

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

Кафедра транспортних технологій
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ВИРОБНИЧОЇ СИСТЕМИ
ДОСТАВКИ ПРОДУКЦІЇ ПАТ «ЗАПОРІЖКОКС»**

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

275 «Транспортні технології

(на залізничному транспорті)»

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Тригуб С.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Юдін В.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Артюх О.М.

(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя
2018 рік

1 Схема колійного розвитку Південного району; 2 Діаграма вантажопотоків; 3 Діаграма вагонопотоків; 4 Аналіз статистичних даних; 5 Транспортно-технологічні схеми роботи; 6 Графік роботи за базовим варіантом; 7 Графік роботи за проектним варіантом; 8 Аналіз техніко-економічних показників виконаних досліджень.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання 03.09.2018 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент


(підпис)

Тригуб С.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Юдін В.П.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 90 с., 15 табл., 6 рис., 11 джерел.

Об'єкт дослідження: транспортна система доставки коксу доменного на ПАТ «Запоріжсталь».

Мета роботи: удосконалення системи доставки коксу доменного на ПАТ «Запоріжсталь» з ПАТ «Запоріжжкокс».

Методи дослідження: статистичний аналіз вантажопотоків коксу, аналітичний метод розрахунків транспортуючих машин та бункерів, графоаналітичний метод організації руху трансферкарів.

В магістерській роботі запропоновано спроектувати конвеєр для подачі коксу доменного з ПАТ «Запоріжжкокс» на ПАТ «Запоріжсталь» та спроектувати вузли завантаження та розвантаження конвеєра, а саме: на ПАТ «Запоріжжкокс» – приймальний бункер та елеватор, на ПАТ «Запоріжсталь» – приймальний бункер. Запропоновано відмовитися від доставки коксу із зовнішньої мережі та доставляти його в необхідній кількості з ПАТ «Запоріжжкокс».

КОВШОВИЙ ЕЛЕВАТОР, КОКС ДОМЕННИЙ, ТРАНСФЕРКАР, ЗАЛІЗНИЧНИЙ РАЙОН, ПРИЙМАЛЬНИЙ БУНКЕР, АМОРТИЗАЦІЙНІ ВІДРАХУВАННЯ, ПІД'ІЗДНА КОЛІЯ, МАШИНІСТ, СТРІЧКОВИЙ КОНВЕЙЕР, ДОСТАВКА ВАНТАЖУ.

ЗМІСТ

Завдання на дипломний проект (роботу).....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Загальні відомості про ПАТ «Запоріжсталь».....	8
1.2 Характеристика коксу доменного, умови перевезення та зберігання	11
1.3 Характеристика колійного розвитку станції Південна.....	14
1.4 Характеристика транспортних засобів.....	18
1.5 Характеристика вантажних фронтів і засобів механізації.....	20
1.6 Характеристика складського господарства.....	21
1.7 Організація приймання та зберігання вантажів.....	23
1.8 Постановка завдань дослідження	25
2 Основна частина.....	27
2.1 Розробка транспортно-технологічних схем роботи.....	27
2.2 Дослідження методами статистичного аналізу вихідних даних	28
2.3 Розрахунок вантажопотоків та вагонопотоків.....	31
2.4 Розрахунок основних параметрів приймального бункера.....	35
2.5 Розрахунок основних параметрів ковшового елеватора.....	41
2.6 Розрахунок основних параметрів стрічкового конвеєра.....	48
2.7 Проектні параметри транспортної системи	59
3 Економічна частина.....	61
3.1 Загальні положення.....	61
3.2 Розрахунок капітальних вкладень.....	62
3.3 Розрахунок витрат за базовим варіантом	63

3.4 Розрахунок витрат за проектним варіантом	69
3.5 Розрахунок економічного ефекту	76
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	80
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	80
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	81
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	82
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	85
4.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	86
4.6 Висновки з розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях».....	88
Висновки	89
Перелік посилань	90

ВСТУП

Транспорт - складова частина виробничого циклу та технологічного процесу. Єдина транспортно-технологічна система та її структура відображає взаємодію ланцюгів транспортної взаємодії при доставці вантажів від відправника до одержувача. На великих підприємствах зі значними обсягами внутрішніх технологічних і зовнішніх перевезень управління роботою промислового транспорту здійснюють управління залізничного транспорту (УЗТ).

Структура УЗТ підприємства визначається за основними показниками роботи: річний обсяг перевезень, річний обсяг навантажувально-розвантажувальних робіт, розгорнута довжина залізничних шляхів, робочий парк локомотивів і вагонів та ін.

До складу УЗТ входять три цехи (цех експлуатації, цех ремонту рухомого складу, цех поточного утримання і ремонту колії) та служба СЦБ.

У перевізному процесі усі цехи та служби працюють у тісній взаємодії, виконуючи загальну задачу по забезпеченню транспортного обслуговування виробничого процесу.

Доменний кокс є одним з основних компонентів для доменного процесу, тому організація його доставки є важливим питанням, яке розглядається в магістерській роботі.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні відомості про ПАТ «Запоріжсталь»

ПАТ «Запоріжсталь» - великий український металургійний комбінат, один з найбільших металургійних підприємств Європи. За обсягом виробництва Запоріжсталь входить до п'ятірки найбільших в Україні.

До складу металургійного виробництва входять агломераційний (6 агломашин), доменний (4 доменних печей), мартенівський (9 печей) цехи та цех підготовки сталерозливних складів. Прокатне виробництво має у своєму складі 4 прокатних цеха, призначених для виробництва гарячекатаної і холоднокатаної листової сталі, сталевих стрічки, білої жерсті і холодногнутих профілів.

Основна продукція Запоріжсталі - переробний і ливарний чавун; сляби з вуглецевих, низьколегованих, легованих і нержавіючих сталей; гарячекатаний і холоднокатаний листовий прокат; шліфований і полірований лист з нержавіючої сталі; холодногнуті профілі; чорна та біла жерсть; сталева стрічка; виливниці та піддони; граншлак і щебінь; рідкі гази; а також інші вироби з металу, дерева та бетону та інші види металопродукції. Основні споживачі продукції - виробники зварених труб, підприємства автомобільного, сільськогосподарського, транспортного машинобудування, виробники виробів побутової техніки і металосервісні центри. Комбінат є одним з основних постачальників листового прокату і гнутих профілів для українського машинобудування, жерсті для харчової промисловості.

Запоріжсталь експортує свою продукцію більш ніж в 90 країн світу. Найбільшими споживачами продукції є Туреччина, Росія, Сирія, Італія, Нігерія, Польща, Ізраїль, Китай. На внутрішньому ринку України продукція комбінату також користується попитом. Найбільшими споживачами є

Дніпропетровська, Луганська, Донецька, Київська, Полтавська, Харківська, Запорізька та Житомирська області.

Організація зовнішніх та внутрішніх залізничних перевезень сировини, матеріалів та готової продукції на комбінаті «Запоріжсталь» покладена на Управління залізничного транспорту (УЗТ).

До складу УЗТ входять три цехи та служба СЦБ:

Цех експлуатації (ЦЕ). До складу цеху входять шість залізничних районів (14 станцій), вантажна служба, служба експлуатації вагонів, ділянка навантаження-вивантаження.

Цех ремонту рухомого складу (ЦРРС). До складу цеху входять локомотивне депо, вагонне депо, ділянка ремонту навантажувально-транспортних машин (крани на залізничному ходу і бульдозери).

Цех поточного утримання і ремонту колії (ЦПУ і РК). До складу цеху входять сім ділянок з поточного утримання колії, чотири бригади капітального ремонту шляху, механічні майстерні та ділянка з ремонту пневматичного обдування стрілочних переводів.

Служба централізації та блокування (СЦБ). У функції служби входить технічне обслуговування і ремонт пристроїв централізації та блокування, диспетчерського контролю.

На під'їзній колії ПАТ «Запоріжсталь» є 6 залізничних районів, до складу яких входять 13 станцій.

Перелік залізничних районів, станцій, розпорядчих постів під'їзного шляху ПАТ ЗМК «Запоріжсталь» наведено в таблиці 1.1.

В Південному районі виконуються наступні операції:

- прийом, зважування та розформування поїздів, що прибувають зі станції Східна, Доменна, Рудна, Аглофабрика, СХЧ, Південна ПАТ «Запоріжжкокс»;
- відбирання порожніх вагонів під навантаження чавуну на СХЧ;
- накопичення, формування і відправлення поїздів на станції Східна, Доменна, Рудна, Аглофабрика, СХЧ, Південна ПАТ «Запоріжжкокс»;

- подача і прибирання вагонів УЗ і власного парку по фронтах навантаження-розвантаження;
- зважування агломерату.

Таблиця 1.1 - Перелік залізничних районів, станцій, розпорядчих постів під'їзного шляху ПАТ «Запоріжсталь»

Райони	Станції
1. Східний	1. Східна
	2. Гранбасейн
	3. Вугільна
2. Південний	1. Південна
	2. Аглофабрика
	3. Рудна
3. Доменний	1. Доменна
	2. Ковшова
	3. Шлакова
4. Мартеновський	1. Мартени
5. Підборочний	1. Підборочна
	2. Відвальна
6. Шихтовий	1. Шихта

До складу Південного району входять станції Південна, Аглофабрика, Рудна. Схема колійного розвитку Південного району показана на слайді 1 графічної частини.

1.2 Характеристика коксу доменного, умови перевезення та зберігання

Коксування - процес переробки рідкого і твердого палива нагріванням без доступу повітря. При розкладанні палива утворюються твердий продукт - кокс і летючі продукти.

Розрізняють кам'яновугільний (ливарний, доменний, побутовий та ін.), нафтовий, пековий, електродний, торф'яний, сланцевий кокс, напівкокс. Основним продуктом коксохімічного виробництва є кокс - найважливіша сировина для металургійної промисловості. Кокс виходить з печей у вигляді окремих пористих і досить міцних шматків, стійких до стирання. Органічна маса коксу містить до 96-98% вуглецю, близько 1% водню і 0,5-2,5% сірки. Робоча маса коксу містить 10-13% мінеральних домішок і 3-5% води. Теплота згоряння горючої маси металургійного коксу досягає 33 285 кДж/кг. Температура займання коксу 700 °С.

В залежності від розміру кусків кокс сортується на три класи дрібний, горішок, доменний (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Класи коксу

Клас коксу	Розмір окремих шматків, мм	Приблизний вихід від загальної маси
Дрібний	0-10	2-4
Горішок	10-25	2-5
Доменний	>25	91-96

Кокс з розміром кусків більше 25 мм називають також металургійним. Якісна характеристика металургійного коксу за розміром шматків визначається коефіцієнтом:

$$k = \frac{(40 - 80)}{(> 80) + (25 - 40)} .$$

де (40-80) вміст коксу класу 40-80 мм , %;

(> 80) - вміст коксу класу > 80 мм , %;

(25-40) вміст коксу класу < 40 мм , %.

Чим вище коефіцієнт k , тим рівномірніше гранулометричний склад і вище якість коксу.

Під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт і в результаті динамічних навантажень відбувається дроблення і стирання коксу з утворенням до 3-4% дрібниці на кожне транспортування, погіршується якість коксу.

Відповідно до вимог стандартів вологість металургійного коксу не повинна перевищувати 12 %.

Сипучість коксу характеризується кутом природного укосу , рівний 32-380° . Об'ємна маса коксу залежить від його хімічного складу і змінюється в межах 0,35 - 0,5 т/м3. Для кращого використання вантажопідйомності вагонів навантаження кам'яновугільного коксу виробляється з " шапкою " трикутної

форми і максимальної висоти 1150 мм. Однак і в цьому випадку вантажопідйомність, вагонів використовується лише на 50 - 67%.

Визначення маси коксу у вагоні проводиться зважуванням на вагонних вагах або обміром. Для коксу кам'яновугільного встановлені: норма природного убутку 0,7% маси вантажу і додатково на кожну перевалку 1 %, на кожне перевантаження з вагона в вагон 0,8 %. Зберігають кокс на відкритих майданчиках.

Підготовка вантажу до перевезення (упаковка, пакетування) не виконується, так як кокс є навалочним вантажем і не вимагає упаковки.

Кокс слід перевозити на платформах, у напіввагонах і спеціалізованих вагонах (наприклад, хопер-дозаторах). Піввагони повинні бути справними і мати зазори в розвантажувальних люках не більше значень, які допускаються ТУ. Перед навантаженням підлога вагона має бути очищена відправником від раніше перевезених вантажів, снігу, льоду та бруду. Вагони, що подаються під навантаження, не повинні мати сміття і піску. Завантажені вагони зважуються і відповідно до допустимої технічної норми завантаження вагона довантажуються або відвантажуються, тобто виробляється дозування.

Кокс зберігається на відкритих, рівних, розчищених майданчиках з асфальтовим або бетонним покриттям. Його слід укласти так, щоб виключалася можливість змішування різних відправок. Кокс повинен бути віддалений від хімікатів, нафтопродуктів. Кокс не вимагає захисту від атмосферних опадів і розпилення.

При перевезенні коксу вантажопідйомність вагона (зважаючи на малу щільність коксу) використовується менше, ніж на 67 %. Тому для поліпшення рухомого складу вантаж ущільнюється, розрівнюється і формується «шапка».

Кокс (так як його насипна щільність менше 0,85 т/м³ вважається легковажним вантажем) завантажують в напіввагон так, щоб верхня частина штабеля - «шапка» - була добре розрівняна та після ущільнення висота її

становила 1150 мм. У поперечному перерізі «шапці» вантажу надають форму трикутника.

Ступінь ущільнення коксу залежить від способу навантаження його в напіввагон. При бункерному навантаженні ущільнення більше, ніж при конвеєрному або крановому. Ущільнення коксу за площею кузова напіввагона нерівномірне.

1.3 Характеристика колійного розвитку станції Південна

Станція Південна за характером роботи є вхідною вантажною станцією комбінату і призначена для обслуговування доменного та агломераційного цехів.

Нижче наведені дані з техніко-розпорядничого акту станції Південна.

Прилеглі до станції перегони і основні засоби сигналізації та зв'язку при русі поїздів:

а) у непарному напрямку

Південна – Рудна - одноколіїний, напівавтоматичне блокування.

Південна – Аглофабрика (парк Бункера) - одноколіїний, напівавтоматичне блокування.

Південна – Аглофабрика (парк Нові бункера) - одноколіїний, напівавтоматичне блокування.

Південна – Доменна - одноколіїний, напівавтоматичне блокування..

Південна – Доменна (СХЧ и РМ (склад холодного чавуну та розливні машини)) – одноколіїний, телефонний спосіб зв'язку.

б) у парному напрямку

Південна – Східна - одноколіїний, напівавтоматичне блокування.

Межею станції є:

а) у непарному напрямку

Південна – Рудна – вхідний світлофор Чр

Південна – Аглофабрика (парк Бункера) – вхідний світлофор Ча

Південна – Аглофабрика (парк Нові бункера) – вхідний світлофор Ча1

Південна – Доменна – вхідний світлофор Чд

Південна – Доменна (СХЧ и РМ) – вхідний світлофор Чд1

б) у парному напрямку

Південна – Східна – вхідний світлофор Нв.

Схема колійного розвитку Південного району наведена у додатку 1.

Всі вантажні фронти Південного району знаходяться на станціях Рудна та Аглофабрика.

На станціях Південна, Аглофабрика, Рудна укладено 73 стрілочних переводів: у тому числі 55 стрілочних переводів підключені до електричної централізації та 18 - знаходяться на ручному управлінні.

Для виконання маневрової роботи з переробки вагонів УЗ та власного парку на станції Південна є витяжні колії N23, N24. Маневри на станції виконуються тільки осаджуванням.

Характеристика сортувальних пристроїв станції Південна наведена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Характеристика сортувальних пристроїв станції Південна

Найменування пристроїв	Колії, які обслуговуються пристроєм	Спосіб виконання маневрів
1.Витяжна колія N23	1,2,3,4,5,6,7,8	Осаджування
2.Витяжна колія N24	9,10,11,12,13	Осаджування

Відомість парків та колій приведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Відомість парків та колій

Найменування парків або груп колій	Номери колій	Найменування колій	Стрілки, які обмежують колію		Корисна довжина у метрах	Місткість у Вагонах
			від	До		
1	2	3	4	5	6	7
Приймально-відправний парк	1	Приймально-відправний, сортувальний	43	100	319	20
	2	Приймально-відправний, сортувальний	43	100	317	20
	3	Приймально-відправний, сортувальний	41	102	358	22
	4	Приймально-відправний, сортувальний	39	102	403	26
	5	Приймально-відправний, сортувальний	37	96	555	37
	6	Приймально-відправний, сортувальний	37	94	628	42
	7	Приймально-відправний, сортувальний	35	90	723	49
	8	Приймально-відправний	25	86	860	56
	9	Приймально-відправний	23	68	761	52
	10	Приймально-відправний, сортувальний	23	66	783	54
	11	Приймально-відправний, сортувальний	33	76	772	53

Найменування парків або груп колій	Номери колій	Найменування колій	Стрілки, які обмежують колію		Корисна довжина у метрах	Місткість у Вагонах
			від	До		
1	2	3	4	5	6	7
	12	Приймально-відправний, сортувальний	33	76	779	53
	1/ 1АП	Ваговий	1А	1	275	17
	22	Відстою	45	упор	75	5
	22а	Гараж ЦПУ і РК	45	упор	40	2
	23	Витяжна, Екіпірувальна	11	упор	250	12
	24	Витяжна	7	упор	270	17
Парк ГРР	1	Розігрів вантажів, відстій вагонів	56	упор	210	15
	2	Розігрів вантажів, відстій вагонів	54	упор	210	15
	3	Розігрів вантажів, відстій вагонів	54	упор	210	15
	4	З'єднувальна	56	74	224	16
Парк склад 164	1	Розвантажувальна	1	упор	188	12
	2	Навантажувальна	1	упор	100	6

Характеристика колій Південного району наведена нижче у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Характеристика колій Південного району

Найменування характеристики	Один. вимір.	Південна,Аглофабрика,Рудна
Розгорнута довжина колій(всього)	км	27,5775
У т.ч. з рейками:		
Р-65	км	24,0095
Р-50	км	3,5680
на з/б шпалах	км	12,6960
зварених у довгомірні батоги	км	24,9950
Експлуатаційна довжина колій	км	20,7660

1.4 Характеристика транспортних засобів

Вся поїзна та маневрова робота на станції Південна виконується 6-ма локомотивами:

- тепловози серії ТЕМ-2 - 4 од.;
- тепловози серії ТГМ-4 - 2 од.

У холодну пору року для обслуговування рудорозморожуючого гаражу виділяється додатковий локомотив серії ТЕМ-2.

Спеціалізація районів роботи маневрових локомотивів на Південному залізничному районі наведена в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 - Спеціалізація районів роботи маневрових локомотивів у Південному районі

Район роботи	Витяжка та її межі	Основний характер виконуємої роботи	Серія локомотивів
Ст. Південна			
Район № 1 Непарна горловина 1-8 колії	Колія № 23 від сигналу М11 до упору	Формування та розформування составів	ТЕМ-2
Район № 2 непарна горловина 9-12 колії	Колія № 24 від сигналу М3 до упору	Формування та розформування составів	ТЕМ-2
Район № 3 парна горловина 1-12 колії	Стрілочна вулиця на перегін до вхідного світлофору	Формування та розформування составів	ТЕМ-2
Район № 4 колії РРУ	З'єднувальна колія між СП56-СП74 до М110	Постановка та прибирання вагонів на РРУ	ТЕМ-2
Ст. Аглофабрика			
Район № 1 колії 1,2,1а,2а	Колія № 4 від СП2 до упору	Підтягування, переваження та перестановка составів	ТГМ-4 (ТЕМ-2)
Район № 2 парк "Нові бункера", 5 і 6 колії	Ділянка колії від СП29 до сигналу М8	Обслуговування приймальних бункерів паливом	ТЕМ-2 (ТГМ-4)
Район № 3 непарна горловина станції	Колія № 3 від сигналу М10 до СП2	Перестановка вагонів	ТЕМ-2
Район № 4 парна горловина станції	Перегон Аглофабрика-Підборочна	Перестановка вагонів	ТЕМ-2 ТГМ-4
Ст. Рудна			
Район № 1	Перегон Рудна-Південна	Перестановка вагонів	ТЕМ-2 ТГМ-4

1.5 Характеристика вантажних фронтів і засобів механізації

Характеристика вантажних фронтів і засобів механізації наведена у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Спеціалізація вантажних фронтів

Найменування вантажного фронту	Рід вантажу	Розмір одночасної подачі	Одночасний фронт вивантаження	Обладнання та ін.	Норма часу на один вагон, год.	Тип рухомого складу
Колія № 5	Вугілля штиб	2	2	Естакада	0,43	П
Колія № 6	Коксовий дріб'язок	2	2	Естакада	0,43	П
Колія №2-б	Окатиші	9	1	Бункери на дві сторони, з підтяг.	0,07	Х
Колія №4-б	Вапняк, доломіт	9	1	Бункери на дві сторони, з підтяг.	0,07	Х
Колія №2-б	Кокс	9	1	Бункери на дві сторони, з підтяг.	0,43	П
Колія №4-б	Очищення вагонів	7	7	Естакада	0,23	П,Х
Колія № 3	Вапно, руда, кокс, залізоруд. концентрат, шлаки	15	1	Вагоно-перекидач	0,05	П

1.6 Характеристика складського господарства

Рудний двір доменного цеху призначений для прийому, зберігання і усереднення сирих матеріалів доменної плавки. У зв'язку з тим, що доменні печі працюють на окускованій та офлюсованій сировині, основна маса вступників на рудний двір сирих матеріалів являє собою дрібну агломераційну руду, концентрати залізних руд і флюси. Ці матеріали з рудного двору надходять на фабрики окускування сировини, а потім вже в доменні печі. Тільки незначна частина кускових руд, флюсу та добавок надходить в доменні печі безпосередньо з рудного двору. Враховуючи зміни вантажопотоків сировини і зміни в плануванні нових заводів, склади сировини, як правило, відносяться до фабрик окускування. Рудний двір розташовується уздовж лінії доменних печей. З одного боку він обмежений бункерною естакадою, а з іншого - приймальною траншеєю. Ємність рудного двору і запаси сировини визначаються продуктивністю доменного цеху, віддаленістю джерел сировини, способом доставки матеріалів на металургійний завод, а також необхідністю усереднення матеріалів.

Запаси сирих матеріалів створюються на складі, званому рудним двором, який знаходиться поблизу доменного цеху. На цьому дворі складують кускову руду або окатиші, а також флюси. З одного боку рудного двору знаходиться розвантажувальна естакада, а з іншого боку бункера для прийому шихти. Матеріали доставляються на розвантажувальну естакаду в саморозвантажних вагонах. Іноді для розвантаження передбачають вагоноперекидачі, застосування яких дозволяє повністю механізувати розвантаження матеріалів. Руду, добавки, флюси, окатиші, агломерат, і кокс подають до печі різними способами. Відповідно до цього слід розрізнити три подачі шихти.

Перший потік - подача міцних залізрудних матеріалів, привезених з боку (залізної руди, окатишів, вапняку, марганцевої руди). Другий потік - подача агломерату з аглофабрики. Третій потік - подача коксу за допомогою транспортера.

Трансферкар (рис. 1.1) являє собою саморушний і саморозвантажний вагон вантажопідйомністю 50 - 60 т, керований машиністом. Він складається з рами, встановленої на дві двовісні візки, аналогічні залізничним, механізму пересування вагона, бункера для матеріалів, механізму закривання і відкривання дверцят бункера, кабін машиніста, встановлених по торцях трансферкара. Механізм відкривання і закривання дверцят може працювати від електричного або пневматичного приводу.

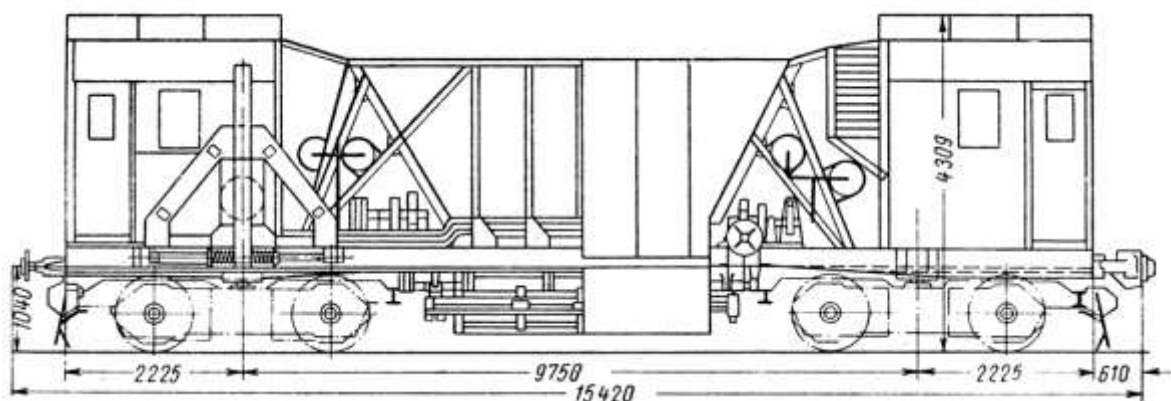


Рисунок 1.1 – Трансферкар

Технічна характеристика трансферкару Т-70 наведена у таблиці 1.8

Таблиця 1.8 - Технічна характеристика трансферкару Т-70

Характеристика	Значення
Вантажопідйомність, т	70
Ємність бункера, м	32
Швидкість пересування трансферкару, км/год	
завантаженого	20
порожнього	24
Час на відкриття, закриття дверей, с	10
Управління – ручне	
Привід пересування – електромеханічний	
Привід механізму затвору бункерів – електромеханічний	
Привід механізму відкривання карманів та гальмі - пневматичний	
Тиск у пневмосистемі, кг/см	6,5...8
Маса, т	69

1.7 Організація приймання та зберігання вантажів

Вся навантажувально-розвантажувальна робота на ПАТ «Запоріжсталь» організовується на підставі змінно-добового планування та інформації про підхід вантажів.

Для виконання навантажувально-розвантажувальних робіт є певна кількість машин і механізмів, відповідний штат вантажників.

Навантажувально-розвантажувальні машини і механізми закріплені за виробничими цехами, службою ПТМ ЦРПС УЗТ, ділянкою навантаження-розвантаження ЦЕ УЗТ.

Навантажувально-розвантажувальні роботи проводяться цілодобово, за винятком окремих пунктів навантаження .

При отриманні інформації з обмінного району ст. Запоріжжя - Ліве про прибуття вантажів до під'їзної колії комбінату начальник зміни УЗТ негайно повідомляє керівникам навантажувально-розвантажувальних робіт на комбінаті про кількість вагонів і роді прибулих вагонів і вантажів. Керівники вантажних робіт визначають потребу робочої сили і завчасно розподіляють по фронтах навантаження-розвантаження вантажників, машини та механізми. Після закінчення вивантаження вагонів цех - вантажоодержувач зобов'язаний очистити вагони від залишків вантажу та реквізитів кріплення.

Вантажні операції на фронтах навантаження-розвантаження проводяться в строки, встановлені Правилами перевезень вантажів і розрахунками.

Очищення вагонів після розвантаження на вагоноперекидачі й бункерах Доменного цеху проводиться по 4-й консольній колії бункерів з подальшою відправкою їх на ст. Східна через ст. Південна. На ст. Східна очищення вагонів після сипучих вантажів проводиться по фронту розвантаження, інших вантажів - по колії № 73 . Вагони під розвантаження металобрухту на шихтовому дворі мартенівського цеху зі ст. Підборочна передаються для очищення на ст. Шихта на колії № 14 і 15 , а потім направляються на ст. Східна. На цих же коліях проводиться очищення вагонів після вивантаження металобрухту на ст. Шихта .

Витрати часу на очищення включають час на відкриття люків піввагонів, вивантаження залишкового сміття, закриття люків і дверей піввагонів, добування лаштунків.

Всі вантажі, що прибувають на адресу комбінату, підлягають обов'язковому зважуванню . Вагони контрагентів не переважають.

Для визначення фактичного обсягу надходження металобрухту, вагони з-під вивантаження перед подачею під очищення зважуються на вагонних вагах ст. Шихта .

Придніпровською залізницею і ПАТ "Запоріжсталь" встановлено порядок відбору вагонів, придатних під навантаження.

Кокс прибуває на підприємство в напіввагонах та коксовозах, вивантаження відбувається по 2 колії парку «Бункера» станції Аглофабрика.

Вивантаження здійснюється у приймальні бункери. З бункерів він відправляється вагончиками - скипами, які курсують по похилих рейках і потрапляють в доменну піч.

Цей процес безперервний, так як доменні печі працюють цілодобово без зупинки.

1.8 Постановка завдань дослідження

В ході дослідження були визначені основні недоліки:

- за існуючим варіантом доставки коксу задіяна значна кількість рухомого складу (29 коксовозів);
- перевезення здійснюються тепловозами, які працюють цілодобово;
- термін доставки коксу досить тривалий;
- для зважування коксу використовуються залізничні ваги, де задіяні вагари ПАТ «Запоріжсталь» та ПАТ «Запоріжжкокс»;
- рух поїздів з коксом на станцію Аглофабрика ускладнює подавання вапняку, обкотишів, вугілля.

Для усунення вище зазначених недоліків пропонується:

- спроектувати конвеєр для подачі коксу з ПАТ «Запоріжжкокс» на ПАТ «Запоріжсталь»;
- спроектувати вузли завантаження та розвантаження конвеєра, а саме:
на ПАТ «Запоріжжкокс» – приймальний бункер та елеватор, на ПАТ «Запоріжсталь» – приймальний бункер.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка транспортно-технологічних схем роботи

В проекті розглядається питання удосконалення системи доставки коксу доменного на ПАТ «Запоріжсталь».

За існуючим варіантом для виконання виробничої програми кокс поступає на комбінат із зовнішньої мережі (а саме зі ст. Запоріжжя-Ліве) та з ПАТ «Запоріжжкокс».

Щодоби на підприємство прибуває близько 4000 т коксу. Зі ст. Запоріжжя-Ліве кокс доставляється піввагонами, з ПАТ «Запоріжжкокс» - коксовозами.

Вантажопідйомність піввагона 42 т, коксовоза - 56 т.

Вагони надходять на станцію Східну комбінату, потім, після розформування составу та формування нового поїзда, рухаються до станції Південна, там знову розформовуються та діляться на подачі (в 1 подачі – 9 вагонів) та направляються до ст. Аглофабрика у парк «Бункера».

В процесі перевезення задіяна значна кількість коксовозів (36 одиниць) та 1 локомотив. Після завантаження на ПАТ «Запоріжжкокс», коксовоз зважується на електронних вагах, оформляється вся необхідна документація та коксовоз прямує на ст. Південна ПАТ «Запоріжсталь». З коксовозів формується подачі та направляються на ст. Аглофабрика парк «Бункера», де розвантажуються в приймальний бункер, а потім вагони-скипи доставляють кокс по доменним печам. Після розвантаження коксовоза відбувається закриття люків, перевірка вагона складачем поїздів та відправлення порожнього коксовоза на ПАТ «Запоріжжкокс».

За проектним варіантом пропонується повністю відмовитися від доставки коксу із зовнішньої мережі та доставляти його в необхідній кількості з ПАТ «Запоріжжкокс». Для удосконалення системи доставки

запропоновано спроектувати стрічковий конвеєр та спроектувати вузли завантаження та розвантаження конвеєра [1], а саме: на ПАТ «Запоріжжкокс» – приймальний бункер та елеватор, на ПАТ «Запоріжсталь» – приймальний бункер. Після завантаження на ПАТ «Запоріжжкокс», трансферкар зважується на електронних вагах, оформляється необхідна документація.

Після чого завантажений трансферкар прямує до приймального бункера ПАТ «Запоріжжкокс», потім розвантажує кокс у приймальні бункера. Звідди кокс завдяки ковшовому вертикальному елеватору підіймається на необхідну висоту та потрапляє через пересипну воронку на стрічку конвеєра. З конвеєра кокс висипається у приймальні бункера ПАТ «Запоріжсталь», а потім з бункера розвантажується до трансферкару.

Наступним етапом трансферкар розвозить кокс по приймальних бункерах, звідки вагончики-скипи доставляють його до доменних печей. Останній етап – відправлення порожнього трансферкара до приймальних бункерів ПАТ «Запоріжсталь».

Транспортно-технологічні схеми доставки [2] коксу доменного представленні на слайдах 5 та 6 графічної частини.

2.2 Дослідження методами статистичного аналізу вихідних даних

Для розрахунку добового вагонопотоку визначають коефіцієнт нерівномірності перевезень. Коефіцієнт нерівномірності перевезень визначається на підставі обробки (методами математичної статистики) облікових даних окремо по добовому прибуванню та відправленню вагонів.

В роботі відбір даних був проведений за 2 місяці минулого року. В результаті відбору отриманий статистичний ряд.

Задано статистичний ряд:

56 56 57 57 58 58 58 58 59 59 59 60 60 60 60 61 62 62 62 62 63 63 64 64 64 65
66 66 67 69 30 39 44 45 46 49 49 49 49 50 50 50 50 51 51 51 52 52 52 55 55 57
58 59 63 64 65 66 66 68 77

Обробка статистичного ряду проводиться таким способом:

1. Будують варіаційний ряд, а саме всі дані статистичного ряду розміщують у порядку зростання випадкової величини [2]:

30 39 44 45 46 49 49 49 49 50 50 50 50 51 51 51 52 52 52 55 55 56 56 57 57 57
58 58 58 58 58 59 59 59 59 60 60 60 60 61 62 62 62 62 63 63 63 64 64 64 64 65
65 66 66 66 66 67 68 69 77

2. Дані варіаційного ряду розбивають на групи (розряди). Кількість груп [2]:

$$K = 1 + 3,2 \lg N, \quad (2.1)$$

де N - кількість значень у вибірці (у нашому прикладі 61).

Виконаємо розрахунок за формулою (2.1):

$$K = 1 + 3,2 \lg 61 = 6.$$

3. Визначають інтервал групування [2]:

$$I_{ep} = \frac{N_{\max} - N_{\min}}{K}, \quad (2.2)$$

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

Виконаємо розрахунок за формулою (2.2):

$$I_{cp} = \frac{78 - 30}{6} = 8.$$

4. Подальша обробка ряду показана у табл. 2.1

Таблиця 2.1 - Обробка варіаційного ряду

Інтервали значень, N_K	Середина інтервалу, $\bar{N}_K$	Кількість спостережень в інтервалі, n_K	Імовірність, $P_K = \frac{n_K}{N}$	$P_K \bar{N}_K$	$\bar{N}_K - \bar{M}$	$(\bar{N}_K - \bar{M})^2$	$(\bar{N}_K - \bar{M})^2 P_K$
30-38	34	1	0,016	0,544	-23,07	532,22	8,52
38-46	42	4	0,066	2,772	-15,07	227,10	14,99
46-54	50	14	0,230	11,500	-7,07	49,98	11,49
54-62	58	25	0,410	23,780	0,93	0,86	0,35
62-70	66	16	0,262	17,292	8,93	79,74	20,89
70-78	74	1	0,016	1,184	16,93	286,62	4,58
		$N=61$	1,000	$\bar{M} =$ $= 57,07$			$D=60,82$

де D - дисперсія випадкової величини;

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

5. Визначають коефіцієнт варіації добового вагонопотоку, який характеризує розбіг випадкової величини [2]:

$$\nu = \frac{\sqrt{D}}{\bar{M}}. \quad (2.3)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.3):

$$\nu = \frac{\sqrt{60,82}}{57,07} = 0,139.$$

6. Визначають коефіцієнт нерівномірності [2]:

$$K_n = 1 + \nu. \quad (2.4)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.4):

$$K_n = 1 + 0,139 = 1,139.$$

Аналіз статистичних даних показаний на слайді 4 графічної частини магістерської роботи.

2.3 Розрахунок вантажопотоків та вагонопотоків

Необхідна кількість коксу на добу для металургійного комбінату складає $Q_{\text{доб}} = 4000 \text{ т/добу}$.

На основі існуючої відомості вантажообігу підприємства складається шахова відомість вантажообігу. Шахова відомість вантажообігу наведена у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Шахова відомість вантажообігу, т /добу

Відправники	Одержувач	Всього
	Парк бункера ст. Аглофабрика	
ПАТ «Запоріжжкокс»	3200	3200
ст. Запоріжжя-Ліве	800	800
Всього	4000	4000

Сума чисел по горизонталі в шаховій відомості означає загальну відправку вантажів з даного пункту. Сума чисел по вертикалі показує загальне прибуття вантажів в даний пункт.

На основі шахової відомості вантажообігу складається діаграма вантажопотоків, яка показана на слайді 2 графічної частини магістерської роботи.

На основі існуючих відомостей вагонообігу (табл. 2.3, 2.4) складають шахову відомість вагонопотоків.

У відомості вказують, скільки вагонів повинно бути перевезено між станціями протягом доби.

Підсумок по горизонталі відображає кількість відправлених порожніх вагонів, по вертикалі – тих, що прибувають під розвантаження.

Шахова відомість вагонопотоків представлена в табл. 2.5.

Таблиця 2.3 - Відомість вагонообігу (прибуття)

Вантаж	Звідки прибуває	Кількість тон за добу	Рід вагонів	Добовий вагонопотік
Кокс доменний	ст. Запоріжжя- Ліве	Парк бункера ст. Аглофабрика 800	Піввагони	20
Кокс доменний	ПАТ «Запоріжжкокс»	Парк бункера ст. Аглофабрика 3200	Коксовози	58
Усього		4000		78

Таблиця 2.4 - Відомість вагонообігу (відправлення)

Вантаж	Куди відправляється	Звідки	Рід вагонів	Добовий вагонопотік
Порожні вагони	ст. Запоріжжя- Ліве	Парк бункера ст. Аглофабрика	Піввагони	20
Порожні вагони	ПАТ «Запоріжжкокс»	Парк бункера ст. Аглофабрика	Коксовози	58
Усього				78

Таблиця 2.5 - Шахова відомість вагонопотоків

Відправники	Одержувачі			Усього за типами	Усього
	Ст. Запоріжжя-Ліве	ПАТ «Запоріжжя-кокс»	Парк бункера ст. Аглофабрика		
Ст. Запоріжжя-Ліве	-	-	20 пв	20 пв	20
ПАТ «Запоріжжя-кокс»	-	-	58 к	58 к	58
Парк бункера ст. Аглофабрика	20 пв	58 к	-	20 пв 58 к	78
Усього за типами	20 пв	58 к	20 пв 58 к	-	-
Усього	20	58	78	-	78

На основі таблиці 2.5 складають діаграму вагонопотоків, яка дає наочне уявлення про потужність і напрямок вагонопотоків і є початковим матеріалом для складання плану формування потягів та рішення інших питань з організації перевезень.

Діаграма добових вагонопотоків показана на слайді 3 графічної частини магістерської роботи.

2.4 Розрахунок основних параметрів приймального бункера

Розмір типового куску рядового вантажу визначається за формулою [3]:

$$a' = 0,8 \cdot a_{\max}, \quad (2.5)$$

де $a_{\max}$ - максимальний розмір куску вантажу, мм.

Виконаємо розрахунок за формулою (2.5):

$$a' = 0,8 \cdot 80 = 64 \text{ мм.}$$

За крупністю кусків кокс відноситься до фракції середньокускових вантажів ($60 < a' \leq 160$ мм).

Закупорка отворів бункерів може статися внаслідок сводоутворювання (рисунок 2.1).

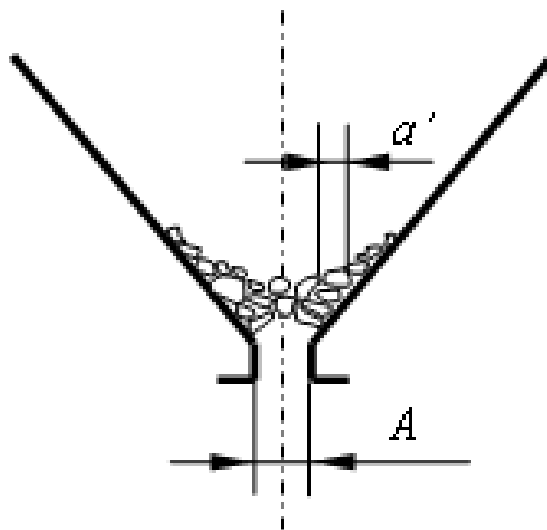


Рисунок 2.1 - Сводоутворювання кускових вантажів

Для усунення сводоутворювання добресипких вантажів необхідно виконання умови [3]:

$$A \geq (4,0 \dots 5,5) a', \quad (2.6)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.6):

$$A \geq (4,0 \dots 5,5) 64 \text{ мм},$$

$$A \geq (256 \dots 352) \text{ мм}.$$

У якості приймальних устроїв використовують бункера (рисунок 2.2). Над бункером проходить залізнична колія, рейки якої закріплюються на залізобетонних балках. Бункера обладнують металевою решіткою.

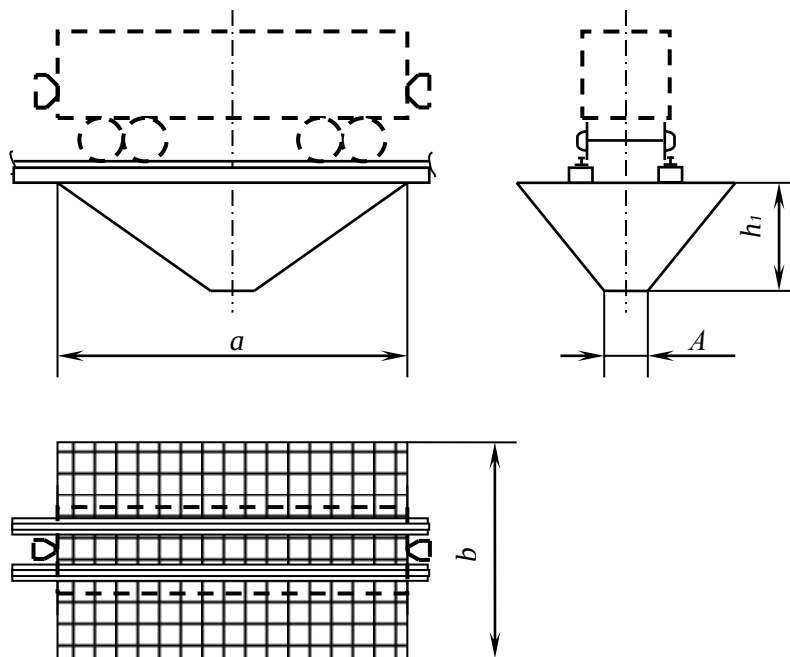


Рисунок 2.2 – Схема розвантаження в бункер

Визначення розмірів бункера здійснюється в залежності від заданої геометричної форми.

Об'єм бункера у формі відсіченої піраміди[4] :

$$V_{\text{в}} = \frac{h_{\text{в}}}{3} (S_1 + \sqrt{S_1 \cdot S_2} + S_2), \text{ м}^3 \quad (2.7)$$

де $h_{\text{в}}$ - висота відсіченої піраміди, м;

S_1 и S_2 - площа основ, м^2 .

Місткість призмo-пірамідального бункера, який складається з верхньої частини у формі паралелепіпеду та нижньої частини у вигляді відсіченої піраміди (рисунок 2.3), визначається за формулою [4]:

$$V_{\text{в}} = a \cdot b \cdot h_2 + \frac{1}{3} h_1 (a \cdot b + \sqrt{a \cdot b \cdot A \cdot B} + A \cdot B), \text{ м}^3 \quad (2.8)$$

де A, B – розміри випускного отвору бункеру, м;

a, b – довжина та ширина бункера зверху, м;

h_1, h_2 – висота відповідно пірамідальної та призматичної частин бункера, м.

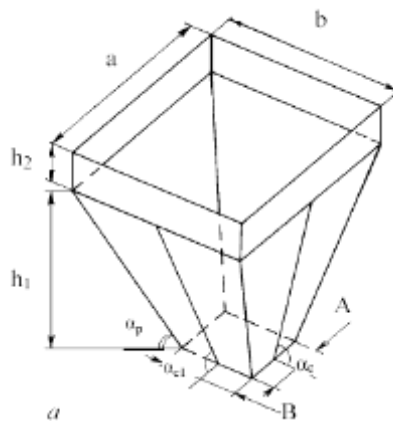


Рисунок 2.3 - Призмo-пірамідальний бункер

Виконаємо розрахунок за формулою (2.8):

$$V_{\phi} = 12 \cdot 4 \cdot 1 + \frac{1}{3} \cdot 6(12 \cdot 4 + \sqrt{12 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1}) = 159,86 \text{ м}^3.$$

Кути нахилу бокових стінок бункеру α_c , α_{c1} та ребра α_p повинні бути перевірені на відсутність гальмування вантажу [4]:

$$\operatorname{tg} \alpha_c \geq f, \quad (2.9)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_p \geq f, \quad (2.10)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \frac{h_1}{0,5(a-A)}, \quad (2.11)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{c1} = \frac{h_1}{0,5(b-B)}, \quad (2.12)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_p = \frac{1}{\sqrt{\operatorname{ctg}^2 \alpha_c + \operatorname{ctg}^2 \alpha_{c1}}}, \quad (2.13)$$

де f - коефіцієнт тертя вантажу по стінках бункеру (див. табл. 1.2 [3]).
При русі вантажу по металевій поверхні для коксу дорівнює $f = 0,47 \dots 0,55$;
приймаємо $f = 0,55$.

Для кускових сипких вантажів з типовим розміром кусків a' найменший розмір випускного отвору бункера (ширина або діаметр) приймається за формулою 2.6.

Виконаємо розрахунок за формулою (2.11):

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \frac{6}{0,5(12-1)} = 1,091.$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.12):

$$\operatorname{tg} \alpha_{c1} = \frac{6}{0,5(4-1)} = 4.$$

Перевіримо виконання умови за формулою (2.9):

$$1,091 \geq 0,55; \text{ умова виконується.}$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.13):

$$\operatorname{tg} \alpha_p = \frac{1}{\sqrt{0,917^2 + 0,25^2}} = 1,05.$$

Перевіримо виконання умови за формулою (2.10):

$$1,05 \geq 0,55; \text{ умова виконується.}$$

Площа поперечного перерізу потоку вантажу з випускного отвору F визначається за наступними формулами.

При прямокутній формі випускного отвору [4]:

$$F = (A - a') \cdot (B - a'), \text{ м}^2 \quad (2.14)$$

де A та B - відповідно довжина та ширина випускного отвору бункеру, м;

a' - розмір типового куска вантажу, м.

Виконаємо розрахунок за формулою (2.14):

$$F = (1 - 0,064) \cdot (1 - 0,064) = 0,88 \text{ м}^2.$$

Швидкість зсуву сипкого вантажу [4]:

$$v_{zc} = \lambda \sqrt{3,2 \cdot g \cdot R}, \text{ м/с} \quad (2.15)$$

де g – прискорення сили тяжіння, м/с^2 ; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

λ - коефіцієнт зсуву, який для коксу приймається $\lambda = 0,5$;

R - гідравлічний радіус, визначається за формулою [4]:

$$R = \frac{F}{P}, \text{ м} \quad (2.16)$$

де P – периметр випускного отвору, м.

Виконаємо розрахунок за формулою (2.16):

$$R = \frac{0,88}{4} = 0,22 \text{ м}.$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.15):

$$v_{zc} = 0,5 \sqrt{3,2 \cdot 9,81 \cdot 0,22} = 1,31 \text{ м/с}.$$

Необхідно перевірити отримане значення гідравлічного радіусу на виконання умови [4]:

$$R \geq K \cdot f \cdot (a' + 80), \text{ мм} \quad (2.17)$$

де K – коефіцієнт, який враховує ступені плоскості вантажу і розташування випускного отвору, рівний $0,6 \dots 0,8$; приймаємо $K = 0,6$.

Перевіримо виконання умови за формулою (2.17):

$$R \geq 0,6 \cdot 0,55 \cdot (64 + 80), \text{ мм}$$

$$220 \geq 47,52 \text{ мм}; \text{ умова виконується.}$$

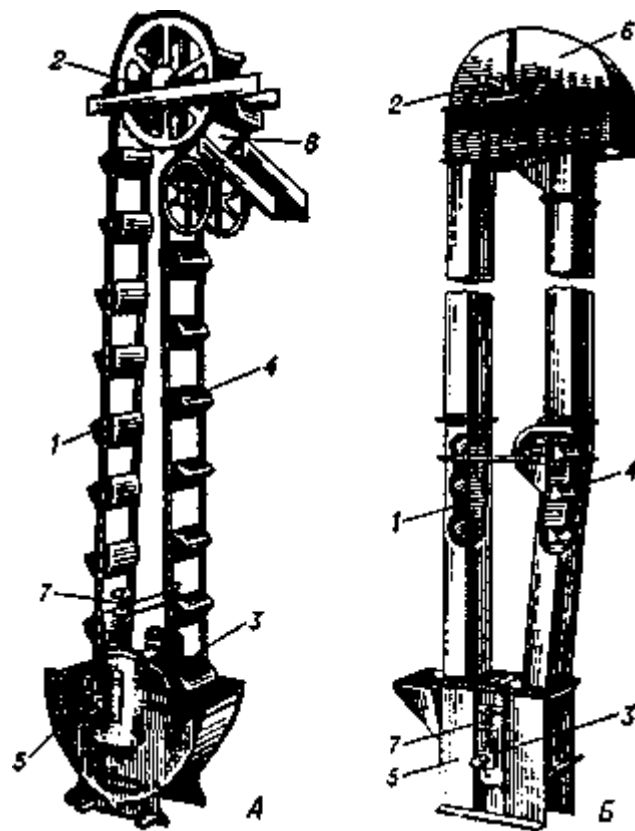
В ході розрахунку приймального бункера були визначені основні параметри:

1. Об'єм бункера $V_{\text{б}} = 159,86 \text{ м}^3$;
2. Площа випускного отвору бункера $F = 0,88 \text{ м}^2$;
3. Швидкість зсуву вантажу $v_{\text{зс}} = 1,31 \text{ м/с}$.

2.5 Розрахунок основних параметрів ковшового елеватора

Елеватори призначаються для підйому насипних вантажів на висоту до 50 м. Вони складаються з тягового органу (у вигляді замкнутої конвеєрної стрічки або однієї або двох тягових ланцюгів) з жорстко прикріпленими до нього ковшами, приводного і натяжного пристроїв, завантажувального і розвантажувального башмаків і кожуха. Привід здійснюється від електродвигуна через редуктор. Передбачається гальмування або зупинка для запобігання самовільного руху робочого органу у зворотному напрямку.

Різновиди ковшових елеваторів показані на рис.2.4.



- а) ланцюговий тихохідний з гравітаційним розвантаженням;
 б) стрічковий швидкохідний з відцентровим розвантаженням.

Рисунок 2.4 – Ковшові елеватори

Необхідно розрахувати вертикальний ковшовий елеватор для транспортування коксу насипна щільність якого дорівнює $\rho = 0,5 \text{ т/м}^3$. Розрахункова продуктивність елеватора $Q = 200 \text{ т/год}$. Висота підйому вантажу $H = 17 \text{ м}$.

Тип елеватора, форму ковшів обирають в залежності від характеристик вантажу, що транспортується. За табл. 12.2 та 12.5 [3] для транспортування коксу рекомендується ланцюговий тихохідний елеватор типу ЦС з зімкнутими закругленими ковшами та гравітаційним розвантаженням.

Середній коефіцієнт заповнення ковшів $\varphi = 0,6$; рекомендована швидкість ланцюга $\nu = 0,4 \dots 0,63$ м/с; приймаємо $\nu = 0,63$ м/с.

Необхідна погонна місткість ковшів [3]:

$$i_n = \frac{Q}{3,6\nu\varphi\rho}, \text{ л/м} \quad (2.18)$$

де Q - розрахункова продуктивність елеватора, т/год;

ν - швидкість руху ковшів, м/с;

ρ - насипна щільність вантажу, т/м³.

Виконаємо розрахунок за формулою (2.18):

$$i_n = \frac{200}{3,6 \cdot 0,63 \cdot 0,6 \cdot 0,5} = 293,94 \text{ л/м.}$$

За табл. 12.7 [3] обираємо округлений ківш місткістю $i_o = 148$ л та крок ковшів $t_k = 630$ мм.

Об'ємна продуктивність елеватора [3]:

$$\nu = \frac{Q}{\rho}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.19)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.19):

$$\nu = \frac{200}{0,5} = 400 \text{ м}^3/\text{год.}$$

При об'ємній продуктивності елеватора $\nu = 400 \text{ м}^3/\text{год}$ та відповідно з кроком ковшів $t_k = 630 \text{ мм}$ за табл. 12.4 [3] обираємо ширину ковшів $B_k = 1000 \text{ мм}$ та 2 тягові пластинчасті ланцюги.

При переміщенні кускових вантажів перевіряється виліт ковша при умові [3]:

$$l_{\min} > a_{\max} k_k, \quad (2.20)$$

де $l_{\min}$ - мінімальний виліт ковша, мм;

$a_{\max}$ - найбільший розмір кусків вантажу, який транспортується, мм;

k_k - коефіцієнт: для рядових вантажів $k_k = 2 \dots 2,5$; для сортованих - $k_k = 4 \dots 5$.

Перевіримо виконання умови (2.20):

$$l_{\min} > 80 \cdot 2,5 \text{ мм},$$

$$l_{\min} > 200 \text{ мм},$$

$435 > 200 \text{ мм}$, умова виконується.

Необхідна потужність на приводному валу для роботи елеватора [3]:

$$P = 0,0027QH(1 + k_{зач} / H), \quad (2.21)$$

де H - висота підйому вантажу, м;

$k_{зач}$ - коефіцієнт зачерпування вантажу; обираємо за табл. 12.10 [3]

$k_{зач} = 1,6$.

Виконаємо розрахунок за формулою (2.21):

$$P = 0,0027 \cdot 200 \cdot 17(1 + 1,6 / 17) = 10,04 \text{ кВт.}$$

Окружне зусилля на початковій окружності зірочки [3]:

$$F = 10^3 P / v. \quad (2.22)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.22):

$$F = 10^3 \cdot 10,04 / 0,63 = 15936,5 \text{ Н.}$$

Попередній вибір тягового ланцюга дволанцюгового елеватора виконується за розривним зусиллям [3]:

$$F_{\text{разр}}^u = 0,6 F_{\text{разр}}, \quad (2.23)$$

де $F_{\text{разр}}$ - розривне зусилля для попереднього вибору тягового ланцюга одноланцюгового елеватора.

Попередній вибір тягового ланцюга одноланцюгового елеватора виконується за розривним зусиллям [3]:

$$F_{\text{разр}} = (15 \dots 17,5) F_t, \quad (2.24)$$

де F_t - окружне зусилля на початковій окружності приводної зірочки.

Виконаємо розрахунок за формулою (2.24):

$$F_{разр} = (15...17,5) \cdot 15936,5 = 239047,5...278888,8 \text{ Н.}$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.23):

$$F_{разр}^u = 0,6 \cdot 278888,8 = 167333,3 \text{ Н} = 167,33 \text{ кН}$$

За табл. III.1.11 [3] обираємо тяговий пластинчастий ланцюг: М 224 з розривним зусиллям $F_{разр} = 224 \text{ кН}$ та кроком ланцюга $t^* = 630 \text{ мм}$.

Тяговий пластинчастий ланцюг М з розривним зусиллям 224 кН типу 2 з кроком ланцюга 630 мм виконання 1 позначається:

Ланцюг М 224 – 2 – 630 – 1 ГОСТ 588 – 81.

Погонна маса вантажу, що транспортується [3]:

$$q = i_n \varphi \rho, \text{ (кг/м)}. \quad (2.25)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.25):

$$q = 293,94 \cdot 0,6 \cdot 0,5 = 88,18 \text{ кг/м.}$$

Погонна маса ходової частини ланцюгового елеватора [3]:

$$q_k = q_l + q_{ков}, \text{ кг/м.} \quad (2.26)$$

де q_l - погонна маса ланцюгів, кг/м;

$q_{ков}$ - погонна маса ковшів, кг/м.

Погонна маса ковшів [3]:

$$q_{\text{ков}} = \frac{m_{\text{ков}}}{t_{\text{к}}} k_{\text{к}}, \text{ кг/м} \quad (2.27)$$

де $m_{\text{ков}}$ - маса одного ковша, кг; обираємо за табл. (12.8) [3]

$$m_{\text{ков}} = 66,3 \text{ кг};$$

$t_{\text{к}}$ - крок ковшів, м;

$k_{\text{к}}$ - коефіцієнт, який враховує масу кріпильних деталей, $k_{\text{к}} \approx 1,14$.

Виконаємо розрахунок за формулою (2.27):

$$q_{\text{ков}} = \frac{66,3}{0,63} \cdot 1,14 = 119,97 \text{ кг/м.}$$

За табл. III.1.12 [3] обираємо погонну масу ланцюга М 224, 1 м ланцюга дорівнює $q_{\text{л}} = 8,2 \text{ кг}$ (тип ланцюга – роликовий).

Виконаємо розрахунок за формулою (2.26):

$$q_{\text{к}} = 8,2 + 119,97 = 128,17 \text{ кг/м.}$$

Опір зачерпування вантажу [3]:

$$F_{\text{зач}} = qgk_{\text{зач}}, \text{ Н} \quad (2.28)$$

де g - прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Виконаємо розрахунок за формулою (2.28):

$$F_{зач} = 88,18 \cdot 9,81 \cdot 1,6 = 1384,07 \text{ Н.}$$

Умовне позначення елеватора:

Елеватор ЦС – 630 ГОСТ 2036 – 77.

2.6 Розрахунок основних параметрів стрічкового конвеєра

Стрічковий конвеєр це транспортуюча машина неперервної дії з об'єднаним вантажонесучим та тяговим органом у вигляді стрічки.

Стрічковий конвеєр є найбільш поширеним типом транспортуючих машин, він служить для переміщення насипних або штучних вантажів.

Застосовується на промислових виробництвах, у рудниках і шахтах, у сільському господарстві.

Конвеєр складається з тягового та несучого органів з підтримуючими та направляючими елементами, ведучого (привідного) та веденого барабанів або зірочок, натяжних пристроїв, завантажувальних та перевантажувальних пристроїв, рами.

Привід здійснюється від електродвигуна через редуктор. При необхідності мається гальмівний пристрій.

Стрічковий конвеєр показаний на рисунку 2.5.

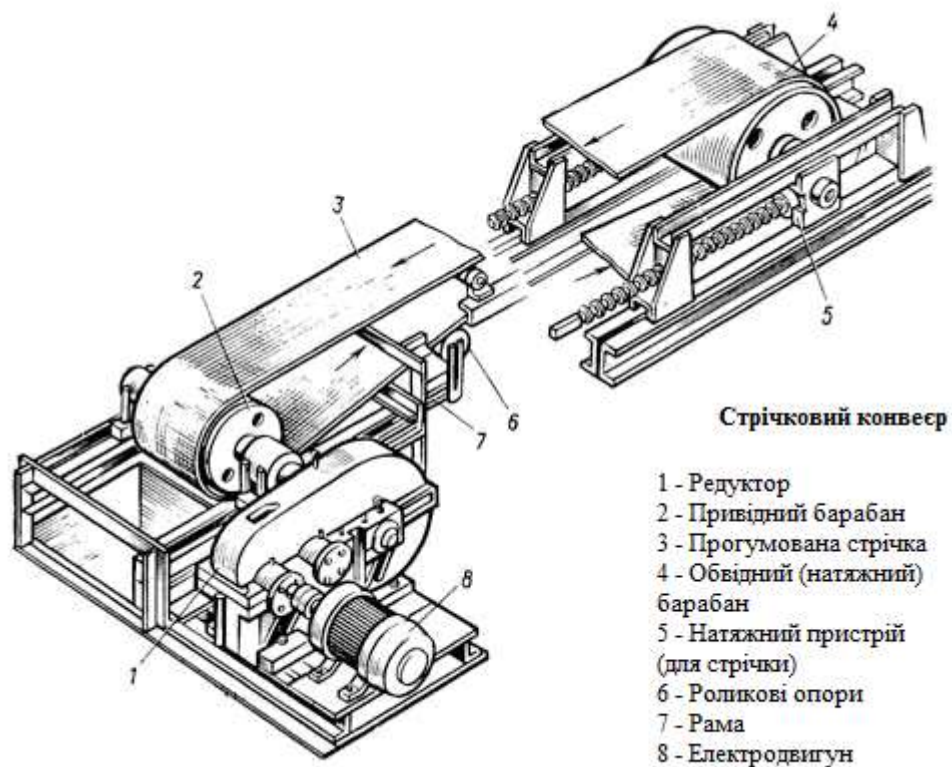


Рисунок 2.5 – Стрічковий конвеєр

Необхідно розрахувати стрічковий конвеєр для транспортування коксу насипна щільність якого дорівнює $\rho = 0,5 \text{ т/м}^3$, розрахункова продуктивність $Q = 200 \text{ т/год}$. Довжина похилої ділянки конвеєра $L_n = 112 \text{ м}$, довжина горизонтальної ділянки $L_{гор} = 10 \text{ м}$, висота підйому вантажу $H \approx 20 \text{ м}$. Привід здійснюється через головний барабан.

За табл. 6.2 [3] обираємо швидкість руху стрічки $v = 1,6 \text{ м/с}$.

Найбільш допустимий кут нахилу конвеєра на підйом $\beta_{\max} = 18^\circ$.

За табл. 6.11 [3] прийmemo для робочої гілки стрічки жолобчасту трьохроликову опору з кутом нахилу бокових роликів 30° .

Кут підйому похилої ділянки конвеєра β розраховується за формулою [3]:

$$\sin \beta = \frac{H}{L_n}. \quad (2.29)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.29):

$$\sin \beta = \frac{20}{112} = 0,1786.$$

За таблицею Брадиса знаходимо кут $\beta = 10^\circ 18'$, тобто менше найбільшого кута нахилу конвеєра ($\beta_{\max} = 18^\circ$) для прийнятої швидкості руху стрічки (табл. 6.1 [3]).

Розмір типового куску коксу дорівнює $a' = 64$ мм (див. 2.5). Згідно табл.4.2 [3], кокс, що транспортується можна віднести до категорії середньокускових насипних вантажів.

Необхідна ширина конвеєрної стрічки [3]:

$$B = 1,1 \left(\sqrt{\frac{Q}{\nu \rho k k_\beta}} + 0,05 \right), \quad (2.30)$$

де k - коефіцієнт, який залежить від кута природного укосу; обираємо за табл. 6.16 [3];

k_β - коефіцієнт, який залежить від кута нахилу конвеєра; обираємо за табл. 6.17 [3].

Виконаємо розрахунок за формулою (2.30):

$$B = 1,1 \left(\sqrt{\frac{200}{1,6 \cdot 0,5 \cdot 550 \cdot 0,97}} + 0,05 \right) = 0,81 \text{ м.}$$

Згідно рекомендацій параграфу 4.2 [3] обираємо (див. табл. 4.3 [3]) конвеєрну стрічку загального призначення типу 2 шириною (див. табл. 4.4 [3]) $B=1000$ мм з чотирма тяговими прокладками міцністю 100 Н/мм з тканини БКНЛ-100 (див. табл. 4.6 [3]), які дозволяють робоче навантаження (див. табл. 4.5 [3]) $k_p=11$ Н/мм, з товщиною гумової обкладки класу міцності Б (див. табл. 4.9 [3]) робочої поверхні $\delta_p=4,5$ мм, неробочої поверхні $\delta_n=2$ мм.

Позначення обраної стрічки [3]:

Стрічка 2 – 1000 – 4 – БКНЛ – 100 – 4,5 – 2 – Б ГОСТ 20 – 76.

Мінімальна ширина стрічки, що допускається [3]:

$$B = 2a' + 200. \quad (2.31)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.31):

$$B = 2 \cdot 64 + 200 = 328 \text{ мм}; 328 \text{ мм} < 1000 \text{ мм}.$$

Товщина стрічки [3]:

$$\delta = z\delta_{n.m} + \delta_{n.z} + \delta_p + \delta_n, \quad (2.32)$$

де z - кількість тягових тканинних прокладок;

$\delta_{n.m}$ - товщина тягової тканинної прокладки, мм; обираємо за табл. 4.7 та 4.11 [3];

$\delta_{n.z}$ - товщина захисної тканинної прокладки, мм; $\delta_{n.z} = 0$.

Виконаємо розрахунок за формулою (2.32):

$$\delta = 4 \cdot 1,3 + 4,5 + 2 = 11,7 \text{ мм.}$$

Погонна маса гумовотканинної стрічки [3]:

$$q_l = \rho_{стр} B \delta, \quad (2.33)$$

де $\rho_{стр}$ - щільність стрічки, кг/м³; $\rho_{стр} = 1100 \text{ кг/м}^3$.

Виконаємо розрахунок за формулою (2.33):

$$q_l = 1100 \cdot 1 \cdot 0,0117 = 12,87 \text{ кг/м.}$$

Згідно рекомендацій табл. 6.12 [3], приймаємо діаметр роликів роликкоопор $d_p = 108 \text{ мм}$.

За табл. 6.18 [3] погонна маса обертових частин роликів: робочої гілки $q_p^p = 21 \text{ кг/м}$, холостої гілки $q_p^x = 9,2 \text{ кг/м}$.

Погонна маса обертових частин конвеєра [3]:

$$q_k = q_k^p + q_k^x, \quad (2.34)$$

де q_k^p - погонна маса обертових частин роликів робочої гілки конвеєра, кг/м; $q_k^p = q_l + q_p^p$;

q_k^x - погонна маса обертових частин роликів холостої гілки конвеєра, кг/м; $q_k^x = q_l + q_p^x$.

Виконаємо розрахунок за формулою (2.34):

$$q_k = 12,87 + 21 + 12,87 + 9,2 = 55,94 \text{ кг/м.}$$

Довжина горизонтальної проекції конвеєра [3]:

$$L_z = L_n \cdot \cos \beta + L_{\text{зоп}}, \quad (2.35)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.35):

$$L_z = 112 \cdot 0,9826 + 10 = 120,05 \text{ м.}$$

Погонна маса вантажу [3]:

$$q = \frac{Q}{3,6v}. \quad (2.36)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.36):

$$q = \frac{200}{3,6 \cdot 1,6} = 34,72 \text{ кг/м.}$$

Тягова сила конвеєра [3]:

$$F'_0 = [wL_z(q + q_k) + qH] g k_k, \quad (2.37)$$

де w - коефіцієнт опору; обираємо за табл. 6.19 [3];

g - прискорення вільного падіння, м/с²; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

k_k - коефіцієнт, який враховує геометричні та конструктивні особливості конвеєра; обираємо за табл. 6.20 [3].

Виконаємо розрахунок за формулою (2.37):

$$F'_0 = [0,04 \cdot 120,05(34,72 + 55,94) + 34,72 \cdot 20] 9,81 \cdot 1,08 = 11970 \text{ Н.}$$

За табл. 6.7 [3] коефіцієнт зчеплення між гумовотканинною стрічкою та сталевим барабаном $f = 0,25$. Приймаючи кут обхвату стрічкою привідного барабану $\alpha = 200^\circ$ за табл. 6.21 [3] знаходимо $k_s = 1,73$.

Максимальний статичний натяг стрічки [3]:

$$F_{\max} = k_s F'_0. \quad (2.38)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.38):

$$F_{\max} = 1,73 \cdot 11970 = 20708,1 \text{ Н.}$$

Перевіряємо необхідну мінімальну кількість тягових прокладок у стрічці [3]:

$$z \geq z_{\min} = \frac{F_{\max}}{k_p B}. \quad (2.39)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.39):

$$z_{\min} = \frac{20708,1}{11 \cdot 1000} = 1,84;$$

$$4 \geq 1,84; \text{ умова виконується.}$$

Найменший діаметр привідного барабана [3]:

$$D_{n.\delta}^{\min} = kz, \quad (2.40)$$

де k - коефіцієнт для визначення діаметру привідного барабана; обираємо за табл. 6.6 [3].

Виконаємо розрахунок за формулою (2.40):

$$D_{n.\delta}^{\min} = 140 \cdot 4 = 560 \text{ мм.}$$

Згідно рекомендацій параграфу 6.2 [3] обираємо діаметр привідного барабана $D_{n.\delta} = 630 \text{ мм.}$

Перевіримо правильність вибору діаметру привідного барабана за тиском між конвеєрною стрічкою та барабаном [3]:

$$D_{n.\delta} \geq \frac{360F_0}{B[\rho]\pi\alpha f}, \quad (2.41)$$

де $[\rho]$ - допустимий середній тиск між стрічкою та барабаном, Па;
 $[\rho] = 10^5 \text{ Па.}$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.41):

$$D_{n.\delta} \geq \frac{360 \cdot 11970}{1 \cdot 10^5 \cdot 3,14 \cdot 200 \cdot 0,25} = 0,274 \text{ м.}$$

$$0,63 \geq 0,274 \text{ м; прийнято правильно.}$$

Потужність на привідному валу конвеєра [3]:

$$P_0 = \frac{F_0 v}{10^3 \eta_{\text{бар}}}, \quad (2.42)$$

де $\eta_{\text{бар}}$ - ККД привідного барабана стрічкового конвеєра; обираємо за табл. 6.21 [3]; $\eta_{\text{бар}} = 0,93$.

Виконаємо розрахунок за формулою (2.42):

$$P_0 = \frac{11970 \cdot 1,6}{10^3 \cdot 0,93} = 20,59 \text{ кВт.}$$

Необхідна потужність двигуна [3]:

$$P = k P_0 / \eta, \quad (2.43)$$

де k - коефіцієнт запасу; $k = 1,1 \dots 1,35$;

η - ККД передач від двигуна до привідного валу; обираємо за табл.5.1[3], $\eta = 0,96$, в припущенні, що в двигуні буде використовуватись двоступінчастий циліндричний редуктор.

Виконаємо розрахунок за формулою (2.43):

$$P = 1,1 \cdot 20,59 / 0,96 = 23,59 \text{ кВт.}$$

За табл. III.3.1 [3] обираємо електродвигун типу 4АН200М6УЗ номінальною потужністю $P_{\text{ов}} = 30$ кВт при частоті обертів $n = 975 \text{ хв}^{-1}$.

Момент інерції ротора $I_p = 0,377 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Кратність максимального моменту $\psi_{\max} = 2,0$.

Частота оберту вала привідного барабана [3]:

$$n_{n.б} = \frac{60\nu}{\pi D_{n.б}}. \quad (2.44)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.44):

$$n_{n.б} = \frac{60 \cdot 1,6}{3,14 \cdot 0,63} = 48,53 \text{ хв}^{-1}.$$

Необхідне передаточне число приводу [3]:

$$u = n / n_{n.б}. \quad (2.45)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.45):

$$u = 975 / 48,53 = 20,09.$$

Для наближення фактичної продуктивності конвеєра до заданої, враховуючи, що ширина стрічки прийнята більше розрахункової, прийmemo передаточне число приводу дещо більшим. Згідно з поясненнями до формули 1.101 [3], розрахункова потужність на швидкохідному валу редуктора для машин неперервної дії приймається рівною найбільшій статичній потужності; в нашому випадку $P_p = P = 23,59 \text{ кВт}$.

За табл. III.4.2 [3] обираємо редуктор типорозміру Ц2-350 з передаточним числом $u_p = 24,9$, який має частоту оберту швидкохідного вала 1000 хв^{-1} потужністю $P = 27,1 \text{ кВт}$; ККД редуктора $\eta = 0,96$.

Для вибору з'єднувальної муфти між двигуном та редуктором визначаємо номінальний крутний момент двигуна [3]:

$$T_{ном} = \frac{9550 P_{дв}}{n}. \quad (2.46)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.46):

$$T_{ном} = \frac{9550 \cdot 30}{975} = 293,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Розрахунковий момент муфти [3]:

$$T_{\mathcal{M}}^p = \psi_{\max} T_{ном}. \quad (2.47)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.47):

$$T_{\mathcal{M}}^p = 2 \cdot 293,8 = 587,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

З урахуванням коефіцієнту кратності максимального моменту двигуна приймемо розрахунковий момент муфти $T_{\mathcal{M}}^p = 587,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Припускаючи, що для запобігання зворотного руху завантаженої конвеєрної стрічки потрібні гальма, передбачаємо втулочно-пальцеву муфту з гальмівним шківом. За табл. III.5.9 [3] обираємо муфту № 2 з найбільшим передаючим крутним моментом $T_{\mathcal{M}} = 800 \text{ Н} \cdot \text{м}$, більшим ніж $T_{\mathcal{M}}^p = 587,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$, з діаметром гальмівного шківа $D = 300 \text{ мм}$. Момент інерції муфту $I_{\mathcal{M}} = 0,6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

Уточнюємо швидкість стрічки [3]:

$$v_{\phi} = \frac{\pi D_{n.б} n}{60 u_{\phi}}, \quad (2.48)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.48):

$$v_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 0,63 \cdot 975}{60 \cdot 24,9} = 1,29 \text{ м/с.}$$

Фактична продуктивність конвеєра [3]:

$$Q = k \cdot k_{\beta} (0,9B - 0,05)^2 v_{\phi} \rho. \quad (2.49)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (2.49):

$$Q = 550 \cdot 0,97 (0,9 \cdot 1 - 0,05)^2 \cdot 1,29 \cdot 0,5 = 248,6 \text{ т/год};$$

$248,6 > 200$ т/год. Умова виконується.

2.7 Проектні параметри транспортної системи

В магістерській роботі було запропоновано вдосконалити систему доставки коксу доменного на ПАТ «Запоріжсталь». Удосконалення системи полягає в тому, щоб повністю відмовитися від доставки коксу із зовнішньої мережі та доставляти його в необхідній кількості з ПАТ «Запоріжжкокс». Було запропоновано спроектувати стрічковий конвеєр та вузли завантаження і розвантаження конвеєра, а саме: на ПАТ «Запоріжжкокс» – приймальний бункер та елеватор, на ПАТ «Запоріжсталь» – приймальний бункер.

В ході дослідження розробили транспортно-технологічні схеми доставки вантажу, провели аналіз статистичних даних, визначили коефіцієнт нерівномірності перевезень, побудували технологічний графік роботи залізничного транспорту, який показано на слайді 7 графічної частини магістерської роботи. На основі розрахункового вагонопотоку побудували добовий план-графік роботи, який представлено на слайді 8 графічної частини магістерської роботи. Був проведений розрахунок основних параметрів транспортних машин.

В ході розрахунку приймального бункера були визначені основні параметри: об'єм бункера $V_6 = 159,86 \text{ м}^3$; площа випускного отвору бункера $F = 0,88 \text{ м}^2$; швидкість зсуву вантажу $v_{zc} = 1,31 \text{ м/с}$.

В ході розрахунку ковшового елеватора були визначені основні параметри: розрахункова продуктивність елеватора $Q = 200 \text{ т/год}$; висота підйому вантажу $H = 17 \text{ м}$; необхідна потужність на приводному валу $P = 10,04 \text{ кВт}$. Для транспортування коксу рекомендується ланцюговий тихохідний елеватор типу ЦС з зімкнутими закругленими ковшами та гравітаційним розвантаженням.

В ході розрахунку стрічкового конвеєра були визначені основні параметри: довжина похилої ділянки конвеєра $L_n = 112 \text{ м}$, довжина горизонтальної ділянки $L_{гор} = 10 \text{ м}$, висота підйому вантажу $H \approx 20 \text{ м}$, необхідна потужність двигуна $P = 23,59 \text{ кВт}$, ширина конвеєрної стрічки $B = 1000 \text{ мм}$, швидкість стрічки конвеєра $v_\phi = 1,29 \text{ м/с}$, фактична продуктивність конвеєра $Q = 248,6 \text{ т/год}$. На основі визначених параметрів транспортних машин побудовано проектний графік роботи, який показаний на слайді 8 графічної частини.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Загальні положення

В проекті розглядається питання удосконалення системи доставки коксу доменного на ПАТ «Запоріжсталь».

За існуючим варіантом для виконання виробничої програми кокс перевозиться на комбінат із зовнішньої мережі (а саме зі ст. Запоріжжя-Ліве) та з ПАТ «Запоріжжкокс» залізничним транспортом [5-7].

Щодоби на підприємство прибуває близько 4000 т коксу. Зі ст. Запоріжжя-Ліве кокс доставляється піввагонами (20 піввагонів), з ПАТ «Запоріжжкокс» - коксовозами (58 коксовозів).

Вантажопідйомність піввагонів 42 т, коксовозів – 56 т. Ст. Вагони формуються у подачі (в 1 подачі – 9 вагонів) та направляються на ст. Аглофабрика у парк «Бункера».

За проектним варіантом пропонується повністю відмовитися від доставки коксу із зовнішньої мережі та доставляти його в необхідній кількості з ПАТ «Запоріжжкокс».

Для удосконалення системи доставки запропоновано спроектувати стрічковий конвеєр та спроектувати вузли завантаження та розвантаження конвеєра, а саме: на ПАТ «Запоріжжкокс» – приймальний бункер та елеватор, на ПАТ «Запоріжсталь» – приймальний бункер.

Після завантаження на ПАТ «Запоріжжкокс», трансферкар зважується на електронних вагах, оформляється необхідна документація. Після чого завантажений трансферкар прямує до приймального бункера ПАТ «Запоріжжкокс», потім розвантажує кокс до приймального бункера. Звідки кокс завдяки ковшовому вертикальному елеватору підіймається на необхідну висоту та потрапляє через пересипну воронку на стрічку конвеєра.

З конвеєра кокс висипається до приймального бункера ПАТ «Запоріжсталь», а потім з бункера розвантажується до трансферкару.

Наступним етапом трансферкар розвозить кокс до приймальних бункерів, звідки вагончики-скипи доставляють його до доменних печей.

3.2 Розрахунок капітальних вкладень

Для реалізації проектних рішень за проектним варіантом необхідні додаткові витрати, які складаються з витрат на капітальний ремонт трансферкара, придбання ковшового елеватора, устаткування стрічкового конвеєра та приймальних бункерів.

Вартість капітального ремонту трансферкара складає 700000 грн. Кількість трансферкарів, які знаходяться в експлуатації – 1 од.

Вартість ковшового елеватора – 820000 грн.

Вартість стрічкового конвеєра – 902800 грн. Загальна довжина конвеєра $L_k = 122$ м. Вартість 1 погонного метра стрічкового конвеєра шириною 1000 мм становить 7400 грн. Балансова вартість стрічкового конвеєра на початок року складає 902800 грн, додатково включаємо витрати на спорудження естакади (3200000 грн.) та його встановлення на неї - 10% від балансової вартості конвеєра (разом $3200000 + 902800 \cdot 1,1 = 4193080$).

Кількість приймальних бункерів – 2 шт. Площа одного бункера $S_b = 162,4 \text{ м}^2$. Вартість приймального бункера за даними комбінату складає 87900 грн, додатково включаємо витрати на його встановлення – 25% від балансової вартості бункера, разом: 109875 грн.

Визначаємо капітальні вкладення для проектного варіанту за формулою [8]:

$$B_{\text{доо}} = B_{\text{к.р.1тр}} \cdot N_{\text{тр}} + B_{\text{кови.елев}} + B_{\text{стр.конв}} + B_{\text{пр.бунк}} \cdot N_{\text{пр.бунк}}, \quad (3.1)$$

де $B_{\text{к.р.1тр}}$ - вартість капітального ремонту трансферкара, грн;

$N_{\text{тр}}$ - кількість трансферкарів, од.;

$B_{\text{кови.елев}}$ - вартість ковшового елеватора, грн.;

$B_{\text{стр.конв}}$ - вартість стрічкового конвеєра, грн.;

$B_{\text{пр.бунк}}$ - вартість приймального бункера, грн.;

$N_{\text{пр.бунк}}$ - кількість приймальних бункерів, грн.

Виконаємо розрахунок за формулою (3.1):

$$B_{\text{доо}} = 700000 \cdot 1 + 820000 + 4193080 + 109875 \cdot 2 = 5932830 \text{ грн.}$$

3.3 Розрахунок витрат за базовим варіантом

Річні експлуатаційні витрати на доставку кокса [9]:

$$B_p = B_{\text{ам}} + B_p + B_{\text{зн}} + B_{\text{соц}} + B_{\text{лок}} + B_{\text{пер}}, \quad (3.2)$$

де $B_{\text{ам}}$ - витрати на амортизаційні відрахування, грн;

B_p - витрати на ремонт та технічне обслуговування, грн;

$B_{\text{зн}}$ - витрати на виплату заробітної плати, грн;

$B_{\text{соц}}$ - витрати на оплату єдиного соціального внеску, грн;

$B_{лок}$ - витрати на утримання локомотиву, грн;

$B_{пер}$ - витрати на перевезення вагонів, грн.

Розрахунок витрат на амортизаційні відрахування.

Витрати на амортизаційне відрахування складаються з витрат на амортизацію коксовозів.

Амортизаційні відрахування визначаються за формулою [10]:

$$A = \frac{B(a-1) \cdot a_n}{100}, \quad (3.3)$$

де $B(a)$ - балансова вартість групи основних фондів на початок поточного періоду, грн.;

$B(a-1)$ - балансова вартість групи основних фондів на початок попереднього періоду, грн.;

a_n - норма амортизації.

Визначаємо амортизаційні витрати коксовоза (II група ОФ). Балансова вартість коксовоза на початок року складає 1800000 грн. Кількість коксовозів, які знаходяться в експлуатації – 29 од. (1 коксовоз за добу виконує 2 обороти), обсяг загального парку з урахуванням знаходження вагонів у ремонті та запасі – 36 одиниць.

Виконаємо розрахунок за формулою (3.3)

$$A_1 = 1800000 \cdot 10 / 100 = 180000 \text{ грн.}$$

$$A_2 = (1800000 - 180000) \cdot 10 / 100 = 162000 \text{ грн.}$$

$$A_3 = (1620000 - 162000) \cdot 10 / 100 = 145800 \text{ грн.}$$

$$A_4 = (1458000 - 145800) \cdot 10 / 100 = 131220 \text{ грн.}$$

Річні амортизаційні відрахування визначаються за формулою [10]:

$$\bar{A}_p = A_1 + A_2 + A_3 + A_4. \quad (3.4)$$

Визначаємо річні амортизаційні відрахування за користування коксовозами. Кількість коксовозів $N = 36$ од. Виконаємо розрахунки за формулою (3.4):

$$\bar{A}_p = 36 \cdot (180000 + 162000 + 145800 + 131220) = 22284720 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на ремонт та технічне обслуговування.

Витрати на ремонт складаються з витрат на ремонт та технічне обслуговування коксовозів.

Витрати на ремонт приймаємо 5 % від балансової вартості та визначаємо за формулою [10]:

$$B_p = B(a - 1) \cdot 0,05. \quad (3.5)$$

Визначаємо витрати на ремонт коксовозів. Кількість коксовозів $N = 36$ од. Виконаємо розрахунки за формулою (3.5):

$$B_p = 1800000 \cdot 0,05 \cdot 36 = 3240000 \text{ грн.}$$

Так як електронні ваги задіяні в усіх варіантах (базовому та проектних), тому амортизаційні відрахування та витрати на ремонт на електронні ваги не розраховуємо.

Розрахунок витрат на виплату заробітної плати.

В процесі доставки коксу доменного на ПАТ «Запоріжсталь» задіяні такі робітники:

- прийомоздавачі;
- вантажники.

Заробітна плата розраховується за формулою [8]:

$$Z_{zn} = N \cdot k_{np} \cdot C_{год} \left[\Phi_p (7/6 + k_{шк}) + \Phi_{св} \right], \quad (3.6)$$

де N – кількість працівників;

k_{np} – коефіцієнт, який враховує премію, $k_{np} = 1,2$;

$C_{год}$ – годинна тарифна ставка (розраховується виходячи з розміру середнього грейда працівника), грн/год.; для вантажника $C_{год} = 34,42$ грн; прийомоздавача, оператора $C_{год} = 32,56$ грн;

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

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

$k_{шк}$ – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у шкідливих умовах. Виходячи з системи нарахувань по балах, приймається для вантажників $k_{шк} = 0,11$; інших робочих професій $k_{шк} = 0,1$.

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

Визначаємо заробітну плату прийомоздавача, враховуючи те, що в одну зміну працює один робітник, графік роботи залізничний.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.6):

$$Z_{zn.прийм} = 4 \cdot 1,2 \cdot 32,56 [1993(7/6 + 0 + 0,1) + 60] = 403921,13 \text{ грн.}$$

Визначаємо заробітну плату вантажників, враховуючи те, що в одну зміну працює один робітник, графік роботи залізничний. Виконаємо розрахунок за формулою (3.6):

$$З_{зп.вант} = 4 \cdot 1,2 \cdot 34,42 [1993(7/6 + 0 + 0,11) + 60] = 430288 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на виплату заробітної плати [8]:

$$B_{зп} = З_{зп.прим} + З_{зп.вант}, \quad (3.7)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.7):

$$B_{зп} = 403921,13 + 430288 = 834209,13 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на оплату єдиного соціального внеску.

Витрати на оплату єдиного соціального внеску складають 22 % від загального фонду заробітної плати та розраховуються за формулою [8]:

$$B_{соц} = B_{зп} \cdot 0,22. \quad (3.8)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (3.8):

$$B_{соц} = 834209,13 \cdot 0,22 = 183526,01 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на утримання локомотиву.

Витрати на утримання локомотиву розраховуються за формулою [9]:

$$B_{\text{лок}} = B_{\text{лок-год}} \cdot T_{\text{ф}}, \quad (3.9)$$

де $B_{\text{лок-год}}$ - вартість 1 локомотиво-години; $B_{\text{лок-год}} = 636,55$ грн;

$T_{\text{ф}}$ - фактичний час роботи локомотива, год.

Час однієї обслуговування подачі 68,8 хв. Кількість подач за добу – 7.

Час роботи локомотива за добу 8,03 год.; за рік – 2931 год.

Виконаємо розрахунок за формулою (3.9):

$$B_{\text{лок}} = 636,55 \cdot 2931 = 1865728,05 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на перевезення вагонів до ПАТ «Запоріжсталь».

Витрати на перевезення вагонів визначаються за формулою [5]:

$$B_{\text{пер}} = C_{\text{пер}} \cdot Q_{\text{пер}} \cdot 365, \quad (3.10)$$

де $C_{\text{пер}}$ - вартість перевезення 1 тони вантажу, грн;

$Q_{\text{пер}}$ - добовий обсяг перевезень, $Q_{\text{пер}} = 4000$ т/добу;

365 - кількість робочих днів протягом року.

Виконаємо розрахунок за формулою (3.10):

$$B_{\text{пер}} = 13,51 \cdot 4000 \cdot 365 = 19724600 \text{ грн.}$$

Визначаємо річні експлуатаційні витрати на доставку кокса. Виконаємо розрахунки за формулою (3.2):

$$B_p = 22284720 + 3240000 + 834209,13 + 183526,01 + 1865728,05 + \\ + 19724600 = 48132783,19 \text{ грн.}$$

3.4 Розрахунок витрат за проектним варіантом

Річні експлуатаційні витрати на доставку коксу [9]:

$$B_p = B_{ам} + B_p + B_{ел} + B_{зн} + B_{соц} , \quad (3.11)$$

де $B_{ам}$ - витрати на амортизаційне відрахування, грн;

B_p - витрати на ремонт та технічне обслуговування, грн;

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

$B_{зн}$ - витрати на виплату заробітної плати, грн;

$B_{соц}$ - витрати на оплату єдиного соціального внеску, грн.

Розрахунок витрат на амортизаційне відрахування.

Витрати на амортизаційне відрахування складаються з витрат на амортизацію трансферкарів, ковшового елеватора, стрічкового конвеєра та приймальних бункерів.

Загальні річні витрати на амортизаційне відрахування розраховуються за формулою [9]:

$$B_{ам} = \bar{A}_{р.тр} + \bar{A}_{р.ков.ел} + \bar{A}_{р.стр.кон} + \bar{A}_{р.пр.бунк} . \quad (3.12)$$

Визначаємо амортизаційні витрати на використання трансферкара (II група ОФ). Балансова вартість трансферкара (2100000 грн) із урахуванням вартості капітального ремонту (700000 грн) складає 2800000 грн.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.3):

$$A_1 = 2800000 \cdot 10 / 100 = 280000 \text{ грн.}$$

$$A_2 = (2800000 - 280000) \cdot 10 / 100 = 252000 \text{ грн.}$$

$$A_3 = (2520000 - 252000) \cdot 10 / 100 = 226800 \text{ грн.}$$

$$A_4 = (2268000 - 226800) \cdot 10 / 100 = 204120 \text{ грн.}$$

Визначаємо річні амортизаційні відрахування за використання трансферкарів. Кількість трансферкарів, які знаходяться в експлуатації $N = 1$. Виконаємо розрахунок за формулою (3.4):

$$\bar{A}_p = 1 \cdot (280000 + 252000 + 226800 + 204120) = 962920 \text{ грн.}$$

Визначаємо амортизаційні витрати при використанні ковшового елеватора (ІІІ група ОФ). Балансова вартість ковшового елеватора на початок року складає 820000 грн. Виконаємо розрахунок за формулою (3.3):

$$A_1 = 820000 \cdot 6 / 100 = 49200 \text{ грн.}$$

$$A_2 = (820000 - 49200) \cdot 6 / 100 = 46248 \text{ грн.}$$

$$A_3 = (770800 - 46248) \cdot 6 / 100 = 43473,12 \text{ грн.}$$

$$A_4 = (724552 - 43473,12) \cdot 6 / 100 = 40864,73 \text{ грн.}$$

Визначаємо річні амортизаційні відрахування при використанні ковшового елеватора. Виконаємо розрахунок за формулою (3.4):

$$\bar{A}_p = 1 \cdot (49200 + 46248 + 43473,12 + 40864,73) = 179785,85 \text{ грн.}$$

Визначаємо амортизаційні витрати на використання стрічкового конвеєра (III група ОФ). Балансова вартість стрічкового конвеєра на початок року складає 4193080 грн. Виконаємо розрахунок за формулою (3.3):

$$A_1 = 4193080 \cdot 6 / 100 = 251584,8 \text{ грн.}$$

$$A_2 = (4193080 - 251584,8) \cdot 6 / 100 = 236489,71 \text{ грн.}$$

$$A_3 = (3941495,2 - 236489,71) \cdot 6 / 100 = 222300,33 \text{ грн.}$$

$$A_4 = (3705005,49 - 222300,33) \cdot 6 / 100 = 208962,31 \text{ грн.}$$

Визначаємо річні амортизаційні відрахування на використання стрічкового конвеєра. Виконаємо розрахунок за формулою (3.4):

$$\bar{A}_p = 1 \cdot (251584,8 + 236489,71 + 222300,33 + 208962,31) = 919337,15 \text{ грн.}$$

Визначаємо амортизаційні витрати на використання приймального бункера (III група ОФ). Балансова вартість приймального бункера на початок року складає 109875 грн. Виконаємо розрахунок за формулою (3.3):

$$A_1 = 109875 \cdot 6 / 100 = 6592,5 \text{ грн.}$$

$$A_2 = (109875 - 6592,5) \cdot 6 / 100 = 6196,95 \text{ грн.}$$

$$A_3 = (103282,5 - 6196,95) \cdot 6 / 100 = 5825,13 \text{ грн.}$$

$$A_4 = (97085,55 - 5825,13) \cdot 6 / 100 = 5475,63 \text{ грн.}$$

Визначаємо річні амортизаційні відрахування на використання приймального бункера. Кількість приймальних бункерів $N=2$ (один встановлено на ПАТ «Запоріжжкокс», другий - на ПАТ «Запоріжсталь»). Виконаємо розрахунок за формулою (3.4):

$$\bar{A}_p = 2 \cdot (6592,5 + 6196,95 + 5825,13 + 5475,63) = 48180,42 \text{ грн.}$$

Визначаємо загальні річні амортизаційні відрахування. Виконаємо розрахунок за формулою (3.14):

$$B_{ам} = 962920 + 179785,85 + 919337,15 + 48180,42 = 2110223,42 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на ремонт.

Витрати на ремонт складаються з витрат на ремонт трансферкарів, ковшового елеватора, стрічкового конвеєра та приймальних бункерів.

Загальні річні витрати на ремонт розраховуються за формулою [10]:

$$B_p = B_{p.тр} + B_{p.ков.ел} + B_{p.стр.кон} + B_{p.лр.бунк} \cdot \quad (3.14)$$

Визначаємо витрати на ремонт трансферкара. Виконаємо розрахунок за формулою (3.5):

$$B_{рем} = 2800000 \cdot 0,05 \cdot 1 = 140000 \text{ грн.}$$

Визначаємо витрати на ремонт ковшового елеватора. Виконаємо розрахунок за формулою (3.5):

$$B_{рем} = 820000 \cdot 0,05 \cdot 1 = 41000 \text{ грн.}$$

Визначаємо витрати на ремонт стрічкового конвеєра. Виконаємо розрахунок за формулою (3.5):

$$B_{рем} = 4193080 \cdot 0,05 \cdot 1 = 209654 \text{ грн.}$$

Визначаємо витрати на ремонт приймального бункера. Кількість приймальних бункерів $N=2$ (один встановлено на ПАТ «Запоріжжкокс», другий - на ПАТ «Запоріжсталь»). Виконаємо розрахунок за формулою (3.5):

$$B_{рем} = 109875 \cdot 0,05 \cdot 2 = 10987,5 \text{ грн.}$$

Визначаємо загальні річні витрати на ремонт. Виконаємо розрахунок за формулою (3.14):

$$B_p = 140000 + 41000 + 209654 + 10987,5 = 401641,5 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на електроенергію.

Витрати на електроенергію складаються з витрат на електроенергію для ковшового елеватора та стрічкового конвеєра.

Витрати на електроенергію для обладнання складуть [8]:

$$B_e = N_{\partial\partial} \cdot T_{\phi} \cdot k \cdot B_{1кВм}, \quad (3.15)$$

де $N_{\text{дв}}$ - потужність двигуна установки, кВт;

$T_{\text{ф}}$ - фактичний час роботи установки, год;

k - поправочний коефіцієнт, приймаємо $k = 0,8$;

$B_{1\text{кВт}}$ - вартість 1 кВт електроенергії; $B_{1\text{кВт}} = 2,5$ грн.

Визначаємо витрати на електроенергію для ковшового елеватора. Потужність елеватора $P = 10,04$ кВт. Час роботи елеватора 24 години за добу, за рік – 365 днів.

Виконаємо розрахунок за формулою (3.15):

$$B_{\text{е.ков.ел}} = 10,04 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 0,8 \cdot 2,5 = 175900,8 \text{ грн.}$$

Визначаємо витрати на електроенергію для стрічкового конвеєра. Потужність стрічкового конвеєра $P = 30$ кВт. Час роботи стрічкового конвеєра 24 години за добу, за рік – 365 днів.

Виконаємо розрахунок за формулою (3.15):

$$B_{\text{е.стр.конв}} = 30 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 0,8 \cdot 2,5 = 525600 \text{ грн.}$$

Визначаємо загальні річні витрати на електроенергію [8]:

$$B_{\text{річ.ел}} = B_{\text{е.ков.ел}} + B_{\text{е.стр.конв}} \quad (3.16)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (3.16):

$$B_{\text{річ.ел}} = 175900,8 + 525600 = 701500,8 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на виплату заробітної плати.

В процесі доставки коксу доменного на ПАТ «Запоріжсталь» задіяні такі робітники:

- машиністи трансферкарів;
- оператори.

Заробітна плата машиніста трансферкара розраховується за формулою:

$$З_{зп.маш} = N \cdot k_{пр} \cdot C_{год} \left[\Phi_p (7/6 + k_{кл} + k_{шк}) + \Phi_{св} \right], \quad (3.17)$$

де $C_{год}$ – годинна тарифна ставка (розраховується виходячи з розміру середнього грейда працівника), грн/год.; $C_{год}$ приймаємо: для машиніста $C_{год}=37,64$ грн;

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

$k_{шк}$ – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у шкідливих умовах. Виходячи з системи нарахувань по балах, приймається для машиністів $k_{шк} = 0,1$;

Визначаємо заробітну плату машиніста трансферкара, враховуючи те, що в одну зміну працює один робітник. Виконаємо розрахунок за формулою (3.17):

$$З_{зп.маш} = 4 \cdot 1,2 \cdot 37,64 [1993(7/6 + 0,1 + 0,1) + 60] = 502948,69 \text{ грн.}$$

Визначаємо заробітну плату оператора, враховуючи те, що в одну зміну працює один робітник. Виконаємо розрахунок за формулою (3.6):

$$З_{зп.опер} = 4 \cdot 1,2 \cdot 32,56 [1993(7/6 + 0 + 0,1) + 60] = 403921,13 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на виплату заробітної плати:

$$B_{\text{зн}} = Z_{\text{зн.маш}} + Z_{\text{зн.опер}}, \quad (3.18)$$

Виконаємо розрахунок за формулою (3.18):

$$B_{\text{зн}} = 502948,69 + 403921,13 = 906869,82 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на оплату єдиного соціального внеску.

Витрати на оплату єдиного соціального внеску складають 22 % від загального фонду заробітної плати. Виконаємо розрахунок за формулою (3.8):

$$B_{\text{соц}} = 906869,82 \cdot 0,22 = 199511,36 \text{ грн.}$$

Визначаємо річні експлуатаційні витрати на доставку кокса. Виконаємо розрахунок за формулою (3.12):

$$\begin{aligned} B_p &= 2110223,42 + 401641,5 + 701500,8 + 906869,82 + 199511,36 = \\ &= 4319746,9 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.5 Розрахунок економічного ефекту

Визначення річної економії експлуатаційних витрат розраховується за формулою [10]:

$$E_{експл} = \sum B_{існ} - \sum B_{пр} , \quad (3.19)$$

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

$\sum B_{пр}$ - річні експлуатаційні витрати за проектним варіантом, грн.

Визначимо економію експлуатаційних витрат формулою (3.19):

$$E_{експл} = 48132783,19 - 4319746,9 = 43813036,29 \text{ грн.}$$

На реалізацію проектних пропозицій необхідні додаткові капітальні витрати. Для визначення ефективності впровадження проекту необхідно розрахувати чистий дисконтований дохід, який являє собою поточну вартість доходів від зроблених інвестицій.

Коефіцієнт дисконтування розраховується за формулою [10]:

$$a = \frac{1}{(1+i)^t} , \quad (3.20)$$

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

i - норма дисконту; $i = 20\%$.

Чистий дисконтований дохід визначається за формулою [10]:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} , \quad (3.21)$$

де B_t - річні доходи за проектом, грн.;

C_t - річні витрати за проектом, грн.;

n - термічний життя проекту, років.

Розрахунок чистого дисконтованого доходу для проектного варіанту приведений в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок дисконтованого доходу за проектним варіантом

Капітальні витрати за проектним варіантом	Вигоди	Коефіцієнт дисконтування	Чиста поточна вартість NPV	Накопичення NPV
5932830	43813036,29	1	37880206,29	37880206,29
-	43813036,29	0,833	36496259,23	74376465,52
-	43813036,29	0,694	30406247,19	104782712,71

Термін окупності визначається за формулою [10]:

$$T_{ок} = K_{доо} / \Pi_{річн}, \quad (3.22)$$

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

$\Pi_{річн}$ - річний прибуток, грн.

Виконаємо розрахунок за формулою (3.22):

$$T_{ок} = 5932830 / 43813036,29 = 0,2 \text{ року.}$$

Розрахунок дисконтованого доходу показав, що проектний варіант економічно вигідний та може бути впроваджений на підприємстві.

Всі розраховані техніко-економічні показники зведемо до таблиці 3.2 та представлені на слайді 9 графічної частини.

Таблиця 3.2 – Техніко-економічні показники, грн.

Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
1. Капітальні вкладення	-	5932830
2. Річні експлуатаційні витрати	48132783	4319746
Витрати на амортизаційне відрахування	22284720	2110223
Витрати на ремонт	3240000	401641
Витрати на виплату заробітної плати	834209	906869
Витрати на соціальний внесок	183526	199511
Витрати на роботу локомотиву	1865728	-
Витрати на перевезення вагонів	19724600	-
Витрати на електроенергію	-	701500
3. Економія експлуатаційних витрат	-	43813036
4. Чистий дисконтований дохід	-	104782712
5. Термін окупності, роки	-	0,2

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Оскільки темою магістерської роботи є «Удосконалення транспортно-виробничої системи доставки продукції ПАТ «ЗАПОРІЖКОКС», тому нижче розглянемо заходи по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці і пожежної безпеки при експлуатації транспортних засобів, підйомно-транспортних машин та механізмів, що використовуються в процесі доставки, який включає в себе процеси виконання вантажних робіт, перевезення, складування тощо.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

1. При використанні залізничного транспорту можливі наїзди поїздів на працівників, оскільки маршрут перевезень коксу перетинає пішохідні маршрути руху, що може призвести до травмування або загибелі дослідника.

2. В процесі виконання дослідником спостережень за ходом вантажних робіт, можливе травмування вантажем, який сиплеться.

3. При дослідженні можливості облаштування конвеєрної системи можливе падіння вантажів, що переміщуються на рудному дворі кранами, на дослідника, що може призвести до його травмування.

4. Схід з колії вагонів внаслідок перевантаження понад вантажопідйомність та зламу бокової рами візка одного з вагонів, що може призвести до травмування дослідника.

5. Ураження струмом дослідника через контакт з оголеною частиною системи живлення трансферкарів на бункерах, що може призвести до загибелі дослідника.

7. Падіння дослідника на бункерних решітках через недостатнє освітлення в темний час доби, що може призвести до травмування.

8. Підвищення температури і швидкості руху повітря в теплу пору року та зниження температури в холодну пору на робочому місці може призвести до простудних захворювань дослідника.

9. Негативна дія пилу, при спостереженні за виконанням вантажних робіт з коксом, може викликати захворювання органів дихання та зору дослідника.

10. Під впливом шуму знижується гострота зору, порушується рівновага нервових процесів, як збудження так і гальмування.

11. Займання на локомотиві внаслідок короткого замикання електропроводки (внаслідок плавлення ізоляційної обмотки від високої температури при проїзді до бункерів з коксом через бункери з гарячим агломератом), що може призвести до подальшого розповсюдження пожежі та загибелі дослідника.

12. Ускладнення надзвичайної ситуації при неправильній організації цивільного захисту на промисловому об'єкті.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

1. Для запобігання наїздів поїздів на дослідника, який рухається через залізничну колію, де пролягає маршрут перевезень коксу, обабіч встановлено перильні огороження згідно ДСТУ Б В.2.3-11-2004. «Споруди транспорту. Огороження дорожнє перильного типу. Загальні технічні умови», які змушують дослідника оглядати значну ділянку колії перед її перетинанням та своєчасно побачити состав, що наближається.

2. Для уникнення травмувань дослідника вантажем, на підприємстві дотримуються вимоги НПАОП 63.21-1.22-07 «Правила охорони праці під час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на залізничному транспорті». Під час розвантаження та відкривання люків, дослідник знаходиться на безпечній відстані від вагонів.

3. Для запобігання падіння коксу на робітників в процесі переміщення кранами, виконуються вимоги НПАОП 27.0-1.01-08. «Правила охорони праці в металургійній промисловості», під час виконання вантажних операцій дослідник не повинен знаходитись в зоні робіт, щоб уникнути травмування.

4. Для уникнення випадків сходження вагонів залізничного составу з колії дотримуються вимог додатка 3 «Технічні умови навантаження та кріплення вантажів» до Угоди про міжнародне залізничне вантажне сполучення, за допомогою вагонних тензометричних ваг контролюється забезпечення завантаження вагонів без перевищення їх вантажопідйомності.

6. Для виключення ураження дослідником електричним струмом передбачене дотримання вимоги ДНАОП 0.00-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів». Усі пристрої електрообладнання знаходяться в повній справності. Місця електричних з'єднань мають надійний контакт, а від'єднанні проводи – ізольовані та закріплені. До тролей трансферкарів наближатись заборонено.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

1. Для попередження травмувань дослідника внаслідок недостатнього освітлення в темний час доби при роботі на фронті вивантаження коксу забезпечується належне освітлення шляхом встановлення на стовпах

прожекторів згідно вимоги ДБН В 2.5-28-2006 «Природне та штучне освітлення».

Виконаємо розрахунок кількості прожекторів та висоту їх встановлення на фронті вивантаження коксу, який займає ділянку 50х50 м.

Величина нормованої освітленості становить 10 лк. Відповідно ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» використовуємо прожектор СКсН. Джерело світла – ксенонова лампа ДКсТ – 2000, потужність лампи – 2000 вольт.

Кількість прожекторів визначаємо за формулою:

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

де m – коефіцієнт, що враховує світлову віддачу джерела світла, ккд прожекторів та коефіцієнт використання світлового потоку, $m = 0,35$;

k_z – коефіцієнт запасу, $k_z = 1,5$;

E_n - нормована освітленість, $E_n = 10$ лк;

S – площа, що освітлюється, $S = 50 \cdot 50 = 2500 \text{ м}^2$;

P_l – потужність лампи прожектора, $P_l = 2000 \text{ Вт}$.

Виконаємо розрахунки за формулою (4.1):

$$n = \frac{0,35 \cdot 1,5 \cdot 10 \cdot 2500}{2000} = 7.$$

Для освітлення обираємо 7 прожекторів типу СКсН з ксеноновими лампами ДКсТ-2000.

Висоту встановлення прожекторів визначаємо за формулою:

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

де I – максимальна сила світла прожектора, $I = 10$ ккд;

300 – емпіричний коефіцієнт.

Виконаємо розрахунки за формулою (4.2):

$$H = \sqrt{\frac{10000}{300}} = 6 \text{ м.}$$

Згідно з розрахунками приймаємо висоту встановлення прожекторів на щоглах – 6 м.

2. Для уникнення простудних захворювань в холодний період року, дослідник забезпечується теплою спецодежею, відповідно до ДНАОП 0.00-3.06-98 «Типові норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам».

3. Для уникнення захворювань органів дихання та зору під час вантажних операцій з коксом передбачено забезпечення дослідника засобами індивідуального захисту, а саме респіратором ШБ-1 «Пелюсток» та захисними окулярами типу ЗН згідно до НПАОП 0.00-3.06-98 «Типове положення про безкоштовну видачу спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам транспорту».

4. Відсутність перерв в роботі дослідника погіршує негативний вплив рівня шуму від роботи транспортних засобів. Для уникнення хронічних та професійних захворювань, які викликає підвищений рівень шуму, відповідно до Кодексу законів про працю України дослідник працює за графіком із перервами 15 хвилин на кожні 2 години роботи, які дозволяють уникнути негативного впливу шуму.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Перед відправленням залізничного составу локомотивна бригада повинна перевірити наявність та справність протипожежного обладнання та засобів захисту, встановлених протипожежними нормами (2 вогнегасника ВПП-5 та 1 вогнегасник ВП-5), щоб забезпечити пожежну безпеку у відповідності до НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Забороняється зберігання пропитаних мастилом обтиральних матеріалів та ін. горючих матеріалів.

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

Площа складу становить 2500 м². Згідно таблиці «Норми належності порошкових вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень промислових підприємств» Правил пожежної безпеки в Україні для площі складу коксу категорії «В» понад 1000 м² на кожні 1000 м² необхідно 7 переносних вогнегасників із зарядом вогнегасної речовини 9 кг, та на площу 500 м² – 4 переносних вогнегасника із зарядом вогнегасної речовини 9 кг.

Обираємо $7 \cdot 2 + 4 = 18$ вогнегасників ВП-9.

4.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Організація цивільного захисту (ЦЗ) на промисловому об'єкті [11].

Відповідно до законодавства, керівництво підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування забезпечує своїх працівників засобами індивідуального та колективного захисту, місцем у захисних спорудах, організовує евакозаходи, створює сили для ліквідації наслідків надзвичайної ситуації (НС) та забезпечує їх готовність, виконує інші заходи з ЦЗ і несе пов'язані з цим матеріальні та фінансові витрати. Власники потенційно небезпечних об'єктів відповідають також за оповіщення і захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об'єктах.

Начальником ЦЗ об'єкта є керівник об'єкта. Він відповідає за організацію і стан ЦЗ об'єкта, керує діями органів і сил ЦЗ під час проведення рятувальних робіт на ньому. Заступники начальника ЦЗ об'єкта допомагають йому з питань евакуації, матеріально-технічного постачання, інженерно-технічного забезпечення тощо.

Для підготовки та втілення в життя заходів з окремих напрямів створюють служби. Начальниками служб призначають начальників установ, відділів, лабораторій, на базі яких вони утворюються.

Службу зв'язку та оповіщення створюють на базі вузла зв'язку об'єкта. Головне завдання служби – забезпечити своєчасне оповіщення керівного складу та службовців про загрозу аварії, катастрофи, стихійного лиха, нападу противника; організувати зв'язок і підтримувати його в стані постійної готовності.

Протипожежну службу створюють на базі підрозділів відомчої пожежної охорони. Служба розробляє протипожежні профілактичні заходи і контролює їх виконання; організовує локалізацію і гасіння пожежі.

Медичну службу формують на базі медичного пункту, поліклініки об'єкта. На неї покладають організацію проведення санітарно-гігієнічних та профілактичних заходів, надання медичної допомоги потерпілим та евакуацію їх у лікувальні установи, медичне обслуговування робітників, службовців і членів їхніх сімей у місцях розосередження.

Службу охорони громадського порядку створюють на базі підрозділів відомчої охорони. Її завдання – організувати і забезпечити надійну охорону об'єкта, громадського порядку в умовах НС, під час ліквідації наслідків аварії, стихійного лиха, а також у воєнний час.

Службу протирадіаційного і протихімічного захисту організовують на базі хімічної лабораторії. На неї покладають розробку та здійснення заходів щодо захисту робітників і службовців, джерел водозабезпечення, радіаційного і хімічного спостереження, проведення заходів з ліквідації радіаційного і хімічного зараження та здійснення дозиметричного контролю.

Службу сховищ та укриттів організовують на базі відділу капітального будівництва, житлово-комунального відділу. Вона розробляє план захисту робітників, службовців та їх сімей з використанням сховищ та укриттів, забезпечує їх готовність та правильну експлуатацію.

Аварійно-технічну службу створюють на базі відділу головного механіка. Служба розробляє та здійснює попереджувальні заходи, що підвищують стійкість основних споруд, інженерних мереж та комунікацій у НС, організовує проведення робіт з ліквідації і локалізації аварії на комунально-енергетичних мережах.

Службу матеріально-технічного забезпечення створюють на базі відділу матеріально-технічного постачання об'єкта. Вона організовує своєчасне забезпечення формувань усіма засобами оснащення, постачання продуктів харчування і предметів першої необхідності робітників та службовців на об'єкті та у місцях розосередження, ремонт техніки і майна.

Транспортну службу організовують на базі транспортного відділу, гаражу об'єкта. вона розробляє і здійснює заходи із забезпечення перевезень, пов'язаних із розосередженням працівників та доправлення їх до місця роботи, проведення рятувальних робіт.

Кожна служба створює, забезпечує, готує формування служби (команди, групи, ланки) і керує ними під час виконання робіт.

4.6 Висновки з розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»

В даному розділі був проведений аналіз потенційних небезпек при удосконалення транспортно-виробничої системи доставки продукції ПАТ ЗАПОРІЖКОКС та розроблені загальні заходи по забезпеченню безпеки, розроблені заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці, розроблені заходи з пожежної безпеки та з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі розглянута транспортна система доставки коксу доменного з ПАТ «Запоріжжкокс» на ПАТ «Запоріжсталь». Було запропоновано спроектувати конвеєр для подачі коксу доменного з ПАТ «Запоріжжкокс» на ПАТ «Запоріжсталь» та спроектувати вузли завантаження та розвантаження конвеєра, а саме: на ПАТ «Запоріжжкокс» – приймальний бункер та елеватор, на ПАТ «Запоріжсталь» – приймальний бункер. Удосконалення системи полягає в тому, щоб повністю відмовитися від доставки коксу із зовнішньої мережі та доставляти його в необхідній кількості з ПАТ «Запоріжжкокс».

В ході дослідження розроблено транспортно-технологічні схеми доставки вантажу, проведено аналіз статистичних даних, визначено коефіцієнт нерівномірності перевезень. На основі розрахункового вагонопотоку побудували добовий план-графік роботи. Був проведений розрахунок основних параметрів транспортних машин та на його основі побудовано проектний графік роботи.

Розрахунок економічної частини показав, що економія експлуатаційних витрат проектного варіанту в порівнянні з базовим складає понад 43 млн. грн.

В розділі «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» визначили аналіз потенційних небезпек та розробили заходи по їх забезпеченню.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Спиваковский, А.О. Транспортирующие машины / А.О. Спиваковский, В.К. Дьячков. – М.: Машиностроение, 1983. – 487 с.
2. Бабушкін, Г.Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті : Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993 – 190 с.
3. Кузьмин А.В., Марон Ф.Л. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин – Мн.: Высшая школа, 1983. – 350с.
4. Гриневич, Г.П. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте / Г.П. Гриневич. – М.: Транспорт, 1981. – 343 с.
5. Акулиничев, В.М. Организация перевозок на промышленном транспорте: Учебник. – М.: Высшая школа, 1983. – 246 с.
6. Бalandюк, Г.С. Технология работы железнодорожного транспорта металлургических заводов / Г.С. Бalandюк, Я.М. Куртуков. – М: Металлургия, 1985. – 256 с.
7. Каблуков, В.А. Подвижной состав промышленного железнодорожного транспорта / В.А. Каблуков и др. – К.- Донецк, Вища школа, 1981.– 280 с.
8. Бойчик, І.М. Економіка підприємства : Навч. посібник /І.М. Бойчук, П.С. Харів, М.І. Хопчан. – Львів.: СПОЛОМ, 1999. – 212 с.
9. Грузинов В.П. Экономика предприятия : Учебное пособие для студ. вузов / В.П. Грузинов, В.Д. Грибов. 2-е изд., доп. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 208с.
10. Зайцев Н.Л. Экономика промышленного предприятия : Учеб. пособие / Н.Л. Зайцев. – М.: ИНФРА – М, 2002. – 224 с.
11. Губський, А. І. Цивільна оборона. : підруч. / А. І. Губський. - К. : Міністерство освіти, 1995. - 216 с.