантаженні-розвантаженні пеку у м'які контейнери – big-bag, Q-bag можливе їх пошкодження. Це призведе до розсипу пеку. При навантаженні в за-

критих приміщеннях можливий також розсип пеку. Це приводить до отруєння робітників..

4. При перевезенні пеку навалом, є можливість його розм'якшення при температурі від 37 °C до 80 °C (в залежності від сорту) та спікання. При охолодженні утворюється маса, яка важко розколюється. При розколюванні пеку виникає велика кількість пилу.

5. При транспортній переробці пеку можливо забруднення акваторії портів, що призводить до отруєння води та екологічному порушенню природного балансу.

6. При перенавантаженні пеку на транспортні засоби навалом при швидкості повітря більш 3 м/с пек може оказувати фотодинамічний вплив (дія на шкіру) на людину, яка знаходиться майже на відстані до 25 м від місця виробництва перевантаження.

7. Ураження робітників та дослідника електричним струмом від неізольованих чи пошкоджених кабелів порталних кранів, що призводить до електричної травми людини або пожежі.

8. Наїзди залізничним транспортом на робітників та дослідника у разі неузгодження дій складачів поїздів з головним диспетчером.

9. Недостатнє освітлення на накопичувальних майданчиків може призвести до погіршення якості повітря з-за невірної навантаження-розвантаження пеку.

10. В холодну пору можливо переохолодження робітників та дослідника, що призведе до простудних захворювань та отримання лікарняного. В теплу пору року може відбутися перегрів організму і як наслідок тепловий удар.

11. Негативний вплив шкідливих факторів середовища в дослідницькій лабораторії обладнаної персональним комп'ютером.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

1. Пек повинен зберігатися на відкритих майданчиках, під навісами та в замкнених спеціалізованих складах. Дільниця для переробки пеку повинна бути відділена від місця розташування інших вантажів не менш ніж на 100 м. Пекова дільниця повинна мати цементне покриття з нахилом для збігання промивної води в виробничу каналізацію та дощате огородження висотою не менш 2 м, щоб пил не розносився навколо відповідно ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

2. При навантаженні пеку навалом, його збризкують водою перед навантаженням для зменшення пилоутворення. Для цього на ділянці встановлюють водопровідні крани для поливу та каналізаційні трапи. Всі роботи на відкритому повітрі повинні проводитися в темну пору часу – від заходу сонця до його сходу відповідно Наказу від 19.01.2015 «Правила охорони праці під час навантажувально-розвантажувальних робіт».

3. Перевозити пек краще в тарі. Це – big-bag, Q-bag. Можлива ймовірність їх пошкодження, що призведе до отруєння працівників. Тому краще перевозити пек у тарі міцній та герметичній. Найбільш підходять спеціальні контейнери, подвійні мішки з синтетичних полімерних матеріалів та металеві бочки з днищами, які роз'єднуються, відповідно Наказу № 822 від 26.07.2004 «Про затвердження Правил норм перевезення небезпечних вантажів».

4. При перевезенні навалом, пек повинен бути у гранульованому стані, що дає можливість меншого спікання.

5. Навантажувальні роботи з пеком та його транспортування не дозволяється при швидкості повітря більш ніж 3 м/с. Всі роботи на відкритому повітрі повинні виконуватися в нічний час відповідно Наказу № 822 від 26.07.2004 «Про затвердження Правил норм перевезення небезпечних вантажів».

6. Для запобігання переохолодження необхідно робітникам, які працюють на повітрі, видавати теплий одяг. А в теплу пору видавати легку форму та забезпечувати газованою водою робітників відповідно Наказу № 62 від 12.05.2009 «Норми спец одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту».

7. Для уникнення можливих наїздів залізничним транспортом необхідно щоб робітники та дослідники були вдягнені в жилети зі світло-відбивними смугами та узгоджувати свої дії з головним диспетчером по радіозв'язку відповідно Наказу № 822 від 26.07.2004 «Про затвердження Правил норм перевезення небезпечних вантажів».

8. Для запобігання пошкодження big-bag, Q-bag при навантаженні, необхідно застосовувати спеціальні траверси, які дозволять швидко й надійно кріпити big-bag.

4.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

1. Для попередження забруднення пеком акваторії порту необхідно щоб збір стокових вод з канав в виробничу каналізацію потрапляв, з попереднім уловлюванням пеку, у відстійники. Викидати пек, різні його залишки, а також промивні та стічні води, які містять пек, у воду заборонено.

2. Для запобігання отруєння робітників в закритих приміщеннях, важливим оснащенням цих приміщень є вентиляційні пристрої. За допомогою вентиляційної системи видаляється забруднення, що затримується у фільтрах вентиляції, та подається свіже повітря відповідно вимогам ДБН В. 2.5-67: 2013 «Опалення, вентиляція, кондиціювання».

3. Обладнання причалів порту, накопичувальних майданчиків облаштовувалися освітленням 30 лк згідно ДБН В 2.5.-28-2018 «Природне та штучне освітлення». Причал та майданчик обладнається робочим, черговим та охоронним освітленням. Робоче освітлення, яке використовувалося під час виконання вантажних

операцій, розміщено на щоглах поза зоною дії порталних кранів. Для освітлення причалу застосовуються прожектори типу ПЗС-35 з газорозрядними лампами типу ДРЛ-700 (зараз є тенденція застосування світлодіодних ламп).

4. Відповідно замірам в лабораторії, де є ПК, заносимо ці дані в таблицю 4.1 відповідності, що впливають на дослідника в процесі проведення досліджень.

Проведемо оцінку рівня умов, важкості та напруженості праці дослідника в лабораторії обладнаній ПК за бальною шкалою.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для оцінки умов праці дослідника

Фактор (показник)	Фактичне значення	Час дії, год.
Умови праці:		
Мікроклімат за ТНС-індексом, t , °C	27	8
Освітленість приміщення E , лк	320	8
Розряд і підрозряд зорових робіт, Z_{op}	A-2	—
Рівень шуму L , дБА	86	5
Напруженість праці:		
Загальні енергозатрати організму, Вт	300	7
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	38000	6
Важкість праці:		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	76	7
Тривалість робочого дня, год.	8	8

1. У відповідності до фактичних даних, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища, що впливають на дослідника в процесі дослідницької діяльності. Їхнє фактичне значення та час дії вносимо до стовпчиків 1, 2, 3, табл. 4.1.

2. Відповідно до додатка А [26], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії, обладнаної ПК. Умови праці за витратами енер-

гії не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії Іб.

3. З додатків [26], відповідно до категорії робіт Іб, розряду зорових робіт А-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Таблиця 4.2 – Результати оцінювання умов праці за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{\text{вим}}$	Час дії, год.	ГДК/ГДР, показники, $P_{\text{доп}}$	$X_{\text{визн}}$, бали	Клас умов праці	X_i , бали
Мікроклімат за ТНС - індексом, t , °С	27	8	22,9-25,8	4	3.3	4
Освітленість приміщення E , лк	320	8	400	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $Z_{\text{ор}}$	А-2	—	—	—	—	—
Рівень шуму L , дБА	86	5	50	—	3.1	0,63
Загальні енергозатрати організму, Вт	300	7	290	0,91	3.2	2
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участі м'язів кистей та пальців рук)	38000	6	40000	0,71	3.2	2
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	76	7	75	0,89	3.2	2
Тривалість робочого дня, год.	8	8	8	0,15	3.2	2

4. Для окремих факторів і показників за методикою, визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{\text{визн}}$ та вносимо

їх значення до стовпчика 5, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [26]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінці мікроклімату визначаємо в балах, за формулою [26]:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{3 \cdot 8}{8} = 3; \quad (4.1)$$

- для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулами [26]:

а) загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{300 \cdot 7 \cdot 1}{8 \cdot 290} = 0,91; \quad (4.2)$$

б) стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{38000 \cdot 6 \cdot 1}{8 \cdot 40000} = 0,71;$$

в) тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{76 \cdot 7 \cdot 1}{8 \cdot 75} = 0,89;$$

г) тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,15.$$

5. Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, табл. 4.2:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 2$, з табл. 7.2 – 3 клас, 2 ступінь (3.2) [265];

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $\Pi_{вим} = 320$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 – 3 клас, 1 ступінь (3.1) [26];

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $\Pi_{вим} = 86$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 – 3 клас, 1 ступінь (3.1) [26];

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою [26]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,91 + 0,71 + 0,9 + 0,15 = 2,66. \quad (4.3)$$

З табл. 7.3 [26] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 2,66$ – 3 клас, 2 ступінь (3.2).

6. Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії виробничих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 2 ступеню.

7. Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до стовпчика 7, табл. 4.2:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{см} = X_i = 3$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 8 годин, тому коректування не потрібно – $X_{cm} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 5 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою [26]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{5}{8} = 0,63; \quad (4.4)$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 2 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 2$.

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою [26]:

$$X_{\text{факт}} = \sum_{i=1}^n X_i = 4,0 + 0 + 1,5 + 3,0 = 8,5. \quad (4.5)$$

8. Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{\text{факт}} = 6,63$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 16 % [26].

9. На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції:

1) умови, важкості та напруженості праці на робочому місці інженера-дослідника згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками

шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

2) відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці дослідника належать до категорії Іб, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії Іб, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища – ТНС-індексом: 20,2-22,8 °С;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями й відеотерміналами відповідає розряду зорових робіт А-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах: $E = 400$ лк;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника: 50 дБА;

- загальні енергозатрати організму: до 174 Вт;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук): до 20000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни): до 50%;

- тривалість робочого дня: 6 або 7 год.;

3) для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціювання приміщення;

- для забезпечення нормованої освітленості приміщення, яка відповідає розряду зорових робіт, необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням;

- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;

- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 6 або 7 год.;

- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;

- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви;

4) якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці [26], у розмірі 16 %.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Для запобігання займання ізоляції порталних кранів внаслідок замикання необхідно забезпечити кожен день огляд кабелів на предмет пошкодження ізоляції. При виявленні пошкоджень необхідно визивати службу, яка ліквідує ці пошкодження відповідно ДНАОП 0.00-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»

Приміщення складу пеку згідно НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорії приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» ставиться до категорії «Д» (речовини в холодному стані).

Клас можливої пожежі відповідно ДБН В 1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва визначається як «А» (горіння твердих речовин)».

Площа складу складає близько 3000 м². Згідно НАПБ 03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників» обирається 12 порошкових вогнегасників ИП-8.

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

4.5 Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях

Об'єкт *господарської діяльності* – це підприємства (державні і приватні), установи і організації, навчальні заклади та інші. На всіх об'єктах Цивільна оборона організовується з метою завчасної підготовки їх до захисту від наслідків надзвичайних ситуацій, зниження втрат, створення умов для підвищення стійкості роботи об'єктів та своєчасного проведення рятувальних та інших невідкладних робіт (РІНР).

Відповідальність за організацію та стан Цивільної оборони, за постійну готовність її сил і засобів до проведення РІНР несе начальник цивільної оборони (НЦО) об'єкта – керівник підприємства, установи та організації.

Начальник ЦО об'єкта підпорядковується відповідним посадовим особам міністерства (відомства), у підпорядкуванні якого знаходиться об'єкт, а також начальнику ЦО міста (району), на території якого розташований об'єкт. На допомогу начальнику ЦО об'єкта призначається заступник, або декілька. Як правило, призначаються заступники з: інженерно-технічної частини, евакуації, матеріально-технічного постачання.

Заступник начальника ЦО з евакуаційних заходів керує розробленням плану евакуації на кожну можливу надзвичайну ситуацію, організовує підготовку місць для розміщення евакуйованих; керує службою охорони громадського порядку і організовує перевезення робітників та службовців в райони розселення і до місця праці (на об'єкті).

Заступник начальника ЦО з інженерно-технічної частини – головний інженер об'єкта – керує розробленням плану переведення підприємства на особливий режим роботи, здійснює заходи щодо підвищення стійкості роботи підприємства в умовах надзвичайних ситуацій, керує аварійно-технічною, протипожежною службами та службою сховищ і укриттів. Він же здійснює технічне керівництво рятувальними та невідкладними аварійно-відновлювальними роботами в районі лиха, аварії, в осередку ураження.

Заступник начальника ЦО з матеріально-технічного постачання – заступник або помічник директора з постачання – забезпечує накопичення та збереження спеціального майна, техніки, інструментів, засобів захисту і транспорту. На нього покладається матеріально-технічне забезпечення: будівництва (пристосування) укриттів, евакуаційних заходів, проведення РІНР та інші заходи.

В склад керівництва Цивільної оборони об'єкта входять також керівники громадських організацій.

При начальникові ЦО об'єкта створюється штаб ЦО – орган управління начальника Цивільної оборони. Склад штабу залежить від значення підприємства. Штаб ЦО комплектується як штатними працівниками ЦО, так і за рахунок посадових осіб, не звільнених від виконання основних обов'язків, та складається із начальників штабу, його заступників (помічників) з оперативно-розвідувальної роботи, бойової підготовки, а також інших спеціалістів (виходячи із специфіки виробництва чи обстановки).

Робота штабу організовується на підставі наказів, розпоряджень та вказівок начальника ЦО об'єкта, старшого штабу та рішень місцевої державної адміністрації (органу виконавчої влади). Начальник штабу є першим заступником начальника ЦО об'єкта. Йому надається право від імені начальника ЦО віддавати накази та розпорядження з питань Цивільної оборони на об'єкті.

Штаб Цивільної оборони здійснює заходи щодо захисту робітників і службовців та забезпечує своєчасне оповіщення населення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій. Організовує і забезпечує безперервне управління Цивільної оборони. Розробляє план дій органів управління і сил ЦО об'єкта з запобігання та ліквідації НС, періодично коригує та організовує його виконання. Організовує та контролює навчання робітників, службовців з Цивільної оборони та підготовки невоєнізованих формувань об'єкта.

На об'єкті залежно від характеру його виробничої діяльності створюються служби ЦО: оповіщення і зв'язку; медична; радіаційного та хімічного захисту; охорони громадського порядку; протипожежна; енергопостачання та світломаскування; аварійно-технічна; сховищ і укриттів; транспортна; матеріально-технічного

постачання та інші. На них покладаються виконання спеціальних заходів і забезпечення дій формувань при проведенні РІНР.

Керівництво службами здійснюють їх начальники, які призначаються наказом начальника ЦО об'єкта, з числа начальників відділів, цехів, на базі яких вони створені. Начальники служб зобов'язані підтримувати в постійній готовності сили та засоби служби, знати політичні, моральні і ділові якості підлеглих і проводити з ними виховну роботу, заняття та навчання. Начальники служб беруть участь у розробленні плану дій органів управління і сил із запобігання і ліквідації НС та самостійно розробляють необхідні документи служб. На них покладається своєчасне забезпечення підлеглих формувань спеціальним майном і технікою.

Служба оповіщення та зв'язку створюється на базі вузла зв'язку об'єкта (диспетчерського зв'язку, електроцеху). На службу покладається: організація своєчасного оповіщення керівного складу, робітників та службовців, населення про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій; організація зв'язку та підтримування її у постійній готовності. Крім того, служба усуває аварії на мережах і спорудах зв'язку, що знаходяться в осередках ураження, районах лиха.

Медична служба організовується на базі медсанчастини об'єкта. Начальник служби – головний лікар. Служба забезпечує комплектування, навчання і підтримування в готовності медичних формувань; накопичення запасів медичного майна та медичних засобів індивідуального захисту; медичну розвідку і санітарно-епідемічне спостереження. Надає медичну допомогу ураженим та евакуйовує їх у лікарняні установи, здійснює медичне забезпечення робітників, службовців і членів їх сімей у місцях розміщення евакуйованих.

Служба радіаційного і хімічного захисту розробляє і здійснює заходи щодо захисту людей, харчоблоків, складів продуктів від дії радіоактивних та отруйних речовин: створює і навчає формування і установи радіаційного та хімічного захисту; здійснює контроль за станом засобів індивідуального захисту, приладів і спеціальної техніки. Веде радіаційну та хімічну розвідку, здійснює контроль за опроміненням та зараженням особового складу, проводить заходи щодо ліквідації радіоактивного і хімічного зараження.

Служба охорони громадського порядку створюється на базі підрозділів охорони та народних дружин. Вона забезпечує надійну охорону об'єкта; підтримування громадського порядку в районах лиха та під час проведення РІНР; сприяє своєчасному укриттю працюючих за сигналами ЦО; контролює дотримання режиму світломаскування.

Служба енергопостачання та світломаскування створюється на базі відділу головного енергетика. Начальник служби – головний енергетик об'єкта. Служба розробляє заходи щодо забезпечення безперебійного постачання газу, тепла, електроенергії на об'єкт. Здійснює оснащення уразливих ділянок енергетичних мереж різного роду системами та засобами захисту. Планує проведення заходів зі світломаскування та підготовчі заходи першочергових відновлюваних робіт. Проводить невідкладні аварійно-відновлювальні роботи на енергомережах.

Аварійно-технічна служба організовується на базі виробничого, технічного відділів або відділу головного механіка. Вона розробляє і здійснює заходи щодо захисту унікального обладнання, підвищення стійкості основних споруд, спеціальних інженерних мереж і комунікацій; проводить невідкладні роботи по розбиранню завалів, локалізації і ліквідації аварій на комунікаціях та спорудах об'єкта.

Служба сховищ і укриттів створюється на базі відділу капітального будівництва, житлово-комунального відділу, будівельних бригад (цехів). Вона займається: відпрацюванням розрахунків укриття робітників, службовців, населення; забезпеченням готовності сховищ і укриттів та контролем за правильністю їх експлуатації; організацією будівництва захисних споруд. На її особовий склад покладається забезпечення своєчасного заповнення сховищ і укриттів за сигналами оповіщення ЦО. Крім того, служба бере участь у рятувальних роботах при розкритті завалених сховищ і укриттів.

Транспортна служба створюється на базі транспортного цеху. Вона розробляє і здійснює заходи щодо забезпечення перевезень евакуйованих; організовує перевезення сил і засобів до осередку ураження (в районах лиха); готує транспорт для перевезення людей, евакуації уражених і для інших цілей ЦО; проводить роботи щодо знезараження транспорту.

Служба матеріально-технічного постачання створюється на базі відділу матеріально-технічного постачання об'єкта. Вона розробляє план матеріально-технічного постачання; своєчасно забезпечує формування усіма видами оснащення і продовольства; організовує ремонт техніки і різного майна, підвезення його до ділянок (місць) робіт, зберігання та облік; забезпечує продуктами та предметами першої необхідності персоналу як на об'єкті так і в місцях розселення (евакуації).

На невеличких об'єктах господарської діяльності служби ЦО не створюються, їх функції при проведенні необхідних заходів виконують структурні органи управління цих об'єктів.

4.6 Висновки з розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»

В розділі приведено аналіз потенційних небезпек, які можуть підстерігати дослідника під час збору статистичних даних. Розроблені заходи по їх усуненню. Розроблені заходи по забезпеченню санітарії та гігієни праці в тому разі й при роботі на комп'ютері. Розглянуті заходи з пожежної безпеки.

Освітлені заходи з ц по цивільному захисту.

ВИСНОВКИ

На цей час у підприємства ПрАТ «Запоріжжкокс» є попередні домовини про поставку пеку для таких кампаній як Alumil S.A. (Греція), Alcoa (Франція), Anglesey Aluminium Metal Limited (Великобританія). За цими угодами передбачено поставку пеку на експорт за базисною умовою FOB (франко-борт...назва судна). За цим базисом поставки продавець (відправник) несе всі витрати до моменту поставки товару на борт судна, яке фрахтує покупець (одержувач вантажу).

З урахуванням небезпеки при виконанні перевантажувальних робіт з навалочним пеком в роботі було поставлено задачу – розробити такі технологічні процеси з вантажопереробки та доставки пеку у порт і організацію завантаження у судно, які дозволять уникнути негативний вплив пеку на робітників.

При аналізі нормативних джерел з технології й організації переробки пеку кам'яновугільного було визначене наступне. Кам'яновугільний електродний пек на підприємстві виготовляється відповідно до вимог стандарту ГОСТ 10200-83 за технологічним регламентом, затвердженим у встановленому порядку.

Пек кам'яновугільний електродний – токсичний продукт. Отруєння і шкірні поразки можливі при впливі пилу, який виникає під час проведення перевантажувальних робіт при перевезенні гранульованого пеку навалом. По ступені впливу на організм пек ставиться до II класу небезпеки. У відповідності до ДСТУ 4500-3 : 2006 та «Правил безпеки і порядку ліквідації аварійних ситуацій з небезпечними вантажами» пек кам'яновугільний ставиться до класу небезпеки 6, підкласу 6.1, класифікаційний шифр – 6163, номер аварійної карточки – 614, номер ООН – 2810 (рідкий пек) и 2811 (твердий пек).

Електродний пек можна транспортувати тільки у критих вагонах або у бункерних піввагонах. Під час перевезення навалом пек повинен бути тільки в гранульованому стані, тому що твердий пек нерідко доводиться розбивати, внаслідок чого утвориться велика кількість пилу.

Твердий пек зберігають в умовах, що виключають влучення вологи, зольних домішок і вплив прямих сонячних променів. Ділянка для переробки пеку повинна бути віддалена від місць розташування інших вантажів не менш чим на 100 м. При сильному вітрі пек може впливати на людей, що перебувають навіть на відстані до 25 м від місця виробництва перевантажувальних робіт. Всі роботи на відкритому повітрі повинні виконуватися в нічний час, тобто в період від заходу до сходу сонця.

У роботі було розглянуто два варіанти організації технологічного процесу.

1. За першим варіантом запропоновано відвантажувати споживачам пек у звичайних big-bag вантажопідйомністю до 2 т. М'які контейнери big-bag будемо завозити у Запорізький річковий порт залізничним транспортом. В порту big-bag вивантажуються на причалі № 6. Вантаж накопичується на суднову партію. Після прибуття судна у порт big-bag з пеком завантажуються на судно типа «ріка – море» і доставляються споживачам. Одночасно можна відвантажувати до 3000 т пеку. М'які контейнери big-bag у даному випадку є безповоротною тарою і включаються у вартість товару.

2. За другим варіантом пропонується відвантажувати кам'яновугільний електродний пек у м'яких контейнерах МК-Пр-14-10.

На підприємстві пек завантажуються у м'які контейнери МК-14-10, які вже знаходяться у піввагоні. Потім вантаж доставляється залізничним транспортом у річковий порт. У порту м'які контейнери МК-14-10 вивантажуються портальними кранами, переміщуються до судна та пек перевантажується із МК-14-10 безпосередньо у трюми судна.

У роботі були виконані всі технологічні та економічні розрахунки для визначення найбільш прийняттого варіанту відвантаження та перевезення пеку.

За орієнтовним обсягом відвантаження пеку кам'яновугільного електродного за зовнішньоторговельними контрактами складає 100000 т. На підставі цих даних були виконані розрахунки проектних вантажопотоків, кількості засобів механізації для перевантаження пеку на підприємстві і в порту, визначені норми простою транспортних засобів під вантажними операціями.

На підставі отриманих даних були розроблені технологічні графіки обслуговування вагонів з пеком у річковому порту за пропонованими варіантами, а також – технологічні графіки обробки суден в порту при завантаженні пеку.

В економічній частині були визначені витрати на відвантаження пеку з підприємства, на завезення у порт відправлення та на перевалочні операції у порту.

Загальні витрати на відвантаження з підприємства, перевезення в порт та обробку в порту склали:

- за першим пропонованим варіантом – 32667164 грн.;
- за другим пропонованим варіантом – 32527774 грн.

Додаткові капітальні вкладення на реалізацію розроблених заходів склали:

- за першим пропонованим варіантом – 5350000 грн.;
- за другим пропонованим варіантом – 9150000 грн.

Дохід підприємства від реалізації пеку кам'яновугільного за зовнішньоторговельними контрактами складе 40000000 грн. Прибуток підприємства з урахуванням витрат на відвантаження і доставку пеку у порт відправлення склав: за першим проектним варіантом – 7332836 грн., а за другим – 7472226 грн.

Сумарний дисконтований дохід від реалізації проектних пропозицій склав: за першим проектним варіантом – 12542121 грн., а за другим – 9082232 грн.

Розрахунок показав, що перший пропонований варіант більш економічно вигідний, ніж другий, і може бути впроваджений на підприємстві. Крім того, перший варіант більш придатний за екологічними вимогами: при перевантаженні повністю виключається контакт працівників з небезпечним вантажем – пеком кам'яновугільним, який за класом небезпеки ставиться до їдких речовин.

В роботі були також розроблені заходи з охорони праці при відвантаженні та перевезенні пеку кам'яновугільного електродного.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Анализ рынка : промышленное сырье и материалы / Обзор рынка пека каменноугольного в СНГ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.omiralah.narod.ru>. – Загл. с экрана. – Проверено : 14.09.2019.
2. ПАО «Запорожжкокс» / Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.zaporozhcoke.com>. – Загл. с экрана. – Проверено : 14.09.2019.
3. Привалов В. Е. Каменноугольный пек [Текст] / В. Е. Привалов, М. А. Степаненко. – М.: Металлургия, 1981. – 208 с.
4. ГОСТ 10200-83 Пек каменноугольный электродный. Технические условия. – Введ. 1985-01-01. – Последнее изменение 2011-05-18. – Актуализация 2012-11-07. – 10 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.gostedu.ru>. – Загл. с экрана. – Проверено : 18.09.2019.
5. ХиМик / Пек каменноугольный [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ximuk.ru>. – Загл. с экрана. – Проверено : 21.09.2019.
6. TARALLIANCE / Пек каменноугольный [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.tarallance.com.ru>. – Загл. с экрана. – Проверено : 21.09.2019.
7. Архив журнала «Опасные грузы и контейнеры» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.idgca.org/journals/04-2008.htm>. – Загл. с экрана. – Проверено : 28.09.2019.
8. Арива-Пак / Производство и продажа тары и упаковки : Контейнер БМК [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.arivapak.com.ru>. – Загл. с экрана. – Проверено : 30.09.2019.
9. Новые технологии / Официальный сайт компании : Контейнер МК-14-10 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.nt-bigbag.com.ua>. – Загл. с экрана. – Проверено : 30.09.2019.

10. Инновационные технологии в транспортировке / Мягкий контейнер МК-14-10 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.mk1410.com>. – Загл. с экрана. – Проверено : 30.09.2019.
11. ГОСТ 1510-84 Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение. – Введ. 1986-01-01. – Последнее изменение 2011-01-19. – Актуализация 2012-04-13. – 36 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.gostedu.ru>. – Загл. с экрана. – Проверено : 05.10.2019.
12. Укрречфлот / Акционерная судоходная компания [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ukrrichflot.com>. – Загл. с экрана. – Проверено : 12.10.2019.
13. Рабочая технологическая карта № 3-1-Т. Груз в мягкой упаковке [Текст]. – Запорожье : Филиал- ПАО «СК «Укрречфлот» «Запорожский речной порт», 2015. – 22 с.
14. Строймеханика / Оборудование для работы с сыпучими грузами [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.stroymehhanika.ru/big-bag-zatar.php>. – Загл. с экрана. – Проверено : 12.10.2019.
15. Вільковський Є. К. Вантажознавство / Є. К. Вільковський, І. І. Кельман, О. О. Бакулич. – Львів : Інтелект-Захід, 2007. – 496 с.
16. Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Транспортно-експедиторська діяльність» для студентів-магістрів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» спеціалізації 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» / Укл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 90 с.
17. Бабушкин Г.Ф. Технология и организация транспортно-складских работ на промышленном транспорте : учебное пособие / Г.Ф. Бабушкин. – К. : ИСДО, 1993. – 192 с.
18. Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Основи теорії систем і системного аналізу», для студентів спеціальності 7.100403 «Організація перевезень та управління на транспорті» [Текст] / О. А. Лашеніх, О. Ф. Кузькін – Запоріжжя : ЗНТУ, 2017. – 83 с.

19. Методичні вказівки з вивчення дисципліни «Комерційна робота на транспорті» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології») / Укл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2016. – 54 с.
20. Голинев В. И. Нормирование перегрузочных работ в речных портах / В. И. Голинев. – М. : Транспорт, 1983. – 96 с.
21. Блидман А. Ф. Технология перегрузочных работ в морских и речных портах / А. Ф. Блидман. – М. : Транспорт, 1990. – 236 с.
22. Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальностей 7.07010102 «Організація перевезень і управління на транспорті» 7.07010101 «Транспортні системи» / Укл. доц., к.т.н. Кузькін О.Ф., ст. викл. Харченко Т.В., ст. викл. Васильєва Л.О., ст. викл. Лебідь Г.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 34 с.
23. Тарифное руководство № 4 железных дорог Украины. – К. : Транспорт Украины, 1997. – 194 с.
24. 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.
25. Проектний аналіз / За ред. І. М. Москвіна. – К. : ТОВ «Видавництво Лібра», 1998. – 368 с.
26. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання / Укл.: Лазуткін М. І., Журавель М. О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 44 с.

Додаток А

Статистичні дані з відвантаження пеку електродного з Запорізького
коксохімічного заводу

Таблиця А.1 – Обсяги відвантаження пеку кам'яновугільного електродного з
виробничого цеху на склад

Дата	Кількість вантажу, т	Дата	Кількість вантажу, т	Дата	Кількість вантажу, т
1	2	3	4	5	6
01.03.19	365	25.03.19	0	18.04.19	360
02.03.19	410	26.03.19	340	19.04.19	410
03.03.19	430	27.03.19	340	20.04.19	300
04.03.19	0	28.03.19	380	21.04.19	600
05.03.19	280	29.03.19	450	22.04.19	0
06.03.19	380	30.03.19	430	23.04.19	340
07.03.19	420	31.03.19	0	24.04.19	400
08.03.19	0	01.04.19	560	25.04.19	460
09.03.19	0	02.04.19	300	26.04.19	500
10.03.19	0	03.04.19	250	27.04.19	480
11.03.19	0	04.04.19	500	03.05.19	340
12.03.19	300	05.04.19	290	04.05.19	280
13.03.19	280	06.04.19	440	05.05.19	230
14.03.19	230	07.04.19	0	06.05.19	0
15.03.19	190	08.04.19	0	07.05.19	300
16.03.19	500	09.04.19	220	08.05.19	400
17.03.19	290	10.04.19	260	09.05.19	0
18.03.19	0	11.04.19	180	10.05.19	290
19.03.19	430	12.04.19	340	11.05.19	300
20.03.19	450	13.04.19	290	12.05.19	420
21.03.19	200	14.04.19	340	13.05.19	0
22.03.19	290	15.04.19	0	14.05.19	450
23.03.19	400	16.04.19	240	15.05.19	470
24.03.19	0	17.04.19	470	16.05.19	200

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6
17.05.19	300	22.05.19	200	23.05.19	500
18.05.19	340	23.05.19	500	24.05.19	450
19.05.19	450	24.05.19	450	25.05.19	440
20.05.19	0	25.05.19	440	26.05.19	450
21.05.19	350	26.05.19	450	27.05.19	480

Додаток Б

Результати обробки статистичних даних з відвантаження пеку електродного з
Запорізького коксохімічного заводу

Файл: РЕК -1. 25 - 09 - 2019 Saturday

Вариационный ряд

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140.00	140.00	140.00	150.00	150.00	150.00	170.00	170.00	170.00	180.00
180.00	190.00	200.00	200.00	200.00	220.00	230.00	230.00	240.00	250.00
260.00	280.00	280.00	280.00	290.00	290.00	290.00	290.00	290.00	300.00
300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00
340.00	340.00	350.00	360.00	360.00	380.00	380.00	400.00	400.00	400.00
410.00	410.00	420.00	420.00	430.00	430.00	430.00	440.00	440.00	450.00
450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	460.00	470.00	470.00
480.00	480.00	480.00	480.00	480.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00

РАССЧИТАНО

Объем выборки	:	90
Математическое ожидание	:	306,39
Дисперсия	:	19275
Среднеквадратичное отклонение	:	138,83
Коэффициент вариации	:	0,453
Коэффициент неравномерности	:	1,453

RKWL - версия 2.1