

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра технології зерна і комбікормів



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

на тему:

***Розробка проєкту будівництва міні-елеватора
місткістю 19,0 тис.т в Рівненській обл.***

Здобувача

Печерової К.О.

(прізвище, ініціали)

Керівник

ст.викл. Соколовська О.Г.

(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти:

проф. Басюркіна Н.Й.

доц. Штепа Є.П.

доц. Гончарук Г.А.

(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 08.06.2026 . протокол № 8

Завідувачка кафедри

ТЗіК

(назва кафедри)

(підпис)

Алла МАКАРИНСЬКА

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2026 рік

Одеський національний технологічний університет

Інститут Навчально-науковий інститут зернового, переробного і хлібопекарського бізнесу
ім. К.А. Богомаза

Кафедра Технології зерна і комбікормів

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технології зберігання і переробки зерна»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри ТЗіК

Алла МАКАРИНСЬКА

« 01 » 12 2025 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Печерової Катерини Олександрівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 19,0 тис.т в Рівненській обл.

Затверджена наказом закладу вищої освіти від «01» 12 2025 року № 679-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи _____

3. Вихідні дані роботи загальний об'єм приймання зерна 19000 т:раніх 12000; пізніх 7000.
Кількість вологого зерна: для ранніх культур: $\alpha_0 = 0,6$; $\alpha_1 = 0,2$, $\alpha_2 = 0,2$; для пізніх культур:
 $\alpha_0 = 0,4$; $\alpha_1 = 0,3$, $\alpha_1 = 0,3$; Період заготівель ранніх культур 12 діб, період заготівель пізніх
культур 17 діб; Загальний об'єм відпуску зерна на автомобільний транспорт 19000 т/рік.
Число місяців відпускання зерна на а/т – 6 міс.; Тривалість відпускання зерна на а/т за місяць
– 22 діб.; Тривалість відпускання зерна на а/т за добу – 24 год

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

Анотація. Вступ. Стан проблеми і перспективи її вирішення. Техніко-економічне обґрунтування.
Технологічна частина. Енергозабезпечення та енергозбереження. Аспірація елеватора.
Характеристика будівельних споруд. Охорона праці. Науково-дослідна частина. Техніко-
економічні розрахунки. Список літератури.

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

Всього – 7 аркушів формату А1, у тому числі: плани (2 арк) і розрізи (2 арк.); РСРЗіВ (1 арк.);
зведений графік роботи міні-елеватора у I зміну (1 арк.) генеральний план (1
арк.).

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Стан проблеми і перспективи її вирішення. Технологічна частина. Характеристика будівельних споруд. Охорона праці. Науково-дослідна частина	<i>ст.викл. Соколовська О.Г</i>		
Техніко-економічне обґрунтування; Техніко-економічні розрахунки	<i>Проф. Басюркіна Н.Й.</i>		
Енергозабезпечення та енергозбереження	<i>Доц. Штепа Є.П.</i>		
Аспірація елеватора	<i>Доц. Гончарук Г.А.</i>		

7. Дата видачі завдання _____

Керівник _____

(підпис)

Соколовська О.Г

(прізвище, ім'я, по батькові)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Печерова К.О.

(прізвище, ім'я, по батькові)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Стан проблеми і перспективи її вирішення</i>	<i>18.03-22.03</i>	
2	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	<i>23.03-25.03</i>	
3	<i>Технологічна частина</i>	<i>26.03-06.04</i>	
4	<i>Креслення планів, розрізів</i>	<i>07.04-23.04</i>	
5	<i>Креслення РСРЗіВ</i>	<i>24.04-26.04</i>	
6	<i>Побудова зведеного змінного графіку</i>	<i>27.04-28.04</i>	
7	<i>Енергозабезпечення та енергозбереження</i>	<i>29.04-01.05</i>	
8	<i>Аспірація елеватора</i>	<i>02.05-06.05</i>	
9	<i>Креслення генерального плану</i>	<i>07.05-09.05</i>	
10	<i>Характеристика будівельних споруд</i>	<i>10.05-12.05</i>	
11	<i>Охорона праці</i>	<i>13.05-15.05</i>	
12	<i>Науково-дослідна частина (НДЧ)</i>	<i>16.05-20.05</i>	
13	<i>Техніко-економічні розрахунки</i>	<i>21.05-24.05</i>	
14	<i>Оформлення креслень на аркушах формату А1</i>	<i>25.05-27.05</i>	
15	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>28.05-3.06</i>	
16	<i>Затвердження роботи</i>	<i>8.06.2026</i>	
	<i>Захист</i>	<i>18.06-19.06.2026</i>	

Здобувач _____

(підпис)

Печерова К.О.

(прізвище, ініціали)

Керівник _____

(підпис)

Соколовська О.Г.

(прізвище, ініціали)

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ. Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач _____

(підпис)

Печерова К.О.

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Україна стабільно утримує позиції ключового гравця на світовому аграрному ринку, проте подальше нарощування потенціалу стримується дефіцитом логістичних потужностей та неврегульованістю земельних відносин. Оскільки політичні чинники (ринок землі) залишаються поза прямим впливом аграріїв, пріоритетним завданням стає розбудова власної елеваторної мережі.

Реалізація даного проєкту міні-елеватора місткістю 19 тис. т дозволяє фермерським господарствам замкнути цикл виробництва. Використання сучасного вітчизняного обладнання забезпечує повний спектр операцій: від приймання та багатоступеневого очищення до сушіння й відвантаження. Власна база зберігання мінімізує залежність від зовнішніх цін у період збору врожаю, підвищуючи рентабельність господарства та його інвестиційну привабливість.

У роботі обґрунтовано необхідність будівництва автономних зерносховищ як ключового фактора підвищення ефективності агробізнесу. Проєкт передбачає створення міні-елеватора (19 тис. т), оснащеного українським обладнанням для очищення, сушіння та зберігання зернових і олійних культур.

Кваліфікаційна робота включає в себе техніко-економічне обґрунтування проєкту, технологічну та будівельну частини, розробку аспірації, систему керування роботою міні-елеватора, електрозабезпечення та електрозбереження, а також техніко-економічні показники проєктованого підприємства.

Практичне значення роботи полягає у створенні готового технічного рішення для фермерських господарств, що дозволить мінімізувати втрати врожаю (які складають до 30% при неправильному зберіганні), забезпечити автономність виробника та підвищити конкурентоспроможність аграрного сектору регіону.

Характеристика роботи: структура проєкту складає 9 розділів у тому числі: рисунків – 25; таблиць – 27; список літератури включає 48 джерел; креслення (графічна частина) складає 6 листів формату А1.

ЗМІСТ

Вступ	7
Розділ 1 Стан проблеми і перспективи її вирішення.	8
1.1 Літературний і патентний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми.	8
1.2 Характеристика об'єкту	15
1.3 Мета і завдання проекту.	16
Розділ 2 Техніко-економічне обґрунтування	18
Розділ 3 Технологічна частина	25
Основні розрахункові положення	25
3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання	27
3.1.1 Розрахунок обсягів робіт.	27
3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання.	28
3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу	31
3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання	33
3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв	37
3.2 Обробка і зберігання відходів	37
3.3 Проектування зерносховищ	41
3.4 Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані	41
3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП	45
3.5.1 Визначення висот поверхів робочої башти і силосів елеватора	45
3.5.2 Розрахунок висоти поверху башмаків норій робочої башти елеватора.	46
3.5.3 Розрахунок висот поверхів зерноочисних машин робочої башти елеватора.	47
3.5.4. Розрахунок висоти поверху голівок норій робочої башти елеватора.	48
3.5.5 Розрахунок висот поверхів верхніх і нижніх бункерів робочої башти елеватора.	48

3.5.6	Визначення розривів між робочою баштою і силосним корпусом елеватора.	49
3.6	Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів	49
3.7	Проектування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз	51
3.8	Зведений графік роботи елеватора.	56
3.8.1	Розрахунки до побудови зведеного графіка роботи підприємства.	56
3.8.2	Аналіз побудованого зведеного графіка і визначення узагальнених показників роботи основних норій підприємства	59
3.8	Система управління роботою елеватора	61
Розділ 4 Енергозабезпечення та енергозбереження		68
4.1	Заходи для економії електроенергії і енергозбереження.	68
4.2	Розрахування активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії	69
4.3	Розрахування повна потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності	69
4.4	Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності	70
4.5	Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів	73
4.6	Вибір перерізу жил і марку кабелю	74
4.7	Річна витрата електроенергії та її вартість	75
4.8	Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві.	75
Розділ 5 Аспірація елеватора		78
5.1	Мета і завдання аспіраційних установок елеваторів	78
5.2	Основні принципи компоновки аспіраційних мереж	80
5.3	Особливості проектування аспіраційних установок на елеваторах	80
5.4	Методи розрахунку аспіраційних мереж.	81

5.5	Проектування, підбір та установка, принцип роботи високоефективних локальних фільтрів за аеродинамічними показниками.	83
Розділ 6	Характеристика будівельних споруд	90
6.1	Опис генплану	90
6.2	Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору	96
Розділ 7	Охорона праці	99
7.1	Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ)	100
7.2	Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ	105
7.3	Заходи щодо пожежної безпеки	108
7.4	Дії на елеваторах під час повітряної тривоги.	113
Розділ 8	Науково-дослідна частина	115
8.1	Стан питання	115
8.2	Мета і завдання роботи, об'єкти і методи досліджень та аналізів	118
8.3	Результати досліджень	120
Розділ 9	Техніко-економічні розрахунки (ТЕР)	127
9.1	Розрахунок чисельності працюючих	127
9.2	Розрахунок виробничої програми	128
9.3	Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства	129
9.4	Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік.	133
9.5	Розрахунок прибутку.	135
9.6	Розрахунок інвестицій	136
9.7	Розрахунок рентабельності інвестицій	137
9.8	Розрахунок строку окупності інвестицій	137
9.9	Основні техніко-економічні показники проекту	138
	Висновки	140
	Список літератури	143

ВСТУП

Зерновий сектор є стратегічним фундаментом економіки України, що забезпечує як внутрішню продовольчу безпеку, так і вагомі валютні надходження від експорту. За останнє десятиліття галузь зазнала суттєвих трансформацій: зростання валових зборів зернових та олійних культур випередило темпи розвитку елеваторної інфраструктури. Це створило гострий дефіцит потужностей для якісного зберігання врожаю безпосередньо у виробників.

Рівненська область, маючи сприятливі природно-кліматичні умови, демонструє стабільну динаміку виробництва зерна. Проте специфіка регіону (зокрема підвищена вологість у періоди збирання) вимагає оперативного очищення та сушіння продукції. Для фермерських господарств Рівненщини транспортування збіжжя до віддалених великих лінійних елеваторів призводить до значних логістичних витрат, а черги на приймання та високі тарифи на послуги сторонніх підприємств знижують рентабельність агробізнесу.

Більшість існуючих зернохосовищ у регіоні є застарілими або не відповідають сучасним вимогам енергоефективності та автоматизації. Відсутність власних потужностей змушує фермерів реалізовувати зерно «з поля» за мінімальними цінами. Будівництво міні-елеваторів місткістю 19,0 тис. т є оптимальним рішенням для середніх господарств, оскільки дозволяє не лише зберегти кількісні та якісні показники врожаю, а й формувати товарні партії з високою доданою вартістю.

В основі проектування даного міні-елеватора лежить розробка інженерно-технологічного ланцюга: від приймання та очищення до сушіння й відвантаження зернових мас. Головна увага приділена підбору техніки, яка поєднує високу продуктивність із мінімальними енерговитратами та низьким техногенним впливом на довкілля. Проєкт спрямований на створення конкурентоспроможного підприємства, адаптованого до потреб агропромислового сектору області.. Впровадження такого об'єкта оптимізує рух зернових потоків у регіоні та забезпечить місцевим виробникам незалежність від зовнішніх інфраструктурних чинників.

Розділ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1 Літературний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми

Зернове господарство посідає стратегічне та системоутворююче місце в економіці України, виступаючи ключовим чинником продовольчої безпеки та головним джерелом валютних надходжень на міжнародній арені. Його сталий розвиток є критично важливим для економічної стабільності країни та прямо впливає на динаміку суміжних галузей.

Проте, в умовах постійного нарощування продуктивності аграрного сектору та кардинальної зміни логістичних маршрутів (виклики воєнного часу), перед галуззю постають нові, комплексні завдання. Зростання обсягів виробництва зерна та олійних культур вимагає не просто розширення інфраструктури, а її технологічного переосмислення.

Саме в цьому контексті елеваторна галузь набуває вирішального значення, перетворюючись на технологічне ядро зернового сектору. Питання зберігання, доробки та перевалки зерна стають надзвичайно актуальними. Недостатнє вдосконалення логістичної та інфраструктурної бази загрожує втратою високих якісних характеристик продукції та зниженням її конкурентоспроможності.

Актуальність цього дослідження полягає в необхідності науково-технічного аналізу стану елеваторного комплексу. Лише впровадження інноваційних рішень (від енергоефективності сушіння до цифрового контролю якості) здатне забезпечити стійкість галузі та її ефективне функціонування відповідно до сучасних економічних, логістичних та військових викликів.

Метою реферату є комплексне дослідження сучасного стану виробничої інфраструктури зернової галузі України, з акцентом на елеваторному комплексі. У роботі виявлено та проаналізовано її ключові технологічні, логістичні та

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.19			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Печерова К.О.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 19,0 тис. т в Рівенській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					8	10
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

стримувальні фактори, а також обґрунтовано пріоритетні напрями розвитку з урахуванням викликів внутрішнього та зовнішнього середовища (зокрема, впливу військових дій).

Методологічною базою дослідження слугують праці вітчизняних і зарубіжних науковців. У процесі підготовки реферату були застосовані методи системного аналізу, спостереження та аналізу документів для забезпечення достовірності й об'єктивності висновків.

Реальний технічний стан та дефіцит потужностей

Дефіцит потужностей та динаміка будівництва

Зернове господарство України демонструє стійку тенденцію до зростання обсягів виробництва, що створює постійний і зростаючий попит на сучасну інфраструктуру зберігання. Наразі в країні функціонує близько 1200 елеваторів. Проте, попри значну наявну місткість, дефіцит сучасних елеваторних потужностей залишається критичним і становить приблизно 20–30 мільйонів тонн.

Ця динаміка зумовлена кількома факторами:

1. Зростання виробництва: Темпи зростання виробництва зерна в середньому у три рази перевищують темпи зведення нових елеваторних комплексів.
2. Зміна вимог до потужності: Якщо раніше типові елеватори проектувалися на 25–50 тис. тонн, то сьогодні попит агрохолдингів, які є основними інвесторами, зосереджений на об'єктах місткістю від 100 до 300 тис. тонн і більше.
3. Структура власності: Значна частина елеваторної місткості належить великим трейдерам та агрохолдингам (на десять найбільших компаній припадає близько чверті всіх потужностей), тоді як дрібні фермери все активніше інвестують у власні менші елеватори для забезпечення своїх бізнес-моделей. [1]

Проблема застарілих елеваторів та економічне обґрунтування модернізації. Ключовою проблемою ефективності елеваторної галузі є експлуатація морально та фізично застарілих об'єктів. За даними Світового

банку, в підлогових елеваторах, які складають значну частину застарілого фонду, втрати зерна через неможливість забезпечення належних умов зберігання можуть сягати 15% на місяць. Для порівняння, у сучасних технологічних зерносховищах цей показник становить менше 1%. [3]

Така колосальна різниця у втратах суттєво зменшує доходи аграріїв і послаблює конкурентні позиції України на світовому ринку, особливо враховуючи потенціал зростання виробництва зернових та олійних культур до 100 млн тонн.

Науково-технічні аспекти модернізації:

- **Комплексність оновлення:** Модернізація застарілого елеватора є складним інженерним завданням. Розширення лише одного «вузького місця» (наприклад, збільшення пропускної здатності приймання з 100 до 200 тонн/год) вимагає одночасного оновлення всього технологічного ланцюга: очисного обладнання, транспортних механізмів, зерносушарки тощо. У підсумку, повне оновлення може вимагати заміни до 50% усього обладнання.

- **Економічна доцільність:** Через високий ступінь зношеності обладнання та високі поточні витрати на ремонт, іноді доцільніше та економічно вигідніше побудувати поруч окрему нову технологічну лінію, використовуючи наявну адміністративну та інженерну інфраструктуру. Купівля старого елеватора з подальшою модернізацією може виявитися дорожчою за будівництво аналогічного нового об'єкта.

Інвестиційна потреба. Для подолання дефіциту потужностей та забезпечення подальшого розвитку аграрного сектору, Україні гостро необхідно будівництво 300–400 сучасних технологічних елеваторів, які мають бути рівномірно розподілені по території країни з урахуванням нових логістичних пріоритетів. Оцінка загального обсягу необхідних інвестицій у створення нових потужностей для зберігання зерна та супутньої інфраструктури становить від 4,5 до 8 мільярдів доларів США. [1]

Таблиця 1.1 – Будівництво та відновлення елеваторних потужностей в Україні за регіонами

Регіон	Будівництво елеваторних потужностей	Приріст потужностей	Основні дані
Західні області	Всього: 7 млн т	600 тис. т (за 2 роки)	Найбільший приріст у Волинській області
Центральні області	Сумська, Чернігівська (пошкодження через обстріли)	240 тис. т (Чернігівська)	Більше 70 тис. т пошкоджено на Сумщині, відновлення йде навіть під обстрілами
Центральні області	Хмельницька, Вінницька, Полтавська	Хмельниччина: 300 тис. т	Всього: 107 зерносховищ на Полтавщині, найбільше будівництво в Хмельницькому регіоні
Східні області	Харківська (пошкодження через окупацію та обстріли)	10 тис. т	Пошкоджено більше 500 тис. т на Харківщині
Південні області	Одеська (річкові термінали, складські приміщення на Дунаї)	Немає конкретного приросту	Будівництво перевантажувального терміналу в Ізмаїлі компанією «НІБУЛОН»

Таблиця згідно з даними [1]

Воєнний конфлікт та блокування морських портів кардинально змінили регіональну географію елеваторного будівництва та функціонування. Якщо до 2022 року переважна більшість потужностей була зосереджена у Південних та Центральних областях, орієнтованих на морський експорт, то після зміни логістичних пріоритетів виникли значні диспропорції

На даний момент функціонує близько 1200 елеваторів із сумарною місткістю 40–45 мільйонів тонн.

Однак, близько 70% цієї інфраструктури морально та фізично застарілі. Це переважно об'єкти, збудовані в радянський період, які мають підлогову конструкцію та обмежені можливості транспортної інфраструктури, будучи орієнтованими на невеликі внутрішні обсяги.

Через це лише 100–150 елеваторів з усього загалу відповідають сучасним ринковим вимогам щодо забезпечення належної якості та безпеки продукції, що є критичним викликом для аграрного сектору.[4]

Ризики обстрілів та енергозалежність. Ситуація на прифронтових та прикордонних територіях ілюструє безпосередній вплив військових дій. На Сумщині для фермерського господарства «Врожай», яке оперує елеватором потужністю 123 тис. тонн, ключовою проблемою функціонування є не технічна чи логістична, а прямий вплив війни, що ускладнює роботу підприємства та підвищує операційні ризики.

На елеваторі інвестували в енергонезалежність, встановивши дизельний генератор та переобладнавши сушарки на альтернативне паливо. Останнє також забезпечило значний економічний ефект завдяки незалежності від природного газу.

На «Збаразькому КХП» (Тернопільщина) також пріоритетом є енергонезалежність. У 2022 році тут обладнали власну сонячну електростанцію потужністю 250 кВт, а цього року встановлюють гібридну енергосистему ємністю 425 кВт·год. [5]

Діджиталізація як інструмент операційної ефективності. Окремим ключовим напрямком інновацій є діджиталізація, яка виступає інструментом підвищення операційної ефективності та подолання дефіциту кваліфікованих кадрів. Одним із найбільш показових прикладів є впровадження цифрової копії елеваторів (Digital Twin) на базі ERP-системи компанією «НІБУЛОН». Інвестиції у цей проект, що склали близько \$1 млн, були повністю окуплені менше ніж за рік завдяки синергетичному ефекту від зменшення кількості персоналу та мінімізації втрат зерна. Завдяки автоматизації процесів, кількість працівників на одному елеваторі скоротилася з 80–100 до 20–30 осіб, що є вирішальним фактором в умовах кадрового дефіциту. Точність кількісно-якісного обліку значно зросла, що дозволило знизити втрати зерна на 1%. Це досягнуто завдяки автоматизації кожного етапу руху зерна, від приймання до відвантаження, включно з контролем якісних показників. Нова ІТ-система об'єднала всі 23

елеватори компанії в спільну мережу, а дані лабораторних досліджень та інша оперативна інформація стали доступними у мобільному застосунку, забезпечуючи прозорий доступ до параметрів якості зерна для всіх зацікавлених сторін. У 2024 році «НІБУЛОН» продовжив інвестувати у цифровізацію, спрямувавши \$2 млн на створення цифрової копії та мобільного додатку, підтверджуючи стратегічне значення ІТ-рішень для підвищення конкурентоспроможності. [6]

Перспективи вирішення проблем та науково-технічний розвиток

Для забезпечення сталого розвитку зернової галузі та реалізації потенціалу збільшення виробництва до 100 млн тонн на рік необхідним є комплексний підхід до вирішення існуючих інфраструктурних проблем. Вирішення цих проблем зосереджується у трьох стратегічних напрямках: інвестиції у нове будівництво, забезпечення енергетичної автономності та впровадження інноваційних цифрових технологій.

1. Комплексне інвестування та модернізація логістичних ланцюгів. Гостра потреба у будівництві 300–400 сучасних елеваторів вимагає інвестиційного плану на рівні 4,5–8 мільярдів доларів США. При цьому інвестиції мають бути спрямовані не лише на збільшення місткості, але й на інтеграцію транспортних вузлів. Пріоритетом є розвиток річкових терміналів на Дунаї та модернізація залізничної інфраструктури, зокрема, припортових станцій, які є критичними "вузькими місцями" експортного потенціалу. З огляду на регіональні диспропорції, необхідне "справедливе" розподілення нових потужностей по всій території країни. Це підтверджує, що експорт зернових, навіть у умовах військової агресії, є критично важливим для української економіки та забезпечує значні надходження до державного бюджету. Аналіз обсягів експорту зернових та бобових через українську залізницю показав, що найбільші обсяги були на Південно-Західній та Південній залізницях [7].

2. Енергетична автономність та ефективність. Високі операційні ризики та вартість енергоносіїв (природного газу) роблять інвестиції в енергонезалежність безальтернативними. Науково-технічний розвиток має бути орієнтований на:

- **Перехід на біопаливо:** Масштабне переобладнання зерносушарок для роботи на альтернативному паливі (біомаса), що забезпечує значний економічний ефект і незалежність від природного газу.

- **Впровадження ВДЕ:** Інтеграція сонячних електростанцій та гібридних енергосистем на елеваторах.

3. **Діджиталізація та підвищення операційної точності.** Інвестиції у цифровізацію процесів, що підтверджується досвідом "НІБУЛОН", доводять свою швидку окупність. Перспективи науково-технічного розвитку включають: [6]

- **Створення цифрових копій (Digital Twins):** Комплексне управління елеваторними процесами, від приймання до відвантаження, в режимі реального часу, що мінімізує людський фактор.

- **Підвищення точності обліку:** Зниження втрат зерна та підвищення прозорості кількісно-якісного контролю.

- **Оптимізація трудових ресурсів:** Автоматизація дозволяє істотно скоротити кількість необхідного персоналу.

Аналіз сучасного стану виробничої інфраструктури зернової галузі України свідчить, що, незважаючи на значний виробничий потенціал, подальший розвиток стримується низкою системних проблем, посилених військовими викликами.

В Україні спостерігається критичний дефіцит сучасних елеваторних потужностей (20–30 млн тонн), причому до 70% існуючих об'єктів є застарілими. Це призводить до колосальних втрат зерна (до 15% на місяць у підлогових елеваторах), що робить необхідними інвестиції у розмірі 4,5–8 мільярдів доларів США.

Війна спричинила зміщення інвестиційних пріоритетів на західні області та річкові термінали Дунаю, тоді як стабільність експорту залежить від модернізації залізничної інфраструктури, зокрема припортових станцій. Галузь працює в умовах високої невизначеності через динамічні коригування

залізничних тарифів, періодичний перегляд правил експорту та гострий кадровий дефіцит.

Основними напрямками стійкого розвитку є досягнення енергетичної автономності (через переобладнання сушарок на біопаливо та впровадження ВДЕ, як продемонстровано кейсами КХП) та діджиталізація. Впровадження цифрових копій елеваторів (як у "НІБУЛОН") забезпечує швидку окупність інвестицій, знижуючи втрати та оптимізуючи персонал.

Таким чином, для збереження конкурентних позицій на світовому ринку та реалізації виробничого потенціалу, Україна повинна перейти до комплексної інвестиційної стратегії, що поєднує фізичну модернізацію, енергетичну незалежність та широке впровадження інноваційних цифрових рішень.

1.2 Характеристика об'єкту

Об'єктом проектування є міні-елеватор загальною місткістю одночасного зберігання 19 тис. тонн зерна, який планується до будівництва в Рівненська область.

Проектований елеватор належить до категорії підприємств первинної післязбиральної обробки зерна та призначений для приймання, очищення, сушіння, тимчасового та довгострокового зберігання зернових і олійних культур із подальшим відвантаженням автомобільним транспортом (з перспективою інтеграції в логістичні ланцюги регіону).

Функціонально об'єкт передбачає:

- вузол приймання зерна з автомобільного транспорту;
- транспортне обладнання (норії, транспортери);
- зерноочисне відділення;
- зерносушильний комплекс;
- силосний корпус або металеві силоси загальною місткістю 19 тис. т;
- систему активного вентилявання та термометрії;
- вузол відвантаження;
- допоміжні та адміністративно-побутові приміщення.

Будівництво міні-елеватора в Рівненській області є економічно обґрунтованим з огляду на аграрну спеціалізацію регіону, зростання валового збору зернових культур, необхідність зменшення логістичних витрат та підвищення якості зберігання продукції. Реалізація проєкту сприятиме:

- зменшенню втрат зерна під час зберігання;
- формуванню конкурентоспроможної партії продукції;
- підвищенню рентабельності сільськогосподарських підприємств;
- розвитку локальної інфраструктури та створенню робочих місць.

З технічної точки зору об'єкт має відповідати сучасним вимогам енергоефективності, пожежної та вибухопожежної безпеки, екологічним нормативам і стандартам зберігання зерна.

1.3 Мета і завдання проєкту

Для досягнення поставленої мети визначенні завдання:

- провести аналіз сучасного стану елеваторної промисловості в Україні;
- провести техніко-економічне обґрунтування проєкту будівництва міні-елеватора у Рівненській області;
- здійснити розрахунок обсягів робіт міні-елеватора, що проєктується;
- розробити структурну та принципову схеми технологічного процесу міні-елеватору;
- обґрунтувати вибір основного технологічного та транспортного обладнання та їх продуктивність;
- прийняття об'ємно-планувальних рішень з розміщення обладнання з урахуванням вимог нормативно-технічної документації;
- визначення розмірів та висот поверхів робочої башти;
- розробити робочу схему руху зерна і відходів міні-елеватора;
- розробити заходи для економії електроенергії і енергозбереження міні-елеватора та розрахунки економії електроенергії на підприємстві;

- обґрунтувати та розрахувати аспіраційні мережі на окремих виробничих ділянках;
- розробити генеральний план підприємства та провести розрахунки техніко-економічних показників генплану;
- описати конструктивні рішення основних будівель і споруд;
- провести аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів та викласти заходи щодо попередження або зменшення їх впливу на працюючий персонал міні-елеватора;
- провести техніко-економічні розрахунки основних показників щодо економічної ефективності будівництва нового міні-елеватора місткістю 19 тис. т. у Рівненській області.

Розділ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Привабливість Рівненської області для будівництва міні-елеватора зумовлена насамперед її унікальним географічним положенням та специфікою аграрного профілю, де регіон виступає природним логістичним хабом між центральною Україною та кордонами ЄС. Завдяки розгалуженій мережі залізниць та автомагістралей, область забезпечує швидкий доступ до західних експортних переходів, що в умовах нестабільної роботи морських портів робить локальне зберігання зерна критично вигідним.

Крім того, Рівненщина характеризується високим рівнем зволоження, що сприяє стабільним врожаям зернових культур, але вимагають обов'язкового сушіння, що створює постійний попит на послуги міні-елеваторів.

Таким чином, комбінація логістичних переваг, стабільної сировинної бази та можливості енергетичної автономії робить Рівненську область одним із найбільш перспективних регіонів для розвитку малої елеваторної інфраструктури. Баланс сировини і обґрунтування розвитку потужнісного потенціалу підприємства. Метою цього розрахунку є визначення потенціалу заготівель зернових культур у сировинній зоні підприємства [8]. Розрахунок заснований на інформації про земельні угіддя, на яких вирощують злакові культури, і даних про середню урожайність (дані Державної служби статистики України, URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>) [9].

Таблиця 2.1 – Площі та середня урожайність всіх культур, які вирощують в регіоні, станом на 2025 рік

Регіон (область)	Господарства усіх категорій		
	Площа зібрана, ПЛ _{базова} , тис.га	Урожайність, У ₁ , ц з 1 га зібраної площі	Обсяг виробництва, ВЗ ₁ , тис. ц
Рівненська	186,4	42,5	792,7

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.19			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив	Печерова К.О.				Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 19,0 тис.т у Рівненській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Соколовська О.Г.						18	7
Консультант	Соколовська О.Г.					ОНТУ		
Зав. каф.	Макаринська А.В.							

Тому що площа вирощування і урожайність – показники, які варіюють у бік збільшення, то ми врахували і розрахували їх значення на перспективу. Так, урожайність на перспективу розраховуємо за формулою [10]:

$$Y_{\text{прогноз}} = Y_{\text{базова}} K_y, \quad \text{ц/га}, \quad (2.1)$$

де $Y_{\text{базова}}$ – середня урожайність у поточному році (тобто – році розробки проекту будівництва нового елеватора, – у 2025 році), ц/га;

$Y_{\text{прогноз}}$ – середня урожайність у перспективі (тобто – у рік завершення нормативного терміну окупності будівництва нового елеватора, у даному прикладі це через 4 роки – у 2028 році), ц/га;

K_y – коригуючий коефіцієнт, що враховує зростання урожайності, який розраховують за формулою:

$$K_y = K_{zy}^t, \quad (2.2)$$

де K_{zy} – індекс зростання урожайності (коливається у межах 1,05...1,08);

t – період часу, пов'язаний з тривалістю здійснення проекту, тобто, з часовим лагом (періодом освоєння) інвестицій, що для будівництва елеватора дорівнює 4 рокам.

Аналогічно, площу вирощування на перспективу розраховуємо за формулою:

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = ПЛ_{\text{базова}} K_{пл}, \quad \text{га}, \quad (2.3)$$

де $ПЛ_{\text{прогноз}}$ – площа вирощування у поточному році, га;

$ПЛ_{\text{базова}}$ – площа вирощування у перспективі (тобто – у рік завершення нормативного терміну окупності будівництва нового елеватора, через 4 роки – у 2027 році), га;

$K_{пл}$ – коригуючий коефіцієнт, що враховує зростання площі вирощування, який розраховуємо за формулою [8]:

$$K_{пл} = K_{пл}^t, \quad (2.4)$$

де $K_{пл}$ – індекс зростання площі вирощування (коливається у межах 1,05...1,08);

t – період часу, пов’язаний з тривалістю здійснення проєкту, тобто, з часовим лагом (періодом освоєння) інвестицій, що для будівництва елеватора дорівнює 4 рокам.

Через те, що існуючі тенденції нарощування площ під зернові культури та врожайності у Рівненській області свідчать про те, що останні 5 років щорічно площа оранки приростає на 5 %, а урожайність – на 6 %, то приймаємо до уваги ці тенденції до 2028 року (періоду засвоєння інвестицій) та виконаємо розрахунок наведених показників у перспективі до 2028 року, на основі даних Державної служби статистики України за 2025 р. і коригуючих коефіцієнтів на прогностні 4 роки (з 2025 до 2028 р.).

У випадку нового будівництва прогнозуємо показники на 4 роки, тобто $t = 4$ роки (1 рік – 2025, 2 рік – 2026, 3 рік – 2027, 4 рік – 2028).

В результаті, прогнозована середньозважена урожайність у 2027 році, розраховуємо за формулою (2.1), становить:

$$U_{\text{прогноз}} = 42,5 \times (1,06)^4 = 53,7 \text{ ц/га,}$$

Прогнозована площа під культивування всіх культур в Рівненській області у 2027 році за формулою (2.3), буде дорівнювати:

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = 186,4 \times (1,06)^4 = 226,6 \text{ тис. га.}$$

Результати розрахунків зводимо у табл. 2.2 та використовуємо для розрахунків прогнозованого валового збору (ВЗ) зернових культур в Рівненській області у 2027 році, який визначаємо за формулою:

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (ПЛ_{\text{прогноз}} \times U_{\text{прогноз}})/10, \text{ тис.тонн} \quad (2.5)$$

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (226,6 \times 53,7)/10 = 1215,7 \text{ тис.тонн}$$

Результати виконаних розрахунків наводимо у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Річний потенціал заготівель всіх культур в Рівненській області у 2027 р.

Регіон (область)	Площа сільськогосподарських угідь, $ПЛ_{\text{прогноз}}$, тис. га	Середня урожайність, $U_{\text{прогноз}}$, ц/га	Валовий збір, $ВЗ_{\text{прогноз}}$, тис. тонн
Рівненська	226,6	53,7	1215,7

У всіх регіонах України існують зерносховища, на яких обробляється та зберігається зерно, вирощене у нашій країні, та на які надходить ввезене з інших регіонів і країн (імпортне) зерно. Їх прогнозна сумарна місткість ($MЗ_{\text{прогноз}}$) має покривати такий обсяг зернових:

$$MЗ_{\text{прогноз}} = ВЗ_{\text{прогноз}} - C_{\text{сг}} + I_p, \text{ тис. тонн} \quad (2.6)$$

де $ВЗ$ – валовий збір зернових культур, тис. тонн,

$C_{\text{сг}}$ – споживання всередині сільськогосподарських підприємств (приймають за даними органів статистики – в Рівненській області складає 20 % від валового збору), тис. тонн;

I_p – ввезення (імпорт) зернових культур з інших регіонів (приймають за даними органів статистики – в Рівненській області складає 0,5 % від валового збору), тис. тонн.

- споживання зерна всередині сільськогосподарських підприємств Рівненській області дорівнює:

$$C_{\text{сг}} = 0,20 \times 1215,7 = 243,14 \text{ тис. тонн};$$

- імпорт (ввезення) зернових культур в Рівненській області з інших регіонів та із закордону у становить 0,5 % у структурі валового збору пшениці в Рівненській області. В результаті в прогнозованому періоді він дорівнюватиме:

$$I_p = 0,005 \times 1215,7 = 6,07 \text{ тис. тонн.}$$

Прогнозна сумарна місткість зерносховищ в Рівненській області у 2028 р. має покривати такий обсяг зерна:

$$MЗ_{\text{прогноз}} = 1215,7 - 243,14 + 6,07 = 978,63 \text{ тис. тонн}$$

Отримані дані занесли в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Дані для розрахунку потрібної сумарної місткості зерносховищ в Рівненській області у 2028 році, тис. тонн

Регіон (область)	Прогнозний валовий збір у 2025 році, $ВЗ_{\text{прогноз}}$	Споживання всередині сільського господарства, $C_{\text{сг}}$	Ввезення з інших регіонів та із за кордону, I_p	Сумарна місткість зерносховищ, $MЗ_{\text{прогноз}}$
Рівненська	1215,7	243,14	6,07	978,63

В результаті, прогнозний обсяг дефіциту (або профіциту) місткостей для зберігання зерна ($\Delta\PiЗ$) визначаємо як різницю між прогнозою сумарною місткістю ($MЗ_{\text{прогноз}}$) та сумарними потужностями зерносховищ ($\Sigma\PiЗ_i$) за формулою 2.7:

$$\Delta\PiЗ = MЗ_{\text{прогноз}} - \Sigma\PiЗ_i, \text{ тис.тонн} \quad (2.7)$$

де $\Delta\PiЗ$ – прогнозний обсяг дефіциту місткостей для зберігання зерна у даному регіоні, тис. тонн;

$\Sigma\PiЗ_i$ – сумарна потужність i -тих зерносховищ, тис. тонн (тобто сумарна місткість всіх зерносховищ, що існують і будуються в даному регіоні), тис. тонн [8].

$$\Delta\PiЗ = 978,63 - 567,0 = 411,63 \text{ тис. тонн.}$$

7. На основі аналізу показника $\Delta\PiЗ$ можна зробити такі висновки:

по-перше – про наявність дефіциту або профіциту місткості для зберігання зерна, а саме:

- якщо $\Delta\PiЗ > 0$, то в даному регіоні є дефіцит місткостей;
- якщо $\Delta\PiЗ \leq 0$, то в даному регіоні є профіцит (надлишок) місткостей;

по-друге – про доцільність будівництва нового елеватора запланованої потужності ($\PiЗ$), тобто місткості, а саме:

- якщо $\Delta\PiЗ \geq \PiЗ$, то будівництво нового елеватора запланованої місткості в даному регіоні можливо і доцільно;

- якщо $\Delta\PiЗ < \PiЗ$, то будівництво нового елеватора запланованої місткості в даному регіоні не доцільно.

Таким чином в Рівненській області існує дефіцит місткостей, а саме:

$$\Delta\PiЗ = \text{тис. тонн. } 411,63 > 0,$$

$$\Delta\PiЗ > \PiЗ, \text{ тобто } 411,63 > 19,0 \text{ тис. тонн,}$$

тому будівництво нового міні-елеватора запланованої місткості 19,0 тис. тонн є доцільним та обгрунтованим.

Вантажооборот (B) підприємства елеваторної галузі розраховують за формулою:

$$B = K_0 \times \PiЗ, \text{ тис. тонн,} \quad (2.8)$$

де ПЗ – запланована потужність (місткість) елеватора, що проєктується, тис. тонн;

K_0 – коефіцієнт обороту місткості зерносховища, який являє собою число його оборотів протягом року; для міні-елеватора $K_0 = 1,0$ [11-14].

$$B = 1 \times 19,0 = 19,0 \text{ тис. тонн,}$$

Вихідні дані для розробки проєкту будівництва міні-елеватора є наступними (табл. 2.4):

Таблиця 2.4 – Вихідні дані для розробки проєкту будівництва міні-елеватора

Місткість елеватора, який проєктується, тонн	19,0
Область	Рівненська
Коефіцієнт обороту місткості зерносховища, K_0	1
Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту, A_{np}^a , т/рік	5,3
у тому числі:	
Річний об'єм приймання ранніх культур, $A_{np}^{a(p)}$, т/рік	3,3
Пшениці	1650
Ячмінь	1650
Частки зерна ранніх культур різної вологості, що надходить а/т:	
Сухе (W до 15 %) α_0	0,2
Вологе: (W понад 15-17 % вкл.) α_1	0,4
(W понад 17-22 % вкл.) α_2	0,4
Період заготівель ранніх культур, P_p , діб	16
Річний об'єм приймання пізніх культур, $A_{np}^{a(n)}$, т/рік	2,0
Кукурудзи (% від обсягу пізніх культур)	2,0
Частки зерна пізніх культур різної вологості, що надходить а/т-том:	
Сухе (W до 15 %) α_0	0,3
Вологе: (W понад 15-17 %, вкл.) α_1	0,4
(W понад 17-22 %, вкл.) α_2	0,3
Період заготівель пізніх культур, P_p , діб	21
Загальний річний обсяг відвантаження зерна на автотранспорт, A_{vp}^a , тонн/рік	5,3
Кількість місяців відпускання зерна на а/т на рік, N , міс.	5
Тривалість відпускання зерна на а/т за місяць, $T_{вп м}^a$, діб	24
Тривалість відпускання зерна на а/т за добу, $T_{вп д}^a$, год.	8
Коефіцієнт місячної нерівномірності відвантаження на а/т, $K_{вп м}^a$	1,8
Коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K_{вп д}^a$	1,7
Коефіцієнт погодинної нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K_{вп г}^a$	1

Тож у роботі комплексно досліджено стан зернового господарства Рівненської області. Зокрема, проаналізовано структуру посівних площ, динаміку врожайності провідних культур, фактор сезонності надходження збіжжя, а також стан наявної інфраструктури для зберігання та первинної переробки зерна.

Зроблені висновки вказують на стійку тенденцію до збільшення валових зборів зернових у регіоні на тлі гострого дефіциту елеваторних потужностей. Ця диспропорція змушує аграріїв реалізовувати продукцію в період пікової пропозиції за мінімальними цінами, а також суттєво збільшує їхні логістичні витрати. За таких обставин будівництво сучасного лінійного елеватора місткістю 19 тис. тонн є економічно виправданим кроком. Це дозволить забезпечити якісне післязбиральне дороблення зерна, мінімізувати втрати під час зберігання та гнучко керувати термінами продажів.

Крім того, впровадження цього інвестиційного проєкту підвищить конкурентоспроможність місцевих господарств, стабілізує їхні фінансові надходження та загалом модернізує зернову інфраструктуру Рівненщини. Отже, на основі аналізу загальноукраїнського ринку зерна та детального вивчення специфіки Рівненської області, повністю доведено доцільність та необхідність спорудження елеватора місткістю 19 тис. тонн.

Розділ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Основні теоретичні положення

Періоди (рік, місяць, доба, година), за які на елеваторі або хлібоприймальному підприємстві виконані максимальні об'єми роботи по прийманню і відпусканню зерна, називають розрахунковими. Ці об'єми роботи в фізичних тоннах потрібно використати для розрахунку обладнання елеватора, що проектується. Так як вихідні дані обсягів зерна, що приймають на міні-елеватора та відвантажують з нього, у завданні на проектування задані у фізичних тоннах, то здійснювати цей перерахунок нам не потрібно.

Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту становить $A_{\text{пр}}^a$, 19,0 тис. т/рік. Річний об'єм приймання ранніх культур $A_{\text{н.р.}}^a$ 12 тис. т/рік. Річний об'єм приймання пізніх культур $A_{\text{н.р.}}^a$ 7000 тис. т/рік.

Тривалість розрахункового періоду (P_p), протягом якого на міні-, автотранспортом надходить 80 % запланованого об'єму заготівель зерна (P_p), визначати з урахуванням термінів і організації збору врожаю, кліматичних умов і приймати в дипломних проєктах за даними технологічних пошуків або згідно завдання період заготівель ранніх культур становить 12 діб, період заготівель пізніх культур становить 17 доби.

Для розрахунків і вибору устаткування для прийому, обробки і відвантаження зерна керуватися наступними основними положеннями [10-13]:

- а) виконання всіх операцій по прийому і відвантаженню зерна повинно проводитися з дотриманням строків, передбачених нормативами;
- б) розрахунок необхідного числа устаткування проводити з урахуванням можливого збігу операцій, які диктуються конкретними умовами роботи підприємства;
- в) очищення зерна від домішок, які не впливають на його зберігання,

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.19			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Печерова К.О.			Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 19,0 тис. т в Рівенській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					25	43
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

може бути проведено після розрахункового періоду.

Число, номенклатуру і продуктивність устаткування для прийому та післязбиральної обробки зерна на підприємствах, які здійснюють обробку зерна ранніх і пізньостиглих культур на тих самих технологічних лініях, приймати на основі результатів розрахунків за більшим значенням.

Коефіцієнт добової (K_d^a) нерівномірності надходження зерна автомобільним транспортом потрібно приймати в залежності від об'єму заготівель (A_{np}^a) і тривалості їх розрахункового періоду (P_p). Таким чином коефіцієнт нерівномірності становить 1,7 для ранніх і 1,6 для пізніх культур.

Коефіцієнти погодинної нерівномірності надходження зерна автомобільним транспортом ($K_{год}^a$) в залежності від максимального добового надходження дорівнює 2,3 для ранніх і 2,9 для пізніх культур [10-13].

Частка зерна, що надходить, у долях від одиниці :
вологість до 15 % вкл. ранніх культур $\alpha_0 = 0,6$ для пізніх культур $\alpha_0 = 0,4$
вологість до 17% до 22% вкл: ранніх культур $\alpha_1 = 0,2$ для пізніх культур $\alpha_1 = 0,3$
вологість понад 22%: ранніх культур $\alpha_2 = 0,2$ для пізніх культур $\alpha_2 = 0,3$

Розрахунковий час роботи стаціонарних зерносушарок на заготівельних елеваторах приймати 615 годин на місяць. Розрахунковий час роботи обладнання (крім зерносушарок) T приймати 24 год на добу

Розрахункову вантажність автомобіля, при відсутності її в завданні на проектування, приймати такою, що дорівнює 40 т,

При відвантаженні зерна на автомобільний транспорт враховують наступні значення:

– число місяців відпуску зерна на автотранспорт на рік, приймати згідно завдання $N = 6$ місяців;

– тривалість відпуску на автотранспорт за місяць, добу, відповідно; приймати згідно завдання $T_{внм}^a = 22$ діб, $T_{внд}^a = 24$ год;

коефіцієнти місячної, добової і годинної нерівномірності відпуску зерна на автомобільний транспорт, відповідно; приймати згідно завдання $K_{впм}^a = 1,3$, $K_{внд}^a = 1,3$, $K_{вндод}^a = 1,3$

3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання проєктованого елеватора

3.1.1 Розрахунок обсягів робіт

При надходженні зерна автомобільним транспортом розрахунковий добовий ($A_{пд}^a$) і погодинний ($A_{пг}^a$) об'єми визначаємо в дипломному проєкті окремо для ранніх і пізніх культур за формулами:

$$A_{пд}^a = \frac{0,8 \cdot A_{пр}^a \cdot K_d^a}{P_p} \text{т/добу} \quad (3.1)$$

Де значення K_d^a – коефіцієнт добової нерівномірності надходження зерна;
 P_p – період заготівель, приймаємо згідно [10, 11].

$$\text{Для ранніх культур} \quad A_{пд}^a = \frac{0,8 \cdot 12000 \cdot 1,7}{12} = 1360 \text{т/добу}$$

$$\text{Для пізніх культур} \quad A_{пд}^a = \frac{0,8 \cdot 7000 \cdot 1,6}{17} = 527 \text{т/добу}$$

$$A_{пг}^a = \frac{A_{пд}^a \cdot K_T^a}{T}, \text{ т/добу} \quad (3.2)$$

де значення K^a – коефіцієнт погодинної нерівномірності надходження зерна автомобільним транспортом;

T – розрахунковий час роботи обладнання, приймаємо згідно [10].

$$\text{Для ранніх культур} \quad A_{пг}^a = \frac{1360 \cdot 2,3}{24} = 130 \text{ т/добу}$$

$$\text{Для пізніх культур} \quad A_{пг}^a = \frac{527 \cdot 2,9}{24} = 64 \text{ т/добу}$$

де значення K^a – коефіцієнт погодинної нерівномірності надходження зерна автомобільним транспортом;

T – розрахунковий час роботи обладнання, приймаємо згідно [12, 13].

$$\text{Для ранніх культур} \quad A_{пг}^a = \frac{1360 \cdot 2,3}{24} = 130 \text{ т/добу}$$

$$\text{Для пізніх культур} \quad A_{пг}^a = \frac{527 \cdot 2,9}{24} = 64 \text{ т/добу}$$

Далі ведемо розрахунки по раннім культурам, тому що їх добове надходження на підприємство більше, ніж пізніх культур [10].

При відпусканні зерна на автомобільний транспорт приймаємо:

$$\text{розрахункове місячне відпускання} \quad A_{\text{ВПМ}}^a = \frac{A_{\text{ВПР}}^a}{N} \cdot K_{\text{ВПМ}}^a, \text{ т/міс} \quad (3.3)$$

де $A_{\text{ВПР}}^a$ – відпуск річний, т;

N – число місяців відпускання;

$K_{\text{ВПМ}}^a$ – коефіцієнт місячної нерівномірності, приймаємо 1,3.

$$A_{\text{ВПМ}}^a = \frac{19000}{6} \cdot 1,3 = 4117 \text{ т/міс}$$

$$\text{розрахункове добове відпускання} \quad A_{\text{ВПД}}^a = \frac{A_{\text{ВПМ}}^a}{T_{\text{ВПМ}}^a} \cdot K_{\text{ВПД}}^a \quad (3.4)$$

де $A_{\text{ВПМ}}^a$ – відпуск місячний, т;

$T_{\text{ВПМ}}^a$ – тривалість відпускання за місяць, приймаємо 22 доби;

$K_{\text{ВПД}}^a$ – коефіцієнт добової нерівномірності, приймаємо 1,3.

$$A_{\text{ВПД}}^a = \frac{4117}{22} \cdot 1,3 = 243 \text{ т/добу}$$

$$\text{розрахункове погодинне відпускання} \quad A_{\text{ВПГ}}^a = \frac{A_{\text{ВПД}}^a}{T_{\text{ВПД}}^a} \cdot K_{\text{ВПГ}}^a \text{ т/год} \quad (3.5)$$

де $A_{\text{ВПД}}^a$ – відпуск добовий, т;

$T_{\text{ВПД}}^a$ – тривалість відпускання за добу = 24 год;

$K_{\text{ВПГ}}^a$ – коефіцієнт погодинної нерівномірності, приймаємо 1,3.

$$A_{\text{ВПГ}}^a = \frac{243}{24} \cdot 1,3 = 13,2 \text{ т/год}$$

3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання Розрахунок зерноочисних машин

Все зерно, що надходить автотранспортом на міні-елеватори, підлягає попередньому очищенню від грубих і легких домішок в потоці приймання і основному очищенню від відділюваних домішок до кондицій, що відповідають його цільовому призначенню.

Необхідне число і продуктивність машин для очищення зерна (половоочисників, скальператорів або сепараторів) повинні відповідати продуктивності ліній приймання зерна [10-12].

Продуктивність сепараторів основного очищення сухого зерна (ΣQ_c) визначаємо за формулою

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{P_p} \left(\frac{A_1}{K_1^c} + \frac{A_2}{K_2^c} + \dots + \frac{A_n}{K_n^c} \right), m/год, \quad (3.6)$$

де A_1, A_2, \dots, A_n – маса зерна різних культур, що надходять на підприємство протягом всього періоду заготівель;

K_1, K_2, \dots, K_n – коефіцієнти, що залежать від культури, вологості і вмісту віддільних домішок [10].

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{12} \left(\frac{5070}{1,0} + \frac{2730}{0,95} + \frac{2520}{0,8} + \frac{1680}{0,76} \right) = 44,35 m/год$$

Число сепараторів основного очищення (N_c) визначаємо за формулою

$$N_c = \frac{\sum_1^n Q_c}{Q_{пасп}}, шт. \quad (3.7)$$

де $Q_{пасп}$ – паспортна продуктивність сепаратора, т/год.

$$N_c = \frac{44,35}{50} = 0,89 = 1 шт.$$

Результати підрахунку необхідного числа зерноочисних машин округляємо у більшу сторону при перевищенні цілого числа більш ніж на 0,25.

Розрахунки показали необхідність одного сепаратора продуктивністю 50 т/год.

Місткість бункерів над і під зерноочисними машинами приймаємо такою, щоб забезпечувати зерном їх 2–3 годинну роботу і не повинна бути менше за продуктивність норій елеватора [12].

Розрахунок і вибір зерносушарок

Число зерносушарок і їх продуктивність повинні забезпечувати сушіння всіх партій вологого і сирого зерна, що надходять за період заготівель.

При виборі типу зерносушарки орієнтуємося на прогресивні високоефективні зерносушарки, а при визначенні їх числа – враховуємо необхідність своєчасного сушіння партій зерна різних культур, що надходять одночасно.

Об'єм сушіння зерна для підприємства визначаємо окремо для ранніх і пізніх культур за формулою

$$A_{спід}^p = 0,8 \cdot A_{пр}^a \cdot K_v \cdot K_{кспв} \cdot K_{пспв}, пл. т \quad (3.8)$$

де $A_{\text{пр}}^a$ – маса зерна, що надходить від господарств за весь період заготівель, т;

K_e – коефіцієнт переведення фізичних тонн маси зерна в планові тонни сушіння (виходячи з частки вологого і сирого зерна в загальному об'ємі заготівель). Для ранніх культур $K_v=0,6$, для пізніх культур $K_v=0,8$.

$K_{\text{ксерв}}$ – середньозважений коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності зерносушарок в залежності від культури, що просушується.

Його чисельне значення визначаємо за формулою

$$A_{\text{спід}}^p = 0,8 \cdot A_{\text{пр}}^a \cdot K_v \cdot K_{\text{ксерв}} \text{ пл. т} \quad (3.9)$$

Для ранніх культур $A_{\text{спід}}^p = 0,8 \cdot 5600 \cdot 0,7 \cdot 0,78 = 2446 \text{ пл. т}$

Для пізніх культур $A_{\text{спід}}^p = 0,8 \cdot 1400 \cdot 0,7 \cdot 0,78 = 611,52 \text{ пл. т}$

де $A_{\text{пр}}^a$ – маса зерна ранніх або пізніх культур (за винятком маси насіння соняшнику, об'єм сушіння якого далі визначають за формулою 3.23), що надходить від господарств за весь період заготівель, т;

K_v – коефіцієнт переведення фізичних тонн маси зерна в планові тонни сушіння

$K_{\text{ксерв}}$ – середньозважений коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності зерносушарок в залежності від культури, що просушується [14-17].

$$K_{\text{ксерв}} = \frac{A_1 \cdot K_{\text{к1}}^3 + A_2 \cdot K_{\text{к2}}^3 + \dots + A_n \cdot K_{\text{кn}}^3}{A}$$

де A_1, A_2, \dots, A_n – маса зерна різних культур;

$K_{\text{к1}}^3, K_{\text{к2}}^3, \dots, K_{\text{кn}}^3$ – коефіцієнти, що враховують зміну продуктивності зерносушарки в залежності від роду культури, що просушується.

Для ранніх культур $K_{\text{ксерв}} = \frac{7800 \cdot 1 + 4200 \cdot 1}{12000} = 1$

Для пізніх культур $K_{\text{ксерв}} = \frac{7000 \cdot 1,54}{7000} = 1,54$

Чисельні значення середньозваженого коефіцієнта, що враховує призначення партій зерна, визначаємо за формулою

$$K_{\text{псерв}} = \frac{A_1 \cdot K_{\text{п1}} + A_2 \cdot K_{\text{п2}} + \dots + A_n \cdot K_{\text{пn}}}{A} \quad (3.10)$$

де $K_{п1}, K_{п2}, \dots, K_{пn}$ – коефіцієнти, що враховують призначення зерна; для насіння кукурудзи $K_{п} = 1,0$; для інших партій зерна $K_{п} = 1,0$ [14-17].

$$\text{Для ранніх культур } K_{псрв} = \frac{7800 \cdot 1 + 4200 \cdot 1}{12000} = 1$$

$$\text{Для пізніх культур } K_{псрв} = \frac{7000 \cdot 1}{7000} = 1$$

$$\text{Для ранніх культур } A_{с\text{під}}^p = 0,8 \cdot 12000 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 = 5700 \text{ пл. т.}$$

$$\text{Для пізніх культур } A_{с\text{під}}^p = 0,8 \cdot 7000 \cdot 0,8 \cdot 1,54 \cdot 1 = 6899 \text{ пл. т.}$$

Рекомендована продуктивність зерносушарок в залежності від величини партій, що підлягають сушінню протягом періоду заготівель, [10].

Розрахункову масу зерна, яку може просушити зерносушарка за період заготівель, визначаємо за формулою

$$A_{с\text{під}}^{\text{можл}} = 20,5 \cdot Q_{пасп}^{з/с} \cdot K_{пер} \cdot П_p \cdot K_d, \text{ пл. т,} \quad (3.11)$$

де 20,5 – кількість годин роботи зерносушарки протягом доби, год;

$Q_{пасп}^{з/с}$ – паспортна продуктивність зерносушарки, пл. т/год;

$K_d = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки при роботі із зерноскладами;

$$A_{с\text{під}}^{\text{можл}} = 20,5 \cdot 10 \cdot 0,94 \cdot 12 \cdot 1 = 2312 \text{ пл. т,}$$

Зерносушарки потрібно проєктувати в комплексі з накопичувальними і оперативними бункерами. Загальну місткість накопичувальних бункерів приймати з розрахунку роботи зерносушарки не менш трьох діб. Загальну місткість оперативних бункерів для сирого і сухого зерна приймати з розрахунку безперебійної роботи зерносушарки не менш 8 годин. Місткість накопичувальних і оперативних бункерів групи зерносушарок визначати як суму місткості для кожної зерносушарки.

3.1.3 Розробка структурної принципової схем технологічного процесу

Структурною називається схема технологічного процесу, яка показує послідовність виконання операцій із зерном на елеваторі (рис. 3.1). Принципову схему проєктованого елеватора будуємо на базі структурної і показуємо, на якому устаткуванні планується виконувати кожну операцію, де установимо

міжопераційні бункери і як здійснюємо переміщення партії зерна з бункера, що спорожняється, у наповнючий бункер чи силос.

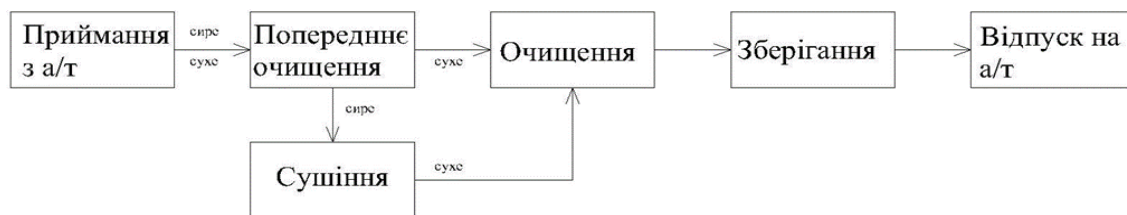
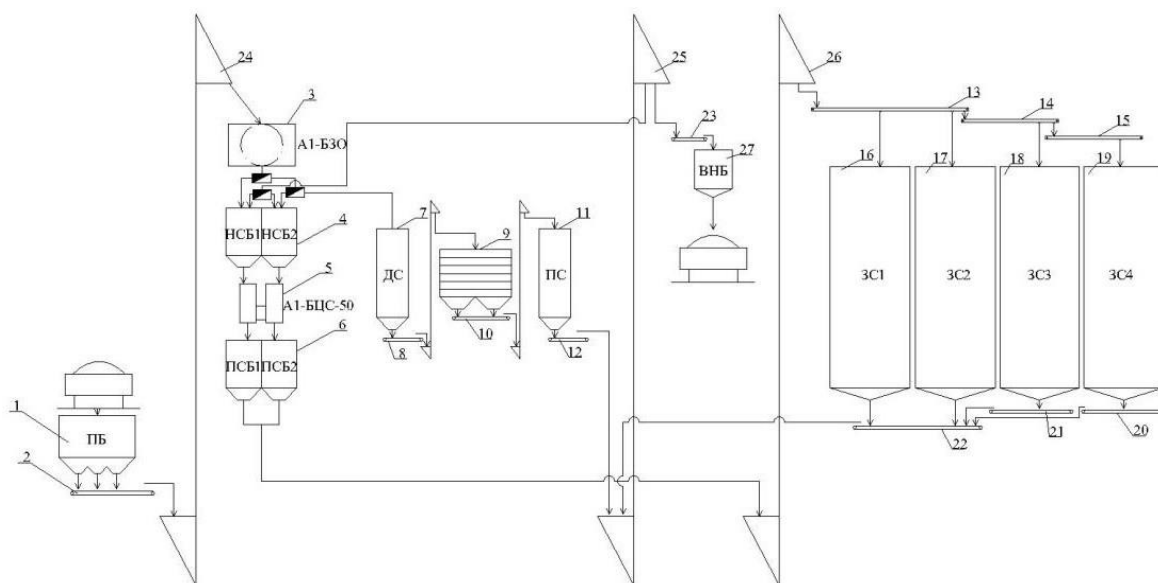


Рисунок 3.1 – Структурна схема технологічного процесу міні-елеватору

При розробці принципової схеми прагнемо до того, щоб виконання всіх намічених операцій із зерном проводилося з мінімальним числом його підйомів, тобто вона була одноступінчастою.

У принциповій схемі технологічного процесу проєктованого елеватора (рис. 3.2) відображаємо розташування і взаємне ув'язування транспортного, розподільчого, зерноочисного, зерносушильного устаткування і бункерів різного призначення.



1 – приймальний бункер; 2, 8, 10, 12, 20, 21, 22, 23 – стрічковий конвеєр; 3 – скальператор А1-БЗО; 4 – надсепараторні бункери; 5 – сепаратор А1-БЦС-50; 6 – підсепараторні бункери; 7 – досушительний силос; 9 – зерносушарка 11 – післясушительний силос; 13, 14, 15 – скребкові конвеєри; 16, 17, 18, 19 – силоси для зберігання; 24, 25, 26 – норії; 27 – відпускний накопичувальний бункер

Рисунок 3.2 – Принципова схема заготівельного міні-елеватора

Зерноочисні машини повинні бути забезпечені верхніми і нижніми бункерами, місткість яких забезпечує роботу машин протягом 2...3 годин [13].

Зерносушарки повинні мати до- і післясушильні бункери, місткість яких забезпечує їхню роботу протягом 8 годин [13]. Цій вимозі відповідають варіанти прив'язки зерносушарок до силосних корпусів з фасаду або в їхньому торці при наявності на проєктованому елеваторі монолітної робочої башти, або до робочої башти із збірних елементів, частину якої займають силоси.

3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання

Розрахунок основних норій

Норії, що встановлюються в споруди хлібоприймальних підприємств і елеваторів, в залежності від технологічного призначення поділяються на основні і спеціалізовані.

Для кращого використання норій передбачаємо:

- а) можливість подачі кожного основного потоку зерна не менш ніж на 2 норії;
- б) забезпечення технологічними схемами порівняно однакової тривалості роботи норій на протязі доби.

До спеціалізованих норій відносимо: зерносушильні; ті, що подають зерно на попереднє очищення в потоці приймання; для транспортування відходів; для розвантаження і відвантаження засобів доставки зерна і для передачі зерна, що надходить із засобів доставки в накопичувальні ємкості.

Визначення продуктивності і числа спеціалізованих норій проводимо видодячи з розрахункової продуктивності відповідних потоків.

Необхідне число норій визначаємо з розрахунку забезпечення виконання всіх операцій із зерном, що збігаються у часі.

Розрахунок числа норій для виконання операцій, у часі, проводимо і з урахуванням співпадаючих у часі, проводимо у відповідності [12, 13]. Наступним остаточним кроком в розрахунку норій є визначення їх числа для виконання всіх операцій.

Для цього розраховуємо число норіє-годин для виконання кожної з операцій і на основі їх суми визначаємо число норій для двох варіантів продуктивності норій: $Q_1 = Q_{\min}$ та Q_2 , яку приймаємо рівною наступній більшій зі стандартного ряду продуктивності норій ($Q = 100; 175; 250; 350; 500$ т/год). Розрахунок проводимо у відповідності з табл. 1.18 [12].

Необхідне число норій розраховуємо за формулою

$$N_c = \frac{\sum N_{\Gamma}}{24 \times K_t} \quad (3.12)$$

де $\sum N_{\Gamma}$ – усього норіє-годин;

K_t – коефіцієнт використання основних норій за часом [12].

Таблиця 3.1 – Розрахунок числа норій для виконання операцій, які збігаються у часі

№	Операції співпадаючі у часі	Розрахункова формула	Число норій при Q_{\min}
1	Приймання зерна з автотранспорту	$n_H^a = \frac{A_{\text{пч}}^a}{Q \cdot K_B \cdot K_H}$	$n_H^a = \frac{130}{50 \cdot 0,8 \cdot 0,97} = 3,35$
2	Прибирання зерна після основного очищення	$n_H^{\text{оч}} = \frac{A_{\text{оч}}}{24 \cdot Q \cdot K_B}$	$n_H^{\text{оч}} = \frac{1360}{24 \cdot 50 \cdot 0,9} = 1,26$
3	Подача зерна після сушіння на основне очищення	$n_H^B = \frac{A_{\text{сс}}}{24 \cdot Q \cdot K_B}$	$n_H^B = \frac{1360}{24 \cdot 50 \cdot 0,9} = 1,26$
4	Відпуск на автотранспорт	$n_H^a = \frac{A_{\text{впд}}^a}{T_{\text{впд}}^a \cdot Q \cdot K_B}$	$n_H^a = \frac{243}{24 \cdot 50 \cdot 0,8} = 0,25$
	Всього норій	$\sum N$	6,12

Примітки:

1. $A_{\text{пч}}^a$ – погодинний об'єм надходження зерна автотранспортом; $A_{\text{вд}}^a$ – добовий об'єм відпуску автотранспортом; $A_{\text{очд}}$, $A_{\text{сд}}$ – добові об'єми очищення і сушіння зерна.
2. При наявності двох операцій із зерном для одного і того ж виду транспорту (в операції, які збігаються, включають одну з двох операцій з більшим добовим об'ємом).
3. Мінімальну продуктивність норій приймаємо для міні-елеваторів 50 т/год.

4. $K_{\text{па}}$ – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності норій при прийманні сирого і вологого зерна

$$K_{\text{вс}} = (\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) \cdot K_{\text{п}} + (1 - \alpha_2 - \alpha_3 - \alpha_4) \cdot 1 \quad (3.13)$$

де $K_{\text{п}}=0,85$ для тихохідних норій; $K_{\text{п}}=0,7$ для швидкохідних норій.

$$K_{\text{вс}} = (\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) \cdot K_{\text{п}} + (1 - \alpha_2 - \alpha_3 - \alpha_4) \cdot 1$$

Таблиця 3.2 – Розрахунок кількості норіє-годин у розрахункову добу

№	Найменування операцій	Розрахункові формули	Число норіє годин при продуктивності	
			Q1=50т/год	Q2=100т/год
1	Подача зерна в бункери надсепараторні	$N_{\Gamma} = \frac{A_{\text{пд}}^a}{Q_i \cdot K_{\text{ін}}}$	$N_{\Gamma} = \frac{1360}{50 \times 0,85}$	$N_{\Gamma} = \frac{1360}{100 \times 0,85}$
	досушільні	$N_{\Gamma} = \frac{A_{\text{сд}}}{Q_i \cdot K_{\text{ін}}}$	$N_{\Gamma} = \frac{1360 \times 0,4}{50 \times 0,85}$	$N_{\Gamma} = \frac{1360 \times 0,4}{100 \times 0,85}$
	відпускні	$N_{\Gamma} = \frac{A_{\text{впд}}^a}{Q_i \cdot K_{\text{ін}}}$	$N_{\Gamma} = \frac{243}{50 \times 0,8}$	$N_{\Gamma} = \frac{243}{100 \times 0,8}$
2	Випорожнення накопичувальних бункерів з автотранспорту	$N_{\Gamma} = \frac{A_{\text{пд}}^a}{Q_i \cdot K_{\text{ін}}}$	$N_{\Gamma} = \frac{1360}{50 \times 0,8}$	$N_{\Gamma} = \frac{1360}{100 \times 0,8}$
3	Випорожнення бункерів післясушільних	$N_{\Gamma} = \frac{A_{\text{пд}}^a}{Q_i \cdot K_{\text{ін}}}$	$N_{\Gamma} = \frac{1360}{50 \times 0,85}$	$N_{\Gamma} = \frac{1360}{100 \times 0,85}$
	Усього норіє годин	$\sum N_{\Gamma}$	$\sum N_{\Gamma 1}=97,68$	$\sum N_{\Gamma 2}=47,68$

де A – добові об'єми внутрішніх операцій, що визначаємо згідно з розрахунками об'ємів робіт;

$K_{\text{ін}}$ – коефіцієнт використання норій [12];

$K_{\text{к}}$ – коефіцієнт, що залежить від переміщуваної культури $K_{\text{к}}=1$;

$K_{\text{вз}}$ – коефіцієнт зниження продуктивності норії, що залежить від якісних характеристик зернової маси (вологості, засміченості);

$n_{\text{п}}$ – число підйомів зерна (залежить від прийнятої схеми елеватора).

Таким чином визначаємо кількість норій с продуктивністю:

$$50\text{т/год} \quad N_{\text{н1}} = \frac{97,68}{24 \times 0,7} = 5,81$$

100т/год

$$N_{н1} = \frac{47,68}{24 \times 0,7} = 2,84$$

Для зручності виконання операцій приймаємо 3 норії по 100 т/год.

Визначення кількості та продуктивності конвеєрів

На міні-елеваторі для транспортування зернової маси використовуються наступні типи конвеєрів:

- стрічкові;
- стрічкові скребкові;

Продуктивність конвеєрів в залежності від операції визначаємо:

- для приймання зерна з автотранспорту $Q = 100$ т/год;
- продуктивність підсилосних конвеєрів $Q = 100$ т/год;
- продуктивність надсилосних конвеєрів $Q = 100$ т/год.

Число конвеєрів визначаємо:

- а) для приймання зерна з автотранспорту – 1 шт. ;
- б) число підсилосних конвеєрів визначаємо об'ємно-планувальними рішеннями , приймаємо – 3 шт. ;
- в) число надсилосних конвеєрів визначається об'ємно-планувальними рішеннями, – 3 шт.

4. Кут підйому похилої частини стрічкових конвеєрів приймаємо не більше за 14° .

Лінійну швидкість стрічок конвеєрів приймаємо не більше за $v=2,8$ м/с [12].

3.1.4.3 Самопливи

Розрахункову теоретичну пропускну спроможність зернопроводів (при куті нахилу самопливної труби до горизонту 36°) і їх деталей (сектори, засувки, перекидні клапани і інш.) приймаємо:

кут нахилу зернопроводу для пшениці або жита в комунікаціях до зерносушарок приймаємо 45° , на всіх інших – 36° ;

кут нахилу зернопроводів у спорудах, де передбачається зберігання рису, зерна, соняшнику, вівса, ячменю, рицини, потрібно приймаємо не менше за 45° ;

Товщину металу для зернопроводів приймаємо 5 мм.

3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв

Розвантажувальні пристрої технологічних ліній приймання зерна з автомобільного транспорту повинні забезпечувати його вивантаження в об'ємі максимального погодинного надходження ($A^a_{\text{год}}$) з автомобілів будь-якої вантажності, самоскидів і автопоїздів (без їх розчеплення).

Максимальне погодинне надходження зерна ($A^a_{\text{год}}$) при розробці проектів будівництва підприємств на нових майданчиках визначаємо за формулою 1.3 [12].

Технологічні лінії приймання зерна з автомобілів повинні забезпечувати формування партій зерна за культурами, призначенням і якістю.

Необхідне число транспортно-технологічних потоків приймання зерна з автомобільного транспорту визначаємо за формулою

$$N_{\text{л}} = \frac{1,2 \cdot A^a_{\text{пг}}}{Q_{\text{л}}^a \cdot K_{\text{к}} \cdot K_{\text{вз}}}, \text{ шт.}, \quad (3.14)$$

де $Q_{\text{л}}^a$ – фактична продуктивність транспортно-технологічних потоків приймання зерна з автотранспорту ($t/\text{год}$);

$K_{\text{к}}$ – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні культур з натурою, відмінною від пшениці;

$K_{\text{вз}}$ – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні зерна різного по вологості та засміченості;

1,2 – коефіцієнт, що враховує різнотипність засобів доставки зерна.

$$N_{\text{л}} = \frac{1,2 \cdot 130}{137 \cdot 1 \cdot 1} = 1,14 \approx 1 \text{ шт.}$$

Відпускання зерна на автотранспорт є випадковою операцією. Для завантаження зерна в автомобілі повинні бути передбачені відпускні бункери місткістю не менше за 15 t кожний. Їх кількість визначають з розрахунку вантаження через кожний бункер не більше за 20 t зерна за годину, приймаємо один бункер місткістю 40 t .

3.2 Обробка і зберігання відходів

Після прийняття зерна на зберігання підприємство проводить технологічні операції для забезпечення його кількісного та якісного зберігання.

Розміщення зерна в елеваторах (складах) проводиться за принципом формування великих однорідних партій за культурами та їх якістю (типами, класами тощо), метою використання (зберігання, застава, перероблення). Здане зерно зберігається знеособлено в загальних партіях. На бажання покладавця і за наявності вільних місткостей для зберігання зерно може зберігатися персоналізовано окремо).

Основними операціями із доробки зерна в елеваторах (складах) є його очищення, сушіння, вентилювання, знезараження. Послідовність проведення доробки визначається можливостями технологічної схеми.

Проведення операцій з доробки здійснюється на підставі розпорядження до акта форми № 34, яке підписується керівником підприємства та начальником ВТЛ. Акти доробки на очищення і сушіння зерна за формою № 34 складаються у міру проведення робіт, але не рідше одного разу на місяць. Акти підписуються матеріально відповідальною особою, начальником ВТЛ, перевіряються бухгалтером і затверджуються керівником підприємства. При очищенні зерна від смітної домішки утворюються побічні продукти і відходи [18, 19]

Класифікація продуктів, які одержують при очищенні, переробці зерна на підприємствах галузі хлібопродуктів:

Основні продукти:

а) зерно продовольче, фуражне (включаючи природні суміші зерна різних культур) і насіння олійних культур та сортове насіння;

б) борошно;

в) крупи.

Побічні продукти:

а) зернова суміш від первинної обробки, яка містить від 50 до 70 % (включно) зерен продовольчих (включаючи круп'яні), кормових і зернобобових культур, які за стандартами належать до основного зерна або до зернової домішки;

б) зернова суміш від первинної обробки, яка містить від 70 до 85 % зерен продовольчих (включаючи круп'яні), фуражних і бобових культур, які за

стандартами належать до основного зерна або до зернової домішки; в) мучка кормова, яку одержують при виробництві борошна і круп;

г) висівки; д) зародок, який відбирають при переробці зерна в борошно і крупи; е) дрібка кормова – просяна й вівсяна, січка горохова, одержані при виробництві круп, а також подрібнене зерно кукурудзи, яке проходить крізь сито з отворами діаметром 2,5 мм.

Відходи першої категорії: а) зернові відходи з вмістом зерна від 30 до 50% (включно); б) зернові відходи з вмістом зерна від 10 до 30% (включно); в) борошняні витряски й борошняні змітки; г) пил оббивний білий.

Відходи другої категорії [18]:

а) зернові відходи з вмістом зерна від 2 до 10%;

б) стержні качанів кукурудзи, кукурудзяна плівка, лузга горохова, лузга м'яка вівсяна і ячмінна, полова; в) пил оббивний сірий.

Відходи третьої категорії: а) відходи від очищення зерна (схід з приймального сита сепаратора, прохід крізь нижнє сито сепаратора) з вмістом зерна не більше 2%, солом'яні частини; б) лузга рисова, просяна, гречана, жорстка - вівсяна і ячмінна, пил аспіраційний і оббивний чорний; в) кукурудзяні обгортки.

Розрахунки за надані послуги проводяться за кожен фактично знятий тонно-процент або планову тонну сирого, вологого та засміченого зерна, виходячи з фізичної маси зерна по надходженню.

При надходженні зерна з вологістю та смітною домішкою вище базисних кондицій, що зазначені в договорі складського зберігання, але при цьому зерно не потребує сушіння та очищення і ці послуги не надаються, розрахунки не проводяться. В акті доробки (форма №34) зазначаються маса та якість зерна до і після доробки, фактична маса та якість одержаних побічних продуктів і відходів.

При очищенні на зерноочисних машинах партії зерна в потоці приймання її маса визначається за даними бухгалтерського обліку, виходячи з даних про приймання зерна на кожну потокову лінію. У разі очищення частини зерна, що зберігається в складі, маса до доробки визначається шляхом зважування або шляхом обміру. Спосіб визначення маси зерна до доробки вказується в

розпорядженні за формою № 34 [19] .

На елеваторах, сушильно-очисних баштах і механізованих складах, оснащених стаціонарними вагами, маса зерна, що відпускається для доробки, визначається шляхом зважування.

До актів на доробку за формою № 34 додаються картки аналізу зерна форми № 47 та відомості зважування (форма №171а, №171б) відходів і побічних продуктів. При складанні актів про очищення зерна віднесення домішок, що містяться у відходах, до смітної або зернової домішки проводиться за державним стандартом на відповідну культуру.

Одержані при очищенні зерна побічні продукти і відходи I та II категорій передаються в цех (склад) відходів за фактичною масою та якістю, визначеними окремо для кожної доробленої партії зерна, списуються з рахунку основної культури і оприбутковуються за місцем зберігання.

Відходи III категорії (не кормові) у міру накопичення зважуються і вивозяться з території підприємства (знищуються) в присутності комісії, призначеної керівником підприємства. До складу комісії повинні входити: матеріально відповідальна особа, начальник ВТЛ, начальник охорони підприємства. Якість відходів III категорії (не кормових) перевіряється ВТЛ. Вивіз відходів III категорії здійснюється на підставі наказу керівника підприємства (форма №16). Знищення відходів III категорії (не кормових) оформляється актом форми №23, який затверджується керівником підприємства. Вивіз відходів III категорії (не кормових) з території підприємства на знищення проводиться за перепустками форми №196. Якщо відходи III категорії (не кормові) використовуються на внутрішні виробничі цілі (як паливо та інше), їх реалізація оформляється наказом та накладною на внутрішнє переміщення хлібопродуктів (форма №19). При використанні відходів III категорії (не кормових) для реалізації населенню як палива та на інші цілі – оформляються розпорядження-наказ та товарно-транспортна накладна.

Результати зважування відходів усіх категорій, а також побічного продукту реєструються у ваговому журналі форми № ЗХС-28, де реєструється і відпуск зерна.

До акта форми № 34 додається акт розподілу відходів, у якому вказується перелік власників зерна, що підлягає доробці, з показниками якості і кількості до доробки.

3.3 Проектування зерносховищ

Форму і розміри силосів вибираємо відповідно до місткості елеватора, максимального числа партій зерна, що одночасно зберігаються, їх величиною, будівельним матеріалом і способом проведення будівельних робіт [13, 20].

Для елеватора місткістю 19,0 тонн прийнято встановити силоси з плоским дном. Обираємо силоси марки СМВУ 183.15.В12.

Місткості для зберігання зерна та досушительний і післясушительний силоси приймаємо силоси з конусним дном марки СМВУ 73.05.К40.В12

Таблиця 3.3 – Місткість силосів елеватора [20].

Призначення	Марка силосу	Діаметр корпусу, мм	Число ярусів корпусу	Висота силосу, мм	Місткість, м ³	Тонн зерна пшениці при $\gamma=0,8$ т/м ³
До- і післясушительний	СМВУ 73.05.К40.В12	7334	5	12536	315	240
Силоси для зберігання	СМВУ 183.15.В12	18334	15	23103	4965	4734

3.4 Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані

3.4.1 Розміщення основного устаткування на планах поверхів робочої башти і визначення її розмірів

Проектування планів поверхів робочої башти елеватора проводимо у наступній послідовності:

- здійснюємо вибір принципової схеми технологічного процесу проєктованого елеватора;
- розміщуємо основне устаткування і вибираємо розміри робочої башти елеватора в плані (М 1:200);
- викреслюємо плани поверхів робочої башти елеватора (М 1:200).

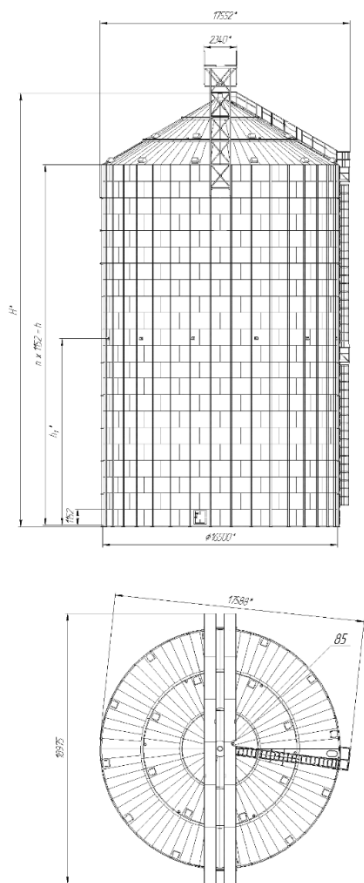


Рисунок 3.3 – Силос з плоским дном виробництва ВАТ «Карловський машинобудівний завод»

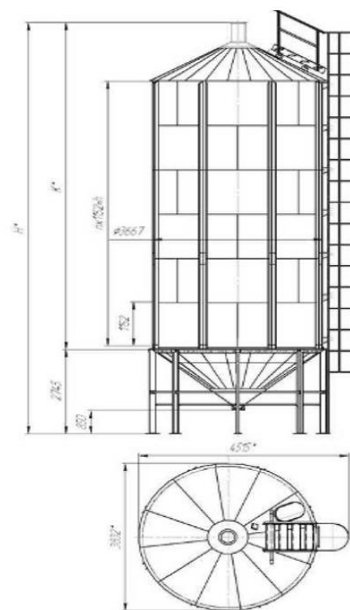
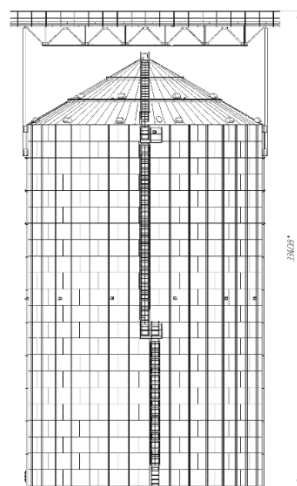


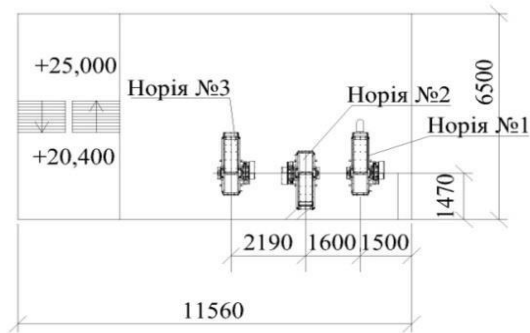
Рисунок 3.4 – Силос з конусним дном виробництва ВАТ «Карловський машинобудівний завод»

На сучасних елеваторах будь-якої ланки проєктують одноступінчасту схему технологічного процесу, у якій на автоматичні порціонні ваги надходить зерно з головок норій робочої башти [13].

Можливий ряд варіантів розміщення устаткування в робочій башті в плані:

- основні норії можуть розташовуватися віссю барабана уздовж довгої осі робочої башти, або перпендикулярно їй. У першому випадку заповнення надвагових бункерів зручніше, ніж у другому, коли їх заповнюють самопливом, розташованим під кутом 90° до напрямку потоку зерна, що виходить з норій. Розташування приводних пристроїв норій також може бути різним;

План на відм.+25,000



План на відм.-5,800

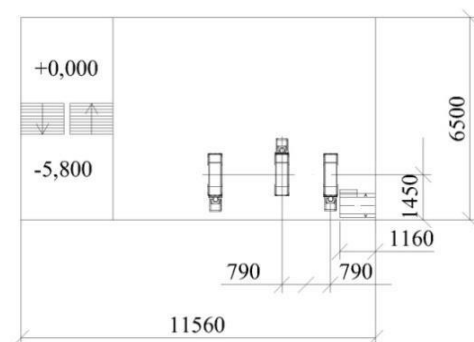


Рисунок 3.5 – Плани поверхів головок та башмаків норії

- остаточне положення норій на планах поверхів робочої башти вибирають з урахуванням зручності ув'язування його із силосами.
- При розміщенні устаткування на планах поверхів робочої башти за різними варіантами враховуємо:
 - природну освітленість робочих місць;
 - зручність його обслуговування;
 - дотримання норм проходів від стін до відповідного устаткування (з урахуванням розміру 1/2 колони), між устаткуванням, регламентованих правилами охорони праці і техніки безпеки [12].

Розміри встановлюваного устаткування приймаємо за каталогом нормалей устаткування [12].

Користуючись переліком устаткування, яке підлягає установці в робочій башті, розміщуємо його на планах поверхів за всіма можливими варіантами. Знаходимо довжину і ширину кожного поверху робочої башти [12].

Розміри робочої башти елеватора в плані визначаємо за диктуючим поверхом, тобто поверхом, який має максимальні величини довжини і ширини серед усіх виробничих поверхів робочої башти елеватора: головок норій, вагового, розподільчого і зерноочисних машин.

По кожному варіанту розміщення устаткування в робочій башті знаходимо диктуючі поверхи, їх довжину і ширину, і записуємо можливі варіанти розмірів робочої башти в плані.

Далі аналізуємо кількість і призначення (над- і підсепараторні, приймальні і відпускні накопичувальні, оперативні) бункерів, які потрібно розмістити в робочій башті. Таким чином, бачимо що поверх надсепараторних бункерів є диктуючим при розрахунку довжини та ширини робочої будівлі [12].

План на відм.+7,400

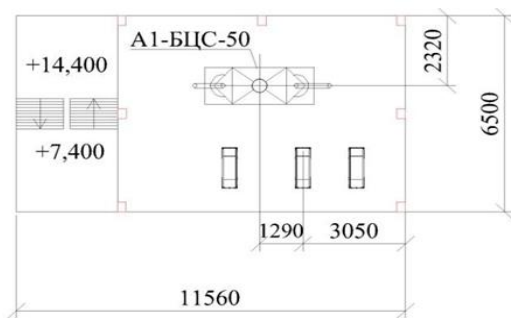


Рисунок 3.6 – План поверху сепаратора

План на відм.+14,400

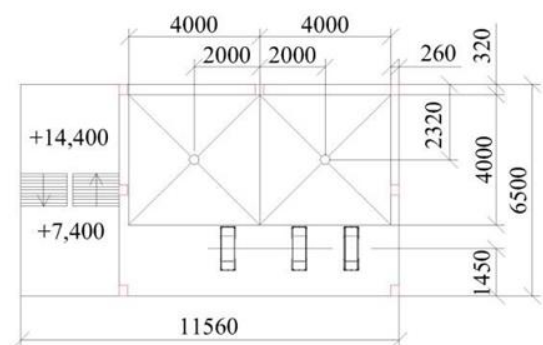


Рисунок 3.7 – План надсепараторних бункерів

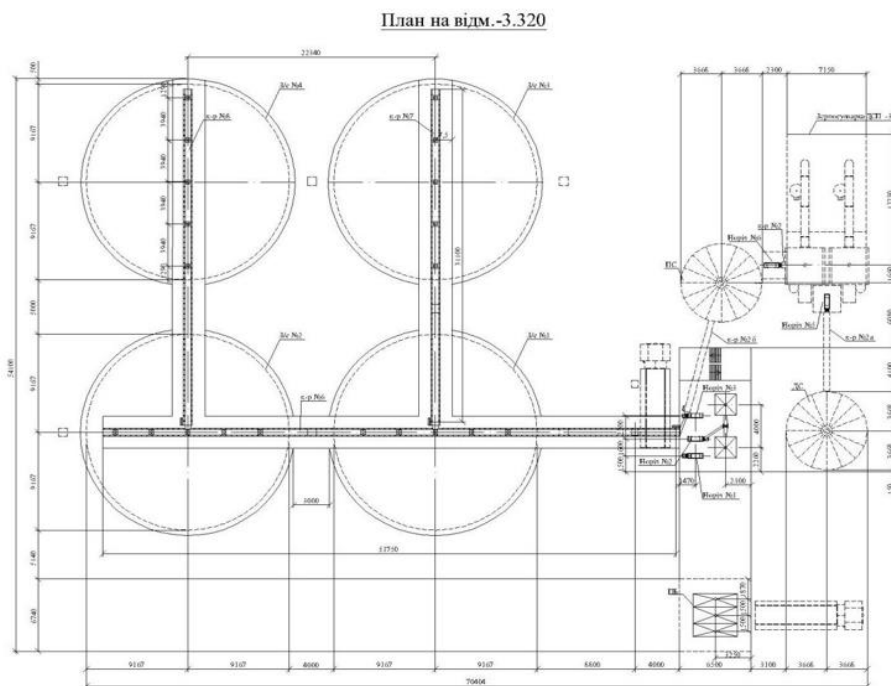


Рисунок 3.8 – План ув'язування силосів з робочою баштою

Остаточний вибір розмірів робочої башти в плані з отриманих варіантів робимо після аналізу ув'язування кожного з них із силосним корпусом обраного розміру [12].

3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП

Схему розміщення й ув'язування основних будівель і споруд елеватора вибираємо на основі вивчення досвіду компонування споруд діючих підприємств, що відносяться до різних ланок елеваторної галузі.

На рис. 3.9 представлено компонування основних будівель на міні-елеваторі.

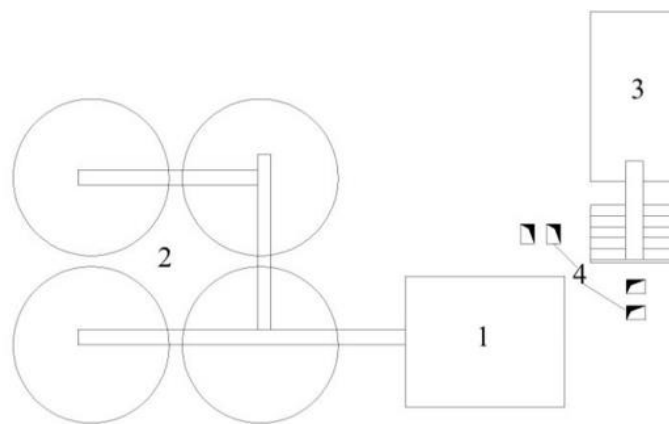


Рисунок 3.9 – Варіант розміщення зерносушарки на елеваторі

1 – робоча башта; 2 – силоси; 3 – зерносушарка; 4 – норії зерносушарки

3.5.1 Визначення висот поверхів робочої башти і силосів елеватора

До розрахунку висот поверхів робочої башти і силосних корпусів проєктованого елеватора приступаємо після креслення їхніх планів у масштабі 1:200.

Висоту кожного виробничого поверху робочої башти і силосного корпусу обчислюємо по диктуючій лінії. Вона складається із суми висот: необхідних для монтажу устаткування; машини, установленної на поверсі; вертикальної проєкції диктуючого самопливу, який подає на неї зерно; деталей самопливу (засувки, перекидних клапанів, секторів, введів, скидних коробок, насипних лотків і ін.).

Висоту встановлюваного на поверсі устаткування вибираємо за альбомом нормалей.

Вертикальну проєкцію диктуючого самопливу ($h_{д.с.}$) визначаємо за формулою

$$h_{д.с.} = a \cdot \operatorname{tg} a, \text{ м}, \quad (3.15)$$

де a – величина горизонтальної проєкції диктуючого самопливу, мм (виміряємо з урахуванням масштабу на планах відповідних поверхів проєктованого елеватора);

a – кут нахилу зернового самопливу (величину приймаємо 45° для сирого зерна більшості культур; відповідно до сипкості культури для спеціалізованих елеваторів, наприклад, для зберігання рису).

$$h_{д.с.} = 2550 \cdot \operatorname{tg} 45 = 2,55 \text{ м}$$

Висота, необхідна для монтажу й обслуговування встановленого на поверсі устаткування приймаємо за правилами [12].

Отримані значення висот виробничих поверхів робочої башти і силосів остаточно приймаємо кратними 1,2.

Висоти поверхів надсепараторних, відпускних накопичувальних і верхніх оперативних бункерів, а також підсепараторних, приймальних накопичувальних і нижніх оперативних бункерів обчислюємо після розрахунку висот виробничих поверхів робочої башти і силосних корпусів.

3.5.2 Розрахунок висоти поверху башмаків норій робочої башти елеватора

Висоту поверху башмаків норій ($H_{б.н.}$), розраховуємо як:

$$H_{б.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9, \text{ м}, \quad (3.16)$$

де h_1 – висота підставки під башмак, призначеної для зручності спорожнювання норії при завалі, м;

h_2 – відстань від нижньої крайки башмака до прийомного носка норії, м;

h_3 – висота введення самопливу в прийомний носок норії, м;

h_4, h_6 – висоти секторів, які входять у лінію, що диктує, м;

$h_5 = a \times \operatorname{tg} a$ – величина проєкції самопливу, що диктує, на вертикальну площину, м;

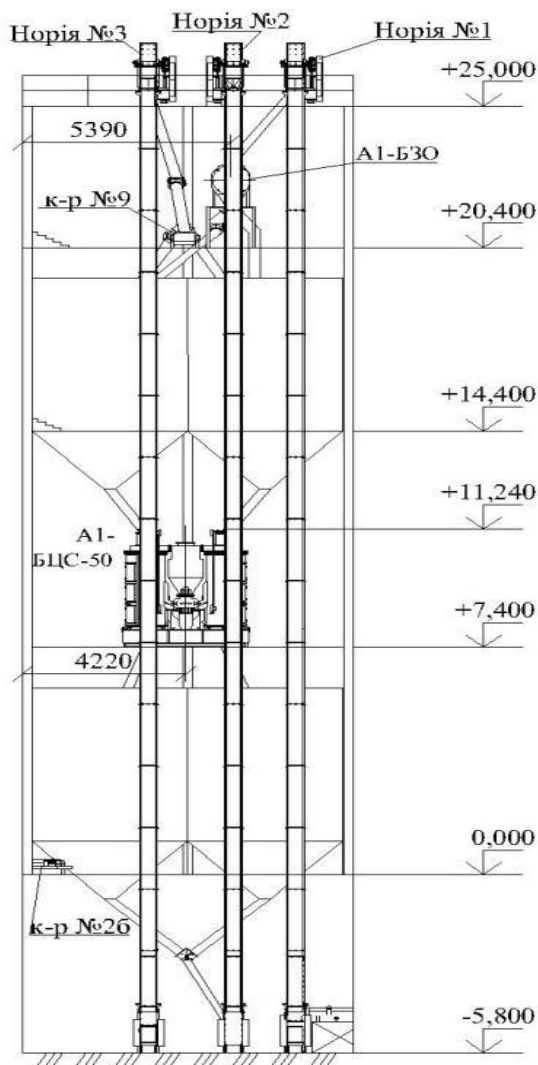
h_7, h_8 – висоти, обумовлені конструкцією скидальної коробки підсилюючого конвеєра, м;

$h_9 = 0,5...0,6$ м – висота, необхідна для монтажу і ремонту скидальної коробки підсилюючого конвеєра.

$$H_{б.н.} = 0,3 + 1,3 + 1,7 + 0,3 + 1,0 + 0,3 + 0,2 + 0,2 + 0,5 = 5,80 \text{ м}$$

У висоту поверху башмаків норій можуть входити ще один чи два сектори. Загальне число секторів визначаємо розміщенням конвеєрів і норій на плані поверху.

3.5.3 Розрахунок висот поверхів зерноочисних машин робочої башти елеватора



Висоту поверху сепараторів основного очищення складаємо:

$$H_c = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6, \text{ м}, \quad (3.17)$$

де h_1 – висота розташування прийомної коробки сепаратора, м [12];

h_2 – висота введення самопливної труби в прийомну коробку, м [12];

h_3, h_5 – висоти секторів самопливної труби, м;

$h_4 = a \times \text{tg } a$ – величина проєкції диктуючої самопливної труби, на вертикальну площину, м;

h_6 – висота косої патрубку під бункером, м [12];

$$H_c = 3,84 + 0,2 + 0,6 + 1,31 + 0,6 + 0,45 = 7,0 \text{ м}.$$

Рисунок 3.10 – Розрахункові висоти робочої будівлі

3.5.4 Розрахунок висоти поверху голівок норій робочої башти елеватора

При установці норій паралельно довгій вісі робочої башти [12], коли самоплив, що подає зерно з норії в скальператор, розташований під прямим кутом до подовжньої вісі норії, висоту поверху голівок норій складаємо:

$$H_{г.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5, \text{ м}, \quad (3.18)$$

де $h_1 = 0,5 \dots 0,6$ м – монтажна висота;

h_2, h_3 – висоти, обумовлені конструкцією норії, м;

h_4 – висота спеціального патрубку, м;

$h_5 = a \times \text{tg } a$ – величина проєкції самопливу, що диктує, на вертикальну площину, м.

$$H_{г.н.} = 0,5 + 0,3 + 0,3 + 0,4 + 0,6 = 2,1 \text{ м.}$$

3.5.5 Розрахунок висот поверхів верхніх і нижніх бункерів робочої башти елеватора

Сумарну висоту верхніх і нижніх бункерів робочої башти елеватора визначаємо формулою:

$$H_{н.б.} + H_{в.б.} = (h_{10} + H_{п.п.} + h_{11} + h_{12}) - (H_{б.н.} + H_{к.с.} + H_c), \text{ м}, \quad (3.19)$$

де h_{10} – висота силосів (без підсилосної воронки), м;

$H_{п.е.}$ – висота підсилосного поверху, м;

h_{11} – різниця заглиблення робочої башти і силосного корпусу (по рівнях підлог), м;

$H_{б.н.}$ – висота поверху башмаків норій, м;

$H_{н.б.}$ – висота нижніх бункерів робочої башти елеватора, м;

$H_{к.с.}$ – висота поверху контролю відходів, м;

H_c – висота поверху сепараторів основного очищення, м;

$H_{в.б.}$ – висота верхніх бункерів робочої башти елеватора, м;

$h_{12} = h_{12}' + h_{12}'' = 0,6$ м, де h_{12}' – товщина надсилосної плити; h_{12}'' – товщина заплічок підвісної залізобетонної збірної воронки (при збірній конструкції силосного корпусу). У робочій башті повнозбірних елеваторів

$$h_{11} = 0 \text{ [10].}$$

$$H_{н.б.} + H_{в.б.} = (22,9 + 1,3 + 0,6) - (5,8 + 7) = 12 \text{ м.}$$

Приймаємо $H_{в.б.} = H_{н.б.} = 6$ м.

3.5.6 Визначення розривів між робочою баштою і силосним корпусом елеватора

Відстань між силосним корпусом і робочою баштою визначаємо з урахуванням підйому підсилосного конвеєра для забезпечення спаду зерна в норії. У нашому випадку підсилосний конвеєр розташовується вище за башмаки норії тому розрахунок підйому конвеєру не проводимо. Відстань між силосами та робочої будівлею складає 13 м, згідно з правилами пожежної безпеки [12].

3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів

Накопичувальні та оперативні бункери – це ключові вузли, що забезпечують безперервність роботи та гнучкість управління потоками зерна або інших сипучих матеріалів.

Таблиця 3.4 – Функції накопичувальних та оперативних бункерів

Тип бункера	Основна функція	Роль у процесі
Оперативні (витратні) бункери	Тимчасове зберігання невеликих об'ємів продукту безпосередньо перед або після конкретної технологічної операції.	Регулюють і дозують подачу продукту на сушарки, очисні машини, ваги або лінії відвантаження. Вони служать "буфером" для забезпечення рівномірного завантаження обладнання.
Накопичувальні (транзитні) бункери	Короткочасне або проміжне зберігання більших об'ємів продукту між основними етапами.	Накопичують продукт для подальшої обробки або відвантаження. Дозволяють, наприклад, тимчасово прийняти велику партію з транспорту, перш ніж її поступово подадуть на очистку або сушіння, або навпаки – зібрати вже оброблене зерно перед відправкою у великі силоси.

Згладжування піків: Різне обладнання (приймання, очищення, сушіння, відвантаження) має різну продуктивність. Бункери, особливо накопичувальні, дозволяють прийняти велику партію зерна з автотранспорту швидко, а потім подавати його на очистку повільно і рівномірно.

Захист від простоїв: Якщо одна машина (наприклад, сушарка) тимчасово зупинилася, зерно з попередньої ділянки (наприклад, очищення) може накопичуватися у бункері, не зупиняючи весь ланцюжок.

Оперативні бункери часто встановлюються безпосередньо над високоточним обладнанням, наприклад, вагами (для комерційного обліку) або сушарками (для точної подачі). Вони забезпечують стабільну, контрольовану подачу матеріалу, що є необхідною умовою для якісної роботи цих агрегатів.

Бункери дозволяють легко перенаправляти потоки зерна. Наприклад, накопичувальний бункер може тимчасово зберігати партію, яка має очікувати на звільнення певного силосу, або партію, яка потребує додаткової обробки (якщо вона не пройшла контроль якості).

Вони дають можливість обробляти різні партії зерна паралельно або послідовно, не змішуючи їх.

При прямому пересипанні зерна з одного транспортера на інший існує ризик перевантаження або недовантаження. Бункер виступає як гасник динамічних коливань, забезпечуючи стабільне навантаження на норії та конвеєри, що продовжує термін їхньої служби.

Спеціальні відвантажувальні бункери використовуються для швидкого та масового завантаження залізничних вагонів або автомобілів. Вони дозволяють накопичити точну комерційну партію зерна, а потім вивантажити її миттєво, мінімізуючи час простою транспорту.

Після остаточного визначення розмірів робочої башти, числа, розмірів і призначення її верхніх і нижніх бункерів обчислюємо їхню місткість.

При використанні наближеного способу її визначення застосовуємо формулу:

$$E_{\zeta} = \psi \cdot \gamma \cdot A \cdot B \cdot h, \quad (3.20)$$

де ψ – коефіцієнт використання обсягу;

γ – об'ємна маса зерна(приймається звичайно $\gamma = 0,75 \text{ т/м}^3$);

A і B – довжина і ширина бункера відповідно, м ;

h – висота бункера, м .

Отримані значення вносимо у табл. 3.5 приведеної нижче форми [10].

Таблиця 3.5 – Місткість бункерів і силосів елеватора

№ поз.	Призначення бункеру	умовне позначення на плані	Розміри			Коефіцієнт використан ня об'єму, ψ	Місткість, т	
			AA м	BB м	Hh м		одного бункера, т	усіх бункері в, т
1	Надсепараторн ий	НСБ1, НСБ2	44	44	77	0,73	60	120
2	Підсепараторн ий	ПСБ1, ПСБ2	44	44	77	0,73	60	120
3	Приймальний	ПБ	44	44	44	0,82	40	40
4	Відпускний накопич.	ВНБ	44	44	44	0,65	40	40
Місткість бункерів загальна								320

3.7 Проектування робочої схеми руху зерна і відходів РСРЗіВ міні-елеватора

Черговість і взаємний зв'язок окремих етапів виробничого процесу представляємо у вигляді схем, що дають наочне уявлення про місце транспортних і технологічних операцій в технологічному процесі.

При характеристиці технологічного процесу зерносховищ використовуємо три види схем: структурну, принципову і робочу (технологічну). Ці схеми у названій послідовності по мірі конкретизації впливають одна з іншої.

Структурною схемою називають схему, що показує послідовність і взаємозв'язок виконуваних операцій із зерном. Принципова схема – це конкретизована структурна схема, що показує взаємозв'язок транспортного, вагового, технологічного обладнання, накопичувальних і оперативних бункерів, що забезпечують обробку зерна в потоці. Ця схема показує, на якому устаткуванні повинна бути виконана конкретна операція і місце операційних бункерів.

Технологічна або робоча схема руху зерна та відходів (РСРЗіВ) – це конкретизована принципова схема, що відображає зв'язок між усім транспортним, технологічним, ваговим устаткуванням, що є на елеваторі, оперативними і накопичувальними бункерами з вказанням: номера, типу, кількості і продуктивності машин, що беруть участь в технологічному процесі; номери та місткості оперативних і накопичувальних ємностей, а також складів. РСРЗіВ в

процесі експлуатації зерносховища є головним виробничим документом, що регламентує і визначає хід технологічного процесу.

До РСРЗіВ складаємо таблицю місткостей, в якій вказують найменування, кількість і позначення оперативних і накопичувальних бункерів і їх місткість. Вона дозволяє оцінити можливість формування вступників партій зерна за якістю і масі, а також місткість елеватора.

До схеми руху зерна докладаємо таблицю основних ходів, що дозволяє оцінити гнучкість РСРЗіВ. Таблиця ходів дозволяє: - швидко і безпомилково визначити норію, за допомогою якої може бути виконана задана операція. Вона складається з двох частин: лівої і правої. У лівій частині вказані нижні бункери, з яких норії приймають зерно, а в правій верхні бункери, в які норії подають зерно. Можливість виконання норією тієї чи іншої операції показуємо знаком "X" у клітці перетину стовпців обладнання або конвеєрів з рядком, що відповідає норії [13].

Число заповнених клітин показує наявність можливих маршрутів руху зерна, характеризує гнучкість РСРЗіВ і оперативні можливості елеватора.

На аркуші 4 приведена РСРЗіВ міні-елеватора. На робочій схемі руху зерна і відходів приведені три норії продуктивністю $Q = 100$ т/год, які встановлені у робочій башті міні-елеватору.

Для розподілу зерна по різним напрямкам (маршрутам) передбачені клапани перекидни двобічні типу КДЭ-5 з електроприводом. Подачу зерна у силоси на зберігання подають надсилосними конвеєрами, з продуктивністю $Q=100$ т/год кожний, (скребковий конвеєр № 3 и– перший і другий силос, № 4 – у третій і №5 – у четвертий).

Основне очищення зерна передбачено на сепараторі А1-БЦС-50, але поперше зерновий потік обробляється на скальператорі А1-БЗО продуктивністю 100 т/год.

В схемі також передбачено зерносушарка, яка знаходиться поряд з робочою баштою міні-елеватору. ZEO-DSP-32 – зерносушарка, яка являє собою установку відкритого типу з двоступеневим режимом сушки и складається з 2 паралельно

працюючих сушарних шахт зі збірних металоконструкцій. Кожна шахта має 7 секцій и по висоті поділяється на 3 зони. Перша зона (сушки) розташована у верхній частині шахти, друга зона - у середній, а третя (охолодження) - у нижній частині шахти. Агент сушки у камеру нагріву нагнітається 2 вентиляторами Ц4-70№12 для 1 зони та Ц4-70№10 для другої зони. Для захисту шахт от попадання атмосферних опадів встановлюються запобіжні козирки, вироблені з оцинкованої стали. Під охолоджувальними камерами встановлені затвори періодичної дії, з яких зерно подається на конвеєр, и далі на норію в силос.

Приймання зерна з автотранспорту. Приймання зерна з автотранспорту відбувається одним потоком з продуктивністю $Q=100$ т/год. Зерно на підприємство приходить автомобільним транспортом, який попередньо проходить відбір проб та зважування на ваговій. За згодою лабораторії, відповідно до якості зерна, автомобілі направляються на розвантаження. Прийом зерна ведеться з автомобилів-самоскидів у приймальний бункер. Зерно з автомобилів потрапляє до приймального бункера місткістю 40 т, з бункера зерно подається на приймальний стрічковий конвеєр №1, продуктивністю 100 т/год, який розміщений у підземні галереї. З цього конвеєра зерно подається на норію робочої башти.

Очищення зерна в потоці. При очищенні зерна в потоці приймання, з норії №1 продуктивністю 100 т/год, зерно через перекидні клапани та самопливні труби в машину попереднього очищення – скальператор барабанний А1-БЗО призначений для виділення грубих великих сторонніх і соломистих домішок з метою захисту від засмічення приймально-розподільних пристроїв подальшого зерноочисного обладнання. Вихідна зернова суміш надходить рівномірно через приймальний патрубок по лотку всередину приймальної частини решітного циліндра. Проходячи через отвори очищене від домішок зерно за випускного патрубка, освіченій нижніми похилими стінками корпусу, виводиться з скальператору і подається на подальшу переробку. Відібрані домішки, поступово переміщуючись до відкритої частини решітного циліндра, звільняються від застряглих в них зерен і скидаються шнеком в випускний патрубок для відходів. Після попереднього очищення з допомогою перекидного клапана

сухе зерно відправляється на основне очищення в сепаратор А1-БЦС-50 з продуктивністю $Q=50$ т/год, попередньо накопичуючись у надсепараторних бункерах (№1 або №2) або на сушіння. Перевагами даного сепаратора є:

- якість очищення. Використання даного сепаратора дає можливість отримання якісного товарного зерна;
- низьке енергоспоживання в порівнянні, з іншого зерноочисної технікою, економія електроенергії становить від 30%.

Відходи після сепараторів самопливними трубами подаємо до бункерів для відходів. Зерно їде у підсепараторні бункера у відповідності з надсепараторними. Норією №2 очищене зерно може подаватися на скребковий конвеєр №3 продуктивністю 100 т/год, який подає зерно в один з чотирьох силосів на зберігання, за допомогою конвеєрної галереї та двох скребкових конвеєрів №4 та №5 з продуктивністю 100 т/ч, місткість кожного силосу становить 4734 т.

Процес сушіння зерна. Сушіння зерна проводиться в потоці приймання. Подачу зерна на сушіння забезпечує норія №1, $Q = 100$ т/год, яка через перекидний клапан подає зерно у досушарний бункер ємністю 240 т, для забезпечення роботи зерносушарки на 8 год. Далі за допомогою спеціалізованої норії №4, $Q=100$ т/год їде подача безпосередньо у сушарку ZEO-DSP-32. Шахтні зерносушарки ZEO є установкою відкритого типу з двоступінчастим режимом сушіння і складаються з двох паралельно працюючих сушильних шахт зі збірних металевих конструкцій. Кожна шахта має 7 секцій і по висоті розділяється на 3 зони. Перша зона розташована у верхній частині шахти, друга зона – в середній, а третя – у нижній частині шахти. Агент сушіння в камеру нагрівання і сушіння нагнітається двома вентиляторами. Під зоною охолодження встановлені випускні затвори періодичної дії і підсушильний бункер.

Переваги сушарки:

- простота і надійність експлуатації;
- короткі терміни монтажу і подальшого ремонту;
- витрати енергоносіїв знижені на 30-35%;
- низький відсоток битого зерна;

– можливість сушіння різних видів культур.

Після сушіння зерно післясушильним стрічковим конвеєром №2б, $Q=100$ т/год, подається на спеціалізовану норію №5, з продуктивністю $Q=100$ т/год і подається в післясушильний бункер місткістю 240 т відповідно.

Потім за допомогою стрічкового конвеєру №2б з післясушильного бункеру подаємо на норію №3, продуктивністю 100 т/год, просушене зерно відправляється у надсепараторний бункер №2 або №1 і далі на сепаратор А1-БЦС-50.

Зберігання зерна. Зберігання зерна здійснюється у металевих силосах марки СМВУ 183.15.В12 виробництва Карловського машинобудівельного заводу, місткістю 4734 т кожний, загальна місткість зерносховища відповідно складає 18936 т. Кожний силос являє собою самостійну механізовану одиницю з надсилосними галереями з системою скребкових конвеєрів для завантаження сховища і підсилосними галереями з стрічковими конвеєрами для вивантаження зерна. Норія № 2, $Q = 100$ т/год, може подати зерно на скребковий конвеєр №3 верхній галереї силосів, а далі на відповідні скребкові конвеєри №4 і №5 забезпечують завантаження силосів. Скребковий конвеєр № 4, верхньої галереї, може направити зерно на скребковий конвеєр № 5, $Q = 100$ т/год, який подає зерно у силос №4.

Відпуск зерна. Вивантаження йде за необхідності окремо з кожного силосу за допомогою конвеєрів №6-№8 ($Q=100$ т/год), які передають зерно далі на норію №3, яка за допомогою стрічкового конвеєра №9 ($Q=100$ т/год) завантажує відпускний накопичувальний бункер місткістю 40 т, для безпосереднього завантаження автомобілю.

Аналіз РСРЗіВ. Лінія приймання зерна з автомобільного транспорту включає приймальний бункер та стрічковий конвеєр, яким зерно подається на башмак основній норії. Якщо надходить сухе зерно, то з норії через скальператор зерно подається на сепаратор основного очищення, а потім направляється на зберігання. Якщо вологе та сире зерно – норія подає його через скальператор в досушильні силоси на сушіння.

Лінія очищення на міні-елеваторі представлена машиною попереднього очищення, в якості якого використовуємо скальператор та машиною основного очищення – сепаратор. На лінію очищення подається зерно, яке надійшло (сухе і сире) та зерно, яке направляють на очищення після сушіння.

Лінія сушіння відповідає сучасним вимогам, в ній передбачені до- та після-сушільні силоси. У лінії сушіння зерна вологе і сире зерно із досушільного силоса ДС (E=240т) подається в зерносушарку ZEO-DSP-32 (Q=32 пл. т/год). З зерносушарки просушене зерно подається в післясушільні силоси ПС (E=240т). До- та післясушільні силоси, які представлені на схемі, розраховані на місткість, що забезпечує не менш ніж вісім годинну роботу зерносушарки. Після сушіння зерно потрапляє обов'язково на очищення.

Зберігання передбачено у силосах круглого перерізу з плоским днищем. Кількість – 4, місткістю 4734 т кожний, загальна місткість для зберігання – 18936 т та всього по елеватору – 19736 т.

Лінія відпуску зерна на автомобільний транспорт відповідає сучасним вимогам. Починається із силосів підсилосними конвеєрами надходить в башту до норії, яка подає зерно в відпускний скребковий конвеєр на автомобільний транспорт, яким воно подається у відпускний накопичувальний бункер на автомобільний транспорт ВНБ (E=40т), з якого подається самопливом у кузов або причеп автомобіля.

3.8 Зведений графік роботи елеватора

3.8.1 Розрахунки до побудови зведеного графіка роботи підприємства

Призначення зведеного графіка роботи елеватора. Графо-аналітичний метод, що лежить в основі оперативного розрахунку зерносховищ – це метод, що дозволяє оцінити ефективність технологічного процесу, виявити диспропорції в ньому та запровадити наукову організацію роботи на елеваторі. Він лежить в основі побудови експлуатаційного зведеного добового графіка роботи елеватора або його роботи в першу, найбільш напружену зміну.

Зведений графік дозволяє проаналізувати завантаження основного транспортного, зерноочисного та зерносушильного обладнання оцінити роботу приймально-відпускних ліній елеватора і оперативних бункерів [12, 13].

Розрахунок зовнішньої роботи по прийманню зерна з автомобільного транспорту

Для приведення у графіці роботи потоку, приймаючого зерно з автомобільного транспорту, необхідно, використовуючи дані про його добове надходження і якості (частинах сирого, вологого и сухого зерна у загальному об'ємі), розрахуємо: Маса зерна, яка надходить у першу зміну:

$$A_{np1cm} = 0,45 \cdot A_{np c} \quad (3.21)$$

де $A_{np c}$ – добовий об'єм приймання зерна з автотранспорту, т/добу;
0,45 – доля зерна яке надходить у першу зміну [10].

$$A_{np1cm} = 0,45 \cdot 1360 = 623,3 \text{ т}$$

Продуктивність наповнення приймального бункеру:

$$Q_{n1cm} = A_{np1cm} / (n \cdot t), \text{ т/год}, \quad (3.22)$$

де n – кількість бункерів, що одночасно заповнюються, шт.; t – час роботи першої зміни, приймаємо $t=12$ год.

$$Q_{n1cm} = 623,2 / (1 \cdot 12) = 52 \text{ т/год},$$

Час наповнення бункеру:

$$t_n^{ПБ} = (60 \cdot E_n) / Q_{n1cm}, \text{ хв.} \quad (3.23)$$

де E_n – місткість приймального бункеру дорівнює 40 т.

$$t_n^{ПБ} = (60 \cdot 40) / 52 = 46 \text{ хв.}$$

Час випорожнення приймального бункера:

Для сухого зерна:

$$t_g^{ПБсух.} = (60 \cdot E_n) / (Q_n \cdot K_g) \text{ хв.}, \quad (3.24)$$

де Q_n – продуктивність основних норій, т/год;

K_g – коефіцієнт використання норії на даної операції;

$$t_g^{ПБсух.} = (60 \cdot 40) / (100 \cdot 0,8) = 30 \text{ хв.},$$

для сирого зерна:

$$t_g^{ПБ} = (60 \cdot E_n) / (Q_n \cdot K_g) \text{ хв.}, \quad (3.25)$$

$$t_6^{ПБ} = (60 \cdot E_n) / (Q_n \cdot K_e) = 28 \text{ хв.},$$

Розрахунок зовнішньої роботи міні-елеватора по відпуску зерна на автомобільний транспорт

Час наповнення відпускового накопичувального бункеру:

$$t_n^{БНБ} = (60 \cdot E_n) / (Q_n \cdot K_e), \text{ хв.}, \quad (3.26)$$

$$t_n^{БНБ} = (60 \cdot 40) / (100 \cdot 0,85) = 28 \text{ хв.},$$

Час випорожнення відпускового накопичувального бункеру:

$$t_6^{БНБ} = (60 \cdot E_n) / Q_6 \quad (3.27)$$

де Q_6 – продуктивність випорожнення відпускового накопичувального бункеру, т/год;

$$t_6^{БНБ} = (60 \cdot 40) / 20 = 120 \text{ хв.},$$

Розрахунок внутрішньої роботи елеватора по очищенню зерна

Час очищення зерна:

$$t_{оч} = (60 \cdot E_n) / (Q_c \cdot K_u), \text{ хв.}, \quad (3.28)$$

Q_c – продуктивність сепаратора, т/год;

K_u – коефіцієнт використання сепаратора.

$$t_{оч} = (60 \cdot 40) / (50 \cdot 0,8) = 60 \text{ хв.},$$

Час прибирання зерна з підсепараторних бункерів:

$$t_{np} = (60 \cdot E_n) / (Q_n \cdot K_{in}), \text{ хв.}, \quad (3.29)$$

$$t_{np} = (60 \cdot 40) / (100 \cdot 0,8) = 30 \text{ хв.},$$

Розрахунок внутрішньої роботи міні-елеватора по сушці зерна

Час сушіння зерна складає:

$$t_c = (60 \cdot E_n) / Q_{з/с}^{3/c} / K_{ср.вз}, \text{ хв.}, \quad (3.30)$$

де $Q_{з/с}$ – продуктивність зерносушарки, пл.т;

$K_{ср.вз.}$ – середньозважений коефіцієнт переведення планових тон сушіння у фізичні [10].

Визначаємо середньозважений коефіцієнт переведення планових тон в фізичні

$$K_{срзв} = L_0 \cdot K_0 + L_1 \cdot K_1 + L_2 \cdot K_2 / L_0 + L_1 + L_2 \quad (3.31)$$

Доли зерна різної вологості: $a_0 = 0,60$ – сухе; $a_1 = 0,20$ – сире; $a_2 = 0,20$ – вологе.

коефіцієнти для зерна різної вологості: $K_0 = 0$ – сухе; $K_1 = 0,76$ – вологе; $K_2 = 1,56$ – сире.

$$K_{срзв} = 0,20 \cdot 0,76 + 0,2 \cdot 1,56 / 0,20 + 0,20 = 1,16$$

Таким чином час сушіння складає:

$$t_c = (60 \cdot 40) / (32 \cdot 1,16) = 87 \text{ хв}, \quad (3.32)$$

Час прибирання просушеного зерна:

$$t_{np} = (60 \cdot E_n) / (Q_n \cdot K_i), \text{ хв}, \quad (3.33)$$

$$t_{np} = (60 \cdot 40) / (100 \cdot 0,85) = 28 \text{ хв},$$

За наведеними даними будемо зведений графік роботи міні-елеватору (аркуш 5).

3.8.2 Аналіз побудованого зведеного графіка і визначення узагальнених показників роботи основних норій підприємства

Далі по розрахунковим даним будемо зведений графік для проведення оцінки ефективності роботи елеватору (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Об'єми робіт міні-елеватора з витратами часу (т/хв.)

Перелік операцій що, виконуються у зведеному графіку					
Норії	ПО	ПС	УПО	НВ	Всього
	Коефіцієнт використання норій				
	КВ1=0,8	КВ1=0,85	КВ1=0,8	КВ1=0,85	
1	$\frac{9 * 40}{9 * 30}$	$\frac{6 * 40}{6 * 30}$	-	-	$\frac{600}{438}$
	-	$\frac{6 * 40}{6 * 28}$	$\frac{8 * 40}{8 * 30}$	-	$\frac{560}{408}$
3	-	-	-	$\frac{4 * 40}{4 * 28}$	$\frac{160}{112}$
Всього	$\frac{360}{270}$	$\frac{480}{336}$	$\frac{320}{240}$	$\frac{160}{112}$	$\frac{1320}{958}$

Умовні позначення до табл. 3.5:

ПО – партія сухого зерна на очищення;

ПС – партія сирого зерна на сушку;

УПО – партія прибирання очищеного зерна;

НВ – партія відпуску зерна на автотранспорт.

Визначення коефіцієнтів використання норій міні-елеватору

Коефіцієнт використання основних норій за часом:

$$K_{\tau} = \Sigma T / (n \times \tau \times 60), \quad (3.34)$$

де ΣT – загальний час роботи норій, хв.;

n – кількість норій;

τ – час роботи першої зміни.

$$K_{\tau} = 958 / (60 \times 4 \times 12) = 0,33$$

Коефіцієнт використання основних норій за продуктивністю:

$$K_Q = \Sigma E / (n \times \tau \times Q), \quad (3.35)$$

де ΣE – загальний об'єм робіт, т;

n – кількість норій;

τ – час роботи першої зміни.

$$K_Q = 1320 / (100 \times 4 \times 12) = 0,27$$

Середньозважений коефіцієнт:

$$K_Q = \Sigma (E_i \times K_{ei} + \dots + E_n \times K_{en}) / \Sigma E \quad (3.36)$$

де E – об'єм робіт на даній операції, т;

K – коефіцієнт використання норій на даній операції.

$$K_Q = 0,8 \times 360 + 0,85 \times 480 + 0,8 \times 320 + 0,85 \times 160 / 1320 = 0,82$$

Перевірка:

$$K_Q = K_{\tau} \times K_{cp,ez} = 0,33 \times 0,82 = 0,27 \quad (3.37)$$

Перевірка показує, що графік побудовано вірно, так як множення коефіцієнтів використання норій по часу та середньозваженого співпадає з значенням коефіцієнта норій по продуктивності.

Висновки

Аналіз РСРЗіВ і зведеного графіку міні-елеватору у першу, найбільш напружену зміну показує що:

– лінію приймання зерна з автомобільного транспорту забезпечують розвантаження автомобілів без простоїв;

- місткість приймального бункеру забезпечує виконання робіт запланованих у першу зміну, но не дозволяє формувати партії зерна по якості більшої маси;
- сепаратор забезпечує очищення зерна у потоці приймання, но місткість над- і підсепараторних бункерів використовується не ефективно;
- зерносушарка дозволяє просушити усе сире і вологе зерно;
- лінія відпуску зерна на автомобільний транспорт забезпечує виконня робіт запланованих у першу зміну;
- перевірка показує, що зведений графік змінної роботи міні-елеватора побудований вірно;

Основні норії міні-елеватора працюють задовільно.

3.9 Система управління роботою елеватора

Сучасний елеватор являє собою комплекс високомеханізованих технологічних ліній на яких всі роботи, що пов'язані з прийманням, обробкою зерна його зберігання і відвантаженням повністю механізовані.

За обслуговуючим персоналом залишаються функції настройки виробничого процесу, управління та контролю за зерном, що зберігається.

В технологічному процесі елеватора всі машини і механізми об'єднані в маршрути, які складаються із груп машин, механізмів та приладів, які забезпечують переміщення зерна із однієї місткості в іншу. До складу маршруту входить також аспіраційне обладнання, яке знепилює транспортерні машини, силоси, бункери.

Початком маршруту вважається засувка під силосом, або бункером, що спорожнюються, а кінець – верхній вимірювальний перетворювач (датчик) силосу або бункеру, що заповнюється.

Технологічний процес елеватора передбачає часту перестройку маршрутів руху зерна. Ефективне використання виробничих потужностей технологічних ліній та оперативної можливості елеватора залежить від часу, який витрачається

на перестройку маршруту, стабільності роботи машин, їх автоматичного відключення при аварії або при неправильній настройці маршруту руху зерна.

Наведено вище здійснюється на запроєктованому елеваторі використанням диспетчерського управління всіма операціями із частковою або повною автоматизацією окремих процесів.

Між диспетчером та робітниками елеватора передбачено надійно працюючий телефонний та селекторний зв'язок.

З допомогою пульта управління диспетчер засобами зв'язку та автоматики здійснює автоматизоване управління виробничими процесами і отримує необхідну інформацію про хід процесу. На диспетчерському столі встановлені телефони, мікрофон, гучномовці, пошукові та викликні кнопки, ключі управління, на щиті сигналізації – вимірювальні прилади, візуальні та світлові покажчики мнемонічних схем виробничого процесу [28-30].

Схема ДАУ елеватора обладнана пультами єдиної конструкції. До її складу входять: диспетчерський стіл та щит сигналізації.

На вертикальній панелі щита сигналізації зображена мнемонічна схема із символами (та вмонтованими в них сигнальними лампами) машин і механізмів, встановлених в елеваторі.

Положення клапанів, засувки, робота електродвигунів та заповнення бункерів фіксується загорянням сигнальних ламп.

Кольори сигнальних ламп мають наступну відповідність: зелений – положенню засувки, клапанів, поворотних труб; білий – роботі електродвигунів машин; червоний – верхньому рівню зерна в бункерах а також – аварійному сигналу; жовтий – середньому та нижньому рівням зерна в бункерах та попередженню.

У верхній частині щита розміщені амперметри, які показують завантаження норій, а отже і завантаження технологічних ліній, в яких вони працюють.

У бокових частинах панелі щита розміщені символи силосів із вмонтованими в них лампами, які сигналізують про відкриття підсилосних та надсилосних засувок.

На похилій панелі диспетчерського столу розміщені кнопки управління електродвигунами машин і механізмів елеватора та кнопки включення попереджувальної сигналізації про дистанційний запуск машин та механізмів.

Дистанційне автоматичне управління електродвигунами обладнання елеватора здійснюється персональною ЕОМ яка встановлена в диспетчерській і передбачає управління технологічною поточно-транспортною системою елеватора, контроль і сигналізацію роботи обладнання і заповнення місткостей а також передбачає можливість програмним шляхом розширити інформацію диспетчера про завантаження силосів сховища культурами їх кількісних та якісних характеристиках на основі автоматичної комп'ютерної обробки баз даних, які створенні шляхом введення кількісних та якісних параметрів культури, її маси та вихідної температури [21, 22].

До автоматизованих об'єктів управління елеватора відноситься все транспортує технологічне і аспіраційне обладнання у відповідності зі схемами блокувальних залежностей.

Як об'єкт управління маршрутами елеватора (зерносховище) являє собою сукупність наступних механізмів, машин та пристроїв:

- 1) засувки під місткостями (запорні пристрої);
- 2) спрямовуючі пристрої (перекидні клапани, завантажувальні візки);
- 3) транспортуючі машини (норії, конвеєри);
- 4) технологічні машини (сепаратори, зерносушарки);
- 5) механізми аспіраційних мереж, які видаляють із зернової маси пил та відходи (вентилятори, циклони, фільтри, шлюзові затвори).

У відповідності з технологічною схемою транспортуючі машини і механізми, спрямовуючі і запірні пристрої, які забезпечують переміщення зерна із вихідної місткості в кінцеву утворюють технологічний маршрут.

Маршрути бувають норій ні та безнорійні. До останніх відносяться всі маршрути, які безпосередньо не пов'язані з роботою основних норій (сепараторні, сушильні та інші). Норійні маршрути утворюються з обов'язковою участю основних норій. Кількість одночасно працюючих норій, конкретного зерносховища (елеватора).

Технологічна схема (РСРЗІВ) передбачає можливість набору декількох маршрутів з використанням кожної з норій. В цих маршрутах завжди приймають участь пов'язані з норією надваговий бункер, ваги, підваговий бункер. Їх сукупність утворює вхідний напрямок (приймання зерна із різних видів транспорту, із підсилованих конвеєрів та інше).

Механізми і місткості, які приймають участь у відпуску зерна з норійного комплексу, утворюють вихідні напрямки (завантаження силосів через надсиловні конвеєри, завантаження надсепараторних бункерів, відпуск зерна на залізничний, водний та автомобільний транспорт та інше).

Таким чином, норійний маршрут визначають вибраним норійним комплектом, вхідним та вихідним напрямками. Вибір механізмів і положень спрямовуючих пристроїв, які приймають участь у вхідному та вихідному напрямках, визначається початковою та кінцевою місткостями.

Алгоритми управління маршрутами реалізують задану послідовність управління електроприводами відповідних машин, механізмів, спрямовуючих і запорних пристроїв під час пуску маршруту, його роботи, технологічній та аварійній зупинках, передбачаючи захист та блокування, запобігаючи розвитку аварійних ситуацій, видають оператору необхідну інформацію про пуск і зупинку кожного маршруту, номерах норій, місткостей та інше [21, 22].

При цьому система управління передбачає можливість аварійної зупинки кожної машини і механізму на місці.

Автоматичне блокування машин і механізмів маршруту передбачає його послідовне відключення при технологічній та аварійній зупинках від його початку до кінця, а при запуску – в протилежному напрямі.

Зупинка маршруту може здійснюватись автоматично в залежності від рівня зерна в бункерах та силосах. Під час заповнення місткості маршрут заповнюється за сигналом, що надходить від датчика верхнього рівня. Аналогічна зупинка передбачена у випадку виходу з ладу аспіраційної мережі.

Аварійне автоматичне відключення механізмів має місце при розриві стрічок норій і конвеєрів, виходу з ладу двигуна або іншої ситуації, коли зникає сигнал зворотнього зв'язку між механізмами маршруту. При цьому відключаються всі механізми, починаючи з аварійного, в напрямку протилежному переміщенню зерна, а всі інші продовжують працювати, переміщуючи зерно в бункер (силос) до їх зупинки оператором.

Система дистанційного управління зерносховищем (елеватором) має два режими роботи:

- 1) основний – централізоване дистанційне автоматизоване управління машинами і механізмами;
- 2) налагодчий – місцеве управління електроприводами без збереження блокувань.

Економічна ефективність ДАУ забезпечується наступними компонентами:

- 1) підвищення ефективності використання транспортуючого обладнання;
- 2) скорочення витрат електроенергії за рахунок впровадження сучасних мікропроцесорних засобів контролю, управління та оптимізації вибору маршрутів;
- 3) скорочення витрат на поточний ремонт обладнання за рахунок запобігання аварійним ситуаціям, підвищенням ритмічності роботи скорочення часу на пошук неполадок в електромережах та блоках електроніки внаслідок виконання системою функції діагностики.

При тривалому зберіганні зерна питання вимірювання і контролю його температури виходить на передній план, тому що через ефект самозігрівання при підвищенні температури вище певної величини відбувається псування зерна, що призводить до збитків.

Проектом передбачено встановлення системи термометрії у металевих силосах. До системи контуру керування температури зерна входить отримання миттєвих значень температури в різних точках силоса за допомогою термопідвісок, що включають в себе давачі температури.

Схему контуру керування температури наведено на рис. 3.11

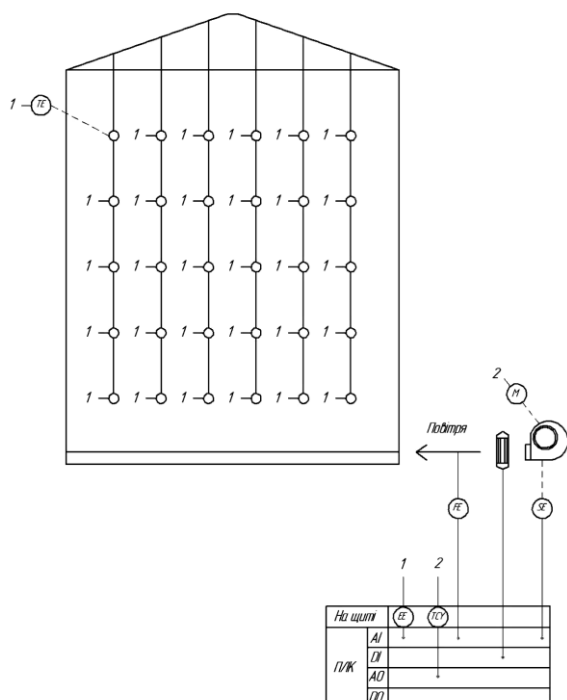


Рисунок 3.11 – Схема регулювання температури зерна

В якості системи термометрії зерна виберемо термопідвіски ТП-1М. [22].

Система контролю температури в зернових силосах типу ТП моделі 1М призначена для безперервного дистанційного вимірювання температури в зернових силосах, подання інформації про виміряні температури в аналоговому вигляді на вхід ПЛК і аварійно-попереджувальної сигналізації про перевищення температури в зерні заданих установок температури і швидкості наростання температури.

Технічні дані [22]:

Діапазон вимірювання температури – $-30 \dots 60^{\circ}\text{C}$;

Максимальна похибка вимірювання в діапазоні $-20 \dots 45^{\circ}\text{C}$ – $\pm 0,5$;

Довжина, м – 8;

Кількість давачів – 15;

Розривне зусилля грузонесучого троса, т – 2,0;

Напруга живлення, В – 5,0;

Максимальний споживаний струм, мА – 60;

Робочий діапазон температур навколишнього повітря, $^{\circ}\text{C}$ – $-30 \dots 60$;

Максимальна вологість навколишнього середовища, % – 80;

Максимальна допустима вібрація –

частота, Гц ≤ 25 ;

амплітуда, мм $\leq 0,1$;

Ступінь захисту оболонки – IP54;

Термопідвіски зі ступенем захисту оболонки IP54 мають декілька давачів температури, встановлених через однакову відстань.

Давачі температури використовуються всюди, де робочі параметри системи так чи інакше залежать від температурних факторів. Сьогодні випускаються різні види давачів температури: термопари, термістори, терморезистивні давачі з лінійною залежністю вихідного сигналу, а також напівпровідникові давачі з цифровим виходом.

Основні критерії при виборі типу давачів:

Температурний діапазон;

Можливість занурення давача в вимірювану середу або об'єкт. Якщо розташування всередині середовища неприпустимо, то варто вибирати акустичні термометри і пірометри.

Умови вимірювань. Якщо використовується агресивне середовище, то необхідно використовувати або давачі в корозійно-захищених корпусах, або використовувати безконтактні давачі. Крім того, необхідно передбачити інші умови: вологість, тиск і тд.

Час роботи давачів без заміни та калібрування. Деякі типи давачів мають відносно низьку довгострокову стабільність, наприклад термістори.

Тип вихідного сигналу. Деякі давачі видають вихідний сигнал у величині струму, а деякі автоматично перераховують його в градуси.

Розділ 4 ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

4.1 Заходи для економії електроенергії і енергозбереження

Серед актуальних проблем, що стоять перед сучасними підприємствами різних галузей промисловості України, можна виділити високу енергоемність виробничих процесів і нераціональність використання енергоресурсів.

Електропостачання підприємства здійснюватиметься від районної енергосистеми з напругою 10 кВ і частотою змінного струму 50 Гц.

Відповідно до правил СНіП 210.05-85 електрообладнання електроустановок зернопереробних підприємств і окремих цехів відносять до приймачів II - ой категорії, для яких перерва в електропостачанні допустима 0,5... 1,0 год, оскільки перерва більшої тривалості пов'язана з масовим недовипуском готової продукції, простоем технологічного устаткування і промислового транспорту.

Відповідно до проекту в схемі електропостачання повинні бути передбачені резервні кабельні лінії і двотрансформаторна підстанція . Живлення силових установок і електроприводів машин здійснюється напругою 380 В, 50Гц, а мереж освітлення - 220 В, 50 Гц [23]

У виробничих механізмах слід застосовувати трифазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором серії 4А.

Економія електроенергії і енергозбереження може бути досягнуто за рахунок [23-26]:

- правильного вибору потужності трансформаторів і компенсуючих пристроїв;
- визначення потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності;
- узгодження режиму роботи трансформаторів з добовим графіком електричних навантажень підприємства;

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.19			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Печерова К.О.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 19,0 тис. т в Рівенській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					68	10
Консультант		Штера С.П.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

- зменшення втрати в лініях живлення за рахунок компенсації реактивної потужності;
- зменшення втрати електроенергії в трансформаторах за рахунок відключення одного із них відповідно до графіка навантаження;
- зменшення втрати електроенергії на освітлення за рахунок заміни ламп розжарювання люмінесцентними лампами.

4.2 Розрахування активної потужність споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії

Розрахункову активну потужність методом питомих витрат електроенергії визначають за формулою:

$$P_p = \frac{W_{num} M_{pich}}{T_{max}} \quad (4.1)$$

де $W_{num} = 30$ кВт.год/т - нормована питома витрата електричної енергії для елеваторів

M_{pich} – річна продуктивність підприємства 15000 т

$T_{max} = 3800$ год - число годин використання розрахункової активної потужності.

$$P_p = \frac{30 \cdot 15000}{3800} = 150 \text{ кВт}$$

Розрахункову активну потужність освітлення лампами розжарювання приймаємо $P_{осв} = 0,1 P_p = 0,1 \cdot 150 = 15$ кВт. [23, 24]

4.3 Розрахування повна потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

Повну потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності визначають за формулою:

$$S_{ТП} = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + (Q_p - Q_{к_{ном}})^2} \quad (4.2)$$

Реактивну розрахункову потужність знаходять за формулою:

$$Q_p = P_p \operatorname{tg} \phi, \quad (4.3)$$

де $\operatorname{tg} \phi$ - коефіцієнт реактивної потужності знаходять по середньозваженому

коефіцієнту потужності для $\cos \phi = 0,8$, що відповідає $\operatorname{tg} \phi = 0,75$.

Тоді $Q_p = 150 \cdot 0,75 = 112,5$ квар.

Потужність компенсуючого пристрою визначають за формулою:

$$Q_k = Q_p - Q_E,$$

де Q_E – оптимальна реактивна потужність, що задається енергосистемою:

$$Q_E = 0,3 \cdot (P_p + P_{\text{осв}}) = 0,3 (150 + 15) = 49,5 \text{ квар.}$$

Тоді $Q_k = 112,5 - 49,5 = 63$ квар.

Вибираємо конденсаторну установку типу КСК2-0,4-67-3У3 номінальною потужністю $Q_{\text{кном}} = 67$ квар [23,24]

Таким чином, повна потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності буде:

$$S_{\text{ТП}} = \sqrt{(150 + 15)^2 + (112,5 - 63)^2} = 191 \text{кВ} \cdot \text{А.}$$

Потужність одного трансформатора знаходять так:

$$S_{\text{тр}} = (0,6 \dots 0,8) S_{\text{ТП}} = 0,7 \cdot 191 = 134 \text{кВ} \cdot \text{А.}$$

За одержаною потужністю, користуючись таблицею технічних даних трансформаторів, вибираємо номінальну потужність трансформатора

Таблиця 4.1 Номінальну потужність трансформатора

Тип	Номінальна потужність $S_{\text{ном}}$, кВ·А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу I_x , %	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання u_k , %
		первинна $U_{1\text{ном}}$	вторинна $U_{2\text{ном}}$		Холостого ходу P_x	Короткого замикання P_k	
ТМ160/10	160	10	0,4	2,4	0,56	2,65	4,5

4.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

Суть економічного режиму роботи трансформаторів полягає в тому, що при наявності на підстанції двох паралельно працюючих трансформаторів, навантаження, при якому один трансформатор доцільно відключити, визначається мінімумом електричних втрат в них при заданому графіку навантаження.

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності в визначають за формулою

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}}, \quad (4.4)$$

де $S_{ТП}$ – розрахункова потужність трансформаторної підстанції,
 $k_{ДП}$ – коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора, що визначається за графіком залежності тривалості максимального навантаження $t_{ТМ}$ від $k_{ЗГ}$ – коефіцієнта заповнення графіка добового навантаження підприємства (рис.3.1)

$$k_{ЗГ} = \frac{S_1 t_1 + S_2 t_2 + \dots + S_i t_i}{24 \cdot 100\%}, \quad (4.5)$$

де S_i – навантаження в відсотках за відрізок часу t_i .

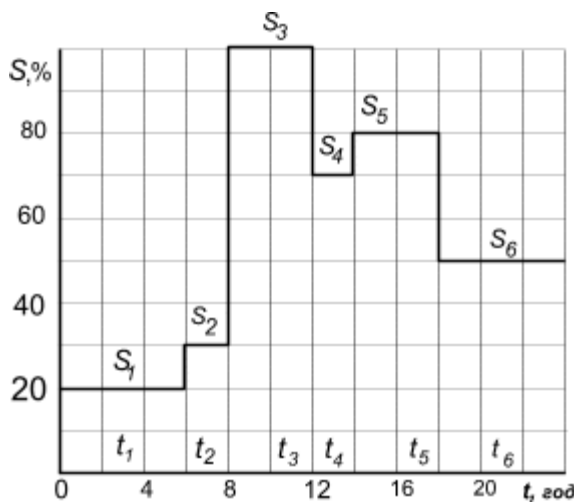


Рисунок 4.1- Графік добового навантаження

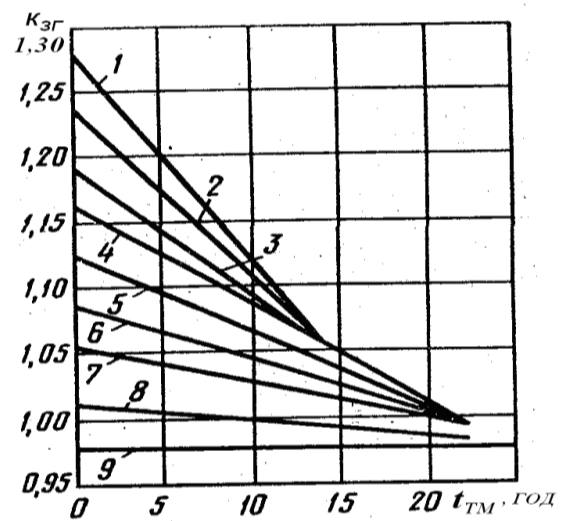


Рисунок 4.2- Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для $K_{ЗГ}$: 1 - 0,6; 2 - 0,65; 3 - 0,7; 4 - 0,75; 5-0,8; 6 - 0,85; 7 - 0,9; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

Знаходимо коефіцієнт заповнення графіка добового навантаження елеватора $k_{ЗГ}$, користуючись графіком добового навантаження (рис. 4.3)

$$K_{ЗГ} = \frac{20 \cdot 1 + 40 \cdot 1 + 60 \cdot 1 + 68 \cdot 3 + 45 \cdot 1 + 100 \cdot 1 + 60 \cdot 1 + 65 \cdot 1 + 62 \cdot 1 + 100 \cdot 1 + 70 \cdot 1 + 65 \cdot 1 + 40 \cdot 1 + 100 \cdot 1 + 60 \cdot 2 + 25 \cdot 1 + 60 \cdot 2 + 95 \cdot 1}{24 \cdot 100} = 0,63$$

Для графіка добового навантаження (рис.4.3) тривалість максимального навантаження складає: $t_{ТМ1} = 1$ год (з 7 до 8 год); $t_{ТМ2} = 1$ год (з 11 до 12); $t_{ТМ3} = 1$ год (з 15

до 16 год); Тобто $t_{TM} = t_{TM1} + t_{TM2} + t_{TM3} = 1 + 1 + 1 = 3$ год. Тоді, користуючись графіком допустимих перевантажень силових трансформаторів, знаходимо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора $k_{ДП} = 1,18$.

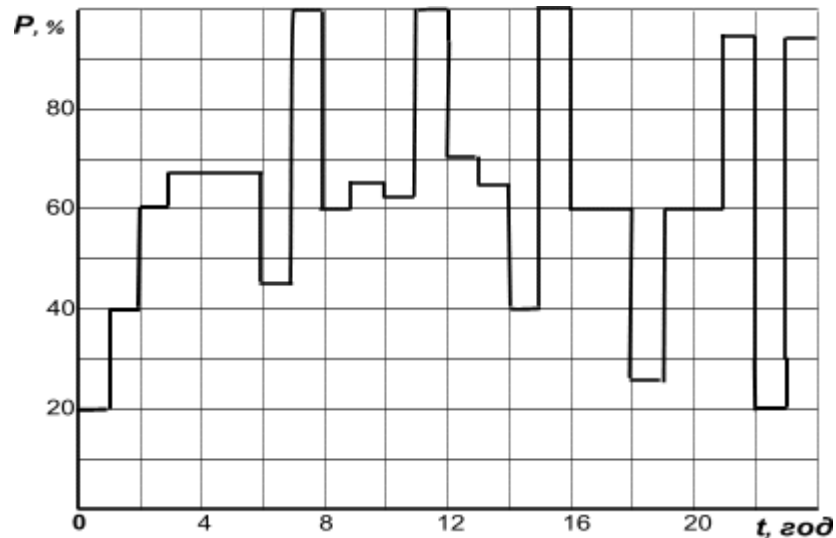


Рисунок 4.3 – Графік добового навантаження елеватора

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності в аварійних режимах визначають за формулою:

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}}, \quad (4.6)$$

де $S_{ТП}$ – розрахункова потужність трансформаторної підстанції.

$$S_T \geq \frac{191}{2 \cdot 1,15} = 84,5 \text{кВ.А}$$

По таблиці технічних даних трансформаторів, уточняємо номінальну потужність трансформатора $S_{НОМ}$ приводимо його технічні дані у вигляді таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 Технічні дані трансформатора

Тип	Номінальна потужність $S_{НОМ}$, кВ.А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу I_x , %	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання u_k , %
		первинна $U_{НОМ}$	вторинна $U_{НОМ}$		Холостого ходу P_x	Короткого замикання P_k	
ТМ100/10	100	10	0,4	2,6	0,36	1,97	4,5

Таким чином, перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх

перевантажувальної здібності показала, що потужність трансформаторів можна зменшити від 160 кВ·А до 100 кВ·А.

4.5 Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів

Знаходимо приведені втрати в трансформаторі користуючись формулами

$$\Delta P'_x = \Delta P_x + K_e \Delta Q_x \quad (4.7)$$

$$\Delta P'_k = \Delta P_k + K_e \Delta Q_k. \quad (4.8)$$

В цих формулах ΔP_x і ΔP_k беремо із таблиці технічних даних вибраного трансформатора: $\Delta P_x = 0,36$ кВт; $\Delta P_k = 1,97$ кВт.

Економічний еквівалент реактивної потужності, що залежить від потужності енергосистеми приймаємо $K_e = 0,05$ кВт/квар.

Втрати ΔQ_x і ΔQ_k знаходять за формулами:

$$\Delta Q_x = S_{НОМ} \frac{I_x\%}{100}, \text{ квар}; \quad (4.9)$$

$$\Delta Q_x = 100 \frac{2,4}{100} = 2,4 \text{ квар};$$

$$Q_k = S_{НОМ} \frac{U_k\%}{100} \quad (4.10)$$

$$Q_k = 100 \frac{4,5}{100} = 4,5 \text{ квар}.$$

Тоді

$$\Delta P'_x = 0,36 + 0,05 \cdot 2,4 = 0,48 \text{ кВт};$$

$$\Delta P'_k = 1,97 + 0,05 \cdot 4,5 = 2,2 \text{ кВт}.$$

Потужність при якій економічно оправдано відключити від паралельної роботи один із двох трансформаторів визначають за формулою:

$$S_{ЕК} = S_{НОМ} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_x}{\Delta P'_k}} \quad (4.11)$$

$$S_{ЕК} = 100 \sqrt{2 \frac{0,48}{2,2}} = 66,1 \text{ кВ.А.}$$

Оскільки потужність двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності складає: $100 \times 2 = 200$ кВ·А, що відповідає 100% навантаження добового графіка, то 66,1 кВ·А будуть відповідати $\frac{66,1}{200} \cdot 100\% = 33,1\%$.

Таким чином, при навантаженні підстанції менше 33,1% один трансформатор можна відключити.

За допомогою графіка навантаження елеватора(рис.4.3) робимо висновок , що на протязі доби один трансформатор можна виключити з 0 до 1 год; з 18 до 19; з 22 до 23, що разом складає $\Sigma t = 1 + 1 + 1 = 3$ години, що в процентах складає

$$\Delta T_{max} = \frac{\Sigma t}{24} \cdot 100\% \quad (4.12)$$

$$\Delta T_{max} = \frac{3}{24} \cdot 100\% = 12,5\%$$

При цьому кількість годин використання розрахункової активної потужності на протязі року зменшиться на

$$\Delta T'_{max} = \frac{\Delta T_{max}}{100\%_{max}} \text{ГОД} \quad (4.13)$$

$$\Delta T'_{max} = \frac{12,5}{100} \cdot 3000 = 375 \text{ГОД}$$

і складатиме

$$T'_{max} = T_{max} - \Delta T'_{max} \quad (4.14)$$

$$T'_{max} = 3000 - 375 = 2625 \text{ГОД.}$$

4.6 Вибір перерізу жил і марку кабелю

Вибір необхідного перерізу жил кабеля напругою до 1000 В проводять для підприємства за допустимим струмовим навантаженням і допустимою втратою напруги. Для цього визначають розрахунковий струм за формулою

$$I_p = \frac{1000 S_p}{\sqrt{3} U_{ном}} \quad (4.15)$$

$$I_p = \frac{1000 \cdot 191}{\sqrt{3} \cdot 380} = 289$$

де S_p - повна розрахункова потужність підприємства без урахування компенсації реактивної потужності, що визначається так:

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + Q_p^2} \text{кВ}\cdot\text{А} \quad (4.16)$$

$$S_p = \sqrt{(188 + 18)^2 + 38^2} = 191 \text{кВ}\cdot\text{А}$$

де Q_p - реактивна розрахункова потужність.

З урахуванням умов прокладання мереж знаходимо за відповідною таблицею

стандартний переріз жил кабеля $S=120 \text{ мм}^2$ 2 кабеля паралельно.

Марку кабеля приймаємо АВРГ – чотирьох жильний з алюмінієвими жилами і полівінілхлоридною ізоляцією.

Перевірку перерезу жил кабеля на допустиму втрату напруги виконуємо за формулою:

$$\Delta U = \frac{10^5(P_p + P_{осв})}{U_{ном}^2} R_{л}. \quad (4.17)$$

$$\Delta U = \frac{10^5(180 + 18)}{380^2} 0,009 = 1,3\%$$

де $U_{ном}$ – номінальна лінійна напруга, В;

$P_p + P_{осв}$ – активна потужність силового і освітлювального навантаження, кВт;

$R_{л}$ - активний опір лінії живлення, який визначають за формулою

$$R_{л} = \rho \frac{L}{S} \quad (4.18)$$

$$R_{л} = 0,0312 \frac{70}{2 \times 120} = 0,009 \text{ Ом.}$$

В цій формулі: $\rho = 0,0312 \text{ Ом.мм}^2/\text{м}$ питомий опір жили алюмінієвого кабеля;

L - довжина кабеля, м;

S - площа перерізу жили кабелю, мм^2 .

4.7 Річна витрата електроенергії та її вартість

Річну витрату електроенергії знаходимо за формулою:

$$W_a = (P_p + P_{осв}) T_{\max} \quad (4.19)$$

$$W_a = (188,4 + 18,8) 3000 = 621600 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Річну вартість електроенергії визначаємо за формулою:

$$S_o = d_o W_a \quad (4.20)$$

$$S_o = 4,32 * 621600 = 268531,2 \text{ грн.}$$

4.8 Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві

Виходячи із розглянутих заходів і розрахунків економії електроенергії на підприємстві можна досягнути за рахунок [23-26]:

- зменшення струму в лінії живлення в результаті компенсації реактивної

потужності конденсаторною установкою до I'_p ;

- зменшення часу роботи двох з трансформаторів на протязі року з T_{max} до T'_{max} ;

- зменшення витрат електроенергії на освітлення заміною ламп розжарювання люмінесцентними лампами.

Після виконаної компенсації реактивної потужності розрахунковий струм лінії живлення буде

$$I'_p = \frac{\sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + (Q_p - Q_k)^2}}{\sqrt{3}U_{ном}} \quad (4.21)$$

$$I'_p = \frac{\sqrt{(180+18)^2 + (141,3-67)^2}}{\sqrt{3} \cdot 380} = 334 \text{ А}$$

Втрати електроенергії в лінії живлення будуть

- до впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W_{л} = 3I_p^2 R_{л} T_{max} \quad W_{л} = 3 \cdot 379^2 \cdot 0,009 \cdot 3000 = 11635 \text{ кВт} \cdot \text{год}, \quad (4.22)$$

- після впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W'_{л} = 3I_p'^2 R_{л} T_{max} \quad (4.23)$$

$$W'_{л} = 3 \cdot 334^2 \cdot 0,009 \cdot 3000 = 9036 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Річна економія електроенергії в лінії живлення буде

$$\Delta W_{л} = W_{л} - W'_{л} \quad \Delta W_{л} = 11635 - 9036 = 2599 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (4.24)$$

Втрати електроенергії в трансформаторах будуть

- при паралельній роботі двох трансформаторів на протязі часу T_{max}

$$W_{тр} = 2 \Delta P'_k T_{max} \quad W_{тр} = 2 \cdot 2 \cdot 3000 = 13200 \text{ кВт} \cdot \text{год}, \quad (4.25)$$

- при паралельній роботі двох трансформаторів на протязі часу T'_{max}

$$W'_{тр} = 2 \Delta P'_k T'_{max} \quad W'_{тр} = 2 \cdot 2 \cdot 2625 = 11500 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (4.26)$$

Річна економія електроенергії в трансформаторах буде:

$$\Delta W_{тр} = W_{тр} - W'_{тр} \quad \Delta W_{тр} = 13200 - 11500 = 1650 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (4.27)$$

Витрати електроенергії на освітлення будуть

- лампами розжарювання

$$W_{осв} = k q P_p T_{ма} \quad W_{осв} = 0,63 \cdot 0,1 \cdot 188,4 \cdot 3000 = 35532 \text{ кВт} \cdot \text{год}; \quad (4.28)$$

- люмінесцентними лампами

$$W'_{\text{осв}} = kq' P_p T_{\text{max}} \quad W'_{\text{осв}} = 0,63 \cdot 0,05 \cdot 188,4 \cdot 3000 = 17766 \text{ кВт}\cdot\text{год.} \quad (4.29)$$

В цих формулах приймають для:

$k=0,63$ – коефіцієнт перерахунку добового споживання електроенергії для самого короткого дня в середньодобове;

-ламп розжарювання $q = 0,1$;

-люмінесцентних ламп в залежності від їх типу $q' = (0,035 \dots 0,06)$.

Економія електроенергії від заміни освітлення лампами розжарювання на освітлення люмінесцентними лампами буде:

$$\Delta W_{\text{осв}} = W_{\text{осв}} - W'_{\text{осв}} \quad (4.30)$$

$$\Delta W_{\text{осв}} = 35352 - 17766 = 17766 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Результати розрахунків з економії електроенергії зводимо в таблицю 4.3

Загальна річна економія електроенергії буде:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{л}} + \Delta W_{\text{тр}} + \Delta W_{\text{осв}} \quad (4.31)$$

$$\Delta W = 2599 + 1650 + 17766 = 22015 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Таблиця 4.3 Результати розрахунків з економії електроенергії

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт·год		Економія електроенергії, кВт·год
	До впровадження заходів економії	Після впровадження заходів економії	
Кабельна лінія	11635	9036	2599
Трансформатори	13250	11550	1650
Освітлення	35352	17766	17766
Разом			22015

Річну вартість зекономленої електроенергії визначають за формулою

$$\Delta S_o = d_o \Delta W \quad (4.32)$$

$$\Delta S_o = 4,32 \cdot 22015 = 95104,8 \text{ грн.}$$

Висновок

За рахунок поведення заходів з економії електроенергії: компенсація реактивної потужності; відключення одноно із трансформаторів; заміни освітлення з лампами розжарювання на люмінесцентні лампи, досягнута економія коштів, що складає:

$$\Delta S = \frac{95104,8}{268531,2} \cdot 100\% = 3,5\%$$

Розділ 5 АСПРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА

5.1 Мета і завдання аспіраційних установок елеваторів

Виробнича діяльність зернопереробного підприємства передбачає широкий цикл виробничих процесів, пов'язаних з обробкою зерна, продуктів його переробки. У цих процесах задіяні значні потужності технологічного парку підприємства, які дозволяють виробляти прийом і відвантаження сировини, його транспортування, очищення, сушіння, подрібнення тощо. Всі ці операції супроводжуються підвищеним виділенням газових і пилових фракцій, які представляють собою джерела небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Підвищені концентрації пилових і газових утворень в повітрі сприяють порушенню мікроклімату технологічних ділянок і санітарно-гігієнічних норм роботи персоналу. Крім того, пил, що осідає на поверхні обладнання і технологічних конструкцій, погіршує режим експлуатації і сприяє більш швидкому зносу обладнання.

Однак, очевидною і ключовою проблемою зернопереробних підприємств є високий ступінь вибухо- і пожежонебезпеки внаслідок високої концентрації органічних горючих речовин і виникнення пожежовибухонебезпечних пилоповітряних сумішей.

Вентиляційні установки представляють сукупність спеціального обладнання (вентиляторів, повітропроводів, знепилювачів та ін). Його об'єднують в системи для здійснення повітрообміну шляхом створення доцільно організованих повітряних потоків в будівлях, каналах, камерах або захисних кожухах машин і апаратів. Це необхідно для забезпечення чистоти повітря в приміщеннях, де працюють люди, і виконання ряду технологічних, транспортних, а також противибухових і протипожежних функцій.

На зернопереробних підприємствах технологічні процеси зазвичай супрово-

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.19			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Печерова К.О.			Розробка проекту міні-елеватора місткістю 19,0 тис.т в Рівненській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					78	12
Консультант		Гончарук Г.А.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

джуються великим виділенням пилу, тому вентиляційним установкам надається особливе значення.

Аспірація являє собою одну з різновидів вентиляції, причому цей термін можна застосовувати тільки при розгляді питань, пов'язаних з відсмоктуванням повітря з обладнання, але не з приміщень.

Поряд з знепилюванням й іншими гігієнічними завданнями обладнання вентиляційних установок використовують також для виконання ряду найважливіших технологічних операцій (очищення і сушка зерна, сортування продуктів помелу за допомогою повітряних потоків), а також для пневматичного (повітряного) транспорту зерна та продуктів його переробки.

Вентиляційні установки на зернопереробних підприємствах дозволяють при ефективній роботі:

1) підвищити продуктивність млинів, круп'яних і комбікормових заводів, завдяки підтримці нормального ходу технологічного процесу, обумовлює, зокрема, підвищенням сипкості сит поліпшити якість борошна:

- краще очищати зерно і сортувати продукти помелу;
- попередити самозігрівання зерна, знизити вологість і запобігти розвиток шкідників;
- зменшити втрати зерна, що виникають при переробці його в борошно і крупу внаслідок зменшення кількості зміток і розсіювання пиловидних продуктів;

2) санітарно – гігієнічні задачі:

- поліпшити і оздоровити умови праці, ліквідувати професійні захворювання робітників;
- створити необхідні гігієнічні передумови для підвищення продуктивності праці;
- поліпшити санітарно-гігієнічний стан підприємств в результаті запобігання можливості конденсації вологи на внутрішніх поверхнях машин, розвитку мікроорганізмів, а також шкідників зерна й продуктів його переробки

всередині аспіруючого обладнання;

3) задачі пожежовибухобезпеки:

– запобігти можливості виникнення вибухів пилу і пожежі.

5.2 Основні принципи компоновки аспіраційних мереж

До основних принципів компонування, якими слід керуватися при проектуванні об'єднання вентилязованого обладнання в централізовані мережі слід віднести:

– технологічний (об'єднання в загальну мережу повітроводів того обладнання, пил від якого досить однорідний за якістю);

– одночасність роботи аспіраційного обладнання (об'єднання в загальну мережу одночасно працюючого обладнання);

– спрощення траси повітропроводів;

– експлуатаційну надійність і зручності автоматизації;

– температурний принцип.

5.3 Особливості проектування аспіраційних установок елеваторів

При аспірації ваг, що працюють у циклічному режимі, слід використовувати систему труб перетоку повітря (байпаси), що знижують імпульсні токи повітря в момент падіння зерна і зменшують витрати повітря. Площа поперечного перетину байпасів повинна бути не меншою, ніж площа перетину труби діаметром 0,3 метри.

На лініях аспірації сепараторів, пневмосепараторів, рециркуляційних зерносушарок рекомендується двоступеневе очищення повітря з використанням на першому ступені горизонтальних інерційних пиловідділювачів.

Основні вимоги до обладнання елеваторів:

- застосовувати допоміжні укриття вхідних отворів відкритих зернових потоків у скидальних коробках, візках та самопливах;

- знижувати швидкість стрічок відкритих транспортерів до 2...2,5м/с;

- використовувати подвійні кожухи для рухомих елементів, натяжних барабанів, місць виходу валів барабанів через укриття машин, насипних лотків;

- використовувати фільтрувальні тканини для укриття місць з нестабільними аеродинамічними режимами: ваги, окремі бункери;
- розташовувати самопливи під нахилом 56° - 70° ;
- встановлювати гальмуючі коліна;
- не допускати зворотного висипання зерна в норіях;

Самостійними є технологічні пневмосепаруючі установки сепараторів, що частково виконують функції аспірації.

Підсилові конвеєри аспіруються з використанням суцільних укриттів. Коли немає можливості суцільного укриття стрічкових транспортерів, слід користуватися частковим укриттям насипних лотків за схемою.

Використовуючи допоміжні укриття стрічкових транспортерів та норійні труби замість повітропроводів доцільно аспіраційні відсоси АУ робочої вежі, знепилювачі та вентилятори розташовувати у верхній частині робочої вежі елеватора.

Бункери для розвантаження машин і вагонів потрібно максимально закривати, лишаючи отвори тільки для руху зерна. Аспірацію бункерів здійснюють через щілинні повітропроводи, які розташовують за периметром завальних ям.

5.4 Методи розрахунку аспіраційних мереж

Розглянемо методи розрахунку, з метою ознайомлення, а не володіння ними, деякі найбільш відомі методи розгалужень повітропроводів вентиляційних установок.

Метод втрат тиску на одиницю абсолютної довжини повітропроводу. Одним із перших в часі публікування в печаті методів розрахунку вентиляційних мереж являється метод втрат тиску на одиницю довжини.

Серйозний недолік описаного методу розрахунку – не точність рекомендованого ним визначення діаметрів отворів. Важлива перевага його перед іншими складається на прикладі процесу розрахунку, перешкоджаючих виникнення помилок і описань, а також в загальності цього методу з застосування

методу для розрахунку трубопроводу опалюючих систем, що полегшую володіння ними.

Метод еквівалентних отворів. Еквівалентним отвором даного повітропроводу називають площу такого уявного отвору, яке при однакових з повітропроводом різниці повних тисків пропускає той же об'єм повітря, що і даний повітропровід.

Цей метод, запропонований Блессом в 1911 р., широко застосовували при визначенні вентиляційних сіток млинів, елеваторів і інших підприємств. Тому у подальшому автори піддали його поглибленій розробці і суттєво видозмінили засоби застосування сенсу «еквівалентний отвір». Громіздкий атлас кривих F_e був замінений більш зручними таблицями або номограмою; окрім цього, цей метод розвинений стосовно мереж, що несуть запилене повітря.

У теперішній час описаними засобами користуються не часто, в наслідок застарілості багатьох основних його положень і малої наочності.

Метод динамічних тисків. Він полягає в характеристиці опору ділянок пред'явленими коефіцієнтами, схожими коефіцієнтами місцевого опору.

Важливий недолік методу динамічних тисків – відсутність у ньому будь – яких практично необхідних вказівок про розрахунок діаметрів відгалужень, що особливо важливо для розгалужених повітропроводів промислових вентиляційних установок.

Метод повних тисків. Запропонований А. Панченко у 1933 р. метод повних тисків відрізняється наступними особливостями:

- застосуванням поняття «повний тиск» у усіх розрахованих операціях у якості основної величини;
- зазначенням визначених, практично застосованих аналітичних і графічних способів розрахунку діаметрів розгалужень вентиляційних повітропроводів;
- застосуванням величини λ , що залежна від D і v ;

- відсутністю необхідності введення в розрахунок будь – яких додаткових понять типу «еквівалентна довжина» або «пред’явлений коефіцієнт опору ділянки»;

- врахуванням у процесі розрахунку розгалужених мереж необхідності влаштування стандартних трійників, що зберігають співвідношення $D_n + D_6 = D_0$, тобто з рівними площами входу в трійник і виходу із нього; відомо, що табличні значення коефіцієнтів опору трійників, наведені в додатках, правильні лише при нагляді цього співвідношення поперечних перерізів трійників;

- застосуванням номограм як для визначення величини тиску, який повинен розвивати вентилятор у даній мережі, так і для визначення діаметрів отворів, що обслуговують протікання заданих об’ємів повітря; чисто графічний метод розрахунку, передбачений цим методом, не виключає нормальної розрахункової лінійки для найпростіших дій.

Методи розрахунку розгалужених повітропроводів слід оцінювати і з точки зору трудомісткості або продуктивності, а також по відношенню більшої або меншої втоми працівників, що проводять розрахунки. Наприклад, застосування таблиць, що потребують інтерполювання, надто втомлює працівників і може призвести до виникнення помилок.

5.5. Проектування, підбір та установка, принцип роботи високоефективних локальних фільтрів за аеродинамічними показниками

Для аспірації зерноочисного обладнання використовують фільтри-циклони, а також локальні фільтри наприклад, ZEO-FC, ZEO-FV та ZEO-FG. Це дає можливість додаткового збереження маси кормового продукту шляхом зниження викидів у виробниче приміщення та атмосферу за рахунок високого коефіцієнта очищення повітря у рукавах пиловідділювача та повернення продукту в потік матеріалу.

Згідно принципіальних схем роботи фільтрів-циклонів і локальних фільтрів горизонтального і вертикального виконання, пилоповітряна суміш очищується на фільтрувальних рукавах. Очищене повітря виходить в атмосферу з допомогою

втяжного вентилятора. Очистка кожного рукава від пилу проходить автоматично при допомозі контролера і системи регенерації. Рукави фільтра виготовляють із фільтрувальної тканини – полістирол звичайного виконання з вологостійким, маслостійким або вологовідштовхуючим покриттям.

Режим очистки

Через певні проміжки часу, які задаються контролером, кожний елемент по черзі отримує короткочасний вприск стисненого повітря із відповідного патрубка.

Діаметр отворів і відстань від сопла до фільтруючого елемента розраховані так, що це забезпечує примусове втягування значного об'єму пилоповітряної суміші в середину фільтра одночасно з регенерацією одного із фільтрувальних елементів.

Це приводить до короткочасної потужної зміни напрямку потоку повітря через фільтрувальний елемент. Повітря надуває рукав і ефективно струшує з нього шар пилу. Потім пил повертається знову в технологічний потік матеріалу.

5.6 Розрахунок і вибір локальних фільтрів горизонтального і вертикального виконання

Аспірація норій Н1, Н2, Н3, Н4 і Н5 продуктивністю 100 т/год

За додатком методичних вказівок ([27], табл. 1) знаходимо, що для аспірації даної норії необхідно відібрати повітря $Q_n=700$ м³/год. При цьому опір норії $H_n=50$ Па.

При виборі фільтра враховуємо підсоси повітря

$$Q_\phi = 1,05 \cdot Q_n = 1,05 \cdot 700 = 735 \text{ м}^3/\text{год.} \quad (5.1)$$

Вибираємо фільтр ZEO-FV-800.

Розраховуємо опір фільтра за виразом

$$H_\phi = A + B \cdot Q_\phi^2 = 670 + 360 \cdot 735 / 3600 = 743,5 \text{ Па.} \quad (5.2)$$

Визначаємо втрати тиску на удар при виході повітря з дифузора

$$H_{y\partial} = H_{\partial un} \left(\frac{1}{n} \right)^2, \quad (5.3)$$

n – приймаємо $n=2,0$

$$H_{\text{дин}} = \frac{\rho v_{\text{вих}}^2}{2} = \frac{1,2 \cdot 12^2}{2} = 86,4 \text{ Па.} \quad (5.4)$$

Тоді $H_{\text{уд}} = 86,4 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 21,6 \text{ Па.}$

Розраховуємо опір мережі

$$H_{\text{мер}} = H_{\text{н}} + H_{\text{ф}} + H_{\text{уд}} = 50 + 743,5 + 21,6 = 815 \text{ Па} \quad (5.5)$$

$$H_{\text{с}} = 1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 815 = 897 \text{ Па.} \quad (5.6)$$

По $Q_{\text{с}}$ та $H_{\text{с}}$ підбираємо вентилятор MN 602 – $N=1,1$ кВт, $Q_{\text{с}}=800$ м³/год, $H_{\text{с}}=1200$ Па.

Корисна потужність на валу вентилятора

$$N_{\text{с}} = \frac{Q_{\text{с}} \cdot H_{\text{с}}}{1000 \cdot \eta_{\text{с}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}} \cdot 3600} = \frac{735 \cdot 897}{1000 \cdot 0,72 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 3600} = 0,3 \text{ кВт.} \quad (5.7)$$

$$N_{\text{ел.дв.}} = K_{\text{з}} \cdot N = 1,15 \cdot 0,3 = 0,35 \text{ кВт.} \quad (5.8)$$

Завод виробник рекомендує прийняти електродвигун потужністю $N=1,1$ кВт з числом обертів $n=2850$ об/хв.

Розрахунок аспірації конвеєрів №6, №7, №8

Для аспірації із таблиці [27], додатка методичних вказівок (табл. 1 «Аеродинамічні дані технологічного та транспортного обладнання») вибираємо значення втрат повітря для аспірації конвеєра: $Q_{\text{к}}=700$ м³/год; $H_{\text{к}}=50$ Па – опір обладнання.

Величину підсосів повітря $Q_{\text{п}}$ в конвеєрі, а також загальні витрати повітря, яке повинен знепилити фільтр ZEO-FG будемо розраховувати. Фільтр встановлюють безпосередньо на конвеєрі. Аспіраційне повітря відбирається безпосередньо від конвеєра.

При виборі фільтра враховуємо підсоси повітря

$$Q_{\text{ф}} = 1,05 \cdot Q_{\text{п}} = 1,05 \cdot 700 = 735 \text{ м}^3/\text{год.} \quad (5.9)$$

Вибираємо фільтр ZEO-FG-800.

Розраховуємо опір фільтра за виразом

$$H_{\phi} = A + B \cdot Q_{\phi}^2 = 670 + 360 \cdot 735 / 3600 = 743,5 \text{ Па.} \quad (5.10)$$

Визначаємо втрати тиску на удар при виході повітря з дифузора

$$H_{y\partial} = H_{\text{дин}} \left(\frac{1}{n} \right)^2, \quad (5.11)$$

n – приймаємо $n=2,0$

$$H_{\text{дин}} = \frac{\rho v_{\text{вих}}^2}{2} = \frac{1,2 \cdot 12^2}{2} = 86,4 \text{ Па.} \quad (5.12)$$

$$\text{Тоді } H_{y\partial} = 86,4 \cdot \left(\frac{1}{2} \right)^2 = 21,6 \text{ Па.}$$

Розраховуємо опір мережі

$$H_{\text{мер}} = H_n + H_{\phi} + H_{y\partial} = 50 + 743,5 + 21,6 = 815 \text{ Па} \quad (5.13)$$

$$H_{\epsilon} = 1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 815 = 897 \text{ Па.} \quad (5.14)$$

По Q_{ϵ} та H_{ϵ} підбираємо вентилятор MN 602 – $N=1,1$ кВт, $Q_{\epsilon}=800$ м³/год, $H_{\epsilon}=1200$ Па.

Корисна потужність на валу вентилятора

$$N_{\epsilon} = \frac{Q_{\epsilon} \cdot H_{\epsilon}}{1000 \cdot \eta_{\epsilon} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{II}} \cdot 3600} = \frac{735 \cdot 897}{1000 \cdot 0,72 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 3600} = 0,3 \text{ кВт.} \quad (5.15)$$

$$N_{\text{ел.дв.}} = K_z \cdot N = 1,15 \cdot 0,3 = 0,35 \quad (5.16)$$

Завод виробник рекомендує прийняти електродвигун потужністю $N=1,1$ кВт з числом обертів $n=2850$ об/хв.

Розрахунок аспірації сепаратора А1-БЦС-50

Витрати повітря 8000 м³/год, площа фільтрувальної поверхні 28,5 м², кількість рукавів 32.

Спочатку виконуємо компоновку аспіраційної мережі та визначаємо витрати повітря Q_{ϕ} , що необхідно відібрати від технологічного або транспортуючого обладнання $Q_{\text{ТО}}$, м³/год з метою утворення в ньому необхідного розрідження.

$$Q_{\phi} = 1,05 * Q_{\text{ТО}}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5.17)$$

$$Q_{\phi} = 1,05 * 8000 = 8400/3600 = 2,33 \text{ м}^3/\text{с}$$

Встановлюємо фільтр-циклон ZEO-FC-9000 на сепаратор А1-БЦС-50
Q=50 т/год.

Враховуючи те, що, при розрахунку втрат тиску в фільтрі, коефіцієнт α і показник ступеня n залежать від багатьох факторів і, в тому числі, від характеристики пилу, що ускладнює визначення цих параметрів втрати тиску у фільтрах типу ZEO-FC знаходимо за графіком [26] $H_{\phi}=1125$, для цього розрахуємо q .

$$q = \frac{Q_{\phi}}{F_{\text{ТК}}}, \text{ м}^3/\text{м}^2 * \text{с}, \quad (5.18)$$

Q_{ϕ} -об'ємні витрати повітря;

$F_{\text{ТК}}$ -площа тканини.

$$q = \frac{2,62}{28,5} = 0,09 \text{ м}^3/\text{м}^2 * \text{сПа}$$

Розраховуємо опір аспіраційної мережі, для чого складаємо площинну схему:

$$H_{\text{мер}} = H_{\text{м}} + H_{\phi} + H_{\text{уд}} + H_{\text{пов}}, \text{ Па} \quad (5.19)$$

де $H_{\text{м}}$ - опір технологічного обладнання (машина, яка аспірується 50Па);

$H_{\text{уд}}$ - витрати тиску на удар (вихід повітря).

H_{ϕ} - гідравлічний опір фільтра, Па;

$H_{\text{пов}}$ - опір повітря розраховуємо за формулою:

$$H_{\text{пов}} = \left(\frac{\lambda}{D} l + \Sigma \xi \right) * \frac{q * v^2}{2}, \text{ Па} \quad (5.20)$$

де λ -коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l -довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м;

D -діаметр повітропроводу, м;

ξ -коефіцієнт місцевого опору;

v -середня швидкість повітря в перерізі повітропроводу, м/с.

За номограмою О.В. Панченко знаходимо за витратами повітря Q_{ϕ} і його рекомендованою швидкістю (13...14м/с) - λ/D , D , v , $H_{\text{дин}}$. [26]

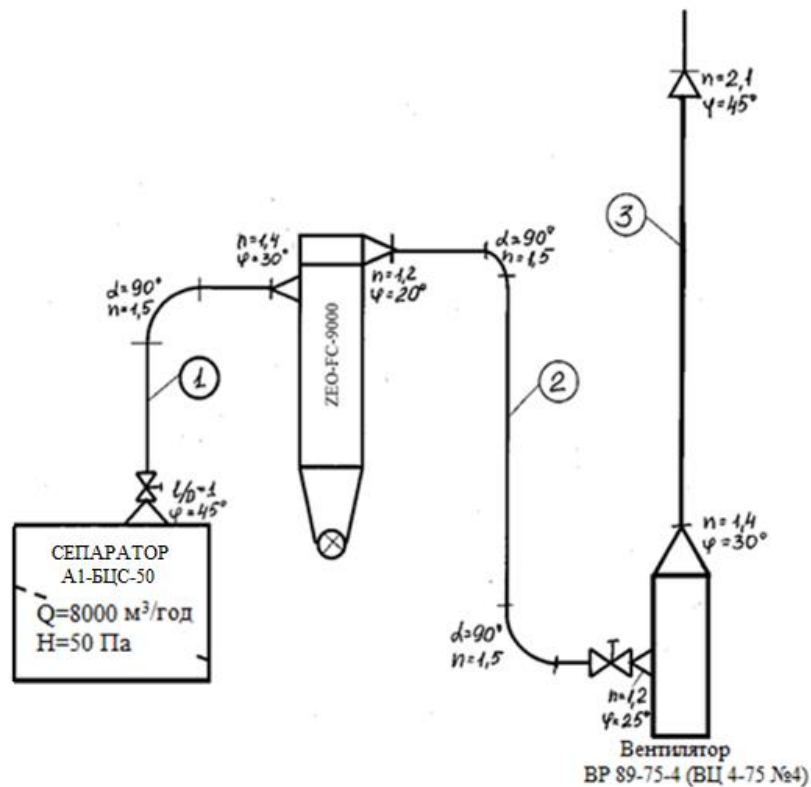


Рисунок 5.1 – Площинна схема аспіраційної мережі сепаратора А1-БЦС-50

$$v = 13,5 \text{ м/с}, N_{\text{дин}} = 110 \text{ Па}, D = 475 \text{ мм}, \lambda/D = 0,029$$

$$l = l_1 + l_2 + \dots + l_n$$

$$l = 5,4 + 6,1 + 2,8 = 14,3 \text{ м}$$

$$N_{\text{пов}} = (0,029 * 14,3 + 9) * ((1,2 * 13,5^2)/2) = 1030 \text{ Па}$$

$$N_{\text{мер}} = 50 + 1125 + 27,5 + 1030 = 2232,5 \text{ Па}$$

Втрати тиску на удар $N_{\text{уд}}$ розраховуємо за формулою :

$$N_{\text{уд}} = N_{\text{дин}} \left(\frac{1}{n}\right)^2, \text{ Па} \quad (5.21)$$

де $N_{\text{дин}}$ - динамічний тиск на ділянці перед дифузором;

$n - 2$.

$$N_{\text{уд}} = 110 \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 27,5 \text{ Па}$$

Динамічний тиск розраховуємо за формулою :

$$N_{\text{дин}} = \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па} \quad (5.22)$$

де ρ – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає $1,2 \text{ кг/м}^3$;

$v_{\text{вих}}$ - швидкість чистого повітря на виході з вентилятора, яка для вентиляторів марки ВР складає 10...12 м/с. [28]

$$H_{\text{дин}} = \frac{1,2 * 13,5^2}{2} = 110 \text{ Па}$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначаємо :

$$H_{\text{в}} = 1,1 * H_{\text{мер}}, \text{ Па} \quad (5.23)$$

$$H_{\text{в}} = 1,1 * 2232,5 = 2456 \text{ Па}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор :

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{ф}} = 2,33 \text{ м}^3/\text{с}$$

Таким чином тип фільтру циклону ZEO-FC-9000 вибираємо вентилятор ВР 89-75-4(ВЦ 4-75 №4) та за графіком знаходимо ККД вентилятора. ККД для цього вентилятора дорівнює 0,8.

Число обертів вентилятора та його ККД визначаємо за точкою перетину характеристик $Q_{\text{в}}$ и $H_{\text{мер}}$, а необхідну потужність на валу електродвигуна визначають за формулою:

$$N = \frac{Q_{\text{в}} * H_{\text{в}}}{1000 * \mu_{\text{в}} * \mu_{\text{пер}} * \mu_{\text{п}}}, \text{ кВт}, \quad (5.24)$$

де $\mu_{\text{в}}$ - ККД вентилятора;

$\mu_{\text{пер}}$ - ККД передачі (0,98);

$\mu_{\text{п}}$ - ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N = \frac{2,33 * 2456}{1000 * 0,8 * 0,98 * 0,98} = 7,46 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна $N_{\text{у}}$ визначаємо з урахуванням коефіцієнта запасу потужності електродвигуна:

$$N_{\text{у}} = K_{\text{з}} * N, \text{ кВт} \quad (5.25)$$

Для електродвигунів потужністю більше 5 кВт $K_{\text{з}} = 1,1$

$$N_{\text{у}} = 1,1 * 7,46 = 8,2 \text{ кВт}$$

Обираємо електродвигун SIEMENS типу 1LA7131-2AA потужністю $N=8,5\text{кВт}$, з частотою обертів $n=2930$, ККД=88 %, масою 48,5 кг.

Розділ 6. ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД

6.1. Опис генплану

Генеральний план підприємства є ув'язуванням у плані всіх основних, допоміжних і підсобних будівель та споруд, всіляких під'їзних шляхів, лінії енергопостачання та водопостачання (надземних та підземних).

Генеральний план – проектний документ, на підставі якого здійснюється планування, забудова, реконструкція та інші види містобудівного освоєння територій. Основною частиною генерального плану (також званої власне генеральним планом) є масштабне зображення, отримане методом графічного накладення креслення проєктованого об'єкта на топографічний, інженерно-топографічний або фотографічний план території. При цьому об'єктом проєктування може бути як земельна ділянка з розташованим на ньому окремим архітектурною спорудою, так і територія цілого міста або муніципального району [10, 11].

Роза вітрів – векторна діаграма, що характеризує в метеорології та кліматології режим вітру в даному місці за багаторічними спостереженнями. Виглядає як багатокутник, у якого довжини променів, що розходяться від центру діаграми в різних напрямках (румбах горизонту), пропорційні повторюваності вітрів цих напрямів («звідки» дме вітер). Розу вітрів враховують при будівництві злітно-посадочних смуг аеродромів, автомобільних доріг, планування населених місць, оцінці взаємного розташування житлового масиву і промзони (з точки зору напрямку перенесення домішок від промзони) і безлічі інших господарських завдань (агрономія, лісове і паркове господарство, екологія та ін.).

Роза вітрів, побудована за реальними даними спостережень, дозволяє по довжині променів побудованого багатокутника виявити напрямок панівного, або переважаючого вітру, з боку якого найчастіше приходить повітряний потік в

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.19			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Печерова К.О.			Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 19,0 тис. т в Рівенській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					90	9
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

дану місцевість. Тому справжня роза вітрів, побудована на підставі ряду спостережень, може мати істотні відмінності довжин різних променів [11].

Майданчик для будівництва підприємства повинен задовольняти наступним вимогам:

- мати мінімальні розміри з врахуванням раціональної щільності забудови;
- забезпечити розташування будівель і споруд відповідно до напрямку руху зерна і відходів і мати можливість розширення виробництва;
- мати відносно рівну поверхню і ухил (0,001...0,003), що забезпечує стік поверхневих вод;
- рівень ґрунтових вод має бути нижче за глибину пристрою підвалів, тунелів, галерей і т.п.;
- мати зручне приєднання до найближчої залізничної станції;
- планування майданчика не має бути пов'язано з виконанням великого об'єму земляних робіт.

При проектуванні генеральних планів зернозберігаючих підприємств враховують наступні вимоги :

- будівлі і споруди розміщують і взаємно пов'язують згідно вимогам виробничого процесу, дотримуючись технологічної послідовності, без поворотних і зустрічних переміщень сировини і готової продукції;
- відстань між будівлями і спорудами повинні відповідати протипожежним нормам і санітарним нормам промислових підприємств;
- залізничні шляхи розміщують на території у відповідності з рухом вантажних потоків, забезпечуючи їх мінімальну протяжність;
- розташовують будівлі і споруди на території підприємства, розділив його на окремі зони: передзаводську, виробничу, підсобну і складську;
- будівлі і споруди розміщують з урахуванням напрямку переважаючих вітрів, з вітряної сторони по відношенню до масивів житлової забудови з розривом не менш 100 м.

На території у відповідності з нормами проектування розміщують мережі каналізації, водопостачання, енергопостачання, теплопостачання, газопостачання і ін.

Будівлі і споруди розташовують на генеральному плані по їх виробничій ознаці окремими групами.

Територію підприємства по функціональному призначенню ділять на зони, в яких розміщують відповідні будівлі, споруди і т.д.

Передзаводська зона (за межами огорожі або умовного кордону підприємства) призначена для розміщення контрольно-пропускних пунктів, прохідних, допоміжних будівель, передзаводської площі, площадки стоянки автомобілів і ін. В виробничій зоні розташовують елеватор, цех відходів.

Підсобну зону використовують для розміщення корпусу підсобних приміщень (ремонтні майстерні), котельні, трансформаторної підстанції, енергетичної траси, теплотраси, водопроводу, каналізації і інших комунікацій. В складській зоні знаходяться приміщення, будівлі транспортного господарства (депо, гаражі), водонапірні споруди, водойми, склад горючо-замазувальних матеріалів, паливна площадка, авторемонтні майстерні і т.д.

Будівельними нормами і правилами по проектуванню генеральних планів промислових будівель допускається уточнювати ділення території підприємства на зони з врахуванням конкретних умов будівництва.

Санітарно-гігієнічні вимоги проектування генерального плану обумовлюють розташування будівель і споруд відносно сторін світу і рози вітрів так, щоб були забезпечені умови природного освітлення, природного провітрювання. Промислові підприємства з джерелами виробничих факторів (шум, пил, запах, дим і т.д.), які несприятливо впливають на навколишнє середовище, по шкідливості ділять на п'ять класів, які передбачають між підприємством і жилою зоною санітарно-захисну зону від 50 до 1000 м (для мукомельних, комбикормових та крупозаводів вона має бути не менш 100 м).

Санітарні розриви між будівлями для нормальної природної освітленості приймають не менше ніж висота протистоячої будівлі.

За нормами пожежної безпеки будівлі і споруди розміщують на генеральному плані з врахуванням їх вогнестійкості, ступені пожежної небезпеки і рози вітрів.

Вимоги пожежної безпеки обумовлюють необхідність встановлення необхідних розмірів між будівлями та спорудами, а також забезпечення зручного і швидкого переміщення пожежних автомобілів до всіх об'єктів підприємства.

На території встановлюють за кільцевим водопровідом, який має невичерпне джерело водопостачання чи запасні баки для води об'ємом 250-500 куб.м з трьох годинним запасом гасіння пожеж. На кільцевому водопроводі встановлюють пожежні гідранти на відстані 50 – 100 м, для того щоб було можливо подавати воду до об'єкта гасіння не менш ніж з двох гідрантів.

Автомобільні дороги розташовують на території підприємства відповідно по характеру руху вантажних потоків. Облаштуванню доріг проїздів і проходів слід приділяти особливу увагу, щоб виключити повністю або звести до мінімуму перетини вантажних і людських потоків, сировини і готової продукції.

Ширину автомобільних доріг проєктують не менше 3,5 м і 6 м (при односторонньому і двосторонньому русі) з улаштуванням вантажних стоянок і майданчиків для розвороту автомобілів.

На підприємствах з майданчика більше 5 га передбачають не менше двох в'їздів. Ширину воріт автомобільних в'їздів приймають не менше 4,5 м, а ширину воріт для залізничних в'їздів - не менше 4,9 м. До водоймищ, які можуть бути використані для гасіння пожеж, влаштовують під'їзди з майданчиками розміром не менше 12х12 м. Пожежні гідранти розміщують уздовж автомобільних доріг на відстані не більше 2,5 м від краю проїжджої частини, але не ближче від стін будівлі.

Підземні мережі зернопереробних підприємств, що будуються, прокладають поза проїжджою частиною автомобільних доріг. На території підприємств, що реконструюються, допускається розміщення підземних мереж під автомобільними дорогами. Вентиляційні шахти, входи і інші пристрої

каналів і тунелів доцільно розміщувати поза проїжджою частиною і в місцях, вільних від забудови.

При безканалній прокладці допускається розміщення мереж в межах узбіч. У відповідності з СНіП 2-89-80 відстаней по горизонталі (у світлі) від найближчих підземних інженерних мереж до будівель і споруд варто приймати не більше вказаних в таблиці, за винятком газопроводів горючих газів, для яких приведені в таблиці відстані є мінімальними.

Відстань від теплових мереж при безканалній прокладці до будівель і споруд слід приймати рівним 5 м. Розміщення силових кабелів зв'язку над і під трубопроводами у вертикальній площині не допускається.

Відстань від каналізації до господарського-питного водопроводу приймають: до водопроводу із залізобетонних і азбестоцементних труб, які прокладаються в глиняних ґрунтах, - не менше 5 м; у великообмолочних і пісчаних ґрунтах - не менше 10 м; до водопроводу із чавунних труб діаметром до 200 мм - не менше 1,5 м, діаметром більше 200 мм - не менше 3 м; до водопроводу із пластмасових труб - не менше 1,5 м.

Відстань між мережами каналізації і виробничого водопроводу незалежного від матеріалу і діаметра труб, а також номенклатури і характеристики ґрунтів повинно бути не менше 1,5 м. Інженерні мережі можуть бути розташовані над землею на опорах, естакадах, в галереях або на стінах будівель і споруд.

Висоту над рівнем землі до низу труб або поверхні ізоляції, які прокладаються на високих опорах, слід приймати: у непроїжджій частині площадки (території), в місцях проходження людей - 2,2 м; в місцях перетину з автомобільними шляхами (від верху покриття проїзної частини) - 5 м; в місцях перетину з електрифікованими і не електрифікованими внутрішніми залізничними шляхами у відповідності із стандартом; в місцях перетину з не електрифікованими внутрішніми залізничними шляхами у відповідності із стандартом.

Впорядкування території підприємства передбачає озеленення території, яке дозволяє забезпечити захист будівель і споруд від пилу, вітру, створити необхідну чистоту повітря. Озеленення виконують однорядною, дворядною посадкою дерев, а також чагарнику. Породи дерев підбирають з врахуванням кліматичних умов, специфіки підприємства і стійкості дерев до шкідливих речовин, які виділяє підприємство.

Такі дерева, як липа, сосна, ялина, тополя виділяють бактерицидні речовини, які оздоровляють навколишнє середовище. Однак в межах нормативних протипожежних відстаней посадка дерев хвойних порід не допускається.

Впорядкування території повинно забезпечити рішення комплексу санітарно-гігієнічних, експлуатаційних і естетичних умов всього персоналу. Впорядковані площадки для відпочинку працюючих розташовують з повітряного боку по відношенню до будівель з виробництвами, які виділяють викиди в атмосферу. Розміри площадок приймають із розрахунку не більше 1 м² на одного працюючого в найбільш чисельній зміні. Відстані від будівель і споруд до дерев і чагарників слід приймати не менше нормативних.

Про доцільність розміщення будівель і споруд на генеральному плані судять за його техніко-економічними показниками.

Основними показниками раціонального використання території підприємства и її благоустрою служать коефіцієнти забудови K_3 , коефіцієнт мощення K_M і коефіцієнт озеленення K_0 значення яких (%) визначають наступним чином [10, 11]:

$$K_3 = \frac{\sum f}{F} \cdot 100 \quad (7.1)$$

$$K_M = \frac{F_M}{F} \cdot 100 \quad (7.2)$$

$$K_0 = \frac{F_{O3}}{F} \cdot 100 \quad (7.3)$$

де F – площа всієї території підприємства, м²;

f – площа окремої будівлі, м²;

$F_{оз}$ – сумарна площа озеленення, м²;

$F_{м}$ – сумарна площа мощення, м².

$$Kз = \frac{8660}{12000} \cdot 100 = 72,2 \%$$

$$Kм = \frac{1930}{12000} \cdot 100 = 16,1 \%$$

$$Kоз = \frac{1410}{12000} \cdot 100 = 11,7 \%$$

6.2 Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору

Станції розвантажування автотранспорту.

Станції розвантажування автотранспорту являє собою просторовий рамно-в'язевий каркас з розмірами у плані 4,0 х 6,8 м. Просторова жорсткість споруди в поздовжньому і поперечному напрямку забезпечується системою горизонтальних і вертикальних в'язей. Для проїзду автотранспорту нижня частина споруди виконана у вигляді рами. Кріплення колон до фундаментів жорстке за допомогою закладних деталей. Стіни виконані з профільованого листа, покладеного по стіновим ригелях фахверку.

Перекрыття завальної ями являє собою просторову балочну клітку, що складається з прокатних балок у поздовжньому і поперечному напрямку.

Робоча башта. Проектом передбачено встановлення мелалевої робочої башти, розмірами ц плані 6,5х11,56 м.

Зведення металевих конструкцій робочих башт – чи не найпоширеніший вид будівництва на сьогоднішній день.

Головна перевага даного способу – швидкість. У найкоротші терміни і за порівняно невеликі кошти можна звести будівлю, яка за технічними характеристиками не поступатиметься бетонним спорудам.

Іншими перевагами металевих споруд є:

1. Контроль над витратою матеріалів. Деталі виготовляються максимально точно, отже – монтаж спрощується в рази. Замовник отримує конкретну інформацію про те, що саме необхідно придбати і в яких кількостях.

2. Будівництво в зимовий період. З іншими будівельними матеріалами вельми складно працювати в зимовий період, як правило роботи зупиняються на невизначений термін до тих пір, поки холоди не спадають. Виготовлення конструктивних елементів з металу дозволяє продовжувати зведення будівлі навіть у морози.

3. Міцність. Металеві каркаси відрізняються високою міцністю, що дає гарантії тривалого терміну експлуатації конструкції і її надійності.

4. Демонтаж. Важливим плюсом стане можливість демонтажу та повторного монтажу, у випадку, якщо були використані болти для з'єднання між собою елементів конструкції.

5. Мала вага. Металеві каркаси характеризуються малою вагою, при цьому – вони мають високу водо- і газонепроникність.

Каркас споруди з металу являє собою металеву раму, яка монтується на залізобетонний фундамент. До основних елементів каркасу відносяться: зварна балка; ферми перекриття і колони; ригелі і стійки; зв'язки, прогони, елементи кріплення; арки і закладні деталі, а також інші елементи.

Робоча башта складається з бетонних свай обшитих металевими листами. Це обумовлено тим що висота робочої будівлі складає 25 метрів, таким чином ця конструкція не може вважатися стійкою при її виробництві цілком з металу, з цих міркувань бетон буде найбільш стійким матеріалом при динамічних навантаженнях на будівлю. Також слід звернути увагу на встановлене обладнання: чотири бункера місткістю 60 т кожен, скальператор А1-БЗО, сепаратор А1-БЦС-50,

Транспортна галерея. Транспортна галерея складається з однієї прогонової будови. Прогонова будова виконана у вигляді двох паралельних ферм висотою 1,5 м розкріплених між собою горизонтальними в'язями по верхньому поясу.

Станція відвантаження зерна на автотранспорт. Блок бункерів відвантаження зерна на автотранспорт являє собою просторову конструкцію з розмірами у плані 3,25х3,25 м. Просторова жорсткість споруди у повздовжньому

напрямку забезпечується системою вертикальних в'язей та розпорок; у поперечному-жорстким кріпленням колон до фундаменту за допомогою фундаментних болтів. Для проїзду автомобілів нижня частина споруди виконана у вигляді рами.

Металеві силоси для зберігання зерна. Проектом передбачено встановлення металевих силосів, що виготовляють повністю в заводських умовах, монтують на майданчиках із укрупнених блоків заводського виготовлення.

Під час зведення металевих силосів відпадає потреба влаштування суцільної фундаментної плити. Вертикальний тиск зерна на днище силосу передається через спеціально підготовлену основу безпосередньо на ґрунт, а навантаження від стін – на кільцевій фундамент, який складається із залізобетонних конструкцій.

При розробці даного проекту було прийнято рішення встановити силоси металеві виробництва ВАТ «Карловського машинобудівного заводу». Висота кожного з чотирьох силосів складає 23 метрів, діаметр 18 метрів [20]. Металеві силоси виготовлені із посиленням жорсткості стінок. Жорсткість підвищується завдяки привареним із країв листів сталевим кутикам, що з'єднуються болтами. Металеві силоси обладнують установками для активного вентилявання зерна з подачею повітря через перфоровані труби, перфороване днище або спеціальні повітряні канали. Для вентилявання зерна застосовують як холодне (атмосферне), так і підігріте в електрокалорифері повітря.

З робочої баштою вони ув'язані за допомогою скребкових конвеєрів, які встановлені в зварної металевій галереї. Галерея у свою чергу тримається на металевих підпорах.

Досушільний та післясушільний силос також являють собою стандарту конструкцію ВАТ «Карловського машинобудівного заводу». Розмір по висоті 13 м та діаметром 7 м. Зерно з досушільного силосу подається у сушарку через стрічковий конвеєр, який прихований у металевий кожух [20].

Розділ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності [29].

Завдання охорони праці – звести до мінімуму імовірність травматизму чи захворювання працюючих та створити оптимальні умови для їх праці, що забезпечують найкраще самопочуття та максимальну працездатність людини.

Законодавство України з охорони праці складається з конституційних гарантій прав громадян у цій сфері, спеціального Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, низки інших законів, пов'язаних з охороною життя і здоров'я громадян в процесі їх трудової діяльності, державних міжгалузевих, галузевих та інших нормативних актів, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання.

Одним із основних законів України, що встановлює вимоги до охорони праці в процесі трудової діяльності, регулює відносини між роботодавцем підприємства і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, а також встановлює єдиний порядок організації охорони праці в державі є Закон України «Про охорону праці».

Підприємство зобов'язане забезпечити для всіх працюючих безпечні та нешкідливі умови праці і несе відповідальність за шкоду, заподіяну їх здоров'ю та працездатності, постійно поліпшувати умови праці та побуту жінок, підлітків, забезпечувати їх роботою переважно в денний час та зі скороченим робочим днем.

Управління охороною праці на підприємстві є однією з важливих складових частин управління діяльністю підприємства в цілому. Роботодавець забезпечує на підприємстві функціонування системи управління охороною праці і створює для цих цілей відповідні служби [30].

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.19			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Печерова К.О.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 19,0 тис. т в Рівенській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					99	16
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

На підприємстві виробничої сфери з числом працюючих 50 і більше створюється служба охорони праці, а в інших випадках функції цієї служби можуть виконувати за сумісництвом особи, які мають відповідну підготовку та пройшли перевірку знань з охорони праці [30].

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю і прирівнюється до основних виробничо-технічних служб.

7.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ)

В даному розділі наведені шляхи та методи покращення стану охорони праці на підприємствах елеваторної промисловості для забезпечення належних умов для працюючих, згідно з чинним законодавством та нормативно-правовими актами з охорони праці.

Ідентифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть мати найбільший вплив на працюючих на новому елеватору місткістю 19 тис. т.

В сфері зберігання зерна існує багато небезпечних та шкідливих факторів, які впливають на робітників, при виконанні ними посадових обов'язків.

Таблиця - 7.1. Характеристика та нормовані значення НШВФ [31-33]

№з /п	Найменування небезпечних та шкідливих виробничих факторів	Нормоване значення	Нормативний акт	Джерело виникнення	Можливі наслідки від дії
1	Рухомі машини і механізми;	200 об/хв., 3,3 Гц	згідно НПАОП-15.0- 1.01-17	Знаходяться у РБ сепаратори транспортери та норії.	Підвищену небезпека для людини. Можлива поява виробничих травм різної важкості.
2	Підвищена запилена і загазованість повітря робочої зони;	4,0 мг/м ³ зернового пилу	згідно НПАОП-15.0- 1.01-17	Утворюється на поверсі сепараторів, бункер приймання зерна	Створює підвищену небезпеку для органів дихання працюючого, кон'юнктивіту, сприяє виникненню вибухонебезпечних сумішей Алергія, дискомфорт.

3	Підвищена або знижена температура поверхонь устаткування, матеріалів	50°C	згідно НПАОП-15.0-1.01-17	Конвейери стрічкові, Сушарка	Небезпека для людини. Опіки.
4	Підвищений рівень шуму на робочому місці;	Не>80 дБА	згідно ДСН 3.3.6.037-99	Утворюється на поверсі Сепаратора та скальперато	Підвищений рівень шуму послаблює увагу, перешкоджає сприйманню звукових сигналів і команд Порушення слуху працівників
5	Відсутність або недолік природного світла;	Розряд зорової роботи – VIII	згідно ДБН В.2.5-28-2006	Вікна	Ускладнює орієнтир працюючого
6	Підвищена або знижена рухливість повітря;	Для середньої важкості ІІ та важкої ІІІ: холодний період - 0,2-0,3 м/сек теплий період - 0,3-0,4 м/сек	згідно ДСН 3.3.6.042-99	Протяги в РБ	Призводить до поганого почуття людини, виникають захворювання, ОРЗ.
7	Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі	380 – 1000В	ДАНОП 0.00-1.32.01	Електродвигуни, робоче обладнання	Призводить до аварійної ситуації і до ураження струмом людини.

Нормування показників мікроклімату робочої зони у виробничому приміщенні проводиться згідно з ДСН 3.3.6.042-99. Нормовані показники мікроклімату робочої зони представлені в таблиці 7.2

Нормування вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони проводиться згідно НПАОП-15.0-1.01-17. Результати представлені в таблиці 7.3

Таблиця - 7.2. Нормування показників мікроклімату робочої зони [33]

з/п	Найменування виробничого приміщення	Період року	Категорія роботи, що виконується	Температура, С ⁰	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
	2	3	4	5	6	7
1	Робоча башта, зерносушарка	Холодний період року	Середньої важкості Пб	17 - 19	40 - 60	Не більше 0,2
		Теплий період року		20 - 22	40 - 60	Не більше 0,3
2	Силоси	Холодний період року	Важка -III	16 - 18	40 - 60	Не більше 0,3
		Теплий період року		18 - 20	40 - 60	Не більше 0,4

Таблиця 7.3. Нормування вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони [33]

№ з/п	Назва речовини	Величина ГДК мг/м ³ ,
1	Зерновий пил (незалежно від вмісту двоокису кремнію)	4,0

Основним джерелом виробничого шуму і вібрації на підприємствах по зберіганню і переробці зерна є основне та допоміжне технологічне обладнання. Нормування шуму та вібрації згідно з ДСН 3.3.6.037-99 та відповідно до ДСН 3.3.6.039-99. Результати нормування представлені у таблиці 7.4

Для зниження рівня вібрації від сепараторів, їх встановлено на спеціальних рамах, які знижують рівень вібрації та шуму. Також застосовуються колективні засоби захисту, що знижують шум на шляху розповсюдження (кожухи та шумоізоляція).

На поверхах головок та башмаків норій для зниження рівня шуму використовуються індивідуальні засоби захисту: навушники, беруші, шоломи.

Таблиця - 7.4 Фактичні та нормовані значення виявлених джерел шуму та вібрації

№з /п	Найменування одиниці технологічного обладнання	Фактичне значення шуму, дБА	Нормативне значення шуму, дБА	Фактичне значення вібрації (локальна/ загальна), дБ	Нормативне значення вібрації (локальна/ загальна), дБ
1	Сепаратор	Не менше55	Не більше 80	Відповідно нормам	Не більше $0,2 \cdot 10^{-10}$
2	Скальпіратор	Не менше55	Не більше 80	Відповідно нормам	Не більше $0,2 \cdot 10^{-10}$
3	Норії	Не менше51	Не більше 80	Відповідно нормам	Не більше $0,2 \cdot 10^{-10}$
4	Конвеєри	Не менше55	Не більше80	Відповідно нормам	Не більше $0,2 \cdot 10^{-10}$

Виділення і нормування показників освітлення робочої зони При нестачі природного освітлення, або в темну пору доби використовувати штучне освітлення, шляхом застосування світлодіодних ламп .

Нормування показників освітлення приміщень проводиться відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 [32]. Вид природного освітлення в робочій очисній башні: комбіноване, коли застосовується одночасно бокове і верхнє освітлення. Результати представленні у таблиці 7.5

Розташування та комбінування основного та допоміжного обладнання нормується згідно НАОП 8.1.00 [32].

У робочій будівлі встановлено три норії, які мають проходи з 3 сторін шириною 0,8 м, що є задовільною відстанню, четверта норія знаходиться за межами робочої башти. Для обслуговування цієї норії на даху будівлі змонтована металева площадка, що дозволяє обслуговувати норію з усіх сторін. Норійні труби встановлені таким чином, що труби норій встановлені від стін на відстані 0.8 м .

На першому поверсі встановлені конвеєри для приймання зерна з автомобільного транспорту . Вони розміщені в підземних галереях висотою 2,2 м і не має ніяких виступаючих чи гострих частин. Тому галереї і розташування конвеєрів задовольняються нормативними значеннями

Таблиця 7.5 - Показники освітлення виробничих приміщень в залежності від розряду

№з/п	Виробниче приміщення	Вид освітлення	Найменший розмір об'єкта розрізнення мм	Розряд та підрозряд зорової роботи	КПО, %	Освітленість, лк
1	Поверх головок норій, поверх сепараторів	Природне бокове одностороннє	5	VIII а	0,7	75
2	Інші поверхи робочої будівлі, приймальні пристрої, галереї, сушарка	Природне бокове одностороннє	5	VIII б	1	50

Сепаратор встановлений так, що проходи з сторін мають 1,3 м і 1,4 м . Норійні труби знаходяться на відстані 0,8м. від сепаратора та 0,8 від стіни. Скальпіратор розміщений так, що проходи з сторін мають більше ніж 1,3 м (тобто 2,2 м. та 2,4м.)

Класифікація виробничих приміщень за умовами середовища і категорією з безпеки ураження електрострумом визначають згідно з НПАОП 15.0-1.01-17 [35]. Класифікація приміщень наведена у табл.7.6

Таблиця - 7.6. Категорія приміщень за чинниками виробничого середовища та з безпеки ураження електричним струмом [31,32]

№ з/п	Виробничі та допоміжні приміщення	Категорія приміщень за чинниками виробничого середовища	Категорія приміщень з безпеки ураження електричним струмом
1	Приймально-очисна башта	Приміщення сухе, в якому відносна вологість не перевищує 60%; запилене – там така кількість пилу, що він осідає на проводах і попадає в машини і апарати, але він не струмопровідний.	П - П
2	Силоси	Вологі приміщення, в яких відносна вологість знаходиться в межах 60-75%	П - П
4	Транспортерна галереї	Сухі приміщення, в яких відносна вологість не перевищує 60% Приміщення з неструмопровідним пилом.	П - П

7.2 Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ

Заходи щодо захисту працюючих від зовнішніх і внутрішніх факторів; наявність санітарно-побутових приміщень, медобслуговування.

Для попередження нещасних випадків і уникнення травматизму під час виконання різних робіт, а також запобігання виникненню професійних захворювань у працівників передбачені організаційні і технічні заходи захисту.

До організаційних заходів належать:

- раціональна організація праці;
- планування заходів щодо охорони праці, проведення навчання, страхувань, інструктажів;
- організація планово-попереджувального ремонту небезпечного устаткування;
- пропаганда безпеки праці;
- висвітлення проблем охорони праці, фактів і причин травматизму й аварій у засобах масової інформації тощо.

Технічні заходи захисту мають на меті підтримку вимог санітарії і техніки безпеки.

Засоби захисту від небезпечних та шкідливих факторів виробництва поділяють на колективні й індивідуальні.

До засобів колективного захисту належать:

- технічні засоби безпеки, призначені для захисту людей від дії механічних факторів (огороджувальні, гальмівні та блокувальні пристрої, пристрої дистанційного керування, автоматичного контролю і сигналізації; запобіжні засоби та знаки безпеки);
- засоби нормалізації повітряного середовища приміщень і робочих місць (вентиляція, кондиціонування, опалення тощо);
- засоби нормалізації освітлення приміщень і робочих місць (джерела світла, освітлювальні прилади і т.д.);

- засоби захисту від іонізуючих, ультрафіолетових, інфрачервоних, електромагнітних лазерних та інших випромінювань (огороження, герметизація, автоматичний контроль і т. д.);
- засоби захисту від шуму і вібрації (звукоізоляція, віброізоляція, огороження тощо);
- засоби захисту від враження електричним струмом (захисне заземлення, занулення тощо).

Засоби індивідуального захисту призначені для забезпечення одного працюючого і можуть стосуватися як галузі техніки безпеки (наприклад, спеціальний одяг, взуття, шоломи, бронежилети, які захищають від травм), так і до галузі виробничої санітарії (респіратори, протигази, спеціальні окуляри, маски, що захищають від шкідливих виробничих факторів).

Обидві категорії способів захисту передбачають запобігання чи зменшення впливу на працюючих шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Засоби індивідуального захисту застосовуються в тому випадку, якщо безпеку роботи не можна забезпечити конструкцією і розміщенням устаткування, організацією робочого процесу, архітектурно-планувальними рішеннями, засобами колективного захисту і т.п.

У ст. 8 Закону України “Про охорону праці” зазначено, що “на роботах зі шкідливими і небезпечними умовами праці, в особливих температурних умовах, у забрудненому середовищі працівникам і службовцям безкоштовно видається спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту”.

Засоби індивідуального захисту поділяються на основні та допоміжні. До основних засобів індивідуального захисту належать:

1. Засоби захисту органів дихання (протигази, респіратори). Протигази за принципом дії поділяються на фільтруючі (ГП-4, ГП-7, ЕО-16) та ізолюючі (ІП-4, ІП-5, КІП-8, АСВ-2). Фільтруючі протигази забезпечують захист в умовах обмеженого вмісту шкідливих речовин. Їх не застосовують у випадку наявності у повітрі малої концентрації кисню. Ізолюючі протигази застосовують під час аварії та великих викидів шкідливих речовин в атмосферу. Респіратори застосовують для

захисту організму від пилу, парів, аерозолів, шкідливих газів. Вони поділяються на протипилові (ШБ-1 “Лепесток”), протигазові (РПГ-67) та універсальні (РУ-60);

2. Засоби захисту слуху від інтенсивного шуму – навушники та заглушки. Навушники знижують високочастотний шум на 40 дБ, а вушні заглушки, вкладиші – на 25 дБ;

3. Засоби захисту очей – захищають очі від твердих частинок, бризок лугів і кислот, іскор, різних видів випромінювання. Для цього застосовують спеціальні окуляри, вибір яких залежить від виду робіт;

4. Засоби захисту голови і обличчя (маски, щитки, капелюхи, каски, шоломи) – захищають від падаючих предметів, стружки, інших фізичних і хімічних факторів. Маски, щитки і капелюхи використовуються при ремонтних цілях, каски – на завантажувально-розвантажувальних роботах загального призначення, а шоломи і сфери – на роботах спеціального призначення;

5. Засоби захисту шкірного покриву (спеціальний одяг) – видаються працівникам для захисту тіла від забруднення, механічних впливів, води, кислот, лугів, підвищених або понижених температур, радіоактивних речовин, нафти, жирів, для захисту від біологічних факторів. Спеціальний одяг обирається відповідно до класифікації його захисних можливостей. Це можуть бути захисні костюми, куртки (бронезилети), комбінезони, халати, фартухи, плащі тощо;

6. Засоби захисту ніг – спеціальне взуття, призначене для захисту від дії вібрації, іонізуючого випромінювання, статичної електрики тощо. Обирається залежно від його захисних можливостей. Для зовнішніх робіт під час холодного та перехідного періоду року використовується валяне взуття, а для робіт з використанням кислот, лугів – гумові чоботи. Під час роботи у вогких, холодних умовах одягають утеплені гумові чоботи. До спецвзуття відносять також шкіряні та кирзові чоботи, напівчоботи (напівчеревики), бахіли тощо;

7. Засоби захисту рук від механічних пошкоджень, опіків, холоду та інших небезпечних і шкідливих факторів (рукавиці, рукавички, напальники, дерматологічні засоби (мазі, креми)). Залежно від виду робіт матеріалом, з якого

виготовляють засоби захисту, може бути вовна, льон, шкіра, шкіряний замітник, гума тощо;

8. Засоби запобігання враженню електричним струмом: діелектричні рукавички, боти, чоботи, калоші, виготовлені зі спеціальної діелектричної гуми.

Санітарно-побутове обслуговування працівників здійснюється в проєктованому адміністративно-лабораторному корпусі вхідного контролю

7.3 Заходи щодо пожежної безпеки

Класифікація виробничих та допоміжних приміщень за категоріями пожежовибухобезпеки, класом пожеж та зони з вибухопожежонебезпеки, приведена в табл. 7.7

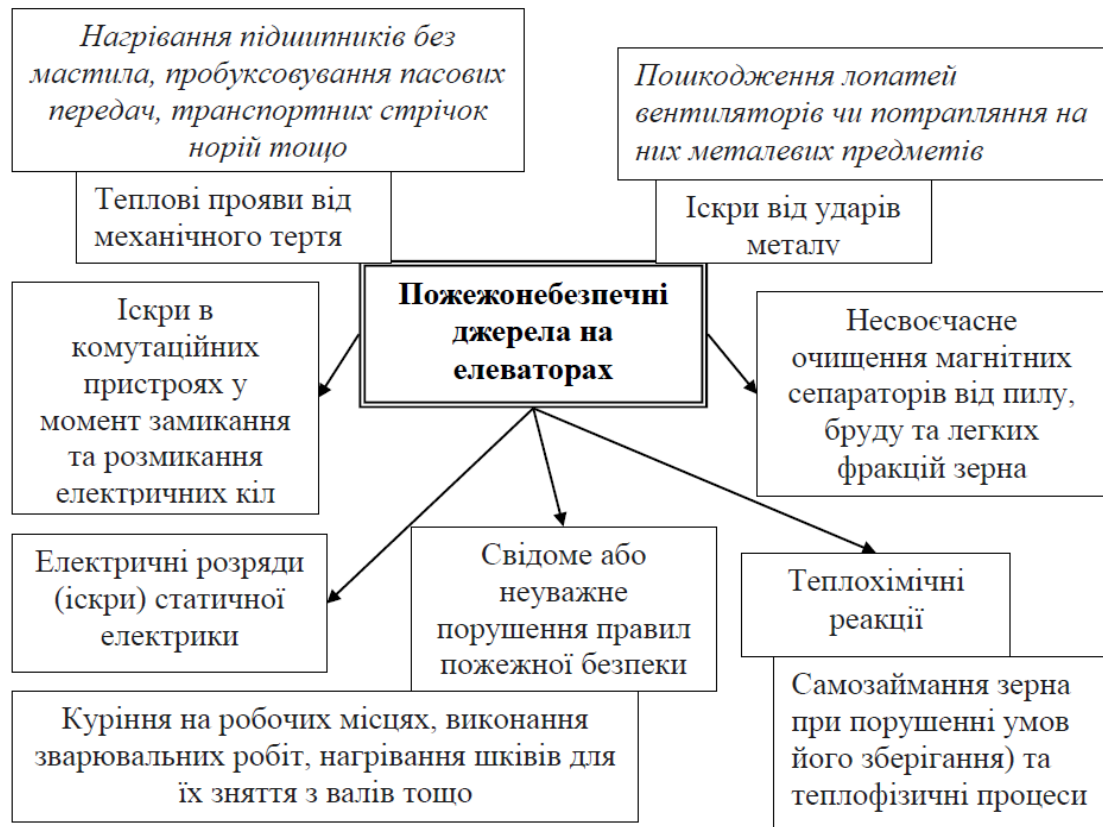
Таблиця 7.7 Категорії приміщень з пожежовибухонебезпеки та класу можливих пожеж [31-33].

№ з/п	Виробничі та допоміжні приміщення	Категорія приміщень за чинниками виробничого середовища	Клас пожежі	Клас зони з пожежовибухонебезпеки
1	РБ	В	А,(Е)	П - П
2	Силоси	В	А,(Е)	П - П
3	Зерносушарка	В	А,(Е)	П - П

Засоби пожежогасіння, запобігання пожежам, вибухам, зберіганню і транспортуванню матеріалів, напівфабрикатів із небезпечними та шкідливими властивостями.

На рис 7.1 представлена схема «Пожежонебезпечні джерела на елеваторах», яка детально класифікує причини виникнення вогню на підприємствах зернопереробної галузі.

Ця схема наочно демонструє, що пожежна безпека на елеваторі залежить як від технічного стану обладнання, так і від суворого дотримання технологічної дисципліни персоналом.



.Рисунок 7.1 – Потенційні пожежонебезпечні джерела у виробничих приміщеннях елеватора

Технологічне обладнання, яке використовується для транспортування та зберігання насіння зернових на об'єктах, за нормальних режимів роботи повинно бути пожежобезпечним. Обладнання має відповідати конструкторській документації. Технологічні процеси необхідно проводити відповідно до регламентів та іншої, затвердженої у встановленому порядку, нормативно-технічної та експлуатаційної документації. Виробництво повинно бути оснащено автоматичними засобами контролю параметрів, значення яких визначають пожежонебезпечність процесу, сигналізацією граничних значень і системами блокувань, які перешкоджають виникненню аварійних ситуацій.

Профілактичний огляд, планово-попереджувальний та капітальний ремонт технологічного обладнання повинні здійснюватися в терміни, встановлені відповідними графіками, з урахуванням виконання заходів щодо забезпечення

пожежовибухобезпеки, передбачених проектом, технологічним регламентом, технічними умовами.

Транспортне обладнання для переміщення насіння зернових (норії, транспортери, конвеєри тощо) має бути обладнане справними засобами й елементами, що забезпечують безпеку під час експлуатації (датчики контролю швидкості, ручні пристрої відключення транспортеру, датчики контролю температури стрічки, датчики контролю навантаження, пристрої, що запобігають зворотному ходу стрічки або її пробуксовці), а також системами аспірації, що синхронізу-ються з пусковими пристроями обладнання і забезпечені пилоуловлювальними пристроями (рукавними фільтрами, пиловими камерами тощо), що унеможливають вихід запиленого повітря в робоче приміщення складу або елеватора.

При обслуговуванні норій необхідно виконувати наступні вимоги [33]:

- слідкувати, щоб краї норійної стрічки не стикалися, а ковші не вдарялися по внутрішнім стінкам норійних труб;
- норійні труби, оглядові люки, башмаки та головки норій повинні бути щільними і не пропускати пил та насіння;
- башмаки норій очищати від продукту тільки спеціальною скребачкою, яка не утворює іскор;
- після ліквідації завалу норії та виявлення причин (слабо закріплені та відірвані ковші, слабкий натяг стрічки або порушення її центровки тощо) прийняти заходи до їх усунення.

При обслуговуванні конвеєрів необхідно виконувати наступні вимоги:

до початку робіт перевірити чистоту робочого місця, справність заземлення електродвигунів, конвеєрів, пускових пристроїв та міцність болтових з'єднань; перевірити справність усіх вузлів конвеєрів, гальмів пересувного скидального візка, аспіраційної установки, стан змащення деталей; слідкувати за необхідним натягом ременя приводу конвеєра.

Прийом і зберігання насіння зернових та його відходів повинні відповідати правилам організації і ведення технологічних процесів і інструкції по зберіганню насіння та його відходів.

Перед завантаженням в силоси і бункери насіння воно повинне бути знепилене, очищене та просушене до необхідної вологості, а ємкості ретельно зачищені, провітрені і просушені.

Силоси, бункери повинні бути обладнані устаткуванням для дистанційного та автоматичного контролю температури насіння, а сховища укомплектовані приладами для контролю газового складу (індикаторних газів процесів самонагрівання, самозагоряння насіння). Обладнання для контролю температури насіння повинне бути розміщене згідно технічної документації.

Основні причини вибухів і пожеж сушарок на зернозберігальних підприємствах представлено на рис. 7.2.



Рисунок 7.2 . Основні причини вибухів і пожеж зерносушарок

По всій території знаходяться зовнішня система пожежогасіння - від пожежних гідрантів, встановлених на зовнішній мережі протипожежного водопостачання, на відстані в 25 м від можливого об'єкта гасіння, які на генеральному плані мають свої позначки. Проектом передбачається захист від блискавки у вигляді подвійного стрижневого блискавковідводу

Заходи щодо захисту персоналу від травмування, безпечної евакуації працюючих при можливих аваріях і пожежах.

З метою зменшення матеріальних збитків і моральної шкоди від виробничого травматизму на підприємстві розробляються заходи профілактики, що передбачають конкретні завдання, термін виконання, необхідні ресурси для їх реалізації та способи контролю за їх здійсненням.

Такі заходи, залежно від конкретних умов виробничої діяльності можуть включати як технічні, санітарно-гігієнічні так і організаційні методи та засоби запобігання реалізації небезпечних ситуацій у небажані події.

До технічних заходів по забезпеченню безпечних умов праці належить – рівень механізації та автоматизації виробничих процесів, засоби огороження, сигналізації, дистанційне управління, зміна технологічних процесів на більш безпечні, вдосконалення конструктивних характеристик машин, механізмів, вдосконалення колективних та індивідуальних засобів захисту працюючих та інше.

До санітарно-гігієнічних заходів залежно від умов діяльності належить – облаштування вентиляційних систем, модернізація штучного і природного освітлення, централізоване питне водопостачання, забезпечення нормальних параметрів повітряного виробничого середовища, заходи по боротьбі з шумом та вібрацією, обладнання зон відпочинку та інше.

До організаційних заходів належить – дотримання трудової та технологічної дисципліни, правил та норм з охорони праці, проведення планово-запобіжних ремонтів, рівень кваліфікації штатних працівників, відомчий та громадський контроль за виконанням робіт, відповідне навчання та інструктаж працюючих та інше.

На підприємстві щорічно розробляються заходи щодо профілактики виробничого травматизму й професійних захворювань які включаються в колективні договори, забезпечуються технічною документацією, джерелами фінансування та матеріальними ресурсами.

Евакуаційні шляхи з приміщень, які проектуються, виконані згідно НАПБ В 01.057-2006/200 “Правила пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України”, НПАОП 15.0-1.01-88 (НАОП 8.1.00-1.01-88) “Правила техніки безпеки та виробничої санітарії на підприємствах по зберіганню та переробці зерна міністерства хлібопродуктів” та п.4.4 ДНАОП 1.8.10-1.06-97 “Правила безпеки для олійно-жирового виробництва” і забезпечують безпечну евакуацію всіх людей, які знаходяться в приміщеннях будівель, через евакуаційні виходи.

Двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу з будівлі. Ширина евакуаційного виходу (дверей) прийнята в залежності від загальної кількості людей, що евакуюються через цей вихід, та кількості людей на 1 м ширини виходу (дверей), встановленого таблиці 4, 5 СНиП 2.09.02-17

7.4 Дії на елеваторах під час повітряної тривоги

Під час повітряної тривоги на елеваторі пріоритетом є безпека персоналу та, по можливості, збереження матеріальних цінностей. Ось основні дії, які необхідно виконати:

Негайне оповіщення: Увімкнення системи оповіщення: Запуск сирени або інших засобів оповіщення для інформування всього персоналу про повітряну тривогу.

Чіткі інструкції: Оповіщення має супроводжуватися чіткими інструкціями щодо подальших дій.

Дії персоналу: Переміщення в укриття: Усі працівники, які не задіяні у критично важливих процесах, повинні негайно залишити робочі місця та прямувати до найближчих укриттів (на елеваторі передбачено два укриття).

Відповідальні особи: Визначені відповідальні особи (керівники підрозділів, майстри) повинні переконатися, що всі працівники їхніх відділів покинули небезпечну зону.

Контроль доступу: Обмеження доступу на територію елеватора для сторонніх осіб.

Зупинка виробничих процесів:

Аварійна зупинка обладнання: За можливості, слід негайно зупинити роботу всього виробничого обладнання, особливо того, що працює з легкозаймистими або вибухонебезпечними матеріалами (наприклад, зерносушарки, транспортери, що створюють пил). Це мінімізує ризик пожеж та вибухів у разі прямого влучання.

Відключення електроживлення: Вимкнення електроенергії на об'єктах, де це не загрожує безпеці та не призведе до значних збитків.

Перекриття газопостачання: У разі використання газу, перекриття його подачі до обладнання.

Забезпечення безпеки зерна та обладнання:

Мінімізація ризиків розповсюдження пожежі: Якщо є можливість, слід вжити заходів для запобігання розповсюдженню пожежі у разі займання (наприклад, перекриття вентиляції, закриття засувки).

Підготовка до ліквідації наслідків: Підготовка засобів пожежогасіння (вогнегасники, пожежні гідранти) до можливого використання.

Дії після відбою тривоги:

Огляд території та обладнання: Після сигналу "Відбій повітряної тривоги" відповідальні особи повинні провести ретельний огляд території елеватора та обладнання на предмет пошкоджень, виявлення пожеж або інших надзвичайних ситуацій.

Відновлення роботи: Відновлення виробничих процесів можливе лише після переконання в повній безпеці та відсутності загроз.

Розділ 8. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА (НДЧ) «Дослідження виробництва льону в Україні та світі»

8.1 Стан питання

У роботі здійснено всебічне дослідження сучасного стану, динаміки та перспектив розвитку льонарства як стратегічно важливого напряму агропромислового комплексу України в контексті глобальних економічних трендів. Актуальність дослідження зумовлена трансформацією структури вітчизняного агровиробництва в умовах воєнного стану та логістичних обмежень, а також вивчено світовий рівень виробництва льону.

Проаналізовано роль ключових гравців світового ринку (Канада, Китай, Франція), де льон залишається незамінною сировиною для текстильної, харчової та фармацевтичної промисловостей. Відзначено зростаючий світовий попит на лляну олію та органічне насіння.

Досліджено динаміку посівних площ льону олійного, попри загальну «стрибкоподібну» траєкторію розвитку галузі. Встановлено, що понад 70% виробленої продукції реалізується всередині країни для потреб крафтової переробки, що свідчить про формування внутрішнього ринку продуктів із високою доданою вартістю. На основі аналізу виробничих витрат доведено, що вирощування льону є у 1,1–1,3 раза дешевшим порівняно з соняшником, а рівень рентабельності в успішних господарствах може сягати 59,1%. Виявлено фітосанітарні переваги культури як універсального попередника, що підвищує врожайність наступних зернових культур на 10% [34, 35]

Акцентовано увагу на перевагах льону для експорту в країни ЄС сухопутними коридорами, що мінімізує залежність виробників від функціонування морських портів. Робота обґрунтовує доцільність розширення площ під льоном як інструменту диверсифікації ризиків та підвищення прибут-

КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.19				
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата
Розробив		Печерова К.О.		
Керівник		Соколовська О.Г.		
Консультант		Соколовська О.Г.		
Зав. каф.		Макаринська А.В.		
Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 19,0 тис. т в Рівенській обл.				
		Літ.	Арк.	Аркушів
			115	12
ОНТУ, ТЗХ-416				

ковості агробізнесу. Запропоновано рекомендації щодо розвитку вітчизняної переробки льону-довгунця для відродження легкої промисловості України.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю докорінної трансформації аграрного сектору України в умовах глобальних кліматичних змін та економічних викликів, спричинених воєнним станом. Традиційні для України культури, такі як кукурудза та соняшник, стають дедалі ризикованішими через дефіцит вологи та логістичні обмеження, що змушує виробників шукати альтернативні, менш вологозалежні та високоефективні нішеві культури.

В умовах зростання середньорічних температур та частих посух льон олійний демонструє високу адаптивність, оскільки він є невибагливим до вологи та здатним розкривати генетичний потенціал навіть у стресових умовах, наприклад, у посушливих регіонах Кіровоградщини та Одещини.

Вирощування льону потребує у 1,1–1,3 раза менше витрат порівняно з соняшником, а рівень рентабельності в успішних господарствах може сягати 59,1%. Затрати на вирощування льону у 2025 році становили близько 5 тис. грн/га, тоді як ціна на врожай коливається в межах \$550–600 за тонну [36–38].

Україна має потужну історичну базу льонарства; у 1975 році посівні площі льону-довгунця сягали 238 тис. га, а країна забезпечувала 13–14% світового виробництва волокна. Відродження цієї галузі є шансом для відновлення вітчизняного текстильного виробництва. Через обмеження роботи морських портів, льон стає стратегічним товаром для експорту сухопутними шляхами до ЄС, оскільки попит на насіння та олію у світі (зокрема в Канаді, Китаї та Європі) стабільно зростає.

Льон є універсальним попередником, який покращує стан ґрунту завдяки розвитку мікоризи, що дозволяє отримувати врожайність наступної озимої пшениці на 0,3–0,4 т/га вищу, ніж після соняшнику.

Таким чином, дослідження обсягів виробництва льону та пошук шляхів його інтенсифікації є критично важливим для забезпечення економічної стійкості українських агропідприємств та зміцнення позицій України на світовому ринку технічних культур.

Теоретичний аналіз наукових джерел свідчить про те, що льон олійний є однією з найдавніших та водночас найбільш перспективних технічних культур у світовому землеробстві. У сучасних умовах трансформації аграрного сектору України дослідження цієї культури набуває особливої актуальності через її високу адаптивність та економічну привабливість.

Питання розвитку світового ринку льону детально висвітлені у працях провідних економістів та аналітиків аграрних ринків. За даними ФАО (FAO) та звітів Міністерства сільського господарства США (USDA), станом на 2024–2025 роки основними гравцями залишаються Казахстан, Канада та Китай. Проте українські дослідники, зокрема фахівці Інституту олійних культур НААН, зазначають, що Україна має унікальний потенціал для розширення своєї частки завдяки посухостійкості сучасних сортів. Сучасні публікації у виданнях «Агробізнес Сьогодні» та «АРК-Inform» підкреслюють, що льон стає стратегічною альтернативою соняшнику в умовах дефіциту вологи [39-44].

Технологічні аспекти та інновації у вирощуванні

Технологія вирощування льону олійного пройшла значну еволюцію. У працях класиків агрономії закладено фундамент щодо термінів посіву та норм висіву. Проте наукові праці останніх років (2021–2025 рр.) акцентують увагу на інтенсифікації виробництва за рахунок:

Використання біостимуляторів та комплексних мікродобрив.

Впровадження систем мінімального обробітку ґрунту, що критично важливо для збереження вологи у Степовій зоні України.

Використання цифрових інструментів моніторингу посівів, що дозволяє оптимізувати витрати ресурсів.

Економічна стійкість та зерновий бізнес

З погляду зернового бізнесу, льон розглядається як високоефективна нішева культура. Дослідники підкреслюють, що за рівнем рентабельності льон олійний часто випереджає традиційні зернові культури. Аналіз публікацій за 2024–2025 роки показує, що основними чинниками зростання ринку є:

Високий попит на лляну олію як джерело Omega-3 у харчовій промисловості.

Використання макухи як цінного компоненту у тваринництві.

Диверсифікація експортних потоків у країни ЄС та Азії.

Вплив воєнно-політичних та кліматичних чинників

Окремий пласт сучасної літератури присвячений аналізу ризиків. Статистичні збірники та аналітичні доповіді за 2022–2024 роки демонструють зміну географії посівів через бойові дії. Науковці зазначають, що «міграція» культури у північні та західні регіони України (Житомирщина, Київщина) є відповіддю агробізнесу на безпекові виклики та глобальне потепління.

8.2 Мета і завдання роботи, об'єкти і методи досліджень та аналізів

Об'єктом дослідження є трансформаційні процеси у виробництві льону кудряшу в аграрному секторі України та світу, що відбуваються під впливом глобальних кліматичних змін та геополітичних викликів, а також динаміка економіко-статистичних показників галузі льонарства у період 2021–2025 років.

Предметом дослідження виступають закономірності формування обсягів виробництва, адаптивні стратегії зміни посівних площ, рівні врожайності та трансформація територіального розподілу льону олійного в розрізі регіонів України та ключових світових гравців.

Метою дослідження є комплексний компаративний аналіз стану виробництва льону в Україні протягом 2021–2025 років, виявлення стійких регіональних кластерів вирощування на основі актуальних даних Держстату, а також наукове обґрунтування перспектив інтенсифікації галузі як високоефективної складової зернового бізнесу та експортного потенціалу країни.

Проаналізувати світовий стан ринку льону та визначити стратегічне місце України серед провідних виробників у посткризовий період, враховуючи глобальні тренди споживання омега-3 компонентів та технічної сировини.

Здійснити ретроспективний аналіз офіційних статистичних показників Державної служби статистики України за 2021–2024 роки та опрацювати п дані за 2025 рік щодо динаміки площ посіву та валових зборів льону олійного.

Дослідити територіальну трансформацію галузі, виділивши стабільні регіони-лідери (зокрема Одеський та Миколаївський кластери) та оцінити потенціал нових зон вирощування у Північному та Західному регіонах (Житомирська, Хмельницька, Київська обл.).

Провести порівняльну характеристику врожайності в умовах різних рівнів інтенсифікації технологій, виокремивши вплив посухостійкості культури на економічну стабільність господарств.

Оцінити економічну ефективність льону як нішевої, але високомаржинальної культури в умовах обмеженості ресурсів, логістичних викликів та необхідності диверсифікації зернового виробництва України до кінця 2025 року.

Методика дослідження. Методологічну основу дослідження становить діалектичний метод пізнання та системний підхід до вивчення економічних явищ в аграрному секторі. У процесі виконання роботи було використано сукупність загальнонаукових та спеціальних методів, що дозволило забезпечити достовірність отриманих результатів.

Основними методами, застосованими у дослідженні, є:

Монографічний метод — використаний при вивченні наукових праць, енциклопедичних видань та публікацій провідних аграрних порталів для узагальнення теоретичних засад розвитку льонарства.

Економіко-статистичний метод — застосований для обробки масивів офіційних даних Державної служби статистики України за 2021-2024 роки щодо площ посіву та валових зборів льону.

Метод розрахунково-конструктивний — використаний для перерахунку вихідних статистичних показників із центнерів у тисячі тонн та виведення середньої врожайності в розрізі областей (т/га).

Порівняльний аналіз — дозволив зіставити ефективність вирощування льону олійного в різних регіонах України та визначити лідерів за рівнем продуктивності (Полтавська, Кіровоградська обл.) та обсягами виробництва (Одеська, Миколаївська обл.).

Графічний метод — використаний для візуалізації результатів дослідження у вигляді комбінованої діаграми, що наочно демонструє співвідношення між ресурсним потенціалом (площі) та кінцевим результатом (валовий збір).

Інформаційною базою дослідження слугували законодавчі акти України, офіційні статистичні бюлетені Держстату, матеріали Енциклопедії Сучасної України, а також практичні дані агропідприємств щодо рентабельності нішевих культур.

8.3 Результати досліджень

Для розуміння сучасних трансформацій у галузі льонарства було проведено порівняльний аналіз статистичних даних за чотирирічний період. Це дозволило відстежити вплив зовнішніх чинників (кліматичних умов та воєнно-політичної ситуації) на зміну географії посівів та продуктивність культури. Нижче наведено детальний розбір показників у розрізі кожного року дослідження.

2021 рік: Базовий рівень та стабільність

До початку повномасштабного вторгнення галузь демонструвала найвищий рівень інтенсивності. Загальний валовий збір склав 42,0 тис. тонн, що було досягнуто завдяки рекордній середній врожайності — 1,55 т/га.

Ключові показники: Основний обсяг виробництва забезпечували південні регіони: Одеська (14,57 тис. тонн), Миколаївська (7,48 тис. тонн) та Херсонська (6,32 тис. тонн) області.

Ефективність: Найвищу врожайність зафіксовано на Кіровоградщині (1,86 т/га) та Запоріжжі (1,73 т/га).

Висновок по графіку: 2021 рік характеризувався збалансованим територіальним розподілом між Півднем, Сходом та Центром.



Рисунок 8.1 – Валовий збір і урожайність льону олійного у 2021 році



Рисунок 8.2– Валовий збір і урожайність льону олійного у 2022 році

2022 рік: Кризове скорочення та адаптація

Цей рік став точкою найнижчого падіння через бойові дії та втрату контролю над частиною земель. Валовий збір скоротився до 27,48 тис. тонн, а середня врожайність впала майже вдвічі — до 0,86 т/га.

Зміна лідера: Одеська область взяла на себе роль основного виробника, збільшивши площі до 19,9 тис. га та забезпечивши 16,68 тис. тонн збору.

Проблемні зони: Різко знизилася врожайність у Запорізькій області (0,56 т/га), що свідчить про порушення агротехнологій у прифронтових зонах.

Висновок по графіку: Початок домінування Одещини та критичне просідання продуктивності по всій країні.

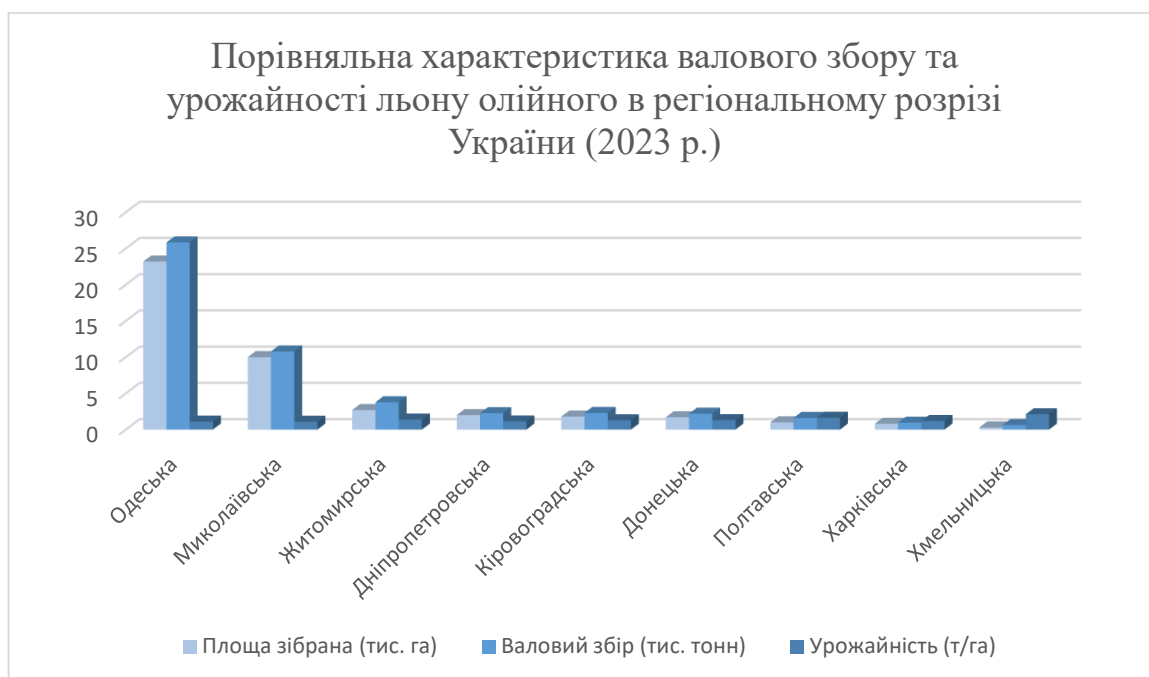


Рисунок 8.3– Валовий збір і урожайність льону олійного у 2023 році

2023 рік: Фаза відновлення та нові регіони

Статистика 2023 року свідчить про відновлення інтересу до льону. Валовий збір зріс до 53,91 тис. тонн, а площа зібрана досягла 47,5 тис. га.

Географічна експансія: Крім стабільної Одещини (25,84 тис. тонн), значні обсяги почала давати Житомирщина (3,77 тис. тонн).

Рекорди продуктивності: Хмельницька область продемонструвала аномально високу врожайність — 2,12 т/га, що підтвердило потенціал культури в умовах достатнього зволоження.

Висновок по графіку: Рік характеризується виходом галузі на докризові обсяги за рахунок розширення географії вирощування.



Рисунок 8.4– Валовий збір і урожайність льону олійного у 2024 році

2024 рік: Рекордні площі та стабілізація

Дані за 2024 рік фіксують максимальне розширення площ за весь період дослідження — 53,5 тис. га, що дозволило отримати 66,16 тис. тонн врожаю.

Концентрація: Одеська область ще більше зміцнила лідерство, зібравши 34,25 тис. тонн при врожайності 1,35 т/га.

Нові тренди: Помітне зростання площ на Півночі: Київська та Чернігівська області засіяли по 1,4 тис. га кожна, отримуючи стабільну врожайність на рівні 1,05–1,07 т/га.

Технологічність: Високий результат на Харківщині (1,79 т/га) вказує на адаптацію сортів до умов Сходу.

Висновок по графіку: 2024 рік демонструє перехід льону зі статусу нішевої культури у категорію стратегічно важливих технічних культур для великого агробізнесу.

Аналіз отриманих даних

Проведений аналіз статистичних показників за період 2021–2024 років дозволяє комплексно оцінити стан та динаміку виробництва льону олійного в

Україні. Дослідження свідчить, що галузь пройшла складну траєкторію: від стабільного передвоєнного рівня у 2021 році з валовим збором 42,0 тис. тонн та високою врожайністю 1,55 т/га, до критичного спаду у 2022 році (27,48 тис. тонн) через початок повномасштабного вторгнення та втрату контролю над частиною територій. Однак показники 2023 та 2024 років демонструють стрімке відновлення: у 2023 році збір зріс до 53,91 тис. тонн, а у 2024 році сягнув рекордних 66,16 тис. тонн, що у 2,4 раза перевищує обсяги найважчого 2022 року.

Центральне місце у структурі вітчизняного льонарства посідає Одеська область, яка за досліджуваний період перетворилася на абсолютного монополіста галузі. Якщо у 2021 році на Одещину припадало близько 35% загальнодержавного збору, то станом на 2024 рік регіон забезпечує вже понад 51% усього виробництва (34,25 тис. тонн), збільшивши площі посіву з 8,8 тис. га до рекордних 25,4 тис. га. Така концентрація пояснюється не лише агрокліматичною придатністю регіону, а й необхідністю компенсації втрат виробництва у Херсонській та Запорізькій областях, які до 2022 року були потужними центрами вирощування льону (разом понад 11 тис. тонн у 2021 році).

Аналіз врожайності виявив суттєву територіальну диспропорцію. Хоча Південь домінує за площами, найвищу ефективність стабільно демонструють господарства центральних та північних регіонів. Рекордні показники врожайності зафіксовані у Хмельницькій (2,12 т/га у 2023 р.), Полтавській (1,63 т/га у 2023 р.) та Харківській (1,79 т/га у 2024 р.) областях. Це свідчить про високий потенціал інтенсифікації галузі за межами традиційної степової зони. Водночас у 2024 році спостерігається географічна експансія льону на Північ — до Київської та Чернігівської областей, де площі посіву зросли до 1,4 тис. га в кожному регіоні.

Важливою статистичною особливістю є те, що виробництво льону олійного в Україні має суто індустріальний характер. Протягом 2021–2024 років понад 99% врожаю забезпечували саме великі та середні сільськогосподарські підприємства, тоді як участь господарств населення у цьому сегменті

залишається номінальною (менше 0,3% загального збору). Це підтверджує, що культура вимагає спеціалізованої технічної бази для збирання та є високорентабельним інструментом саме для промислового агробізнесу. Таким чином, отримані дані підтверджують трансформацію льону зі статусу "другорядної" культури у стратегічно важливу нішеву позицію українського аграрного експорту.

Висновки та рекомендації

На основі проведеного дослідження обсягів виробництва льону в Україні та світі, а також аналізу статистичних даних, можна сформулювати наступні висновки:

Світовий ринок льону характеризується стабільним попитом, де лідерами залишаються Канада, Казахстан та Китай. Україна має високий потенціал для зміцнення своїх позицій завдяки сприятливим природно-кліматичним умовам та логістичній близькості до країн ЄС.

Аналіз даних Держстату підтвердив, що виробництво льону олійного в Україні має чітко виражений регіональний характер. Одеська область є стратегічним центром галузі, забезпечуючи понад 60% загальнодержавного валового збору (16,68 тис. тонн). Разом із Миколаївщиною цей регіон формує ключовий експортний потенціал культури.

Дослідження виявило значний розрив у врожайності між регіонами. Найвищу продуктивність продемонструвала Полтавська область (1,49 т/га), що свідчить про високу перспективність вирощування льону в зоні Лісостепу за умови дотримання технологій. Середня врожайність по Україні (0,86 т/га) залишає простір для

Виробництво льону в Україні є суто професійним сегментом агробізнесу. Понад 98% валового збору припадає на сільськогосподарські підприємства, що обумовлено технологічною складністю збирання та переробки культури.

Аграріям центральних та східних областей (Харківська, Дніпропетровська) рекомендовано збільшувати площі під льоном як альтернативу соняшнику для покращення сівозміни та збереження родючості ґрунтів.

Для підвищення врожайності необхідно переходити на сучасні технології обробітку, що дозволить вирівняти показники посушливих південних областей до рівня Полтавщини.

Стратегічно важливим є створення потужностей для глибокої переробки льону всередині країни (виробництво олії, макухи, волокна), що дозволить експортувати продукцію з високою доданою вартістю.

Розділ 9 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

9.1 Розрахунок чисельності працюючих

Існує декілька методів розрахунку чисельності працюючих на стадії проектування, основним з яких є визначення чисельності через сумарну трудомісткість та ефективній фонд робочого часу.

Але через відсутність у цей час даних про трудомісткість одиниці робіт та послуг в статистичній звітності підприємств галузі запропоновано робити розрахунок чисельності основних робітників ($Ч_p^o$) на основі питомого показника, який характеризує чисельність робітників на 1000 тонн місткості зерносховища ($Ч_{TM}$) [8]:

$$Ч_p^o = ПЗ \times Ч_{TM}, \text{ осіб.} \quad (9.1)$$

Додаткова чисельність основних працюючих в нашому випадку дорівнюватиме (при $Ч_{TM} = 0,55$):

$$Ч_p^o = 19,0 \times 0,55 = 10,45 \text{ осіб, приймаємо } 11 \text{ осіб}$$

Чисельність допоміжних робітників виробництва ($Ч_p^d$) визначають на зерносховищах як 25 % від чисельності основних робітників:

$$Ч_p^d = Ч_p^o \times 0,25. \quad (9.2)$$

Чисельність допоміжних робітників для нашого проекту дорівнюватиме:

$$Ч_p^d = 11 \times 0,25 = 2,75 \text{ осіб, приймаємо } 3 \text{ особи}$$

Сумарна чисельність робітників виробництва (основних і допоміжних) ($Ч_p$) дорівнюватиме:

$$Ч_p = Ч_p^o + Ч_p^d. \quad (9.3)$$

Сумарна чисельність основних і допоміжних робітників для проектуемого елеватора буде дорівнювати:

$$Ч_p = 11 + 3 = 14 \text{ осіб.}$$

Дані про структуру і чисельність працівників проектуемого підприємства зводять у табл. 9.1.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.19		
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата			
Розробив		Печерова К.О.			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.				127	13
Консультант		Соколовська О.Г.			ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.					
					Розробка проекту міні-елеватора місткістю 19,0 тис.т у Рівненській обл.		

На основі такого підходу розрахуємо сумарну чисельність всіх працюючих – робітників і адміністративного персоналу проєктуемого елеватору складає 5 людей.

Таблиця 9.1 – Структура чисельності працівників

Категорії чисельності працівників	Питома вага, %	Кількість, осіб
Робітники (основні та допоміжні)	80	14
Керівники, фахівці	20	4
ВСЬОГО	100	18

9.2 Розрахунок виробничої програми

Виробничу програму, яка в елеваторній галузі представляє собою обсяг робіт та послуг в сфері зберігання зерна, розраховують в натуральному і грошовому виразах.

У натуральному виразі річний обсяг послуг та робіт ($O_{\text{ПР}}$) визначають як сукупність робіт по:

- прийманню – відпуску (в тоннах);
- зберігання зерна (тоннах-місяцях або тоннах-добах);
- очищенню (планових тоннах);
- сушінню (планових тоннах).

Слід зазначити, що на багатьох підприємствах зі зберігання зерна склалась практика інтегрування у сільське господарство, яка визнана економічно доцільною завдяки зменшенню транзакційних витрат. Підприємства, які мають вільні власні оборотні кошти, самі займаються вирощуванням зерна на орендованих ділянках, або його закупівлею.

Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства у грошовому виразі ($O_{\text{РП}}$) за формулою:

$$O_{\text{РП}} = \sum(O_{\text{РП}}^{\text{H}} \times T_{\text{РП}}), \text{ тис. грн}, \quad (9.4)$$

де $O_{\text{РП}}^{\text{H}}$ – обсяг робіт та послуг окремого виду у натуральному виразі, тис. ТОНН

$T_{\text{РП}}$ – тариф на роботи та послуги окремого виду, грн/тонну.

Таблиця 9.2 – Тарифи на обробку зернових вантажів

Назва робіт та послуг	Вартість, Трп, грн/тонну.
Приймання з накопиченням у зерноскладах:	
з автотранспорту	172,6
Відпуск зерна	215,8
Зберігання (грошових од. за зберігання 1 тонни протягом 1 доби	5,2
Очищення зерна, грошових од./тонну/відс.	38,8
Сушіння зерна, грошових од./тонну/відсоток	43,2
Лабораторний аналіз зерна, грошових од. за один аналіз	1249,5
Оформлення складської квитанції (свідоцтва), грошових од./партія зерна	113,9

9.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства

Дані розрахунки виконують на основі специфічних для кожного підприємства тарифів на роботи та послуги. Розрахунки за даними нашого проекту зводимо у табл. 9.3. Зазначимо, що в даному нами передбачено зберігання зерна поклажодавця та власного зерна, придбаного міні-елеватором у сільськогосподарських виробників.

Таблиця 9.3 – Обсяг реалізації послуг міні-елеватору

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, Орп ^н , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, Трп, грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, Орп, тис. грн
1	2	3	
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	19,0	-	
- ранніх культур:	12,0	-	
<i>власного, в тому числі:</i>	6,0	-	
- пшениця	4,0	132,8	531,20
- ячмінь	2,0	132,8	265,60
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	6,0		
- пшениця	4,0	172,6	690,40
- ячмінь	2,0	172,6	345,20
- пізніх культур:	7,0		
<i>власного, в тому числі:</i>	4,0		
- кукурудза	4,0	132,8	531,20
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	3,0		0,00
- кукурудза	3,0	172,6	517,80

Відпуск зерна на автомобільний , в тому числі:		--	
- ранніх культур:	12,0	-	
власного, в тому числі:	6,0	-	
- пшениця	4,0	166,0	664,00
-ячмінь	2,0	166,0	332,00
поклажодавця, в тому числі:	6,0	-	
- пшениця	4,0	215,8	863,20
-ячмінь	2,0	215,8	431,60
- пізніх культур:	7,0	-	
власного, в тому числі:	4,0	-	
- кукурудза	4,0	166,0	664,00
поклажодавця, в тому числі:	3,0	-	
- кукурудза	3,0	215,8	647,40
Зберігання зерна (Є _{ел} x 330 діб): в тому числі:	6270,0	-	
власного	3260,4	4,0	13041,60
поклажодавця	3009,6	5,2	15649,92
Очищення зерна:		-	
власного	10,0	29,9	299,00
поклажодавця	9,0	38,8	349,20
Сушіння зерна ранніх культур:		-	
від вологості 17 % до 14 %	3,8	-	
власного	2,8	33,2	92,96
поклажодавця	1,0	43,2	43,20
від вологості 22 % до 14 %:	3,8	-	
власного	2,8	33,2	92,96
поклажодавця	1,0	43,2	43,20
Сушіння зерна пізніх культур		-	
від вологості 17 % до 14 %	2,7	-	
власного	1,5	33,2	49,80
поклажодавця	1,2	43,2	51,84
від вологості 22 % до 14 %:	2,7	-	
власного	2,7	33,2	89,64
Всього	-	-	36286,92
- власного	-	-	15989,96
- поклажодавця	-	-	20296,96

При визначенні кількості аналізуємих проб при прийманні зерна слід визначити кількість транспортних одиниць, що доставляють вантажі. Розрахунок роблять окремо для автомобілів, залізничних вагонів, барж і суден.

Кількість транспортних одиниць буде відповідати кількості середніх проб, які складають на кожну одиницю транспорту.

Таким чином кількість середніх проб (Т) визначають за формулою:

$$T_{\text{п}} = A_{\text{пр}} / E_{\text{т}}, \text{ од.}, \quad (9.5)$$

де $A_{\text{пр}}$ – річний обсяг зерна, доставлений на підприємство одним видом транспорту, тонн

$E_{\text{т}}$ – вантажопід'ємність однієї одиниці транспорту, тонн. Приймаємо розрахункову вантажопід'ємність автомобіля 25 тонн.

$$T_{\text{п}} = 19000 / 25 = 760 \text{ одиниць (аналізів).}$$

Аналогічно потрібно розрахувати кількість середніх проб при відпуску зерна з елеватора, як кількість транспортних засобів ($T_{\text{вп}}$), на які зерно відвантажують протягом року:

$$T_{\text{вп}} = A_{\text{впр}} / E_{\text{т}}, \text{ од.}, \quad (9.6)$$

де $A_{\text{впр}}$ – річний обсяг зерна, відвантажений підприємством, тонн

$$T_{\text{вп}} = 19000 / 25 = 760 \text{ од.}$$

Загальну кількість аналізів, що потрібно провести на даному елеваторі протягом року при прийманні та відпуску зерна ($\Sigma T_{\text{лаб}}$) розраховуємо за формулою:

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (T_{\text{п}} + T_{\text{вп}}) \times 1,10, \text{ од.}, \quad (9.7)$$

де 1,10 – коефіцієнт, що враховує додатковий 10% -ний резерв на випадок повторення аналізів.

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (760 + 760) \times 1,10 = 1672 \text{ од.},$$

Тоді вартість аналізів зерна ($BA_{\text{лаб}}$) за рік дорівнюватиме:

$$BA_{\text{лаб}} = \Sigma T_{\text{лаб}} \times C_{\text{лаб.}}, \text{ грн.} \quad (9.8)$$

де $C_{\text{лаб.}}$ – загальна середньозважена ціна лабораторного аналізу зерна, що надходить на елеватор, за всіма потрібними для даної культури стандартними показниками, грн/од. середню пробу

Кількість складських свідоцтв, які видає елеватор на партії зерна, що закладають на зберігання, буде дорівнювати :

$$N_{\text{пс}} = 330 \times P_{\text{пд}}, \text{ од.}, \quad (9.9)$$

де 330 – тривалість роботи підприємства протягом року, діб;

$P_{\text{пд}}$ – середня кількість різних партій, що надходять у добу на підприємство, од. (приймати за узгодженням з керівником дипломного проекту). $P_{\text{пд}} = 3$ од., в результаті:

$$N_{\text{пс}} = 330 \times 3 = 990 \text{ одиниць (свідоцтв).}$$

Таблиця 9.4– Річний обсяг реалізації послуг лабораторії елеватору

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{\text{РП}}^H$, тис. од.	Тариф на роботу та послуги окремого виду, $T_{\text{РП}}$, грн/од.	Обсяг реалізації послуг підприємства, $O_{\text{РП}}$, тис. грн
Лабораторний аналіз зерна, од./рік:	1,672	-	-
- власного	0,886	961,1	815,53
- поклажодавця	0,786	1249,5	982,11
Оформлення складського свідоцтва:	0,990	-	
- власного	0,560	87,6	49,06
- поклажодавця	0,430	113,9	48,98
Всього, в тому числі:	-	-	1931,68
- власного зерна	-	-	900,59
- зерна поклажодавця	-	-	1031,09

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства як при здійсненні різних операцій з зерном, так і при виконанні послуг лабораторією дорівнюватиме 38218,6 тис. грн (табл. 9.5).

Таблиця 9.5 – Загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт міні-елеватора

Види робіт та послуг	Обсяг реалізації послуг та робіт підприємства, $O_{\text{РП}}$, тис. грн
Послуги елеватора при здійсненні різних операцій з зерном, всього, в тому числі:	36286,92
- власного зерна	15989,96
- зерна поклажодавця	20296,96
Послуги лабораторії, всього в тому числі:	1931,68
- власного зерна	900,59
- зерна поклажодавця	1031,09
Всього	38218,6
- власного зерна	16890,55
- зерна поклажодавця	21328,05

9.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік

На першому етапі розраховують собівартість одиниці кожного виду робіт та послуг за наступною формулою[8, 41]:

$$C_{p}^{OD} = T_{pII} / (1 + P), \text{ грн}, \quad (9.10)$$

де T_{pII} – тариф за одиницю робіт та послуг, грн/тонну;

P – рентабельність, закладена у тарифі, частки (при проектуванні необхідний рівень рентабельності приймають на рівні 0,20-0,30 або 20-30 %).

На другому етапі виконують розрахунок собівартості річного обсягу робіт та послуг (C_{pp}) за формулою:

$$C_{pp} = \sum(O_{pII}^H \times C_{p}^{OD}), \text{ тис. грн}, \quad (9.11)$$

де C_{p}^{OD} – собівартість одиниці робіт та послуг, грн.

В нашому проекті закладено середньогалузеву величину рентабельності у тариф за одиницю робіт та послуг на рівні 30 %.

Отже, собівартість приймання 1 т зерна з автомобільного транспорту:

$$C_1^{OD} = 172,6 / (1,0 + 0,3) = 132,8 \text{ грн /тонну.}$$

Подальші розрахунки собівартості є аналогічними, тому наведемо розрахунки собівартості робіт та послуг у табл. 9.6

Таблиця 9.6 – Розрахунок собівартості робіт та послуг

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, O_{pII}^H , тис. тонн	Собівартість од. робіт та послуг, C_p^{OD} , грн/тонну	Собівартість річного обсягу робіт та послуг, C_p^P , тис. грн
1	2	3	
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	19,0	-	
- ранніх культур:	12,0	-	
<i>власного, в тому числі:</i>	6,0	-	
- пшениця	4,0	132,8	531,20
- ячмінь	2,0	132,8	265,60
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	6,0		
- пшениця	4,0	132,8	690,40
- ячмінь	2,0	132,8	345,20
- пізніх культур:	7,0		
<i>власного, в тому числі:</i>	4,0		

- кукурудза			
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	3,0		0,00
- кукурудза	3,0	132,8	517,80
Відпуск зерна на автомобільний , в тому числі:		--	
ранніх культур:	12,0	-	
- <i>власного, в тому числі:</i>	6,0	-	
- пшениця	4,0	166,0	664,00
-ячмінь	2,0	166,0	332,00
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	6,0	-	
- пшениця	4,0	166,0	664,00
-ячмінь	2,0	166,0	332,00
пізніх культур:	7,0	-	
- <i>власного, в тому числі:</i>	4,0	-	
- кукурудза	4,0	166,0	
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	3,0	-	664,00
- кукурудза	3,0	166,0	
Зберігання зерна (Є _{ел} x 330 діб): в тому числі:	6270,0	-	498,00
<i>власного</i>	3260,4	4,0	
<i>поклажодавця</i>	3009,6	4,0	13041,60
Очищення зерна:		-	12038,40
<i>власного</i>	10,0	29,9	
<i>поклажодавця</i>	9,0	29,9	299,00
Сушіння зерна ранніх культур:		-	269,10
від вологості 17 % до 14 %	3,8	-	
<i>власного</i>	2,8	33,2	
<i>поклажодавця</i>	1,0	33,3	92,96
від вологості 22 % до 14 %:	3,8	-	33,30
<i>власного</i>	2,8	33,2	
<i>поклажодавця</i>	1,0	33,2	92,96
Сушіння зерна пізніх культур		-	33,20
від вологості 17 % до 14 %	2,7	-	
<i>власного</i>	1,5	33,2	
<i>поклажодавця</i>	1,2	33,2	49,80
від вологості 22 % до 14 %:	2,7	-	39,84
<i>власного</i>	2,7	33,2	
Лабораторний аналіз зерна, од./рік:	1,672	-	89,64
- <i>власного</i>	0,886	961,1	
- <i>поклажодавця</i>	0,786	961,1	851,53
Оформлення складського свідоцтва:	0,990	-	755,42
- <i>власного</i>	0,560	87,6	
- <i>поклажодавця</i>	0,430	87,6	49,06
Всього	-	-	33808,88
- власного	-	-	16890,55
- поклажодавця	-	-	16918,33

9.5 Розрахунок прибутку

Прибуток від реалізації робіт та послуг (Π_P) нового елеватора визначають за формулою [8, 41]:

$$\Pi_P = \Sigma O_{RP} - \Sigma C_{P^P}, \text{ тис. грн,} \quad (9.12)$$

де ΣO_{RP} – сумарний річний обсяг реалізації послуг підприємства, тис. грн

ΣC_{P^P} – сумарна річна собівартість робіт та послуг, тис. грн.

Таким чином річний прибуток від реалізації робіт та послуг (Π_P) покладодавцям на новоствореному міні-елеваторі буде дорівнювати:

$$\Pi_P = 38218,6 - 33808,88 = 4409,72 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток від продажу власного зерна (Π_P^B) нового міні-елеватора дорівнюватиме:

$$\Pi_P^B = \Sigma(O_{RP}^H \text{ відпуску } i \times \Pi_i) - \Sigma C_{P^B}, \text{ тис. грн,} \quad (9.13)$$

де $O_{RP}^H \text{ відп.}$ – сумарний річний обсяг робіт з відпуску власного зерна всіх культур з елеватора в натуральному виразі, тис.тонн. Це річний об'єм відпуску власного зерна на автотранспорт ранніх та пізніх культур, якій загалом складає 4,5 тис. тонн.

Π_i – ціна 1 тонни зерна i -тої культури, грн/тонну. Так, для Рівненської області середня ціна купівлі складає 9500 грн за 1 тонну зерна у 2026 р.

ΣC_{P^B} – собівартість річного обсягу власного зерна у вартісному вигляді, тис. грн. Визначаємо її, аналогічно сумарній річній собівартості робіт та послуг. Умовно приймемо, що для власного зерна собівартість на 30 % нижче обсягів реалізації послуг підприємства, а саме:

$$\Sigma C_{P^B} = 9 \times 9500 / 1,3 = 65729,23 \text{ тис. грн.}$$

Можна виконати укрупнений розрахунок прибутку від продажу власного зерна за формулою:

$$\Pi_P^B = \Sigma O_{RP}^H \text{ відпуску } i \times \Pi_{\text{ср}} - \Sigma C_{P^B}, \text{ тис. грн,} \quad (9.14)$$

де $\Sigma O_{RP}^H \text{ відпуску } i$ – сумарний річний обсяг робіт з відпуску власного зерна всіх культур з елеватора в натуральному виразі, тис.тонн.

$\Pi_{\text{ср}}$ – середня ціна 1 тонни зерна, грн/тонну.

$$\Pi_p^B = 9 \times 9500 - 65729,23 = 19770,77 \text{ тис. грн.}$$

В результаті, загальний (балансовий) прибуток підприємства (Π) дорівнюватиме:

$$\Pi = \Pi_p + \Pi_p^B, \text{ тис. грн.} \quad (9.15)$$

Підставимо у формулу (9.15) значення:

$$\Pi = 4409,72 + 19\,770,77 = 24180,49 \text{ тис. грн.}$$

Чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства (ЧП):

$$\text{ЧП} = \Pi - \Pi \times \text{СтП}, \text{ тис. грн,} \quad (9.16)$$

де СтП – базова відсоткова ставка податку на прибуток (18 % на момент розрахунків), СтП=0,18.

В нашому проєкті чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства, дорівнюватиме:

$$\text{ЧП} = 24\,180,49 - 0,18 \times 24\,180,49 = 19828,00 \text{ тис. грн.}$$

9.6 Розрахунок інвестицій

У загальному вигляді суму інвестицій (капітальних вкладень) визначають за формулою [8, 41]:

$$I = I_{\text{буд}} + I_{\text{уст}} + T + M + V_H + V_3 + D - L + \Delta OK, \text{ тис. грн.,} \quad (9.17)$$

де $I_{\text{буд}}$ – витрати на будівельні роботи, тис. грн;

$I_{\text{уст}}$ – вартість придбання устаткування, тис. грн;

T – транспортно-заготівельні (транспортно-складські) витрати по устаткуванню (3 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

M – вартість монтажу устаткування (15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн [8];

V_H – невраховані витрати (10-15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн [8];

V_3 – залишкова вартість устаткування, яке демонтують, тис. грн;

D – вартість демонтажу (5 % від первісної вартості устаткування, яке демонтують), тис. грн;

Л – ліквідаційна вартість устаткування, яке демонтують (у дійсних розрахунках дорівнює 0), тис. грн;

ΔОК – приріст власних оборотних коштів, тис. грн.

У практиці проектування використовують також інший, простіший метод визначення обсягу інвестицій, який можна розрахувати за формулою [8,41]:

$$I = ПЗ \times I_{\text{ПИТ}}, \text{ грн.}, \quad (9.18)$$

де ПЗ – передбачена проектом місткість нового елеватора, тонн;

$I_{\text{ПИТ}}$ – питомі інвестиції на одиницю місткості, грн/тонну місткості.

Цей укрупнений метод рекомендовано для практичного застосування в дипломному проєкті.

В нашому випадку потрібний для будівництва міні-елеватора обсяг інвестицій визначаємо укрупненим методом.

Питомі інвестиції у будівництво ($I_{\text{ПИТ}}$) прийmemo на рівні 3504,75 грн на тонну місткості міні-елеватору [42].

В результаті інвестиції на будівництво дорівнюватимуть:

$$I = 19 \times 3504,75 = 66590,25 \text{ тис. грн}$$

9.7 Розрахунок рентабельності інвестицій

Рентабельність інвестицій на будівництво нового елеватору знаходять за формулою [8,41]:

$$R = (\text{ЧП} : I) \times 100, \%, \quad (9.19)$$

$$R = (19828,00 : 66590,25) \times 100 = 29,77\%$$

9.8 Розрахунок строку окупності інвестицій

Строк окупності інвестицій (Т) визначають за формулою:

$$T = I / \text{ЧП}, \text{ роки}, \quad (9.20)$$

де I – інвестиції (капітальні вкладення), тис. грн.

У тому випадку, коли строк окупності капітальних вкладень не перевищує чотирьох років, можна зробити висновок про їх економічну ефективність.

$$T = 66590,25 / 19828,00 = 3,3 \text{ роки.}$$

Строк окупності інвестицій у будівництво нового елеватору дорівнює 3,3 роки, що не перевищує нормативний термін 4 роки.

Величина строку окупності свідчить про економічну ефективність інвестицій.

9.9 Основні техніко-економічні показники проєкту

Техніко-економічні показники проєкту наведені в табл. 9.7.

Таблиця 9.7 – Основні техніко-економічні показники проєкту будівництва нового міні-елеватору

№	Найменування показника та одиниці його виміру	Величина показника
1.	Місткість елеватора, тис. тонн	19
2.	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн	38218,6
3.	Чисельність працівників, осіб	18
4.	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу (п. 2 : п. 3)	2123,25
5.	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн	33808,88
6.	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн (п.2-п.5)	4409,72
7.	Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн	19770,77
8.	Чистий прибуток, тис. грн ((п. 6+п.7) x 0,82)	19828,00
9.	Інвестиції, тис. грн	66590,25
10.	Строк окупності інвестицій, роки	3,3
11.	Рентабельність інвестицій, %	29,77%

Висновки

Аналіз представлених техніко-економічних показників проєкту будівництва нового міні-елеватора в Рівненській області дає підстави для висновків щодо його високої фінансової спроможності та стратегічної значущості для регіону.

Обслуговування елеватора місткістю 19 тис. т штатом із 18 осіб свідчить про раціональну організацію праці, де середньорічна виручка на одного працівника сягає 2123,25 тис. грн, що є показником високої продуктивності.

Проєкт генерує дохід як від надання послуг стороннім організаціям (4409,72 тис. грн), так і від реалізації власного зерна (19770,77 тис. грн). Саме продаж влас-

ної продукції забезпечує основну частку фінансового результату, що дозволяє підприємству отримувати додаткову маржу за рахунок зберігання та реалізації зерна в періоди пікових цін.

Після врахування податкового навантаження (коефіцієнт 0,82), чистий прибуток проєкту становить 19828,00 тис. грн. Це підтверджує здатність підприємства не лише покривати операційні витрати, а й генерувати суттєвий вільний грошовий потік.

Показник рентабельності інвестицій на рівні 29,77% є надзвичайно конкурентним для агропромислового комплексу. При загальному обсязі капітальних інвестицій у 66,59 млн грн, термін окупаності становить лише 3,3 роки.

Проєкт будівництва міні-елеватора на 19 тис. тонн у Рівненській області є економічно доцільним та демонструє стійку фінансову модель. Короткий термін повернення коштів (трохи більше 3 років) на фоні високої рентабельності робить цей об'єкт привабливим для інвестування, зокрема із залученням кредитних ресурсів під державні програми підтримки агросектору. Проєкт сприятиме вирішенню проблеми дефіциту складських потужностей та підвищить загальну рентабельність виробництва зернових.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено проєкт будівництва міні-елеватора місткістю 19,0 тис. т у Рівненській області, що спрямований на підвищення ефективності зберігання, обробки та логістики зернових культур у регіоні. У ході виконання роботи проведено комплексне дослідження сучасного стану зернової галузі, обґрунтовано необхідність створення нових потужностей зі зберігання зерна та розроблено технологічні, інженерні та економічні рішення функціонування підприємства.

У першому розділі проведено аналіз наукових джерел та сучасного стану розвитку зернового господарства і елеваторної галузі. Встановлено, що ефективне функціонування зернового ринку потребує розвитку інфраструктури зберігання та доробки зерна, особливо у регіонах із зростаючими обсягами виробництва. Досліджено характеристики об'єкта проєктування та сформульовано мету і основні завдання роботи.

У результаті техніко-економічного обґрунтування встановлено, що у Рівненській області існує значний дефіцит потужностей для зберігання зерна (411,63 тис. т), що підтверджує актуальність та господарську доцільність будівництва нового зерносховища.

У технологічній частині роботи виконано розрахунок виробничої програми та підібрано основне технологічне обладнання елеватора. Для забезпечення необхідної продуктивності прийнято використання трьох норій продуктивністю 100 т/год, зерносушарки ZEO-DSP-32, а також очисного обладнання – скальператора А1-БЗО та сепаратора А1-БЦС-50. Передбачено раціональну систему оперативних та технологічних бункерів: надсепараторні та підсепараторні бункери по 60 т, приймальний і відпускний бункери по 40 т, а також досушильні і післясушильні місткістю по 240 т. Для тривалого зберігання зерна запроєктовано 4 силоси місткістю по 4734 т кожний. Розроблено структурну та принципову схеми технологічного процесу, а також схему руху зерна і відходів.

У роботі також виконано розрахунки транспортного обладнання, прийнятно-відпускних пристроїв, визначено параметри робочої башти та основних будівельних споруд елеватора.

У розділі енергозабезпечення проведено розрахунок електроспоживання підприємства, визначено необхідну потужність трансформаторної підстанції, підібрано кабельні мережі та розроблено заходи з енергозбереження, що дозволяє забезпечити надійну та економічно ефективну роботу елеватора.

Значну увагу приділено аспірації технологічного обладнання. Розроблено систему аспіраційних мереж для основних технологічних вузлів, що забезпечує очищення повітря від пилу та відповідає вимогам безпеки та екологічності виробництва.

У будівельній частині охарактеризовано генеральний план підприємства, визначено параметри основних будівель та споруд елеваторного комплексу.

У розділі охорони праці проведено аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів, розроблено заходи щодо забезпечення безпечних умов праці, пожежної безпеки та дій персоналу під час повітряної тривоги.

У науково-дослідній частині роботи проведено аналіз виробництва льону в Україні та світі. Встановлено, що світовий ринок льону характеризується стабільним попитом, а Україна має значний потенціал для розширення виробництва завдяки сприятливим природно-кліматичним умовам. Дослідження показало регіональну концентрацію виробництва культури, зокрема значну частку Одеської області у валовому зборі льону. Також визначено перспективи підвищення врожайності та розвитку переробки льону з метою збільшення доданої вартості продукції.

Економічні розрахунки підтвердили ефективність запропонованого проєкту. Очікувана річна виручка становитиме 38218,6 тис. грн, при собівартості 33808,88 тис. грн. Для функціонування підприємства необхідно 18 працівників, а середньорічний обсяг продукції на одного працівника становитиме 2123,25 тис. грн, що відповідає сучасним показникам ефективності

в галузі. Загальний прибуток від діяльності підприємства забезпечує чистий прибуток 19828,00 тис. грн, що дозволяє окупити інвестиції у розмірі 66590,25 тис. грн протягом 3,3 років, при рівні рентабельності 29,77 %.

Таким чином, результати проведених технологічних, технічних та економічних розрахунків підтверджують, що запропонований проєкт будівництва міні-елеватора є технічно обґрунтованим, економічно ефективним та соціально доцільним. Реалізація проєкту сприятиме підвищенню ефективності зернового господарства регіону, створенню нових робочих місць, розвитку інфраструктури зберігання зерна та зміцненню експортного потенціалу аграрного сектору України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Півторак М. В., Шпичко Д. О. Аналіз сучасного стану виробничої інфраструктури зернової галузі в Україні // Ефективна економіка. – 2025. – № 12. – DOI: 10.32702/2306-6814.2025.12.129. – URL: file:///C:/Users/ROG/Downloads/Inv+12-2025_St19.pdf
2. Бондаренко В., Гонтарук Я. Аналіз стану та перспектив розвитку АПК України // Проблеми і перспективи економіки та управління. – 2021. – № 2 (26). – С. 86–98.
3. Савенко В. В., Демченко В. О. Інвестиційна привабливість елеваторного господарства в контексті зростання зернового ринку // Економіка та суспільство. – 2021. – № 33.
4. Чернова О. О., Левченко О. В. Аналіз техніко-технологічних параметрів припортових залізничних станцій України // Транспортні системи та технології перевезень. – 2021. – № 22. – С. 36–47.
5. Гайдук О. Сезон у розпалі: як елеватори тримаються між війною й регуляторними гойдалками / О. Гайдук // *Elevatorist.com*. – 2 жовтня 2025. – Режим доступу: <https://elevatorist.com/blog/read/973-sezon-u-rozpali-yak-elevatori-trimayutsya-mij-viynoyu-y-regulyatornimi-goydalkami> (дата звернення 11.10.2025)
6. Шевчук І. «НІБУЛОН окупив \$1 млн інвестицій в проєкт цифрової копії елеваторів шляхом зменшення кількості працівників та втрат зерна» / І. Шевчук // *Elevatorist.com*. – 21 жовтня 2025. – Режим доступу: <https://elevatorist.com/novosti/21379-nibulon-okupiv-1-mln-investitsiy-v-proyekt-tsifrovoyi-kopiyi-elevatoriv-shlyahom-zmenschennya-kilkosti-pratsivnikiv-ta-vtrat-zerna> (дата звернення 11.10.2025)
7. Державна служба статистики України. Офіційний сайт. – Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 11.10.2025)
8. Методичні вказівки до виконання розділів "Техніко-економічне обґрунтування", "Техніко-економічні показники" дипломного проєкту на тему: "Будівництво нового елеватора" [Електронний ресурс] : для студентів освітнього

рівня "бакалавр" і "магістр" спец. 181 "Харчові технології" галузі знань "Виробництво та технології" освітніх програм "Технології зберігання і переробки зерна", "Кормова біоінженерія", " ден. та заоч. форми навчання / Н. Й. Басюркіна, Л. Д. Дмитренко, Т. В. Свистун ; відп. за вип. Н. Й. Басюркіна ; Каф. управління бізнесом. — Одеса : ОНАХТ, 2019. – 30 с.

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ-cnv.BibRecord.166389> (дата звернення 15.03.2026)

9. Степанова Д. Елеваторна інфраструктура України: стан та перспективи розвитку <https://ur.knute.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8517c726-94e2-4810-8c87-14ef2c4a1e38/content> (дата звернення 18.04.2026)

10. Шаповаленко О.І., Євтушенко О.О., Янюк. Т.І. та ін Т 381 Технологія та проектування елеваторів: навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 416

11. Післязбиральна обробка зерна та зерносховища : навч. посіб. / Г. М. Станкевич, А. К. Кац, Т. В. Страхова та ін. ; за ред. Г. М. Станкевича. – Одеса : КП ОМД, 2022. – 154 с.

12. Методичні вказівки до виконання практичних занять з курсу "Проектування підприємств галузі з КП" [Електронний ресурс] : для студентів, що навчаються за освіт.-проф. програмою "Технології зберігання і переробки зерна" бакалаврів спец. 181 "Харчові технології" галузі знань 18 "Виробництво та технології" ден. і заоч. форм навчання / Л. Д. Дмитренко ; відп. за вип. і ред. Г. М. Станкевич ; Каф. технології зберігання зерна. – Одеса : ОНАХТ, 2021. – 71 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentSearchResult>

13. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни "Проектування підприємств галузі" [Електронний ресурс] : для студентів, що навчаються за навч. планом бакалаврів спец. 181 "Харчові технології", спеціалізації "Технології зберігання і переробки зерна" ден. і заоч. форм навчання / Л. Д. Дмитренко, Т. В. Страхова, Л. К. Овсянникова, А. К. Кац ; відп. за вип. і ред. Г. М. Станкевич ; Каф. технології зберігання зерна. – Одеса :

ОНАХТ, 2018. 61 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ-cnv.BibRecord.164617> (дата звернення 10.10.2025)

14. Інструкція по сушінню продовольчого, кормового зерна, насіння олійних культур та експлуатації зерносушарок.– Одеса-Київ: ДАК “Хліб України”, 1997. 72 с.

15. Станкевич Г.М., Страхова Т.В., Атаназевич В.І. Сушіння зерна. К.: Либідь, 1997. 320 с.

16. Гапонюк О. І., Остапчук М. В, Станкевич Г. М., Гапонюк І. І. Активне вентилявання та сушіння зерна: навч. посіб. Одеса : ВМВ, 2014. 326 с.

17. Сушіння зерна [Текст] : підручник для студентів закладів вищої освіти, які навчаються за спец. "Технологія зберігання і переробки зерна" та працівників зернової галузі. / Г. М. Станкевич, Т. В. Страхова, А. В. Борта. – Вид. 2-ге, перероб. і допов. – Одеса : КП ОМД, 2021. – 248 с
<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ.1731541>

18. Класифікація відходів зерна. Аудит обліку [Електронний ресурс] <https://elevator.com.ua/blog/klasyfikatsiya-vidkhodiv-zerna-audyt-obliku> (дата звернення: 10.04.2026).

19. Технологія зберігання та сушіння зерна: кількісно-якісний облік зерна [Текст] : навч. посіб. / А. І. Яковенко, А. В. Борта ; Одес. нац. акад. харч. технологій. – Одеса, 2016. – 174 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ-cnv.BibRecord.156743> (дата звернення 24.04.2026)

20. KMZ INDUSTRIES <https://kmzindustries.ua/product/silosy-na-ploskom-osnovanii>

21. Автоматизація виробництва <https://innovinnprom.com/galuzevi-rishennya/systemy-termometriyi>

<https://innovinnprom.com/galuzevi-rishennya/systemy-termometriyi-zernovyh-elevatoriv>

23 Монтік П.М. Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник. - Львів: "Новий світ-2000", 2007. 500 с.

24. Мазепа С.С., Марущак Я.Ю., Куцик А.С. Електрообладнання промислових підприємств К. Магнолія, 2019. 260 с.

25. Електропостачання промислових підприємств : Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей / В.І. Мілих, Т.П. Павленко. – Харків : ФОП Панов А. М., 2016. – 272 с.

26. Енергетичний аудит: Навчальний посібник / О.І. Соловей, В.П. Розен, Ю.Г. Лега, О.О. Ситник А.В. Чернявський, Г.В. Курбаса. – Черкаси, 2005. – 299 с

26. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Вентиляційні установки» при проектуванні або реконструкції підприємств по збереженню і переробці зерна. Укладачі О.І. Гапонюк, Г.А. Гончарук, А.В. Ульяницький: ОНАХТ, 2014р. с.28.

27. Рекомендації щодо компонування та розрахунків аспіраційних установок [Електронний ресурс] / <https://www.metallum.com.ua/ua/blog/rekomendaczii-po-raschetu-aspiraczionnyix-ustanovok/rekomendaczii-po-komponovke-i-raschetam-aspiraczionnyix-ustanovok> (дата звернення: 28.03.2025).

28. Правила проектування та налагодження аспіраційних і пневмотранспортних установок підприємств по збереженню та переробці зерна /О.І. Гапонюк, Є.А. Дмитрук, В.І. Квітинський, О.Н. Гоф, Н.М. Опря/ Зернова столиця, Одеса-Київ. 2012. с. 130

29. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 18.04.2026).

30. Про затвердження Правил охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна : Наказ Міністерства соціальної

політики України від 20.09.2017 № 1504. URL:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1288-17> (дата звернення: 15.04.2026).

31. Основи охорони праці: підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов та ін. – Харків: Стиль-Издат, 2017. 341с.

32. Основи охорони праці: Підручник. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. К.: Основа, 2006 448 с

33. Винокурова Л. Е., Васильчук М. В., Гаман М. В. Основи охорони праці: Підручн. для проф.-техн. навч. закладів. 2-ге вид., допов., перероб. К. : Вікторія, 2001. -192 с

34. Сільське господарство України : статистичний збірник за 2021 рік / Державна служба статистики України. Київ, 2022. 192 с.

35. Рослинництво України : статистичний бюлетень за 2022 рік / Державна служба статистики України. Київ, 2023. 145 с.

36. Збір врожаю сільськогосподарських культур за 2023 рік : статистична інформація / Державна служба статистики України. URL:
<https://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення 11.10.2025)

37. Попередні підсумки збирання врожаю у 2024 році : експрес-випуск / Державна служба статистики України. Київ, 2025. 12 с.

38. Оперативні дані про стан польових робіт та посівні площі у 2025 році / Міністерство аграрної політики та продовольства України. URL:
<https://minagro.gov.ua> (дата звернення 11.10.2025)

39. Oilseeds: World Markets and Trade : Monthly Circular / United States Department of Agriculture (USDA). Foreign Agricultural Service. 2024. October. 34 p.

40. Food Outlook : Biannual Report on Global Food Markets / Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome, 2024. 128 p.

41. Мазуренко О. В., Коренюк П. І. Економічна ефективність вирощування льону олійного в умовах змін клімату Східного Степу України. *Аграрна економіка*. 2023. Т. 16, № 1-2. С. 45–52.

42. Льон олійний: технологія, економіка, ринок / за ред. І. А. Шевченка. Запоріжжя : Інститут олійних культур НААН, 2022. 210 с.

43. Global Flaxseed Market Report 2024-2025 : Trends, Share, Size and Forecast / Research and Markets. 2024. URL: <https://www.researchandmarkets.com>

44. Стан та перспективи розвитку експорту олійних культур з України в умовах воєнного стану / Інформаційне агентство «АПК-Інформ». 2025. URL: <https://www.apk-inform.com> (дата звернення 16.03.2026)

45 Осіпов П.В., Басюркіна Н.Й., Дудка Т.В. Методи проведення спеціальних економічних розрахунків / П.В. Осіпов, Н.Й. Басюркіна, Т.В. Дудка [за ред. д.е.н., проф. Осіпова П.В.]. Одеса : Друк, 2010. 262 с.

46. Між рентабельністю і конкуренцією: як елеватори рахують вартість своїх послуг <https://elevatorist.com/blog/read/967-mij-rentabelnistyu-i-konkurentsiyeyu-yak-elevatori-rahuyut-vartist-svoyih-poslug> (дата звернення 15.03.2026)

47 Курс долара на міжбанку <https://minfin.com.ua/ua/currency/mb/> (дата звернення 15.03.2026)

48. Елеватор в лізинг: як залучити інвестиції в інфраструктуру <https://agravery.com/uk/posts/show/elevator-v-lizing-ak-zaluciti-investicii-v-infrastrukturu> (дата звернення 15.03.2026)