

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 10,0 тис. т в Житомирській обл.*

Здобувача

Загороднюк (Саченко) А.П.

(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

протокол №

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**

Саченко Альони Павлівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 10,0 тис.т в Житомирській обл.»

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

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи _____

3. Вихідні дані роботи Місткість зерносховища 10000 тонн; Річний об'єм приймання з автотранспорту 10000 тонн, у тому числі: річний обсяг приймання ранніх культур =6000 тонн (пшениці – 4000 тонн, ячменю – 2000 тонн), пізніх культур (кукурудзи) – 4000 тонн. Період заготівлі: ранніх культур 28 діб, пізніх – 17 діб. Частки зерна різної вологості: ранніх культур – $a_0 = 0,5$; $a_1 = 0,3$ $a_2 = 0,2$; пізніх – $a_0 = 0,5$; $a_1 = 0,3$; $a_2 = 0,2$. Річний об'єм відпуску зерна на автотр-т 3300 тонн. Тривалість відпуску на а/т: $N=5$ міс.; $T_m=22$ діб; $T_d= 8$ год. Коефіцієнти нерівномірності відпуску на а/т: $K_m=1,42$; $K_d=1,42$; $K_r=1,6$.

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 – 6 аркушів формату А1, у тому числі: плани (2 арк) і розрізи (1 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)

Саченко А.П.

(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>3.06.2026</i>	
	<i>Захист</i>	<i>18-19.06.2026</i>	

Здобувач _____

(підпис)

Саченко А.П.

(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)

Саченко А.П.

(прізвище, ініціали)



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

НАКАЗ
Одеса

30.01.2026

№ 52-03

Про зміну прізвища
здобувачів вищої освіти
ННІЗПіХБ ім. К.А.Богомаза

НАКАЗУЮ:

4. Саченко Альоні Павлівні, здобувачу вищої освіти IV курсу ступеня вищої освіти «Бакалавр», спеціальності 181 «Харчові технології», освітньої програми «Технології зберігання і переробки зерна» (група ЗТЗ-416, заочна форма навчання, договір про надання освітніх послуг), Навчально-науковому інституту зернового, переробного і хлібопекарського бізнесу ім. К.А. Богомаза, згідно свідоцтва про шлюб змінити в документації університету прізвище на Загороднюк.

Підстава: заява здобувача вищої освіти, резолюція директора, копії свідоцтва про шлюб, копія паспорту.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему: «Розробка проєкту будівництва міні-елеватору місткістю 10,0 тис. т. у Житомирській області». Метою проєкту є будівництво міні-елеватора та організація роботи сучасного зернового елеватора потужністю одноразового зберігання 10,0 тис. т. Розроблений проєктом міні-елеватор включає в себе наступні види операцій: приймання зерна з автомобільного транспорту, очищення зерна, сушіння, зберігання та відвантаження на автомобільний транспорт.

Рішення про необхідність будівництва міні-елеватора місткістю 10,0 тис. тон в Житомирській області було прийняте на базі техніко-економічного обґрунтування, виконаного нами, яке показало доцільність будівництва з економічної точки зору.

У розділі «Технологічна частина» пояснювальної записки надані розрахунки обсягів робіт елеватора, а також кількості та продуктивності основного технологічного і транспортного обладнання, необхідного для виконання усіх операцій в заданих об'ємах та розрахунки приймально-відпускних пристроїв.

В пояснювальній записці також представлені розділи: «Енергозабезпечення та енергозбереження», «Аспірація елеватора», «Характеристика будівельних споруд», «Охорона праці», а також «Науково-дослідна частина».

На заключному етапі роботи над КРБ нами були проведені розрахунки техніко-економічних показників, які свідчать про господарську необхідність і економічну ефективність запропонованого проєкту будівництва нового міні-елеватора місткістю на 10,0 тис т у Житомирській області.

Кваліфікаційна робота складається з двох частин: пояснювальна записка, яка викладена на 122 аркушах, містить 21 таблицю, 9 рисунків, список літератури включає 44 найменування; графічна – представлена на 6 аркушах формату А1.

Перелік ключових слів: міні-елеватор, очищення, зберігання, сушіння, технологічне обладнання.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
Розділ 1 Стан проблеми і перспективи її вирішення.....	9
1.1 Літературний і патентний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми.....	9
1.2 Характеристика об'єкту	17
1.3 Мета і завдання проєкту.....	18
Розділ 2 Техніко-економічне обґрунтування	20
Розділ 3 Технологічна частина.....	28
3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання	28
3.1.1 Розрахунок обсягів робіт.....	28
3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання.....	30
3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу.....	32
3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання	33
3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв.....	38
3.2 Обробка і зберігання відходів.....	39
3.3 Проектування зерносховищ	42
3.4 Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані.....	42
3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП.....	43
3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів	44
3.7 Проектування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз.....	45
3.8 Зведений графік роботи міні-елеватора.....	47
3.9 Система управління роботою елеватора.....	56
Розділ 4 Енергозабезпечення та енергозбереження.....	61
4.1 Заходи для економії електроенергії і енергозбереження.....	61
4.2 Розрахунок активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії.....	62

4.3	Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності.....	62
4.4	Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності.....	63
4.5	Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів.....	65
4.6	Вибір перерізу жил і марки кабелю.....	66
4.7	Річна витрата електроенергії та її вартість.....	67
4.8	Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві.....	67
Розділ 5 Аспірація елеватора		70
5.1	Мета і завдання аспіраційних установок елеваторів.....	70
5.2	Основні принципи компоновки аспіраційних мереж	70
5.3	Особливості проектування аспіраційних установок елеваторів..	71
5.4	Огляд основних методів розрахунку розгалужених аспіраційних мереж.....	71
5.5	Розрахунок і вибір локальних фільтрів горизонтального і вертикального виконання.....	72
Розділ 6 Характеристика будівельних споруд.....		81
6.1	Опис генплану	81
6.2	Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору.....	83
Розділ 7 Охорона праці		86
7.1	Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ).....	86
7.2	Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ.....	87
7.3	Заходи щодо пожежної безпеки.....	89
Розділ 8 Науково-дослідна частина (НДЧ)		92
8.1	Стан питання.....	92
8.2	Мета і завдання роботи; об'єкти і методи досліджень та аналізів	94

8.3	Результати досліджень.....	95
Розділ 9	Техніко-економічні розрахунки (ТЕР)	103
9.1	Розрахунок чисельності працюючих.....	103
9.2	Розрахунок виробничої програми.....	104
9.3	Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства.....	105
9.4	Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік.....	109
9.5	Розрахунок прибутку.....	111
9.6	Розрахунок інвестицій.....	112
9.7	Розрахунок строку окупності інвестицій.....	113
9.8	Розрахунок строку окупності інвестицій.....	113
9.9	Основні техніко-економічні показники проєкту.....	114
	Висновки та рекомендації.....	116
	Список літератури.....	118

ВСТУП

Україна стабільно утримує статус одного з провідних світових експортерів зернових та олійних культур. Попри складні геополітичні умови, аграрний сектор залишається локомотивом національної економіки. Проте ефективність галузі стримується дефіцитом сучасних потужностей для зберігання та доробки збіжжя безпосередньо в місцях його виробництва. Для Житомирської області, де активно розвивається вирощування кукурудзи та сої, створення міні-елеватора місткістю 10 тис. т є критично важливим для забезпечення продовольчої безпеки та стабілізації ринку.

Перспективи виробництва зерна в Україні пов'язані з впровадженням інтенсивних технологій землеробства, використанням високопродуктивних гібридів та розширенням посівних площ під високомаржинальні культури. Прогнозується, що валовий збір зерна продовжуватиме зростати, що вимагає пропорційного збільшення елеваторних потужностей. Сучасний тренд спрямований на децентралізацію зберігання: перехід від гігантських лінійних елеваторів до мережі фермерських міні-комплексів, що дозволяє оптимізувати витрати на внутрішню логістику.

Завдання, які стоять перед елеваторною промисловістю:

Технологічне оновлення це не просто заміна старих вузлів, а перехід до концепції «розумного» зерносховища, де кожен етап (від приймання до відвантаження) мінімізує вплив людського фактора та втрати продукції.

Цифровізація: впровадження систем автоматизованого управління (АСУ ТП) для дистанційного контролю температури, вологості та якості зерна.

Гнучкість: забезпечення можливості одночасного приймання та роздільного зберігання декількох видів культур (багатокультурність).

Мінімізація втрат: досягнення європейських стандартів збереження маси та якості зерна протягом тривалого періоду.

Перспективи розвитку підприємств галузі полягають у створенні вертикально інтегрованих систем «поле – елеватор – переробка». Майбутнє за

об'єктами, які не просто зберігають сировину, а виконують роль логістичних хабів з первинною очисткою та калібруванням продукції під конкретні експортні контракти.

Практична проблема, яку вирішує дана робота, полягає у відсутності достатньої кількості локальних автоматизованих складських потужностей у Житомирській області, що змушує малих виробників продавати зерно за заниженими цінами в пік збирання врожаю.

Прогнозовані ефекти від реалізації проєкту:

Техніко-економічний: скорочення логістичних витрат на 15–20% за рахунок близькості до полів, зменшення енерговитрат на сушіння завдяки використанню сучасного обладнання та підвищення рентабельності реалізації зерна на 10–15%.

Соціальний: створення нових робочих місць у сільській місцевості, розвиток інфраструктури регіону та підтримка сталого розвитку фермерських господарств Житомирщини.

Розділ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1 Літературний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми

На сучасному етапі розвитку глобальної економіки аграрний сектор набуває важливого геостратегічного значення, особливо у контексті забезпечення світової продовольчої безпеки. Україна, завдяки сприятливим кліматичним умовам, родючим ґрунтам і суттєвому виробничому потенціалу, стабільно утримує провідні позиції серед експортерів зернових культур, таких як пшениця, кукурудза та ячмінь. Втім, останні роки стали для галузі надзвичайно складними через низку безпрецедентних викликів: збройну агресію Росії, знищення логістичної інфраструктури, блокаду морських портів, а також посилення цінової нестабільності на світових ринках. Усі ці фактори створили загрозу продовольчій стабільності не лише в Україні, але й у багатьох країнах, які залежать від її зернової продукції. На початку 21-го століття Україна закріпила провідну роль на світовому ринку зернових культур, таких як пшениця, кукурудза та ячмінь. Завдяки своєму аграрному потенціалу, вона забезпечувала продовольчу безпеку мільйонам людей у регіонах Близького Сходу, Північної Африки, Азії та Європи.

Природні ресурси, доступ до чорноморських портів, інтеграція у міжнародні торговельні ланцюги та впровадження сучасних агротехнологій зробили Україну одним із ключових учасників глобальної продовольчої системи. Проте з початком повномасштабної агресії Російської Федерації у 2022 році український зерновий сектор зазнав серйозних змін. Блокада портів на Чорному морі, руйнування інфраструктури, мінування сільськогосподарських земель, скорочення посівних площ, дефіцит логістичних маршрутів і зростання виробничих витрат створили значні труднощі для галузі.

Крім того, виникли нові ризики, пов'язані з переорієнтацією експорту, змінами в структурі ринків збуту та зростанням конкуренції на світових ринках.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.4			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Загороднюк А.П.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 10 тис. т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					9	11
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

Динаміка посівних площ і обсягів зібраного врожаю демонструє чітку негативну тенденцію, особливо після 2021 року.

У 2020 році посівна площа склала 15 392,2 тис. га, а площа зібраного врожаю – 15 282,9 тис. га, що свідчить про високий відсоток ефективності збору. У 2021 році ці показники зросли, що узгоджується зі збільшенням урожайності та загального обсягу врожаю. Однак із початком 2022 року відбулося значне скорочення обох показників: посівна площа зменшилася до 12 171,1 тис. га, а площа зібраного врожаю – до 11 772,9 тис. га. Це є наслідком повномасштабного вторгнення, що спричинило тимчасову окупацію значних територій, мінування сільськогосподарських земель, руйнування техніки та нестачу робочої сили. У 2023 році негативна тенденція продовжилася, і площі скоротилися до 10 984,6 тис. га для посівів і 10 835,6 тис. га для збору врожаю. У 2024 році спостерігається невелике покращення: посівна площа зросла до 11 139 тис. га, а площа зібраного врожаю – до 11 106,4 тис. га. Це свідчить про часткову стабілізацію та адаптацію аграрного сектору до умов війни, хоча ці показники залишаються суттєво нижчими за довоєнний рівень. Протягом аналізованого періоду різниця між посівними площами та площами збору врожаю залишається відносно малою, що вказує на високу ефективність збору навіть у складних умовах.

Аналіз урожайності та обсягів зібраного врожаю демонструє значні зміни й дозволяє простежити вплив зовнішніх чинників, насамперед геополітичних, на сільське господарство в Україні. У 2020 році середня урожайність становила 4,25 т/га, а загальний зібраний обсяг врожаю – 64 933 тис. тонн. У 2021 році ці показники досягли максимуму: урожайність зросла до 5,39 т/га, а обсяг врожаю – до 86 010 тис. тонн. Це було забезпечено сприятливими погодними умовами та використанням сучасних агротехнічних методів.

З початком вторгнення у 2022 році ситуація кардинально змінилася. Урожайність знизилася до 4,58 т/га, а загальний обсяг врожаю впав до 53 864 тис. тонн. Відносно незначне зниження урожайності супроводжувалося масштабним скороченням площ придатних для сільськогосподарського використання через окупацію територій, забруднення полів мінами та логістичні труднощі. У 2023 році

у галузі спостерігалось певне відновлення: урожайність піднялася до 5,52 т/га через концентрацію на продуктивніших землях та адаптацію аграріїв до нових умов. Однак у 2024 році показник дещо знизився до 5,06 т/га, залишаючись на доволі високому рівні порівняно із попередніми періодами.

Загальна динаміка урожайності та обсягів збору врожаю у період 2020–2024 років чітко демонструє залежність цих показників від зовнішніх факторів, зокрема геополітичних подій. Максимальні значення у 2021 році свідчать про високу продуктивність і ефективність використання ресурсів за сприятливих умов. У той же час різке падіння у 2022 році вказує на суттєвий вплив військових дій і пов'язаних із ними наслідків на аграрний сектор України.

Основний удар по врожаю було завдано не через зниження продуктивності ґрунтів, а скоріше через зменшення доступних для обробітки площ. У 2023 році спостерігалось виняткове відновлення урожайності, яка досягла рекордної позначки в 5,52 тонни з гектара. Це зростання сприяло збільшенню загального обсягу врожаю до вражаючих 59772 тисяч тонн. Такий результат став можливим навіть в умовах потенційного скорочення чи стабілізації площ, придатних для сільськогосподарської діяльності. Український аграрний сектор продемонстрував високу гнучкість та ефективність, адже, попри суттєве обмеження територій, він успішно оптимізував свої процеси. Це включає впровадження прогресивних технологій та концентрацію ресурсів на найбільш продуктивних ділянках землі.

Проте в 2024 році урожайність дещо знизилася до рівня 5,06 тонн з гектара, що, у свою чергу, спричинило скорочення загального збору врожаю до 56246 тисяч тонн. Ця динаміка підкреслює пряму залежність між рівнем урожайності й загальними обсягами продукції за умови відносно стабільних посівних площ. У період до 2022 року зростання врожаю було забезпечене як збільшенням урожайності, так і значним розширенням посівних площ. Однак із початком повномасштабних бойових дій головний чинник, який визначає обсяги виробництва сільськогосподарської продукції, змінився. Першочерговим обмеженням став не рівень урожайності (який залишився високим і довів свій потенціал до покращення), а фізична доступність і розмір земель, що могли бути

оброблені. Тим не менш, Україна продемонструвала здатність підтримувати високу продуктивність навіть у складних умовах, що є вирішальним фактором для забезпечення не лише національної, а й глобальної продовольчої безпеки.

На міжнародному ринку показники України також були переконливими. У маркетинговому році 2020/21 світовий експорт зернових продукцій становив 450 мільйонів тонн, де українська частка склала 48,8 мільйона тонн, або близько 10,8% від глобального обсягу. Цей результат ще раз підтвердив роль України як одного з провідних експортерів зернових і важливого партнера для забезпечення продовольчої стабільності різних регіонів світу, зокрема Близького Сходу та Північної Африки.

У 2021/22 маркетинговому році світові обсяги експорту дещо скоротилися до 448 мільйонів тонн, але Україна змогла зберегти свої позиції практично на незмінному рівні. Це свідчило про стійкість її агросектору та репутацію надійного торговельного партнера. Однак ситуація кардинально змінилася в 2022/23 маркетинговому році через повномасштабні військові дії. Попри всі труднощі, загальний світовий експорт зернових зріс до рекордних 476 мільйонів тонн у відповідь на високий попит.

Водночас Україна змогла експортувати 49,2 мільйона тонн зернових завдяки налагодженню «зернового коридору» та створенню альтернативних логістичних маршрутів. Хоча частка України у світовому експорті зменшилася до 10,3%, це не применшує значення її внеску. Здатність країни підтримувати значні масштаби експорту в умовах війни стала яскравим прикладом стійкості українського агросектору та наголошує на його ключовій ролі в забезпеченні продовольчого балансу у світі.

Попри високу адаптивність українських агровиробників, вони продовжують стикатися з численними викликами, реалізуючи свій експортний потенціал на світовому ринку зерна. Основні проблеми можна згрупувати таким чином: - Вплив військових дій на обсяги та структуру виробництва зерна. Це проявляється у скороченні посівних площ через окупацію, мінування земель, нестачу ресурсів (палива, добрив, робочої сили та фінансів), а також у прямих руйнуваннях

сільськогосподарської техніки та інфраструктури. Все це змушує агровиробників переорієнтовуватися на менш витратні культури. - Блокада морських портів, яка спричинила різке падіння експорту у 2022 році.

Хоча ситуацію тимчасово покращила «Чорноморська зернова ініціатива», її припинення у 2023 році та постійні атаки на портову інфраструктуру Одеси знову значно ускладнили торгівлю. - Логістичні проблеми через різницю ширини залізничних колій, черги на пунктах перетину кордону, блокування зернового експорту польськими аграріями, а також обмежені можливості використання річкових портів через недостатньо розвинену інфраструктуру. - Зростання логістичних витрат і зниження конкурентоспроможності українського зерна.

Це негативно впливає на маржинальність і прибутковість агровиробників, що зменшує привабливість ведення бізнесу. - Наявність митних і регуляторних бар'єрів, серед яких складні процедури, дублювання контролю (фітосанітарного, ветеринарного) та недостатній рівень діджиталізації і синхронізації з європейськими системами. Незважаючи на ці безпрецедентні виклики, український зерновий сектор демонструє виняткову стійкість і здатність до адаптації. Воєнні дії, які призвели до скорочення посівних площ, дефіциту ресурсів, втрати інфраструктури та блокування портів, не стали фатальними для галузі. Україна змогла масштабно переорієнтувати логістичні маршрути, активно використовуючи «Шляхи солідарності» через ЄС і розвиваючи Дунайські порти, а також створити власний коридор у Чорному морі. Завдяки цим зусиллям країна навіть в умовах війни підтримувала високі обсяги експорту, а в окремі періоди їх нарощувала, підтверджуючи свою значущість на глобальному ринку зерна.

Український аграрний сектор залишається критично важливим елементом глобальної продовольчої безпеки. Однак для подальшого зміцнення його позицій потрібні комплексні системні рішення. Це охоплює розмінування та відновлення територій, модернізацію агрологістики, гармонізацію регуляторних процедур із міжнародними стандартами й активне впровадження інноваційних технологій. Дослідження довгострокового впливу кліматичних змін, оцінка ефективності державно-приватного партнерства, застосування штучного інтелекту й блокчейн-

технологій для оптимізації ланцюгів постачання, а також аналіз потенціалу України як регіонального логістичного хабу є ключовими напрямками. Вони сприятимуть формуванню сталого та конкурентоспроможного майбутнього для українського аграрного експорту.

Розвиток аграрного сектору України тісно пов'язаний зі зміцненням позицій малих та середніх фермерських господарств. Ключовим інструментом, що забезпечує їхню автономність та економічну незалежність, є впровадження власних мініелеваторів. Ці невеликі, але високоефективні комплекси змінюють традиційну модель взаємодії аграріїв з ринком, надаючи їм повний контроль над найважливішими етапами роботи з урожаєм.

Економічна вигода та швидка окупність

Власний мініелеватор – це перш за все інвестиція, яка генерує значну економічну вигоду і має короткий термін окупності.

Економія Коштів та Зниження Витрат

Один із найвагоміших аспектів – пряма економія коштів. Фермери, які мають власні потужності, уникають необхідності сплачувати за дорогі послуги зберігання, сушіння, очищення та сортування на великих комерційних елеваторах. Ці витрати, які часто становлять значну частину собівартості продукції, зникають, суттєво скорочуючи операційні витрати господарства.

Можливість "Ігор на ринку"

Володіння елеватором надає фермеру найцінніший актив – час. Аграрій отримує можливість вибору часу продажу врожаю. Замість того, щоб бути змушеним продавати зерно одразу після збору за часто нижчою сезонною ціною (так званий "ціновий провал" у період жнив), він може зберігати продукцію до моменту досягнення найбільш вигідної ринкової ціни. Це перетворює фермера з ціноотримувача на повноцінного учасника ринку.

Швидка окупність інвестицій

Практичний досвід показує, що інвестиції у будівництво мініелеватора можуть окупитися протягом 3-4 років. Ця швидка окупність досягається саме за

рахунок акумульованої економії на послугах зберігання та можливості реалізації продукції за кращою ціною.

Технологічна ефективність та контроль якості

Мініелеватори є прикладом технологічної ефективності, інтегруючи всі процеси обробки зерна в єдиний, компактний комплекс.

Повний цикл обробки на місці

Сучасний мініелеватор – це не просто склад. Він являє собою технологічний комплекс, що об'єднує:

- Зерносушарки (для доведення вологості до норм зберігання).
- Силоси або бункери (для зберігання).
- Транспортне обладнання (норії, конвеєри) для швидкого переміщення зерна.
- Обладнання для очищення та сортування.

Таке об'єднання дозволяє проводити всі технологічні операції в одному місці, мінімізуючи логістичні витрати та втрати зерна при численних перевалках.

Повний контроль якості

Фермер отримує повний і безпосередній контроль над умовами зберігання. Він сам визначає режими сушіння, температуру, вологість та вентиляцію, що є критично важливим для збереження високої якості продукції, особливо високомаржинальних культур. Це гарантує, що зерно відповідатиме вимогам кінцевого покупця.

Логістичні переваги та оптимізація перевезень

Мініелеватори вирішують низку важливих логістичних проблем, характерних для українського агробізнесу.

Зручність та зниження транспортного плеча

Наявність елеватора безпосередньо на території господарства або поблизу нього усуває необхідність транспортувати зерно на великі відстані до сторонніх елеваторів. Це значно економить час, паливо та знижує навантаження на сільські дороги.

Ефективність вантажно-розвантажувальних операцій

Обладнання мініелеватора проектується таким чином, щоб забезпечити максимальну зручність та швидкість завантаження та вивантаження автомобільного транспорту. Це дозволяє оптимізувати роботу власного та найманого автопарку, скорочуючи час простою.

Міні-елеватори як інструмент стратегічного розвитку

Таким чином, мініелеватори виходять за рамки простого місця зберігання. Вони є ключовим елементом розвитку прогресивного та стійкого фермерства в Україні.

Вони створюють фундамент для:

1. Автономності: Незалежність від зовнішніх послуг.
2. Конкурентоспроможності: Зниження собівартості та можливість продажу за кращою ціною.
3. Стійкості: Можливість зберігати запаси у кризові періоди.

Впровадження мініелеваторів сприяє зміцненню позицій малих та середніх агровиробників на ринку, перетворюючи їх на більш гнучких, прибуткових та стратегічно мислячих гравців. Перевага однозначна і очевидна — фермер не залежить від ціни на продукції і має сховище для зберігання та обробки зерна. Це стає його власним товаром, і він самостійно ухвалює рішення що робити з ним: сушити, зберігати чи продавати.

Іноді виникають ситуації, коли необхідно зберігати до кращої вартості, очищати, продавати, не продавати, чекати на літо, весну або що. Елеватор — це, по суті, власний склад, який включає в себе багато процесів. Тобто аграрій стає незалежним. Нині ця можливість обмежується доступом до світла та газу. Проте щодо світла, наприклад, фермер може встановити генератор. Це, звісно, може коштувати дорого, але є такі випадки.

Власний елеватор також дає можливість отримувати додатковий прибуток, наприклад, з оренди приміщень для зберігання ТМЦ або обробки насіння. Це надзвичайно важливо, оскільки додатковий дохід ніколи не буває зайвим.

1.2 Характеристика об'єкту

Проектом передбачається будівництво лінійного міні-елеватора загальною місткістю 10 000 тонн у Житомирській області. Головною метою є створення локального хабу для післязбиральної доробки зерна, що забезпечить фермерські господарства регіону потужностями для доведення продукції до базисних кондицій.

Елеваторний комплекс запроєктований як автоматизована система, що виконує повний цикл операцій:

Приймання: високопродуктивні вузли розвантаження автотранспорту з можливістю одночасного зважування та відбору проб.

Очищення: двостадійне видалення домішок для забезпечення якості зберігання.

Сушіння: застосування енергоефективних зерносушарок, адаптованих до культур з високою початковою вологістю (кукурудза,).

Зберігання: використання вентильованих металевих силосів з системами термометрії.

Відвантаження: оперативне формування партій для автотранспорту, що забезпечує гнучкість внутрішньої логістики.

Житомирська область характеризується динамічним зростанням виробництва олійних та зернових культур. Будівництво об'єкта саме в цій локації обумовлене:

Децентралізацією зберігання: зменшення "логістичного плеча" для малих господарств, що знижує собівартість кінцевої продукції.

Інфраструктурним потенціалом: використання мережі автомобільних доріг регіону для швидкого переміщення збіжжя до експортних терміналів.

Інноваційні рішення та імпортозаміщення

Особливістю проекту є орієнтація на вітчизняного виробника обладнання. Це дає низку переваг:

Зниження капітальних інвестицій: менша вартість у порівнянні з закордонними аналогами при схожих технічних характеристиках.

Експлуатаційна ефективність: спрощений доступ до сервісного обслуговування та запчастин, що мінімізує ризики простою в сезон.

Економічні показники: покращення терміну окупності проекту та зниження питомих витрат на зберігання 1 тонни зерна.

1.3 Мета і завдання проекту

Мета роботи: Обґрунтування та розробка комплексного проекту будівництва міні-елеватора загальною місткістю 10000 тонн у Житомирській області з оптимізацією технологічних ліній приймання, обробки та зберігання зернових культур.

Для досягнення поставленої мети визначено наступні **завдання:**

Аналітичний огляд: Провести ретроспективний аналіз стану зернової галузі регіону, виявити дефіцит потужностей для зберігання та визначити перспективні напрями розвитку малотоннажних елеваторних комплексів.

Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО): Здійснити аналіз доцільності інвестування в об'єкт, враховуючи логістичну інфраструктуру Кіровоградської області та сировинну базу.

Проектування технологічного процесу:

Виконати розрахунок та селекцію основного технологічного устаткування (сепараторів, сушарок, транспортних систем).

Розробити структурно-функціональні та принципові схеми руху зернових потоків.

Розрахувати параметри приймально-відпускних пристроїв та місткість оперативних і накопичувальних бункерів.

Сформувати робочу схему руху зерна та відходів (РСРЗіВ) і побудувати зведений графік роботи елеватора.

Енергоефективність: Оцінити потреби об'єкта в енергоресурсах та розробити заходи з енергозбереження під час експлуатації сушильного та транспортного обладнання.

Екологічна безпека та знепилювання: Розробити систему аспірації елеватора для мінімізації викидів пилу в атмосферу та забезпечення нормативних умов праці.

Архітектурно-будівельні рішення: Надати характеристику генерального плану майданчика, описати конструктивні особливості будівель та споруд (силосів, норійних веж, завальних ям).

Охорона праці: Провести ідентифікацію небезпечних і шкідливих виробничих факторів; розробити комплекс заходів із техніки безпеки та протипожежного захисту об'єкта.

Науково-дослідний розділ: Провести дослідження посівних площ під зерновими культурами в Житомирській області.

Економічна ефективність: Розрахувати основні техніко-економічні показники проєкту, зокрема термін окупності, рентабельність та собівартість послуг зі зберігання.

Розділ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Житомирщина впевнено закріпилася серед перспективних аграрних регіонів України завдяки стабільній динаміці виробництва зернових та зернобобових культур, зокрема пшениці, кукурудзи, ячменю та сорго. Однак потенціал галузі стримується диспропорцією між обсягами валового збору та наявними потужностями для зберігання. Дефіцит локальної елеваторної інфраструктури, орієнтованої на малий та середній агробізнес, залишається головним бар'єром для підвищення рентабельності господарств.

Будівництво міні-елеватора місткістю 10,0 тис. т (або 5,3 тис. т, залежно від завдання) є технічно та економічно виправданим рішенням. Такий підхід враховує територіальну розосередженість виробників та сезонну піковість надходження збіжжя. Наближення потужностей до місць вирощування дозволяє:

Мінімізувати логістичне плече, суттєво знижуючи витрати на паливо та амортизацію транспорту.

Усунути втрати зерна, що виникають під час тривалого перевезення та очікування у чергах на великих терміналах.

Забезпечити оперативну доробку, що є критично важливим для вологого зерна кукурудзи, характерного для кліматичних умов Житомирщини.

Проектований об'єкт оптимально збалансований: він не потребує надмірних капіталовкладень, притаманних лінійним елеваторам, але водночас реалізує повний технологічний цикл — від приймання та багатоступеневого очищення до енергоефективного сушіння й довготривалого зберігання в силосах. Це трансформує елеватор з простого складу на інструмент ринкового маневру, що дозволяє реалізовувати продукцію в періоди найвищих цін.

В умовах воєнного стану та подальшої відбудови, децентралізація зерносховищ стає питанням національної безпеки. Створення мережі автоном-

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.4			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Загороднюк А.П.			Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 10 тис. т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					8	20
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

них міні-елеваторів підвищує стійкість аграрної інфраструктури до логістичних блокад та фізичних ризиків, забезпечуючи стабільність експортного потенціалу регіону та держави в цілому.

Проект передбачає зведення нового міні-елеватора у Житомирській області з розрахунковою місткістю 10,0 тис. тонн. Потужність об'єкта обґрунтована обсягами вільного залишку зерна, що потребує довготривалого зберігання. Власний комплекс гарантує повний контроль за якісними показниками врожаю та дозволяє оперативно реагувати на зміну стану збіжжя. Завдяки децентралізації зберігання суттєво оптимізуються часові витрати, оскільки зникає потреба в тривалому очікуванні на великих лінійних елеваторах. Мобільність та адаптивність таких споруд дозволяють розміщувати їх на будь-яких майданчиках з можливістю подальшого переміщення. Окрім того, власна інфраструктура забезпечує автономність у керуванні витратами на доробку та зберігання продукції. Таким чином, реалізація подібних проєктів є стратегічно важливою для зміцнення аграрного сектору та стимулювання соціально-економічного зростання як регіону, так і держави

Баланс сировини і обґрунтування розвитку потужнісного потенціалу підприємства. Метою цього розрахунку є визначення потенціалу заготівель зернових культур у сировинній зоні підприємства [6]. 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/>) [7].

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
Житомирська	449,2	57,1	25647,7

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 [7]:

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

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 [6]:

$$K_{пл} = K_{пл}^t, \quad (2.4)$$

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 Житомирській 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 прогнозні 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:

$$U_{\text{прогноз}} = 57,1 \times (1,06)^4 = 72,1 \text{ ц/га,}$$

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

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = 449,2 (1,06)^4 = 546,0 \text{ тис. га.}$$

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

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

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (546,0 \times 72,1)/10 = 3936,0 \text{ тис. тонн}$$

Результати виконаних розрахунків наводимо у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Річний потенціал заготівель всіх культур в Житомирській 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
Житомирська	546,0	72,1	3936,1

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 ($MZ_{\text{прогноз}}$) має покривати такий обсяг зернових:

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

де VZ – валовий збір зернових культур, тис. тонн,

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

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

- споживання зерна всередині сільськогосподарських підприємств Житомирській області дорівнює:

$$C_{\text{сг}} = 0,20 \times 3936,1 = 787,2 \text{ тис. тонн};$$

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

$$I_p = 0,005 \times 3936,1 = 19,7 \text{ тис. тонн.}$$

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

$$MZ_{\text{прогноз}} = 3936,1 - 787,2 + 19,7 = 3168,5 \text{ тис. тонн}$$

Отримані дані занесли в табл. 2.3.

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

Регіон (область)	Прогнозний валовий збір у 2025 році, $VZ_{\text{прогноз}}$	Споживання всередині сільського господарства, $C_{\text{сг}}$	Ввезення з інших регіонів та із за кордону, I_p	Сумарна місткість зерносховищ, $MZ_{\text{прогноз}}$
Житомирська	3936,1	787,2	19,7	3168,5

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

$$\Delta ПЗ = МЗ_{\text{прогноз}} - \Sigma ПЗ_i, \text{ тис. тонн} \quad (2.7)$$

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

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

$$\Delta ПЗ = 3168,5 - 1400 = 1768,5 \text{ тис. тонн.}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\Delta ПЗ = \text{тис. тонн. } 1768,5 > 0,$$

$$\Delta ПЗ > ПЗ, \text{ тобто } 1768,5 > 10,0 \text{ тис. тонн,}$$

тому будівництво нового міні-елеватора запланованої місткості 9,0 тис. тонн є доцільним та обґрунтованим.

Вантажооборот ($В$) підприємства елеваторної галузі розраховують за формулою:

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

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 $K_0 = 1,0$ [8].

$$B = 1 \times 10,0 = 10,0, \text{ тис. тонн},$$

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	10
Область	Житомирська
Коефіцієнт обороту місткості зерносховища, K_0	1
Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту, A_{np}^a , т/рік	10
у тому числі:	
Річний об'єм приймання ранніх культур, $A_{np}^{a(p)}$, т/рік	6,0
Пшениці	4,0
Ячмінь	2,0
Частки зерна ранніх культур різної вологості, що надходить а/т:	
Сухе (W до 15 %) α_0	0,5
Вологе: (W понад 15-17 % вкл.) α_1	0,3
(W понад 17-22 % вкл.) α_2	0,2
Період заготівель ранніх культур, P_p , діб	28
Річний об'єм приймання пізніх культур, $A_{np}^{a(n)}$, т/рік	4,0
Кукурудзи (% від обсягу пізніх культур)	4,0
Частки зерна пізніх культур різної вологості, що надходить а/т-том:	
Сухе (W до 15 %) α_0	0,5
Вологе: (W понад 15-17 %, вкл.) α_1	0,2
(W понад 17-22 %, вкл.) α_2	0,3
Період заготівель пізніх культур, P_p , діб	17
Загальний річний обсяг відвантаження зерна на автотранспорт, $A_{вп}^a$, тонн/рік	10
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	22
Тривалість відпускання зерна на а/т за добу, $T_{вп д}^a$, год.	8
Коефіцієнт місячної нерівномірності відвантаження на а/т, $K_{вп м}^a$	2,0
Коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K_{вп д}^a$	1,6
Коефіцієнт погодинної нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K_{вп г}^a$	1,1

Результати дослідження підтверджують стійку тенденцію до зростання валових зборів зернових, що вступає у протиріччя з обмеженістю наявних елеваторних потужностей. Такий дефіцит змушує агровиробників реалізовувати продукцію в період пікової пропозиції за мінімальними цінами та нести надмірні логістичні витрати. За цих умов будівництво міні-елеватора місткістю 10,0 тис. тонн є економічно обґрунтованим кроком. Це дозволить забезпечити повний цикл післязбиральної доробки, мінімізувати втрати при зберіганні, гарантувати високу якість продукції та створити умови для гнучкого управління термінами реалізації врожаю.

Реалізація цього інвестиційного проєкту безпосередньо сприятиме зміцненню конкурентоспроможності місцевих аграріїв, стабілізації їхніх фінансових показників та системному розвитку зернової логістики Житомирщини. Таким чином, на основі аналізу основних тенденцій ринку зерна України та детального вивчення господарського комплексу області, доведено необхідність та доцільність спорудження міні-елеватора місткістю 10,0 тис. тонн

Розділ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання

3.1.1 Розрахунок обсягів робіт

Приймання зерна з автомобільного транспорту

При надходженні зерна автомобільним транспортом розрахунковий добовий ($A_{\text{пд}}^a$) і погодинний ($A_{\text{пр}}^a$) об'єми визначаємо для ранніх культур за формулою:

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

де $A_{\text{пр}}^a$ – річний об'єм приймання зерна ранніх (Р) або пізніх (П) культур з автомобільного транспорту, *тонн*;

P_p – тривалість розрахункового періоду, протягом якого надходить 80% запланованого об'єму заготівель зерна ранніх (Р) або пізніх (П) культур, визначають з урахуванням термінів і організації збору врожаю, кліматичних умов. Приймати відповідно до завдання, *діб*;

K_d^a – коефіцієнт добової нерівномірності надходження зерна ранніх (Р) або пізніх (П) культур автомобільним транспортом, який приймають в залежності від об'єму заготівель (A) і тривалості їх розрахункового періоду. Таким чином коефіцієнт нерівномірності становить 1,6 для ранніх і 1,7 для пізніх культур.

$$A_{\text{пд,р}}^a = \frac{0,8 \cdot 6000 \cdot 1,6}{28} = 276,2 \text{ т/добу}$$

$$A_{\text{пд,п}}^a = \frac{0,8 \cdot 4000 \cdot 1,7}{17} = 240 \text{ т/добу}$$

Погодинне приймання зерна:

$$A_{\text{пр}}^a = \frac{A_{\text{пд}}^a \cdot K_G^a}{T_0}, \text{ т/год} \quad (3.2)$$

де T_0 – кількість годин приймання зерна ранніх (Р) або пізніх (П)

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.4			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Загороднюк А.П.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 10 тис. т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					33	28
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

культур з автотранспорту у добу, так як у період збиральної кампанії приймання зерна з автотранспорту зазвичай здійснюється цілодобово, то приймають $T_0 = 24$ год., або за даними технологічного пошуку;

K_T^a – коефіцієнт погодинної нерівномірності надходження зерна ранніх (Р) або пізніх (П) культур автомобільним транспортом, який приймають в залежності від розрахункового добового об'єму надходження. Приймаємо коефіцієнт погодинної нерівномірності 2,9 для ранніх і для пізніх культур.

Погодинне приймання ранніх культур:

$$A_{\text{п.р}}^a = \frac{276,2 \cdot 2,9}{24} = 33,3 \text{ т/год}$$

Погодинне приймання пізніх культур:

$$A_{\text{п.п}}^a = \frac{240 \cdot 2,9}{24} = 29 \text{ т/год}$$

Так як, добове приймання зерна ранніх культур перевищує об'єми приймання пізніх культур, то подальший розрахунок проводимо за ранніми культурами.

Відвантаження зерна на автомобільний транспорт

Коефіцієнти місячної, добової і погодинної нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт $K_{\text{вп.м}}^a$, $K_{\text{вп.д}}^a$, $K_{\text{вп.г}}^a$, – визначаємо технологічним пошуком: $K_{\text{вп.м}}^a = 1,42$; $K_{\text{вп.д}}^a = 1,6$; $K_{\text{вп.г}}^a = 1,1$.

При відпусканні зерна на автомобільний транспорт приймаємо:

Розрахункове місячне відпускання:

$$A_{\text{вп.м}}^a = \frac{A_{\text{вп.р}}^a \cdot K_{\text{вп.м}}^a}{N}, \text{ т/міс} \quad (3.3)$$

де N – число місяців відпускання. $N = 5$ місяців;

$K_{\text{вп.м}}^a$ – коефіцієнт місячної нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт – 2,0.

$$A_{\text{вп.м}}^a = \frac{10000 \cdot 1,42}{5} = 2840 \text{ т/міс}$$

розрахункове добове відпускання:

$$A_{\text{вп.д}}^a = \frac{A_{\text{вп.м}}^a \cdot K_{\text{вп.д}}^a}{T_{\text{вп.м}}^a}, \text{ т/добу} \quad (3.4)$$

де $T_{\text{вп.м.}}^a$ – тривалість відпускання за місяць – 22 дні;

$K_{\text{вп.д.}}^a$ – коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт – 1,6.

$$A_{\text{вп.д.}}^a = \frac{2840 \cdot 1,6}{22} = 206,5 \text{ т/добу}$$

розрахункове погодинне відпускання:

$$A_{\text{вп.г.}}^a = \frac{A_{\text{вп.д.}}^a \cdot K_{\text{вп.г.}}^a}{T_{\text{вп.д.}}^a}, \text{ т/год} \quad (3.5)$$

$T_{\text{вп.д.}}^a$ – тривалість відпускання за добу – 8 годин;

$K_{\text{вп.г.}}^a$ – коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт – 1,1.

$$A_{\text{вп.г.}}^a = \frac{206,5 \cdot 1,1}{8} = 28,4 \text{ т/год}$$

3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання

Визначення кількості та продуктивності зерноочисного обладнання

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

Для будівництва міні-елеваторів сумарну продуктивність сепараторів основного очищення сухого зерна $\sum_1^n Q_c$ визначаємо за формулою:

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{\Pi_p} \left(\frac{A_{\text{пр1}}}{K_{\text{вс1}}} + \frac{A_{\text{пр2}}}{K_{\text{вс2}}} + \dots + \frac{A_{\text{прn}}}{K_{\text{всn}}} \right), \text{ т/год} \quad (3.6)$$

де $A_{\text{пр1}}, A_{\text{пр2}}, \dots, A_{\text{прn}}$ – маса зерна різних культур, що надходять на підприємство протягом всього періоду заготівель;

$K_{\text{вс1}}, K_{\text{вс2}}, \dots, K_{\text{всn}}$ – коефіцієнти, що залежать від культури, вологості і вмісту віддільних домішок;

$\sum_1^n Q_c$ – загальна паспортна продуктивність сепараторів основного очищення, що є на підприємстві.

$$\begin{aligned} \sum Q_c &= \frac{0,04}{28} \left(\frac{4000}{1} + \frac{2000}{0,8} \right) = 10,8 \text{ т/год} \\ N &= \frac{10,8}{25} = 0,432 \approx 1 \text{ шт.} \end{aligned}$$

Розрахунки показали необхідність та достатність одного сепаратора основного очищення продуктивністю $Q = 50$ т/год. (БСХ-50)

Визначення кількості та продуктивності зерносушарок

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

$$A_{с.р.}^p = 0,8 \cdot A_{пр}^a \cdot K_B \cdot K_K^3 \cdot K_{п.}, \text{ пл.т.} \quad (3.7)$$

де $A_{пр}^a$ – маса зерна, що надходить від господарств за рік, т;

K_B – коефіцієнт переведення фізичних тонн маси зерна в планові тонни сушіння (ранні $K_B = 0,6$; пізні $K_B = 0,7$);

K_K – коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності зерносушарки в залежності від роду культури, що просушується,

K_K (пшениця) = 1,0; K_K (ячмінь) = 1,0, K_K (кукурудза) = 1,54

$K_{п.}$ – коефіцієнт, що враховує призначення зерна, $K_{п.} = 1,0$.

Для ранніх культур:

$$A_{с.р.}^p = 0,8 \cdot 4100 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1968 \text{ пл.т.}$$

Для пізніх культур:

$$A_{с.п.}^p = 0,8 \cdot 3000 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,54 = 2587,2 \text{ пл. т.}$$

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

$$A_{с.}^{z/c} = 20,5 \cdot Q_{z/c п} \cdot K_{чп} \cdot П_p \cdot K_{пр}, \text{ пл.т.} \quad (3.8)$$

де $Q_{z/c п}$ – паспортна продуктивність зерносушарки, пл. т/год;

$K_{чп}$ – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки в залежності від кількості партій зерна, що надходять до неї (ран.=0,73; пізн.=0,94);

$K_{пр} = 0,8$, коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки при прив'язці зерносушарок до елеваторів з зерновими складами;

20,5 – число часів роботи зерносушарки протягом доби, год.

P_r (для ранніх)=17; $P_{пр}$ (для пізніх)=19.

Для ранніх культур:

$$A_{с.р.}^{з/с} = 20,5 \cdot 25 \cdot 0,73 \cdot 28 \cdot 0,8 = 8380,4 \text{ пл. т.}$$

Для пізніх культур:

$$A_{с.р.}^{з/с} = 20,5 \cdot 25 \cdot 0,94 \cdot 19 \cdot 0,8 = 7322,8 \text{ пл. т.}$$

Розрахунки показали, що 1 зерносушарки продуктивністю 15 т/год достатньо для просушування зерна ранніх і пізніх культур. (Petkus DU 15)

Загальну місткість оперативних бункерів для сирого і сухого зерна приймати з розрахунку безперебійної роботи зерносушарки 8 годин.

3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу

Залежно від завдань, що вирішуються, виробничий процес підприємств зручно представляти технологічними схемами. Найбільш простою схемою, що дає повне уявлення про технологічні можливості підприємства, є структурна схема.

Структурною схемою називається схема, яка показує визначені технологічним процесом зерносховища послідовність і взаємозв'язок операцій. Структурна схема міні-елеватора який проектується наведена на рис. 3.1.

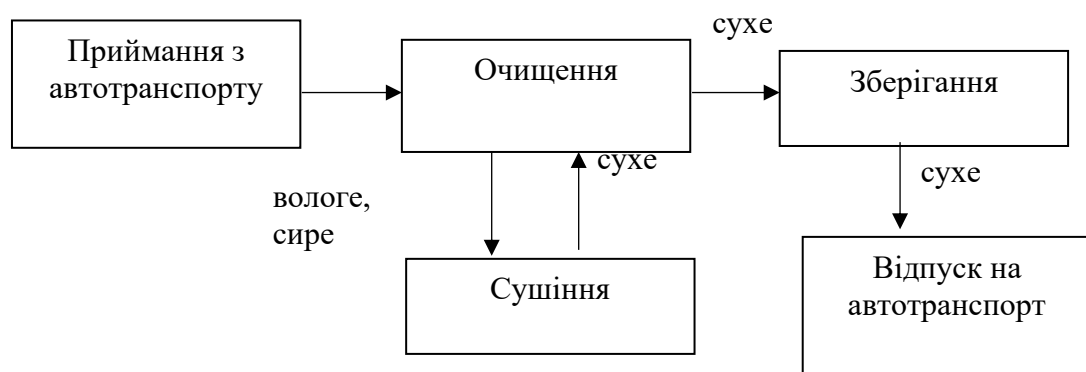


Рисунок 3.1 – Структурна схема технологічного процесу міні-елеватора

На даному міні-елеваторі заплановані наступні операції: приймання з автотранспорту, попереднє очищення всього зерна, що надходить, сушіння сирого та вологого зерна, основна очистка, зберігання і відпуск на автотранспорт. За схемою все зерно в потоці приймання з автотранспорту проходить попереднє очищення. Сухе зерно одразу подається на основне очищення, а вологе та сире зерно з початку подається на сушіння, після якої також направляється на основне очищення. Після основного очищення все зерно потрапляє на зберігання. Відпуск на автотранспорт здійснюється з операції зберігання.

Принципова схема – це конкретизована структурна схема, в якій наведений взаємозв'язок транспортного, технологічного устаткування, накопичувальних і оперативних бункерів, вагового устаткування, що забезпечує поопераційну обробку зерна в потоці. У принциповій схемі технологічного процесу проєктованого елеватора відображають розташування і взаємне ув'язування транспортного, вагового, розподільчого, зерноочисного, зерносушильного устаткування і бункерів різного призначення. Принципова схема технологічного процесу міні-елеватора, що проєктується наведено на рис. 3.2

3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання

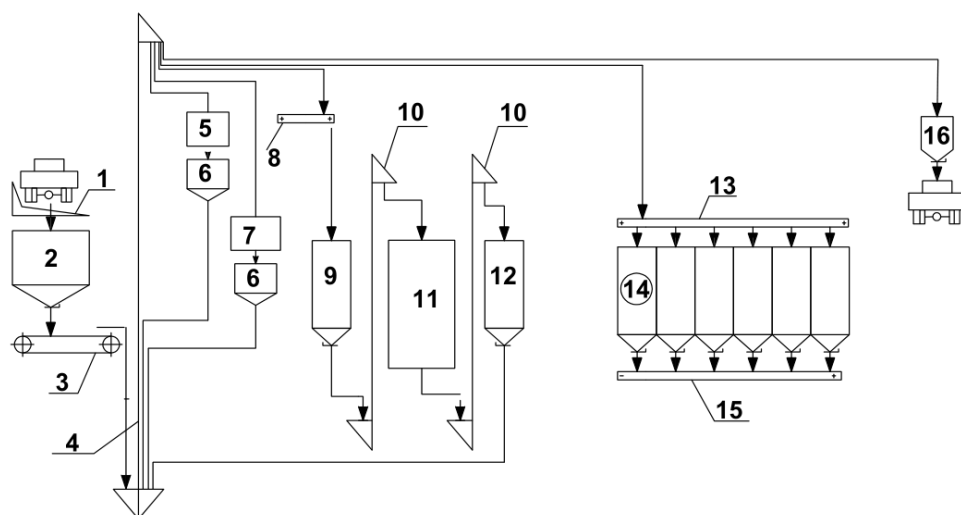
Розрахунок основних норій

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

а) *спеціалізовані норії* – ті, що беруть участь у зовнішніх операціях (встановлюються у відповідних приймальних і відпускних пристроях, використовуються для розвантаження і завантаження транспортних засобів і для передачі зерна, що надходить із засобів доставки в накопичувальні

місткості та на попереднє очищення в потоці приймання), а також обслуговуючі зерносушарки і ті, що транспортують відходи;

б) норії, що виконують внутрішні операції, як правило, є *універсальними (основними) норіями* елеватора і встановлюються в робочій башті елеватора.



1- автомобілерозвантажувач; 2-приймальний бункер; 3-приймальний конвеєр; 4- основна норія 5-скальператор; 6 - бункер; 7 - сепаратор; 9 -досушільний силос; 10 спеціалізована норія; 11 - зерносушарка; 12 -післясушільний силос; 13 -надсилосний конвеєр; 14- силоси; 15-підсилосний конвеєр; 16-відпускний бункер.

Рисунок 3.2 – Принципова схема технологічного процесу міні-елеватора, що проектується

Для кращого використання основних норій рекомендується передбачати:

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

Розрахунок кількості та продуктивності основних норій здійснюють у три етапи:

- 1) Визначають мінімальну продуктивність норій з умови виконання лімітуючої операції в нормативний час не більше ніж двома норіями.

2) Визначають необхідну кількість основних норій мінімальної продуктивності з розрахунку забезпечення виконання всіх операцій з зерном, що збігаються у часі.

3) Визначають кількість основних норій, необхідну для виконання всіх операцій, для чого розраховують кількість норіє-годин для виконання кожної з операцій для двох варіантів продуктивності норій: $Q_1 = Q_{\min}$ та Q_2 , яка приймається рівною наступній більшій зі стандартного ряду продуктивності норій (50, 100, 175, 250, 350, 500 т/Год).

Після чого обирають один з отриманих варіантів кількості та продуктивності основних норій.

Вибір основних норій елеватора проводять, виходячи з умови забезпечення виконання всіх зовнішніх і внутрішніх операцій із зерном, які можуть збігатися в часі в розрахункову добу. При цьому в розрахункову добу повинні бути виконані наступні невідкладні операції:

зовнішні: приймання і відпуск по видах транспорту у розрахункових добових обсягах;

внутрішні: основне очищення зерна у добовому обсязі

$$A_{\text{очд}} = A_{\text{пд}}^{\alpha} + 0,5 \cdot (A_{\text{пд}}^{\beta} + A_{\text{пд}}^{\gamma}), \text{ тонн} \quad (3.9)$$

де $A_{\text{пд}}^{\alpha}$, $A_{\text{пд}}^{\beta}$, $A_{\text{пд}}^{\gamma}$ $\frac{3}{4}$ добовий обсяг надходження зерна на підприємство автомобільним, залізничним і водним транспортом, відповідно, т;

0,5 $\frac{3}{4}$ коефіцієнта, який показує, що у розрахункову добу має бути очищено в потоці приймання 50 % зерна, що надходить на підприємство залізничним і водним транспортом.

У нашому випадку $A_{\text{очд}} = 478,3$ т

– сушіння зерна у добовому обсязі

$$A_{\text{сд}} = \frac{0,8A_{\text{пр}}^{\alpha}}{P_p} (a_2 + a_3 + a_4) = A_{\text{но}}^{\alpha} (1 - a_0), \text{ тонн} \quad (3.10)$$

де $A_{\text{пр}}^{\alpha}$ $\frac{3}{4}$ річний обсяг надходження зерна автотранспортом на підприємство, т;

$$A_{\text{сд}} = 276,2(1-0,6) = 110,5 \text{ тонн}$$

Мінімальну продуктивність норій при виконанні операції приймання зерна з автотранспорту розраховувати за формулою:

$$Q_{min}^a = \frac{A_{пгод}^a}{n_o \cdot K_{вс} \cdot K_{ін}}, \text{ т/год} \quad (3.11)$$

де $A_{пгод}^a$ – розрахункове погодинне надходження зерна автотранспортом, т/год;

$K_{вс}$ – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності норій при транспортуванні сирого і засміченого зерна.

$$Q_{min}^a = \frac{33,3}{2 \cdot 0,97 \cdot 0,87} = 19,7 \text{ т/год}$$

Середньозважене значення $K_{вс}$ може бути розраховане за формулою:

$$K_{вс} = (a_2 + a_3 + a_4)K_n + (1 - a_2 - a_3 - a_4) \cdot 1 \quad (3.12)$$

де $K_n = 0,85$ для тихохідних норій відповідно до норм.

$$K_{вс} = (0,2)0,85 + (1 - 0,2) \cdot 1 = 0,97$$

Висновок: таким чином розрахунки показали, що мінімальна продуктивність основних норій повинна бути 50 т/год.

Другий етап розрахунку основних норій – визначення необхідної кількості основних норій мінімальної продуктивності з розрахунку забезпечення виконання всіх операцій із зерном, що збігаються у часі.

В таблиці 3.1 наведені розрахунки кількості основних норій, необхідних для виконання співпадаючих у часі операцій з зерном, для розрахованої нами мінімальної продуктивності норій 50 т/год.

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

Операції, що співпадають у часі	Розрахункова формула	Число норій при $Q_{min}=50$ т/год
Приймання зерна з а/т	$n_{н^a} = \frac{A_{пг}^a}{Q_1 \cdot K_{вс} \cdot K_{ін}}$	$= \frac{33,3}{50 \cdot 0,97 \cdot 0,87} = 0,78$
Прибирання зерна після очищення і подача на зберігання	$n_{н^{оч}} = \frac{A_{очд}}{24 \cdot Q_1 \cdot K_{ін}}$	$= \frac{276,2}{24 \cdot 50 \cdot 0,87} = 0,26$
Подача зерна після сушіння на очищення	$n_{н^c} = \frac{A_{сд}}{24 \cdot Q_1 \cdot K_{ін}}$	$= \frac{110,5}{24 \cdot 50 \cdot 0,87} = 0,10$
Всього норій	$\sum N$	1,14

Наступним остаточним кроком в розрахунку норій є визначення їх числа для виконання всіх операцій.

Подальші розрахунки необхідно вести по двох варіантах: для обраної мінімальної продуктивності Q_1 і для найближчої наступної більшої по наведеному вище ряду Q_2 .

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 , яка приймається рівною наступній більшій зі стандартного ряду продуктивності норій ($Q = 100; 175; 250; 350; 500$ т/год). Розрахунок проводиться у відповідності з табл. 1.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок числа норіє-годин

№ п/п	Найменування операцій	Розрахункові формули	Число норіє-годин при продуктивності	
			$Q_1=50$ т/год	$Q_2=100$ т/год
1	Подача сухого зерна в потоці приймання з а/т на основне очищення	$H_{п} = \frac{A_{пд}}{Q_i \cdot K_{вс} \cdot K_{ін}}$	$= \frac{276,2}{50 \cdot 0,97 \cdot 0,87} = 6,54$	$= \frac{276,2}{100 \cdot 0,97 \cdot 0,85} = 3,35$
2	Відпуск на автотранспорт	$H_{вп} = \frac{A_{впд}}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$= \frac{206,5}{50 \cdot 0,87} = 4,75$	$= \frac{206,5}{100 \cdot 0,85} = 2,43$
3	Забирання зерна після основного очищення в силоси	$H_{оч} = \frac{A_{оч}}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$= \frac{276,2}{50 \cdot 0,92} = 6$	$= \frac{276,2}{100 \cdot 0,9} = 3,1$
4	Забирання просушеного зерна і подача його на основне очищення	$H_c = \frac{A_{сд}}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$= \frac{110,5}{50 \cdot 0,92} = 2,4$	$= \frac{110,5}{100 \cdot 0,9} = 1,22$
	Усього норіє- годин		$\Sigma H = 19,69$	$\Sigma H = 10,1$

Необхідне число норій розраховують за формулою:

$$N_{г} = \frac{\Sigma H}{24K}, \text{ шт.} \quad (3.13)$$

де ΣH – сумарне число норіє-годин;

K – коефіцієнт використання норій в часі, приймаємо $K=0,65$.

$$N_{н50} = \frac{19,69}{24 \cdot 0,65} = 1,3 \sim 2 \text{ шт.}$$

$$N_{н100} = \frac{10,1}{24 \cdot 0,65} = 0,65 \sim 1 \text{ шт.}$$

Розрахунки показали, що встановлення на міні-елеваторі двох основних норій НЦК-50 (продуктивністю 50 т/год) вистачає для виконання всіх операцій у запланованих об'ємах.

3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв

Вивантаження зерна з автомобільного транспорту

Необхідна кількість транспортно-технологічних ліній приймання зерна з автомобільного транспорту визначається за формулою:

$$N_{л} = \frac{1,2 \cdot A_{пгод}^a}{Q_{л}^a \cdot K_{к} \cdot K_{вс}}, \text{ шт.}, \text{ при } p^c = \sum P_{пп^c}, \quad (3.14)$$

де $Q_{л}^a$ – продуктивність транспортно-технологічних потоків приймання зерна з автотранспорту, т/год;

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

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

P^c – число різнорідних партій зерна, що надходять за добу;

$P_{пп}^c$ – сумарне число партій зерна, що направляються на приймальний потік за добу;

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

$$K_{к} = \frac{(2100 \cdot 1,0) + (2000 \cdot 0,8)}{4100} = 0,9$$

$$N_{л} = \frac{1,2 \cdot 33,3}{48 \cdot 0,9 \cdot 0,98} = 0,94 \text{ шт.} \sim 1 \text{ шт.}$$

Розрахунки показали необхідність та достатність одного приймального потоку з продуктивністю 50 т/год.

Відпуск на автотранспорт. Приймаємо 2 відпускних потоки. Погодинна продуктивність відпуску на автотранспорт складає 28,4 т/год У лінії відвантаження зерна на автотранспорт передбачено відпускний накопичувальний бункер місткістю 30 тонн і самопливні труби з перегинами для гасіння швидкості подачі зерна в кузов автомобіля.

3.2 Обробка і зберігання відходів

Зменшенню втрат зерна під час зберігання сприяє добре поставлений облік. Мета кількісно-якісного обліку полягає в тому, щоб з'ясувати закономірності втрат, які виникають при перевезенні, зберіганні і переробці зерна, сировини та продукції. Обліковують не тільки фізичну масу зерна та інші види сировини, а й показники якості – вологість та наявність смітних домішок, кількість яких прямо впливає на збільшення або зменшення маси зерна. Зниження вологи і кількості смітних домішок при обробці та зберіганні зерна в результаті видалення вологи, переходу смітних домішок у відходи сприяє поліпшенню якості та зменшенню фізичної маси зерна. Підвищення вологості внаслідок поглинання вологи зерном призводить до погіршення його якості та збільшення фізичної маси залишків.

Акт на знищення непридатних відходів типової форми № 23. Застосовують акт типової форми № 23 для оформлення непридатних відходів, що утворюються в процесі технологічної доробки зерна та які знищують по мірі їх накопичення. Знищення відходів оформлюють актом у якому вказують їх якість, що підтверджує неможливість їх використання на кормові цілі, а також спосіб знищення. Відходи зважують і їх масу фіксують у ваговому журналі за типовою формою № ЗХС-28, де вказують номери автомобіля й причепу. При вивезенні відходів за межі підприємства виписують матеріальну перепустку. Документ підписують матеріально-відповідальна особа, начальник ВТЛ та керівник охорони.

Акт зачистки (для зерна та продуктів його переробки) типової форми № 30.

Складають акт зачистки типової форми № 30 з метою перевірки кількісно-якісного збереження партій зерна, сировини або продукції, встановлення нестач або надлишків та причин їх утворення. Зачистку проводить комісія, склад якої і порядок проведення затверджується наказом керівника підприємства.

Акти зачистки складаються при вивільненні складу, витрати окремих культур, якщо вони обліковувались відокремлено, при інвентаризації і передаванні складів від одного завідувача іншому. Не складаються такі акти на відходи другої і третьої категорій, на продукцію паковану у мішки стандартної маси, і у тих випадках, коли при повній витраті партії зерна та продуктів його переробки або при перевірці їх наявності шляхом переважування, надлишків і нестач не виявляється і відсутні зволоження або збільшення смітцевої домішки.

Комісія складає акт зачистки в двох примірниках і передає його керівнику підприємства на затвердження. Розпорядження-акт на доробку зерна, насіння олійних культур типової форми № 34.

Застосовують розпорядження – акт типової форми № 34 для оформлення операцій доробки зерна, насіння олійних, бобових культур (очищення, сушіння, класифікації отриманих побічних продуктів і відходів, розрахунку кількості доробленого зерна, тощо) на зерносковищах та елеваторах. Доробку проводять тільки за розпорядженням підписаним директором (керівником) підприємства і начальником ВТЛ типової форми № 34. У ньому вказується культура зерна або насіння, спосіб доробки, межі допусків, термін закінчення процесів. Розпорядження оформлюють у двох примірниках.

Матеріально-відповідальна особа зобов'язана забезпечити виконання дорученої їй роботи і оформити її результати актом за типової форми № 34 не пізніше наступного дня після закінчення роботи. Акти доробки на очищення і

сушку зерна за типовою формою №34 складають у міру проведення робіт, але не рідше одного разу на місяць. Підписують Акт матеріально-відповідальна особа та начальник ВТЛ, перевіряє бухгалтер і затверджує керівник підприємства.

Акт за типовою формою № 34 складають також при доробці зерна і насіння в потоці на потокових лініях, а при сонячному сушінні зерна в акті показники побічних продуктів і відходів прокреслюють.

Матеріально відповідальні особи всі операції з приймання, обробки, переміщення та відпускання зернових продуктів оформляють відповідними первинними документами, на основі яких щодня визначають, скільки за день надійшло і скільки було відпущено зернових продуктів. За цими даними складають складську звітність ф. № 37, де по кожному виду зернових продуктів зазначають: залишок на початок дня, надходження за день, витрати за день і залишок на кінець дня. Надходження і витрати за день визначають за первинними документами, а залишок на кінець дня розраховують так: до залишку на початок дня додають надходження і відраховують витрати.

Складські звіти по окремих видах зернових культур проводять тільки щодо культур і зерносовищ, які перебувають у віданні однієї матеріально відповідальної особи. Разом з первинними документами звіти щодня здають до бухгалтерії. Тут на кожен партію зерна заводять особовий рахунок у книзі кількісно-якісного обліку ф. № 36, де фіксують дані про його масу та якість (вологість, вміст смітних домішок). Дані про надходження і витрати зерна записують у книгах щодня на основі відповідних документів.

У кожному документі на надходження і витрати зерна вказують масу його в кілограмах, вологість та кількість смітних домішок у процентах (з точністю до 0,1 %). Бухгалтер з кількісно-якісного обліку при визначенні залишків у книзі ф. № 36 звіряє їх із залишками складського обліку ф. № 37. Матеріально відповідальна особа щодня звіряє залишки. Зіставлення даних

складського і кількісно-якісного обліку, які ведуть матеріально відповідальна особа і бухгалтерія, є засобом контролю за обліком.

3.3 Проектування зерносховищ

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

Нами прийнято рішення встановлення металених силосів з плоским днищем. Зі списку пропонованих заводами-виробниками елеваторного обладнання типорозмірів обирають потрібні розміри та місткість металевих силосів. За технічним рішенням прийнято використовувати силоси СМВУ 110.13.В12 діаметр силосу 9158 мм, висота силосу 18144 мм [11].

Згідно завдання на проектування необхідно забезпечити ємності одночасного зберігання зерна на міні-елеваторі 10 тис. тонн. отже, необхідно - 8 силосів марки СМВУ 110.13.В12 з плоским дном місткістю 1214 т для зберігання зерна.

Варіант розташування – в один ряд з надсилосною та підсилосною галереями.

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

Проектом передбачено встановлення норійної веж. Норійна вежа представляють собою металеву конструкцію відкритого типу, призначену для установки в ній норій та їх обслуговування, також можуть використовуватися в якості опори для транспортних галерей.

Вишки норійні оснащені перехідними, проміжними і верхніми майданчиками із захисним огородженням для забезпечення безпечної роботи персоналу при обслуговуванні норій. Відповідно до будівельних норм і правилам приймаємо розміри приймальної башти 4000 x 3000 мм.

3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП

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

Проектування планів поверхів робочої башти проводять у наступній послідовності:

- вибір принципової схеми технологічного процесу проєктованого елеватора;
- розміщення основного устаткування і вибір розмірів робочої башти в плані (М 1:100);
- креслення планів поверхів робочої башти (М 1:100).

При проектуванні кожна норія, щоб уникнути парусності, буде закріплена в металевому каркасі. Сепаратор розміщується на закритій площадці, яка кріпиться до індивідуального каркасу між основними норіями.

Визначення висот поверхів робочої башти

Розрахунок висоти поверху башмаків норій робочої башти

Висота поверху башмаків норій ($H_{б.н.}$), якщо немає поперечних конвеєрів, розраховується як:

$$H_{б.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9, \text{ м}, \quad (3.15)$$

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

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

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

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

$h_5 = a \square \text{tg} \square$ – величина проєкції диктуючого самопливу на вертикальну площину, м;

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

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

$$H_{б.н.} = 150 + 850 + 175 + 85 + 205 + 310 + 220 = 1995 \text{ мм}$$

Приймаємо висоту рівною 2000 мм.

Розрахунок висот поверху зерноочисних машин робочої будівлі елеватора

Висота поверху сепараторів основної очистки складається:

$$H_c = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6, \text{ м}, \quad (3.16)$$

де h_1 – висота розташування прийомної коробки сепаратора, м;

h_2 – висота введення самопливної труби, м;

h_3, h_5 – висоти секторів самопливної труби, м;

h_4 – висоти проєкції диктуючої самопливної труби на вертикальну площину,;

h_6 – висота косоного патрубку під бункером, м;

$$H_c = 2792 + 800 = 3592 \text{ мм};$$

Приймаємо висоту рівною 3600 мм.

3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів

Для забезпечення безперервної роботи підприємства потрібно передбачити оперативні бункери.

Основне завдання оперативних накопичувальних силосів – це згладжування нерівномірності та «циклічності» процесів.

При розрахунку сумарного об'єму необхідно враховувати об'єм хоперів для вологого зерна, а також накопичувальний об'єм приймальних пристроїв (приймального бункера під автомобілерозвантажувачем, бункера над і під очисними машинами тощо).

При цьому необхідно розділяти поняття:

- оперативний силос (хопер) – це металевий силос для тимчасового зберігання із системою примусового вентилявання та термометрією;
- приймальний (надсепараторний, надсушильний) бункер – це ємність, яка може одночасно завантажуватися і вивантажуватися. Їхній об'єм

розраховується, виходячи з продуктивності транспортних (вантажно-розвантажувальних) процесів.

Проектом передбачено:

- 2 силоси марки СМВУ 55.05.К45.В12 з конусним дном місткістю 120 т як досушительний та післясушительний силоси;
- 1 силос-хопер марки СМВУ 37.02.К45.В12 з конусним дном місткістю 30 т для відпуску зерна на автомобільний транспорт.

3.7 Проектування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз

Робочою схемою руху зерна і відходів (РСРЗіВ) називають конкретизовану принципову схему, яка показує все обладнання елеватора з вказуванням його номерів та продуктивності, всі бункери та силоси з вказуванням їх номерів та місткості, а також всі можливі маршрути руху зерна і відходів.

Маршрут – це ланцюг транспортного, вагового, розподільчого, технологічного та самопливного обладнання, по якому переміщується партія зерна з місткості, що випорожняється, до місткості, що наповнюється.

РСРЗіВ елеватора дозволяє грамотно вести технологічний процес обробки зерна, дає можливість найбільш раціонально організувати виробничі маршрути при максимальній ефективності процесу в цілому.

РСРЗіВ відображає:

- всі можливі напрями переміщення зерна за операціями;
- технічну характеристику всього обладнання та пристроїв, які розміщені на підприємстві та кількість ліній приймання, а також зв'язок їх з основними порами;
- кількість вивантажувальних точок та їх технічну оснащеність;
- все обладнання, що забезпечує внутрішню роботу (очищення, сушіння, активне вентилявання).

З метою полегшення набору та перебудови маршруту диспетчером, на пульті управління вивіщується мнемонічна схема (щит сигналізації), а як додаток дається таблиця ходів.

Таблиця ходів – це згорнута до таблиці РСРЗіВ, яка відображає звідки основні норії можуть приймати зерно і куди його подавати. Вона дозволяє диспетчеру швидко та без помилок вибрати ту норію, яка може бути включена до маршруту. Крім того, ця таблиця дозволяє судити про гнучкість РСРЗіВ, тобто можливості виконання за зміну операцій, що плануються, як мінімум двома норіями. Якщо 80 % і більше операцій виконуються як мінімум двома норіями, то схема гнучка.

Крім таблиці ходів складають таблицю місткостей бункерів та силосів елеватора, яка служить основою для складання плану по розміщенню зерна, що надходить, з урахуванням переліку культур, їх класу та показників якості.

Технологічним процесом міні-елеватора передбачено такі операції:

- 1) приймання зерна з автомобільного транспорту;
- 2) очищення зерна;
- 3) сушіння зерна;
- 4) зберігання зерна;
- 5) відпуск зерна на автомобільний транспорт;

Опис робочої схеми руху зерна і відходів

- лінія приймання сухого зерна з автомобільного транспорту: з автомобіля на автомобілерозвантажувачі сухе зерно вивантажується в приймальний бункер ПБ1 (E=25т), з якого надходить на приймальний ланцюговий конвеєр КСЛ1 (Q=50т/год), яким воно подається на башмак приймальної норії з автотранспорту Н1 (Q=50т/год), яка подає його на очищення.

- лінія приймання вологого і сирого зерна з автомобільного транспорту: з автомобіля на автомобілерозвантажувачі вологе і сире зерно вивантажується в приймальний бункер ПБ1 (E=25т), з якого надходить на приймальний

ланцюговий конвеєр КСЛ1 ($Q=50\text{т/год}$), яким воно подається на башмак приймальної норії з автотранспорту Н1 ($Q=50\text{т/год}$), яка подає його на

- попереднє очищення через скальператор БЗО1 в підскальператорний бункер ПСБ1 ($E=25\text{т}$), з якого надходить на башмак приймальної норії з автотранспорту Н1 ($Q=50\text{т/год}$), яка подає його через ланцюговий конвеєр КСЛ2 ($Q=50\text{т/год}$), на сушіння в досушільний силос ДС ($E=120\text{т}$).

- лінія сушіння зерна: вологе і сире зерно із досушільного силосу ДС ($E=137\text{т}$) надходить на ланцюговий конвеєр КСЛ3 ($Q=20\text{т/год}$), яким подається в башмак норії, що обслуговує зерносушарку Н3 ($Q=20\text{т/год}$) і подається в зерносушарку Petkus DU 15 ($Q=15\text{пл.т/год}$), з якої сухе зерно через ланцюговий конвеєр КСЛ4 ($Q=20\text{т/год}$) надходить в башмак норії, що обслуговує зерносушарку Н4 ($Q=20\text{т/год}$) і подається ланцюговим конвеєром КСЛ5 ($Q=50\text{т/год}$) в післясушільний силос ПС ($E=120\text{т}$).

- лінія очищення зерна: зерно із післясушільного силосу ПС ($E=120\text{т}$) через підсилосний конвеєр КСЛ5 ($Q=50\text{т/год}$) подається в башмак норії Н1 ($Q=50\text{т/год}$) чи з приймального стрічкового конвеєра КСЛ1 ($Q=50\text{т/год}$) подається в башмак норії Н1 ($Q=50\text{т/год}$), яка подає його через сепаратор марки БСХ-200 ($Q=50\text{т/год}$) в підсепараторний бункер ПСБ1 ($E=25\text{т}$), з якого надходить в башмак основної норії Н2 ($Q=50\text{т/год}$), яка надсилосними конвеєрами КСЛ6 та КСЛ7 ($Q=50\text{т/год}$) подає зерно в силоси С1-С8 ($E=850\text{т}$) на зберігання.

- лінія відпуску зерна на автомобільний транспорт: зерно із силосів С1-С8 ($E=8\text{т}$) підсилосними конвеєрами КСЛ8 та КСЛ9 ($Q=50\text{т/год}$) надходить в башмак норії Н2 ($Q=50\text{т/год}$), яка подає зерно через перекидний клапан у відпускний накопичувальний бункер на автомобільний транспорт ВБ1 ($E=30\text{т}$), з якого зерно самопливом ($Q=175\text{т/год}$) надходить в автомобіль.

3.8 Зведений графік роботи міні-елеватора

Графо-аналітичний метод, що лежить в основі оперативного розрахунку зерносховищ – це метод, який дозволяє оцінити ефективність технологічного

процесу, виявити диспропорції в ньому і впровадити наукову організацію праці на елеваторі.

Він лежить в основі побудови зведених графіків, в яких планують обсяг і черговість операцій, що здійснюються протягом зміни або доби. У зв'язку з цим розрізняють змінні і добові графіки. За своїм призначенням зведені графіки можуть бути проектні та експлуатаційні.

Проектні зведені графіки складають при розробці проектів будівництва нових або реконструкції діючих елеваторів для найбільш напруженої доби роботи елеватора, тобто для доби, що характеризується максимальним (розрахунковим) обсягом роботи. Так перевіряють правильність виконаних розрахунків, вибору основного обладнання (транспортного, технологічного), приймально-відпускних пристроїв, кількості і місткості оперативних бункерів та гнучкості робочої схеми. При виявленні будь-яких недоліків є можливість внести в проєкт необхідні зміни.

Експлуатаційні зведені графіки складають для діючих елеваторів (виробничих діляниць ХПП) з метою здійснення аналізу ступеня завантаження основного транспортного, зерноочисного і зерносушильного устаткування, роботи приймально-відпускних ліній елеватора і його оперативних бункерів. Експлуатаційні зведені графіки будують для доби максимальних обсягів роботи елеватора або його роботи в першу, найбільш напружену зміну. Ці графіки дозволяють виявити так звані «вузькі місця» в РСРЗіВ, тобто обладнання, яке не справляється із заданими обсягами роботи, недостатність гнучкості робочої схеми, нестачу оперативних бункерів або їх місткості. Звичайно експлуатаційні графіки будують перед реконструкцією підприємства для визначення її основних напрямків

Розрахунки для побудови зведеного графіка

Розрахунок зовнішньої роботи по прийманню зерна з автомобільного транспорту

Маса зерна, що надходить у I-у зміну автотранспортом:

$$A_{nIЗМ}^{aIп.п} = \beta_{IЗМ} \cdot a_I \cdot A_{пд}^a, \text{ Т}, \quad (3.17)$$

$$A_{nIЗМ}^{aIп.п} = 0,5 \cdot 1 \cdot 478,3 = 239,15 \text{ т/добу};$$

де $A_{n\partial}^a$ – добовий обсяг надходження зерна з автомобільного транспорту;

β – частка зерна, що надходить у першу зміну ;

Так як приймальний потік тільки один, то треба розрахувати кількість надходження на нього автотранспортом у I зміну окремо сухого ($A_{nIЗМ}^{сух}$) та волого і сирого зерна ($A_{nIЗМ}^{вол}$):

$$A_{nIЗМ}^{сух} = A_{nIЗМ}^a \cdot \alpha_0, \quad (3.18)$$

$$A_{nIЗМ}^{вол} = A_{nIЗМ}^a \cdot (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4),$$

де α_i – частки зерна різної вологості, що надходить автотранспортом. У відповідності із завданням приймаємо частки вологого і сирого зерна: $\alpha_1=0,2$; $\alpha_2=0,2$; та сухого зерна $\alpha_0 = 0,6$.

$$A_{nIЗМ}^{сух} = 239,15 \cdot 0,6 = 143,5 \text{ т (сухе зерно)}$$

$$A_{nIЗМ}^{вол} = 239,15 \cdot 0,4 = 95,7 \text{ т (вологе та сире зерно)}$$

Розраховуємо кількість партій сухого та вологого зерна, що надходить з автотранспорту

$$N^{сух} = \frac{A_{nIЗМ}^{сух}}{E_{ПБ}} = \frac{143,5}{25} = 5,74 \text{ партій (5 партій} \times 25 \text{ т} + 1 \times 18,5 \text{ т)}$$

$$N^{вол} = \frac{A_{nIЗМ}^{вол}}{E_{ПБ}} = \frac{95,7}{25} = 3,8 \text{ партій (3} \times 25 \text{ т} + 1 \times 20,7 \text{ т)}$$

Розраховуємо продуктивність наповнення приймального бункера у першу зміну:

$$Q_{nIЗМ}^{Iпнa} = \frac{A_{nIЗМ}^{Iпнa}}{n_6 \cdot t_{ЗМ}}, \text{ Т/ГОД}, \quad (3.19)$$

де n_6 – кількість одночасно заповнюваних приймально-накопичувальних (або приймальних) бункерів на одному приймальному потоці; у даному випадку, так як у схемі встановлено тільки один приймальний бункер (а приймально-накопичувальних – немає зовсім), приймаємо $n_6 = 1$;

$t_{ЗМ}$ – кількість годин у змінах; приймаємо $t_{ЗМ} = 8$ год.

$$Q_{nIЗМ}^{Iпнa} = \frac{239,15}{1 \cdot 8} = 29,89 \text{ Т/ГОД};$$

Час наповнення приймального бункера в 1 зміну:

$$t_{н/з\text{м}}^{I\text{нн}} = \frac{60 \cdot E_{пб}}{Q_{н/з\text{м}}}, \text{ хв}, \quad (3.20)$$

де $E_{п}$ – маса партії зерна, т; приймаємо масу партії, що дорівнює місткості приймального бункера: $E_{п} = E_{пб} = 25$ т;

60 – коефіцієнт для переведення годин у хвилини.

$$t_{н/з\text{м}}^{I\text{нн}} = \frac{60 \cdot 25}{29,89} = 50,18 \text{ хв};$$

Час надходження в приймальний бункер в 1 зміну неповних партій зерна:

$$\text{сухого } t_{н/з\text{м}}^{\text{сух}} = \frac{60 \cdot 18,5}{29,89} = 37,13 \text{ хв.}$$

$$\text{вологого } t_{н/з\text{м}}^{\text{вол}} = \frac{60 \cdot 20,7}{29,89} = 41,55 \text{ хв.}$$

Розрахуємо час випорожнення приймального бункеру ($t_6^{ПБ}$).

Так як з приймального бункера зерно через конвеєри та норію №1, що мають паспортну продуктивність 50 т/год потрапляє безпосередньо на скальператор також з паспортною продуктивністю у 50 т/год.

Фактичну Q^{Φ} продуктивність обладнання визначаємо за формулою:

$$Q^{\Phi} = Q^{\text{п}} \cdot K_{\text{ін}}, \quad (3.21)$$

де $Q^{\text{п}}$ – паспортна продуктивність обладнання, т/год;

$K_{\text{ін}}$ – коефіцієнт використання відповідного обладнання (приймаємо для всього обладнання 0,87);

$$t_6^{ПБ} = \frac{60 \cdot E_n}{Q^{\text{ск}} \cdot K_{\text{ін}}} \text{ хв.}, \quad (3.22)$$

$$t_6^{ПБ} = \frac{60 \cdot 25}{50 \cdot 0,87} = 34,48 \text{ хв}$$

Час випорожнення з приймального бункера неповних партій зерна:

$$\text{сухого } t_6^{\text{сух}} = \frac{60 \cdot 18,5}{50 \cdot 0,87} = 25,5 \text{ хв.}$$

$$\text{вологого } t_6^{\text{вол}} = \frac{60 \cdot 20,7}{50 \cdot 0,87} = 28,5 \text{ хв.}$$

Розрахунок внутрішній роботи елеватора з очищення зерна

Час попереднього очищення зерна ($t_{\text{оч}}^{\text{nonep.}}$) буде дорівнювати часу випорожнення приймального бункера ($t_{н}^{\text{ПБ1}}$) і наповнення підскальператорного бункера.

$$t_{оч}^{попер.} = t_{г}^{ПБ} = \frac{60 \cdot E_n}{Q^{ск} \cdot K_{ин}^{ск}} \text{ хв.} \quad (3.23)$$

$$t_{оч}^{попер} = t_{н}^{ПСБ1} = \frac{60 \cdot 25}{50 \cdot 0,87} = 34,48 \text{ хв.}$$

Час попереднього очищення зерна неповних партій зерна

$$\text{сухого} \quad t_{оч}^{попер} = t_{в}^{сух} = \frac{60 \cdot 18,5}{50 \cdot 0,87} = 25,5 \text{ хв.}$$

$$\text{вологого} \quad t_{оч}^{попер} = t_{в}^{вол} = \frac{60 \cdot 20,7}{50 \cdot 0,87} = 28,5 \text{ хв.}$$

Розрахунок внутрішній роботи елеватора з сушіння зерна

Час наповнення досушительного бункера партією зерна ємкістю приймального бункера, дорівнює часу випорожнення післясушительного бункера в і-ту зміну:

$$t_{н}^{ДС} = \frac{60 \cdot E_n}{Q^{ск} \cdot K_{ин}^{ск}} = t_{г}^{ПБ} \quad (3.24)$$

$$t_{н}^{ДС} = t_{в}^{ПС1} = \frac{60 \cdot 25}{15 \cdot 0,87} = 114,9 \text{ хв}$$

Так як випорожнення зерна з досушительного бункера здійснюється на зерносушарку та заповнення післясушительного бункера також здійснюється зерносушаркою з продуктивністю її роботи, то час випорожнення з досушительного бункера ($t_{г}^{ДС}$) партії зерна має дорівнювати часу сушіння цієї партії на зерносушарці ($t_{суш}$) та часу її надходження (наповнення) у післясушительний бункер ($t_{н}^{ПС}$)

$$t_{г}^{ДС} = t_{суш} = t_{н}^{ПС} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_{з/с} / K_{срзв}} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_{з/с}^{ф.м}}; \quad (3.25)$$

де $Q_{з/с}$ – продуктивність зерносушарки у планових тонах на годину;

$Q_{з/с}^{ф.м}$ – продуктивність зерносушарки в фізичних тонах на годину, яку розраховують наступним чином:

$$Q_{физ.м} = Q_{з/с} / K_{срзв} \quad (3.26)$$

де $K_{срзв}$ – середньозважений коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності зерносушарки при сушінні різних за вологістю партій зерна;

$$K_{срзв} = \frac{\alpha_1 \cdot K_1 + \alpha_2 \cdot K_2 + \alpha_3 \cdot K_3}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}$$

Частка зерна з вологістю 15...17 %, складає $\alpha_1 = 0,2$ ($K_1 = 0,76$) та частка зерна з вологістю 17...22 % $\alpha_2 = 0,2$ ($K_2 = 1,56$), тобто частка всього зерна, яке підлягає сушінню, дорівнює 0,7 від добового приймання. Тоді $K_{\text{срзв}}^{\text{суш}}$ буде дорівнювати:

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

$$Q^{\text{ф.м}}_{\text{з/с}} = 15 / 1,16 = 12,9 \text{ фіз.т./Год,}$$

$$t_{\text{в}}^{\text{ДС}} = t_{\text{суш}} = t_{\text{н}}^{\text{ПС}} = \frac{60 \cdot 25}{12,9} = 116,28 \text{ хв}$$

Для неповної партії вологого зерна масою 20,7 тонн, що надходить з автотранспорту:

$$t_{\text{в}}^{\text{ДСнп}} = \frac{60 \cdot 20,7}{12,9} = 96,28 \text{ хв}$$

Так як випорожнення післясушильного бункера здійснюється через конвеєри на основну норію, то час його випорожнення ($t_{\text{в}}^{\text{ПС}}$) розраховуємо з урахуванням її продуктивності

$$t_{\text{в}}^{\text{ПС}} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_n \cdot K_{\text{ін}}}; \quad (3.27)$$

де Q_n – паспортна продуктивність основної норії, т/Год;

$K_{\text{ін}}$ – коефіцієнт використання норії на даній операції (приймаємо 0,87)

$$t_{\text{в}}^{\text{ПС}} = \frac{60 \cdot 25}{50 \cdot 0,87} = 34,48 \text{ хв}$$

Для неповної партії вологого зерна масою 20,7 тонн, що надходить з автотранспорту:

$$t_{\text{в}}^{\text{ПСнп}} = \frac{60 \cdot 20,7}{50 \cdot 0,87} = 28,5 \text{ хв}$$

Розрахунок зовнішній роботи елеватора з відвантаження зерна на автомобільний транспорт

Час заповнення відпускового бункера ($t_{\text{в}}^{\text{ББ}}$)

$$t_{\text{в}}^{\text{ББ}} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_n \cdot K_{\text{ін}}} = 34,48, \quad (3.28)$$

де E_n – маса партії зерна, що подається у відпускну бункер; звичайно дорівнює місткості самого бункера, т.

$$t_B^{BB} = \frac{60 \cdot 30}{50 \cdot 0,87} = 41,38 \text{ хв}$$

Час випорожнення відпускнуго накопичувального бункера (t_e^{BHB})

$$t_e^{BHB} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_{en}} = \frac{60 \cdot E_n}{A_{en}^a} \quad (3.29)$$

$$t_B^{BB} = \frac{60 \cdot 30}{28,4} = 63,38 \text{ хв}$$

де Q_{en} – продуктивність відпускнуго потоку, т/год (дорівнює погодинному обсягу відпускання зерна на автотранспорт $A_{en}^a=28,4$).

Умовні позначення, прийняті на зведеному графіку

ПО – подача сухого зерна в потоці приймання з автотранспорту на попереднє очищення;

ППО – забирання сухого зерна після попереднього очищення і подача його на основну очистку на сепаратор;

ПОО – забирання на зберігання у склади партії сухого очищеного на сепараторі зерна;

ПС – подача вологого та сирого зерна в потоці приймання з автотранспорту на попереднє очищення

ППС – забирання після попереднього очищення в потоці приймання з автотранспорту вологого та сирого зерна і подача його на сушіння;

ЗПС – партія просушеного на сушарці зерна, що направляється на очищення на сепараторі;

ЗПО – забирання на зберігання у склади партії просушеного і очищеного на сепараторі зерна;

ВА – подача зерна у відпускнуий бункер для відпуску на автотранспорт.

Маршрути виконання операцій з зерном на зведеному графіку:

(ПО): приймальний потік з а/т (ПО) → приймальний бункер ПБ (ПО) → основні норії №1,2 (ПО) → скальператор БЗО (ПО, ППО) → підскальператорний бункер ПСБ1 (ППО) → основні норії №1,2 (ППО) → сепаратор СП (ППО) → підсепараторний бункер ПСБ2 (ЗППО) → надсилосний конвеєри КСЛ6, КСЛ7.

(ПС): приймальний потік (ПС) → приймальний бункер (ПС) → основні норії №1,2 → скальператор → підскальператорний бункер ПСБ1 (ППС) → основна норія №1 → досушительний бункер ДС (ППС) → зерносушарка ЗС (ППС, ЗПС) → післясушительний бункер ПС (СО) → основні норії №1 або №2 → сепаратор СП → підсепараторний бункер ПСБ2 (ЗСО) → основні норії №1 або №2 → надсилосний конвеєри КСЛ6, КСЛ7 (ЗПО).

(ВА): підсилосні конвеєри КСЛ8, КСЛ9 (ВА) → основна норія №2 (ВА) → відпускний бункер ВБ (ВА) → відпускний потік (ВА).

Аналіз побудованого зведеного графіка і визначення узагальнених показників роботи основних норій

Про досконалість технологічної схеми на елеваторі та ефективність його роботи за змінами можна судити, аналізуючи зведений графік його роботи. Для характеристики роботи основних норій елеватора за графіком визначають показники:

- 1) коефіцієнт екстенсивного використання норій:

$$K_{\tau} = \frac{\Sigma T}{n \cdot t \cdot 60}, \quad (3.30)$$

де ΣT - сумарний фактичний час роботи основних норій міні-елеватора, хв;

n - число основних норій міні-елеватора;

t - тривалість зміни або доби, год.

- 2) інтегральний коефіцієнт використання основних норій міні-елеватора:

$$K_Q = \frac{\Sigma E}{n \cdot t \cdot Q}, \quad (3.31)$$

де ΣE - сумарна маса зерна, переміщена всіма основними норіями міні-елеватора за розглянутий проміжок часу, т;

Q - паспортна продуктивність основних норій міні-елеватора, т/год..

- 3) середньозважений коефіцієнт використання основних норій міні-елеватора:

$$K_{\text{в сер.зв.}} = \frac{\Sigma E_1 * K_1 + \Sigma E_2 * K_2 + \dots + E_n * K_n}{\Sigma E_1 + \Sigma E_2 + \dots + E_n}, (3.32)$$

де $E_1, E_2, \dots E_n$ – маса партій зерна, переміщена норіями при виконанні кожної з n запланованих операцій;

$K_1, K_2, \dots K_n$ – коефіцієнти використання норій на цих операціях.

Перевірку правильності побудови графіка проводять за формулою

$$K_Q = K_t \cdot K_{\text{в сер.зв.}} \quad (3.33)$$

Якщо рівність виконується або відмінність чисельних значень у правій і лівій частинах рівняння не більше 0,02, то зведений графік побудований вірно.

Коефіцієнт використання основної норії міні-елеватора за часом:

$$K_t = \frac{747,56}{2 \cdot 8 \cdot 60} = 0,78$$

Коефіцієнт використання основної норії міні-елеватора за продуктивністю:

$$K_Q = \frac{538,4}{2 \cdot 8 \cdot 50} = 0,67$$

Середньозважене значення коефіцієнта використання основної норії:

$$K_{\text{в сер.зв.}} = \frac{145,7 \cdot 0,87 + 93,5 \cdot 0,87 + 145,7 \cdot 0,87 + 93,5 \cdot 0,87 + 60 \cdot 0,87}{145,7 + 93,5 + 145,7 + 93,5 + 60} = 0,87$$

Перевірка правильності побудови графіка: $K_Q = 0,78 \times 0,87 = 0,6786$

$$0,67 = 0,6786$$

Перевірка показує, що графік побудований вірно, так як значення K_Q не більше припустимого $\pm 0,02$ від коефіцієнтів K_t та $K_{\text{в ср}}$

Таблиця 3.3 – Об'єми робіт міні-елеватора з витратами часу (т/хв)

Норії	ПО	ПС	ППО	ППС	ВА	Всього
	$K_{\text{ин}} = 0,87$	$K_{\text{ин}} = 0,87$	$K_{\text{ин}} = 0,87$	$K_{\text{ин}} = 0,87$	$K_{\text{ин}} = 0,87$	
1	–	–	$\frac{5 \cdot 25 + 20,7}{5 \cdot 34,8 + 28,5}$	$\frac{3 \cdot 25 + 18,5}{3 \cdot 34,8 + 25,5}$	–	$\frac{239,2}{332,4}$
2	$\frac{5 \cdot 25 + 20,7}{5 \cdot 34,8 + 28,5}$	$\frac{3 \cdot 25 + 18,5}{3 \cdot 34,8 + 25,5}$	–	–	$\frac{2 \cdot 30}{2 \cdot 41,38}$	$\frac{299,3}{415,16}$
Всього	$\frac{145,7}{202,5}$	$\frac{93,5}{129,9}$	$\frac{145,7}{202,5}$	$\frac{93,5}{129,9}$	$\frac{60}{82,76}$	$\frac{538,4}{747,56}$

Аналіз побудованого зведеного графіка дозволяє зробити наступні висновки:

- лінія приймання зерна з автотранспорту працює ефективно, так як приймальний потік працює безперервно та все зерно в потоці приймання проходить попереднє очищення на скальператорі;
- все сухе зерно своєчасно відправлено після попереднього очищення на зберігання;
- все вологе та сире зерна після попереднього очищення було просушене, а потім часткове відправлено на зберігання;
- все обладнання справляється з заданими об'ємами робіт;
- відвантаження зерна на автомобільний транспорт виконано у заданому об'ємі;
- основна норія працює з достатній ступеню ефективності, про що свідчать значення коефіцієнтів її використання за часом (0,78) та за продуктивністю (0,67).

Таким чином, можна зробити висновок про те, що все обладнання підібрано правильно.

3.9 Система управління роботою елеватора

До автоматизованих об'єктів управління елеватора відносяться транспортні механізми і запірні пристрої, що забезпечують переміщення продукту з вихідної ємності в кінцеву, утворюючи технологічний маршрут.

Алгоритми управління маршрутом реалізують усю логіку управління електропроводами відповідних транспортних механізмів, машин, що направляють і запірних пристроїв при пуску маршруту, його роботі, технологічній і аварійній зупинці, включаючи захист і блокування, що запобігають розвиток аварійних ситуацій.

При зупинці маршруту вимикається механізм, що подає продукт (засувка), а після закінчення часу, достатнього для скидання продукту в бункер

(силос) і звільнення всіх транспортерів, одночасно вимикаються всі інші механізми. Крім того, оператор має можливість зупинити транспорт «вручну», ґрунтуючись на показаннях приладу контролю завантаження норії.

Вимикання маршруту може здійснюватися автоматично залежно від рівня продукту в бункерах і силосах. При заповненні ємності відбувається зупинка маршруту по сигналу, що надходить від сигналізатора верхнього рівня. Така ж зупинка передбачена у випадку виходу з ладу аспіраційної мережі, після сходу продукту з механізмів.

При включенні механізму виробляється сигнал зворотного зв'язку цього механізму, без якого не може ввімкнутися наступний механізм по ходу технологічного ланцюжка. Таким чином, сигнали зворотного зв'язку кожного є як би блокувальними елементами, за допомогою яких кожний наступний механізм групи зблокований з попереднім. При розриві цього блокування відбувається зупинка частини механізмів і виробляється сигнал аварії.

У всіх випадках виникнення аварійних режимів вказується причина аварії. Повідомлення про причину аварії виводиться на екран монітора й зберігається в протоколі роботи в пам'яті комп'ютера. При аварійній зупинці обладнання закриваються засувки під ємностями, з яких зерно надходить на маршрут, і зупиняються всі механізми по блокувальній залежності. Працюючі механізми відключаються через час, достатній для сходу продукту. Аспіраційні мережі відключаються через 30 секунд, після відключення всіх механізмів маршруту.

При аварійній зупинці аспіраційних мереж закриваються засувки під ємностями, з яких зерно надходить на маршрут. Механізми, що брали участь у роботі маршруту, залишаються в роботі й зупиняються після сходу продукту.

При переповненні ємностей, що завантажуються, видаються світловий і звуковий (2,0...3,0 сек.) аварійний сигнали, закриваються засувки під ємностями, з яких продукт надходить на маршрут. Усі механізми маршруту і

аспіраційні мережі залишаються в роботі. Рішення про зупинку ухвалюється оператором.

При спрацьовуванні датчика підпору в головці норій, із затримкою часу у 5 секунд, припиняється подача продукту на механізми маршруту й відключається привод норій.

Опис схеми лінії приймання вологого і сирого зерна (рис. 3.3) з автомобільного транспорту: із приймального бункера (1Б) зерно надходить на стрічковий конвеєр (СК1), яким воно подається на башмак основної норії (Н1) яка подає його ланцюговим конвеєром (ЛК2) в силоси для активного вентиляування СМВУ №1-2 чи в досушільний силос ДС.

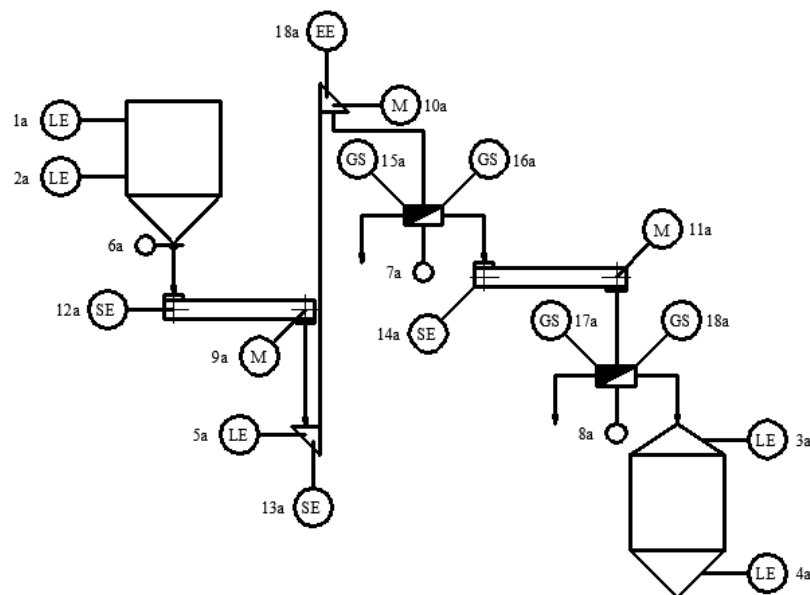


Рисунок 3.3 - Скелетна схема маршруту руху зерна при прийманні його з автотранспорту із засобами автоматизації

У схемі даного маршруту застосовані наступні засоби автоматизації: встановлено два датчики рівня зерна – у приймальному (1а, 2а), та досушільному (3а, 4а) бункерах; у башмаку норій, для попередження їх переповнення, також є датчик рівня зерна 5а (котрий ще називають датчиком підпору); конвеєри та норія мають приводні пристрої з двигунами – 9а, 10а, 11а, а також реле контролю швидкості (руху) – 12а, 13а, 14а відповідно. Під приймальним та досушільним бункерами та на ланцюговому конвеєрі є

пневмозасувки з виконавчими механізмами і датчиками положення (за допомогою яких встановлюють положення засувки «відкрито» або «закрито») – **6а, 7а, 8а**. Також є перекидний клапан з виконавчим механізмом і датчиками положення – **15а, 16а** (так як і у засувок). На головці норії встановлений амперметр для вимірювання сили току (рівня навантаження на норію) – **17а**.

Пуск механізмів здійснюється після подачі попереджувального сигналу дзвоником **НА2**, розташованому по місцю. Аварійна сигналізація подається дзвінком **НА1**, розташованим на щиті пульту управління.

Для контролю рівня зерна у приймальному бункері передбачаються два датчика рівня **1а–2а** (прибори на місці – сигналізатори рівня **16–26**, на пульті встановлюються лампочки **НЛ1–НЛ2**, включення яких свідчить про досягнення певного рівня зерна в бункері). У досушільному бункері також встановлено два датчика рівня **3а–4а** (прибори на місці – сигналізатори рівня **36–46**, на пульті встановлюються лампочки **НЛ3–НЛ4**). На башмаку норії передбачений датчик підпору зерна – **5а** (прибор на місці – сигналізатор рівня **56**, на пульті встановлена лампочка **НЛ5**).

Управління пневмозасувками здійснюється як з пульту управління (на пульті встановлюються кнопки ручних перемикачів **6а–8а** і лампочки **НЛ6–НЛ8**, включення яких свідчить про положення «Відкрито» або «Закрито»), так і по місцю – за допомогою кнопок керування (**6б–8б**) і виконавчого механізму (**6в–8в**).

Норією Н1 зерно може подаватися за двома різними напрямками за допомогою перекидного магнітного клапану, що управляється як і засувки – з пульту управління, на якому встановлюється кнопка ручного перемикача **7а** і дві лампочки **НЛ15–16**, включення яких свідчить про його положення).

Пуск обладнання (стрічкового конвеєра, норії та ланцюгового конвеєра) може здійснюватися по місцю кнопками керування **9б-11б** за допомогою магнітних пускачів **9в–11в**, а також із пульта оператора. На пульті

встановлюються кнопки ручних перемикачів **9a–11a** і лампочки **HL9-HL11**, включення яких свідчить про стан вищеназваного обладнання (працює або ні).

На норії та конвеєрах встановлені датчики швидкості (тобто реле контролю швидкості) **12a-14a**. Відхилення від нормованих показників фіксується вторинними приладами (сигналізаторами швидкості) **12б-14б** і сигналізується загоранням лампочок **HL12- HL14** на щиті оператора.

Робота норії контролюється за допомогою амперметра **17б**, розташованому на щиті з мнемосхемою технологічного процесу (на пульті управління), а він отримує сигнал від датчиків току **17a** встановленого за місцем. Показання амперметра свідчать про величину поданого на норію навантаження.

Сигнал зворотного зв'язку з датчиків рівня зерна, реле контролю швидкості передається до мікропроцесорного контролера (МПК), а з нього сигнал автоматичного управління передається з кнопок керування засувками, перекидним клапаном та двигунами обладнання, встановленими на пульті, до їх виконавчих механізмів. Сигнал автоматичного управління з МПК передається і на дзвоники подачі попереджувального сигналу **HA2** та аварійної сигналізації **HA1**. [11].

Розділ 4 ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

4.1. Заходи для економії електроенергії і енергозбереження

Електропостачання підприємства здійснюватиметься від районної енергосистеми з напругою 10 кВ . Електрообладнання електроустановок зернопереробних підприємств відносять до приймачів другої категорії, для яких перерва в електропостачанні допустима не більше однієї години, оскільки перерва більшої тривалості пов'язана з масовим недовипуском готової продукції, простоем технологічного устаткування і промислового транспорту. Тому в схемі електропостачання передбачена двохтрансформаторна підстанція. У виробничих механізмах слід застосовувати трифазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором серії 4А або АИР, які відрізняються надійністю, простотою конструкцій і невисокою вартістю.

Економія електроенергії і енергозбереження може бути досягнуто за рахунок:

- 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;
- 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.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.4			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Загороднюк А.П.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 10 тис. т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					61	9
Консультант		Штапа Є.П.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

4.2. Розрахунок активної потужності 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 $W_{num} = 22,5$ кВт.год/т - нормована питома витрата електричної енергії для елеваторів

M_{pich} - річна продуктивність підприємства 7100 т

$T_{max} = 3000$ год - число годин використання розрахункової активної потужності.

$$P_p = \frac{22,5 \cdot 10000}{3000} = 75 \text{ кВт}$$

Розрахункову активну потужність освітлення лампами розжарювання приймаємо $P_{осв} = 0,1 P_p = 0,1 \cdot 75 = 7,5$ кВт.

4.3. Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

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

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

Реактивну розрахункову потужність знаходять за формулою:

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

де $\operatorname{tg} \varphi$ - коефіцієнт реактивної потужності знаходять по середньозваженому коефіцієнту потужності для $\cos \varphi = 0,8$, що відповідає $\operatorname{tg} \varphi = 0,75$.

Тоді $Q_p = 75 \cdot 0,75 = 60$ квар.

Потужність компенсуючого пристрою визначають за формулою:

$$Q_k = Q_p - Q_E, \quad (4.4)$$

де Q_E - оптимальна реактивна потужність, що задається енергосистемою:

$$Q_E = 0,25 \cdot (P_p + P_{осв}) = 0,25 (75 + 7,5) = 22 \text{ квар.}$$

$$\text{Тоді } Q_k = 60 - 22 = 38 \text{ квар.}$$

Вибираємо за допомогою таблиці [12] вибираємо конденсаторну установку типу КС-0,38-36-3У3 номінальною потужністю $Q_{кном} = 36$ квар

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

$$S_{ТП} = \sqrt{(75 + 7,5)^2 + (60 - 36)^2} = 91 \text{ кВ.А.}$$

Потужність одного трансформатора знаходять так:

$$S_{mp} = (0,6 \dots 0,8) S_{ТП} = 0,65 \cdot 91 = 59 \text{ кВ.А.} \quad (4.5)$$

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

Таблиця 4.1 – Номінальну потужність 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 $U_{1ном}$	вторинна $U_{2ном}$		Холостого ходу P_x	Короткого замикання P_k	
ТМ63/10	63	10	0,4	2,18	0,26	1,28	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

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

$k_{ДП}$ – коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора, що визначається за графіком залежності тривалості максимального навантаження $t_{ТМ}$ від $k_{ЗГ}$ – коефіцієнта заповнення графіка добового навантаження підприємства (рис.4.1)

$$k_{ЗГ} = \frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + \dots + P_i t_i}{T \cdot 100\%} \quad (4.7)$$

де P_i – навантаження в відсотках за відрізок часу t_i ; $T = 24$ год .

$$k_{ЗГ} = \frac{32.1 + 40.1 + 60.1 + 68.1 + 50.2 + 40.1 + 100.1 + 60.1 + 65.1 + 62.1 + 100.1 + 70.1 + 65.1 + 40.1 + 100.1 + 60.2 + 22.1 + 60.2 + 95.1 + 20.2}{24 \cdot 100\%} = 0,59$$

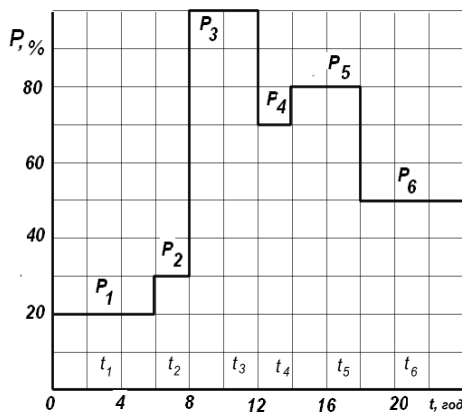


Рис. 4.1- Графік добового навантаження

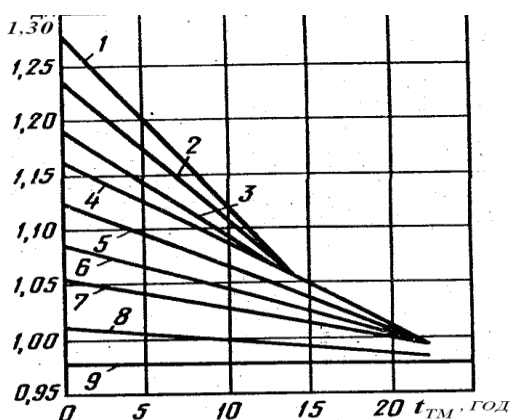


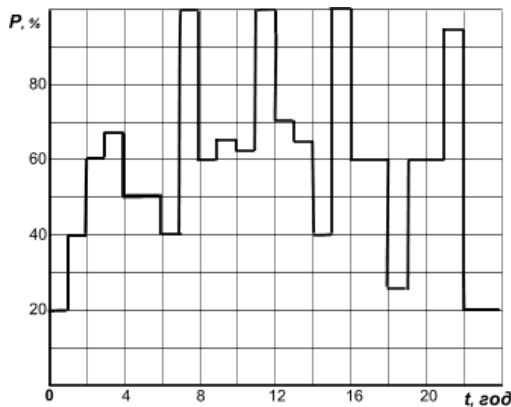
Рис.4.2- Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для

Знаходимо коефіцієнт заповнення графіка добового навантаження елеватора $k_{ЗГ}$, користуючись графіком добового навантаження (Рис. 4.3). Для графіка добового навантаження тривалість максимального навантаження складає: $t_{ТМ1}$ з 7 до 8 год; $t_{ТМ2}$ з 11 до 12; $t_{ТМ3}$ з 15 до 16 год. Тобто $t_{ТМ} = t_{ТМ1} + t_{ТМ2} + t_{ТМ3} = 1 + 1 + 1 = 3$ год. Тоді, користуючись графіком допустимих перевантажень силових трансформаторів, (Рис.4.2) знаходимо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора $k_{ДП} = 1,23$.

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

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}} \quad (4.8)$$

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



$$S_T \geq \frac{91}{2.1,23} = 40 \text{ кВ.А} \quad (4.9)$$

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

Рис.4.3 Графік добового навантаження елеватора. Таким чином, перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності показала, що потужність трансформаторів можна зменшити від 63 кВ.А до 40 кВ.А.

Таблиця 4.2 – Технічні дані трансформаторів

Тип	Номінальна потужність $S_{НОМ}$, кВ.А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу I_X , %	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання u_k , %
		первинна $U_{1НОМ}$	вторинна $U_{2НОМ}$		Холостого ходу P_X	Короткого замикання P_K	
ТМ40/10	40	10	0,4	3,0	0,19	0,88	4,5

4.5. Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів

Знаходимо приведені втрати в трансформаторі користуючись формулами

$$\Delta P'_x = \Delta P_x + K_e \Delta Q_x; \quad \Delta P'_k = \Delta P_k + K_e \Delta Q_k. \quad (4.10)$$

В цих формулах ΔP_x і ΔP_k беремо із таблиці технічних даних вибраного трансформатора: $\Delta P_x = 0,19 \text{ кВт}$; $\Delta P_k = 0,88 \text{ кВт}$.

Економічний еквівалент реактивної потужності, що залежить від потужності енергосистеми приймаємо $K_e = 0,05 \text{ кВт/квар}$. [12]

Втрати ΔQ_x і ΔQ_k знаходять за формулами:

$$\Delta Q_x = S_{НОМ} \frac{I_X \%}{100} = 40 \frac{3}{100} = 1,2 \text{ квар}; \quad (4.11)$$

$$Q_k = S_{НОМ} \frac{U_k \%}{100} = 40 \frac{4,5}{100} = 1,8 \text{ квар}. \quad (4.12)$$

Тоді $\Delta P'_x = 0,19 + 0,05 \cdot 1,2 = 0,25$ кВт; $\Delta P'_k = 0,88 + 0,05 \cdot 1,8 = 0,97$ кВт.

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

$$S_{EK} = S_{НОМ} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_x}{\Delta P'_k}} = 40 \sqrt{2 \frac{0,25}{0,97}} = 28,7 \text{ кВ.А.} \quad (4.13)$$

Оскільки потужність двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності складає: $40 \times 2 = 80$ кВ.А, що відповідає 100% навантаження добового

графіка, то 64 кВ.А будуть відповідати $\frac{28,7}{80} \cdot 100\% = 39\%$

Таким чином, при навантаженні підстанції менше 39% 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 24, що разом складає $\Sigma t = 1 + 1 + 2 = 4$ години, що в процентах складає

$$\Delta T_{\max} = \frac{\Sigma t}{24} \cdot 100\% = \frac{4}{24} \cdot 100\% = 16,7\% \quad (4.14)$$

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

$$\Delta T'_{\max} = \frac{\Delta T_{\max}}{100\%} \cdot T_{\max} = \frac{16,7}{100} \cdot 3000 = 500 \text{ год} \quad (4.15)$$

і складатиме $T'_{\max} = T_{\max} - \Delta T'_{\max} = 3000 - 500 = 2500$ 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 [13, с.322]. Для цього визначають розрахунковий струм за формулою

$$I_p = \frac{1000 S_p}{\sqrt{3} U_{НОМ}} = \frac{1000 \cdot 107}{\sqrt{3} \cdot 380} = 161 \text{ А,} \quad (4.15)$$

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

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + Q_p^2} = \sqrt{(75+7,5)^2 + 60^2} = 107 \text{ кВ.А} \quad (4.16)$$

З урахуванням умов прокладання мереж знаходимо за відповідною таблицею стандартний переріз жил кабеля $S=95 \text{ мм}^2$.

Марку кабеля приймаємо АВРГ – чотирьох жильний з алюмінієвими жилами і полівінілхлоридною ізоляцією. Перевірку перерезу жил кабеля на допустиму втрату напруги виконуємо за формулою:

$$\Delta U = \frac{10^5 (P_p + P_{осв})}{U_{ном}^2} R_{л} = \frac{10^5 (75+7,5)}{380^2} 0,0214 = 1,3\% \quad (4.17)$$

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

$$R_{л} = \rho \frac{L}{S} = 0,0312 \frac{65}{95} = 0,0214 \text{ Ом.} \quad (4.18)$$

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:

$$W_a = (P_p + P_{осв}) T_{max} = (80+8)3000 = 264000 \text{ кВт.год.} \quad (4.19)$$

Річну вартість електроенергії визначаємо за формулою:

$$S_o = d_o W_a = 2,22 \cdot 264000 = 586080 \text{ грн.} \quad (4.20)$$

4.8 Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві

Економію електроенергії на підприємстві можна досягнути за рахунок:

- 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

$$I'_p = \frac{\sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + (Q_p - Q_k)^2}}{\sqrt{3}U_{ном}} = \frac{\sqrt{(80+8)^2 + (60-36)^2}}{\sqrt{3} \cdot 380} = 138 \text{ А.} \quad (4.21)$$

Втрати електроенергії в лінії живлення будуть

- до впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W_{л} = 3I_p^2 R_{л} T_{\max} = 3 \cdot 161^2 \cdot 0,0214 \cdot 3000 \cdot 10^{-3} = 4992 \text{ кВт.год,} \quad (4.22)$$

- після впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W'_e = 3I_p'^2 R_{л} T_{\max} = 3 \cdot 138^2 \cdot 0,0214 \cdot 3000 \cdot 10^{-3} = 3668 \text{ кВт.год.} \quad (4.23)$$

Річна економія електроенергії в лінії живлення буде

$$\Delta W_{л} = W_{л} - W'_{л} = 4992 - 3668 = 1324 \text{ кВт.год.} \quad (4.24)$$

Втрати електроенергії в трансформаторах будуть

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

$$W_{тр} = 2 \Delta P'_k T_{\max} = 2 \cdot 0,97 \cdot 3000 = 5820 \text{ кВт.год,} \quad (4.25)$$

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

$$W'_{\text{од}} = 2 \Delta P'_k T'_{\max} = 2 \cdot 0,97 \cdot 2500 = 4850 \text{ кВт.год.} \quad (4.26)$$

Річна економія електроенергії в трансформаторах буде:

$$\Delta W_{тр} = W_{тр} - W'_{\text{од}} = 5820 - 4820 = 970 \text{ кВт.год.} \quad (4.27)$$

Витрати електроенергії на освітлення будуть

- лампами розжарювання

$$W_{\text{осв}} = k q P_p T_{\text{max}} = 0,63 \cdot 0,1 \cdot 80 \cdot 3000 = 15120 \text{ кВт.год};$$

- люмінесцентними лампами $W'_{\text{осв}} = k q' P_p T_{\text{max}} = 0,63 \cdot 0,046 \cdot 80 \cdot 3000 = 6955$ кВт.год.

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 $q' = 0,046$.

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	4992	3668	1324
Трансформатори	5820	4850	970
Освітлення	15120	6955	8165
Разом			10459

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

$$\Delta W_{\text{осв}} = W_{\text{осв}} - W'_{\text{осв}} = 15120 - 6955 = 8165 \text{ кВт.год.}$$

Загальна річна економія електроенергії буде:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{л}} + \Delta W_{\text{тр}} + \Delta W_{\text{осв}} = 10459 \text{ кВт.год.}$$

Річну вартість зекономленої електроенергії визначаємо за формулою

$$\Delta S_o = d_o \Delta W = 2,22 \cdot 10459 = 23218 \text{ грн.}$$

Висновок

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

$$\Delta S = \frac{23218}{586089} \cdot 100\% = 3,96\%$$

Розділ 5 АСПРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА

5.1 Мета і завдання аспіраційних установок елеваторів

Вентиляційні та аспіраційні установки являють собою сукупність спеціального устаткування (вентиляторів, повітропроводів, пиловідділювачів), що об'єднуються в системи для здійснення повітрообміну шляхом створення організованих повітряних потоків у будівлях та захисних кожухах машин. Їх функціонування забезпечує чистоту повітряного середовища, виконання технологічних і транспортних операцій, а також реалізацію протипожежних і протипожежних функцій [14]. Аспірація здійснюється шляхом створення розрідження всередині робочих просторів, що запобігає виділенню пилу при переміщенні зерна. Основними завданнями установок є підтримка комфортних метеорологічних умов (температури, вологості, швидкості руху повітря) для персоналу та дотримання санітарних норм чистоти повітря. У технологічному аспекті вентиляція забезпечує стабільність режимів переробки зерна, його активне охолодження та підсушування, що пригнічує життєдіяльність шкідників і мікрофлори, запобігаючи при цьому виникненню вибухонебезпечних пилоповітряних сумішей [15].

5.2 Основні принципи компоновки аспіраційних мереж

Проектування аспіраційних установок (АУ) базується на аналізі технологічних режимів із метою мінімізації пилоутворення. Для цього обмежують кути нахилу матеріалопроводів до $36^{\circ} \dots 54^{\circ}$, та кінцеву швидкість матеріалу до 4 м/с [16]. Компоновку мереж виконують за транспортно-технологічними лініями, передбачаючи окремі пиловідділювачі для кожної лінії та автоматизовані дросельні клапани для відсікання непрацюючих ділянок. У конструкціях допускається використання герметичних кожухів конвеєрів як повітропроводів, а

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.4			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Загороднюк А.П.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 10 тис. т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					70	11
Консультант		Гончарук Г.А.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

для обладнання циклічної дії (ваги, змішувачі) обов'язковим є встановлення байпасів для вирівнювання тиску. Пил із циклонів має повертатися в потік продукту або виводитися в окремі ємності за межі цеху. Для гарантування безпеки на трубопроводах машин ударної дії та норій передбачають легкоскідні отвори для гасіння можливої вибухової хвилі, а транспортування тонкодисперсних матеріалів здійснюють виключно пневмотранспортом [17].

5.3 Особливості проектування аспіраційних установок елеваторів

Аспіраційні мережі елеваторів проектуються з урахуванням аеродинамічних зв'язків основних ліній: розвантаження автотранспорту, подачі зерна в силоси та відвантаження на виробництво. Для оптимізації системи вентилятори та пиловловлювачі робочої вежі часто розташовують у її верхній частині, використовуючи труби норій як елементи аспіраційного зв'язку. При аспірації поворотних труб застосовують або дублюючі канали, або пристрої шлюзування з байпасами діаметром не менше 300 мм. На дільницях завальних ям використовують щільові повітропроводи по периметру бункерів. Для надсилосних і підсилосних конвеєрів застосовують суцільні укриття або автономні системи очищення безпосередньо на розвантажувальних візках. На лініях із високою концентрацією пилу (сепаратори, сушарки) впроваджують двоступеневе очищення. Основними експлуатаційними вимогами є герметизація вузлів пересипання, обмеження швидкості стрічок транспортерів до 2,5 м/с та встановлення вантажних протипилових клапанів у місцях сходження самопливів [18].

5.4 Огляд основних методів розрахунку розгалужених аспіраційних мереж

Вибір методу аеродинамічного розрахунку аспіраційних мереж визначає точність визначення параметрів системи та трудомісткість проектування. Основними методами є:

Метод еквівалентних отворів. Базується на заміні реальної ділянки мережі уявним отвором такої площі, який при аналогічній різниці повних тисків пропускає той самий об'єм повітря. Наразі метод використовується рідко через застарілість окремих положень.

Метод втрат тиску на одиницю довжини. Даний підхід є універсальним для оптимальних трубопроводів та опалювальних систем. Його перевагою є наочність розрахунку, проте суттєвим недоліком залишається низька точність при визначенні діаметрів отворів.

Метод повних тисків. Запропонований А. Панченком, цей метод вважається найбільш досконалим для аспіраційних систем. Його ключові особливості включають використання повного тиску як основної розрахункової величини та відсутність необхідності вводити допоміжні поняття, як-от «еквівалентна довжина». Метод дозволяє враховувати аеродинаміку стандартних трійників із рівними площами входу та виходу, що забезпечує відповідність реальних коефіцієнтів опору табличним значенням. Використання спеціалізованих номограм у межах цього методу дозволяє точно визначити як тиск вентилятора, так і необхідні діаметри повітропроводів для заданих об'ємів повітря [19].

Ефективність методу оцінюється також за рівнем трудомісткості та ймовірності виникнення помилок; зокрема, використання складних таблиць з інтерполюванням підвищує втомлюваність проєктувальника, тоді як графічні методи та номограми сприяють підвищенню продуктивності розрахунків.

5.5 Розрахунок і вибір локальних фільтрів горизонтального і вертикального виконання

Розрахунок аспірації сепаратора А1-БСХ-50

Значення витрат повітря на аспірацію: сепаратора А1-БСХ-50

$Q_c = 5600 \text{ м}^3/\text{год}$ і втрати тиску в ньому $H_c = 50 \text{ Па}$. [20]

Визначаємо величину підсосів повітря в мережу Q_n і загальні витрати повітря, які повинен знепилити фільтр Q_ϕ

$$Q_{\phi} = Q_c + Q_n, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (5.1)$$

$$Q_n = 0,05 \cdot Q_c = 0,05 \cdot 5600 = 280 \text{ м}^3/\text{ГОД},$$

$$Q_{\phi} = 5600 + 280 = 5880 \text{ м}^3/\text{ГОД} (1,63 \text{ м}^3/\text{с})$$

За витратами повітря вибираємо найближчий фільтр ZEO-FC-6000.

Площа фільтруючої поверхні рукавів $F_{\phi} = 21,5 \text{ м}^2$.

Втрати тиску у фільтрі визначаємо за напруженістю тканини фільтра:

$$q = \frac{Q_{\phi}}{F_{\phi}}, \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2, \quad (5.2)$$

$$q = \frac{1,63}{21,5} = 0,08 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2$$

За графіком визначаємо $H_{\phi} = 1040 \text{ Па}$.

Для розрахунку опору мережі складаємо площинну схему (рис.5.1)

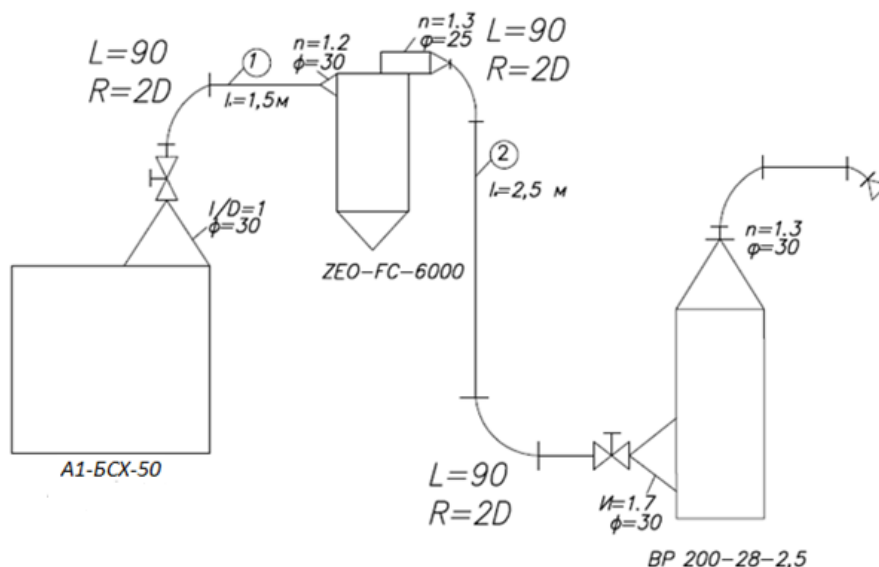


Рисунок 5.1 – Площинна схема аспірації сепаратора А1-BCX-50

$$H_{\text{мер}} = H_c + H_{\phi} + H_{\text{нов}} + H_{\text{уд}} \quad (5.3)$$

де H_c – гідравлічний опір, (50Па);

H_{ϕ} – гідравлічний опір фільтра, Па;

$H_{\text{нов}}$ – гідравлічний опір повітропроводу, Па;

$H_{\text{уд}}$ – втрати тиску на удар при виході повітря в атмосферу, Па.

Розраховуємо опір повітропроводу за виразом

$$H_{нов} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2} \quad (5.4)$$

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.

По номограмі О.В. Панченко знаходимо за витратами повітря Q_ϕ і його рекомендованою швидкістю (12...13 м/с) – λ/D , D , v , $H_{дин}$.

$v = 13$ м/с, $H_{дин} = 100$ Па, $D = 480$ мм, $\lambda/D = 0,029$.

Коефіцієнт кожного місцевого опору приймаємо $\sum \xi = 0,2$

$$\sum \xi = \Phi \cdot 0,2 \quad (5.5)$$

$$\sum \xi = 11 \cdot 0,2 = 2,2$$

де Φ – кількість фасонних деталей.

$$H_{нов} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2} \quad (5.6)$$

$$H_{нов} = (0,029 \cdot 6 + 2,2) \cdot 100 = 237,4 \text{ Па}$$

Розраховуємо втрати тиску на удар, при факельному викиді

$$H_{y\partial} = H_{дин} \left(\frac{1}{n} \right)^2, \text{ Па}, \quad (5.7)$$

$$H_{y\partial} = 100 \left(\frac{1}{2} \right)^2 = 25, \text{ Па}.$$

Розраховуємо опір мережі

$$H_{мер} = 50 + 237,4 + 1040 + 240 = 1617,4 \text{ Па}.$$

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

$$H_B = 1,1 \cdot H_{мер} \quad (5.8)$$

$$H_B = 1,1 \cdot 1617,4 = 1779,1 \text{ Па}.$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор $Q_\phi = Q_s$

По H_e та Q_ϕ , вибираємо вентилятор за аеродинамічними характеристиками $H_e = f(Q_e)$ вітчизняного виробництва ВР89-75-4, ККД якого дорівнює 0,82.

Необхідну потужність на валу електродвигуна визначаємо за формулою:

$$N_{ел.дв.} = \frac{Q_e \cdot H_e}{1000 \cdot \eta_e \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{II}} \quad (5.9)$$

де η_e – ККД вентилятора;

$\eta_{пер}$ – ККД передачі (0,98);

η_{II} – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,72).

$$N_{ел.дв.} = \frac{1,75 \cdot 1779,1}{1000 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,82} = 3,9 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна N_ϕ визначаємо за виразом:

$$N_\phi = K_z \cdot N_{ел.дв.} \quad (5.10)$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна K_z .

$$N_\phi = 1,15 \cdot 3,9 = 4,5 \text{ кВт.}$$

Вибираємо електродвигун 4А71В2У3 потужністю $N=4$ кВт з числом обертів $n=2880$ об/хв за комплектацією заводу-виробника.

Аспірація башмака норій Н1 та Н2

Значення витрат повітря на аспірацію башмака норій: $Q_H = 500 \text{ м}^3/\text{год}$ і втрати тиску в ньому $H_H = 50$ Па.

Загальна кількість повітря яке необхідно очистити визначається як сума повітря яке відбирається від всіх машин та розраховується за формулою:

$$Q_\phi = 1,05 \cdot Q_{ГО}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.11)$$

де $Q_{ГО}$ – кількість повітря, що необхідно відібрати від технологічного або транспортуючого обладнання з метою утворення в ньому необхідного розрідження. [21], $\text{м}^3/\text{год}$.

$$Q_\phi = 1,05 \cdot 500 = 525 \text{ м}^3 / \text{год} = 0,14 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

По Q_ϕ вибираємо необхідний типорозмір фільтра [22] марки ZEO-FV-800. Технічні данні фільтра наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики фільтрів ZEO-FV-800

Витрата повітря, м ³ /год	800
Опір, Па	700
Площа фільтрувальної поверхні, м ²	4
Об'єм споживаного повітря, л/хв	50-60
Вага, кг	100
Тип тканини	Поліестер PES +BS006
Коефіцієнт динамічного навантаження*	1,2

Розрахункову площу поверхні тканини фільтрів $F_{\phi p}$ визначають за формулою:

$$F_{\phi p} = Q_{\phi} \cdot q^{-1}, \text{ м}^2, \quad (5.12)$$

де q – напруженість тканини фільтра (м³/м²·с) розрахункова, яка визначається за формулою:

$$q = Q_{\phi} \cdot F_{\phi}^{-1}, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}, \quad (5.13)$$

де F_{ϕ} – площа поверхні фільтрувальної тканини, м², яка визначається по табл. 4.2.

$$q = 0,14 / 4 = 0,035 \approx 0,04, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с};$$

$$F_{\phi p} = 0,1 / 0,04 = 2,5 \text{ м}^2.$$

Опір аспіраційної мережі визначається по формулі:

$$H_{\text{мер}} = H_m + H_{\phi} + H_{\text{уд}}, \text{ Па}, \quad (5.14)$$

де H_m – опір технологічного обладнання (машини, яка аспірується);

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

При розрахунку опору фільтра циклона ZEO-FV

користуємось узагальненою формулою:

$$H_{\phi} = A + B \cdot Q_{\phi}^2, \text{ Па},$$

де A і B – коефіцієнти заводу виробника: $A = 670$, $B = 360$;

Q_{ϕ} – об'ємні витрати повітря, що повинне бути знепилено у фільтрі.

$$H_{\phi} = 670 + 360 \cdot 0,14^2 = 677,1 \text{ Па}$$

При встановленні вихідного дифузора втрати тиску на удар $H_{y\delta}$ розраховують за формулою:

$$H_{y\delta} = H_{дин} \left(\frac{1}{n} \right)^2, \text{ Па}, \quad (5.15)$$

де $H_{дин}$ – динамічний тиск на ділянці перед дифузором;

$$H_{дин} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2}, \text{ Па},$$

$$H_{дин} = \frac{1,2 \cdot 15^2}{2} = 135$$

n – відношення $F_{вих}$ до $F_{тр}$ $\left(\frac{\pi D_1^2}{4} / \frac{\pi D^2}{4} \right)$.

$$H_{y\delta} = 135 \left(\frac{1}{2} \right)^2 = 33,75 \text{ Па}.$$

$$H_{мер} = 50 + 677,1 + 33,75 = 760,85 \text{ Па}.$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначається за формулою:

$$H_{\epsilon} = 1,1 \cdot H_{мер}, \text{ Па}; \quad (5.16)$$

$$H_{\epsilon} = 1,1 \cdot 760,85 = 836,9 \text{ Па}.$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор приймаємо:

$$Q_{\epsilon} = Q_{\phi}, \text{ м}^3/\text{Год};$$

$$Q_{\epsilon} = 525 \text{ м}^3/\text{Год}.$$

За аеродинамічними параметрами Q_{ϵ} і H_{ϵ} вибираємо вентилятор марки ВР 200-28-2,5 [22].

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

$$N = \frac{Q_{\epsilon} \cdot H_{\epsilon}}{1000 \cdot \eta_{\epsilon} \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{п}}, \text{ кВт}, \quad (5.17)$$

де η_{ϵ} – ККД вентилятора;

$\eta_{пер}$ – ККД передачі (0,98);

η_{II} – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N = \frac{0,14 \cdot 836,9}{1000 \cdot 0,79 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,15 \text{ кВт.}$$

Фактичну потужність електродвигуна N_y визначають з урахуванням коефіцієнта запасу потужності електродвигуна:

$$N_y = K_3 \cdot N, \text{ кВт,} \quad (5.18)$$

Для електродвигунів потужністю до 5 кВт $K_3=1,15$.

$$N_y = 1,15 \cdot 0,9 = 0,135 \text{ кВт.}$$

Остаточну потужність електродвигунів слід приймати за комплектацією заводів-виготовлювачів.

За [23, 24] приймаємо електродвигун АИР 63А6 потужністю 0,18 кВт і частотою обертання 1000 об/хв.

Аспірація конвеєра КСЛ №3 і норії НЗ, які входять в аспіраційну мережу

Для аспірації із таблиці 1 додатка методичних вказівок [22] (табл. 1 «Аеродинамічні дані технологічного та транспортного обладнання») вибираємо значення втрат повітря для аспірації конвеєра і норії: $Q_k=500$ м³/год, $Q_n=500$ м³/год; $H_n=50$ Па і $H_k=50$ Па – опір обладнання.

Величину підсосів повітря Q_n в конвеєрі, норії і фільтрі, а також загальні витрати повітря, яке повинен знепилити фільтр ZEO-FV розраховуємо за виразом. Фільтр встановлюють на башмаку норії. Аспіраційне повітря відбирається одночасно від конвеєра і норії $\Sigma Q_{обл}$.

$$Q_\phi = \Sigma Q_{обл} + Q_n = Q_n + Q_k + Q_n, \text{ м}^3/\text{год}$$

Кількість підсмоктуваного повітря приймаємо 5% від $\Sigma Q_{обл}$.

$$Q_n = 0,05(Q_n + Q_k) = 0,05(500 + 500) = 50 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$Q_\phi = 500 + 500 + 50 = 1050 \text{ м}^3/\text{год} = 0,292 \text{ м}^3/\text{с}$$

За витратами повітря вибираємо модульний фільтр ZEO-FC-1000, який має 6 фільтрувальних рукавів загальною площею тканини – 6 м².

Втрати тиску у фільтрі розраховуємо за узагальненою формулою

$$H_{\phi} = A + B \cdot Q_{\phi}^2,$$

де A і B – коефіцієнти заводу виробника: $A=670$, $B=360$.

Таким чином $H_{\phi} = 670 + 360 \cdot 0,292^2 = 701$ Па.

Розрахувати опір аспіраційної мережі за виразом:

$$H_{\text{мер}} = H_n + H_{\kappa} + H_{\phi} + H_{\text{уд}}, \text{ Па.}$$

Так, як на виході з фільтру встановлюємо вихідний дифузор – втрати тиску на удар визначаємо

$$H_{\text{уд}} = H_{\text{дин}} \left(\frac{1}{n} \right)^2,$$

де $H_{\text{дин}}$ – динамічний тиск на ділянці перед дифузором, Па;

n – відношення площі перерізу дифузора на виході, до площі перерізу на ділянці перед дифузором, яке приймаємо $n=2,0$.

$$H_{\text{дин}} = \frac{\rho v_{\text{вих}}^2}{2}, \text{ Па,}$$

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

$v_{\text{вих}}$ – швидкість повітря в повітропроводі перед дифузором, яку визначаємо за номограмою О.В. Панченко, при $Q=1050 \text{ м}^3/\text{год}$ і $D_{\text{нов}}=150 \text{ мм}$, $v_{\text{вих}} = 14 \text{ м/с}$.

$$H_{\text{дин}} = \frac{1,2 \cdot 14^2}{2} = 118 \text{ Па.}$$

Тоді $H_{\text{уд}} = 118 \cdot \left(\frac{1}{2} \right)^2 = 29,5 \text{ Па}$.

Розраховуємо опір мережі

$$H_{\text{мер}} = 50 + 50 + 701 + 29,5 = 830,5 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

$$H_{\text{в}} = 1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 830,5 = 913,6 \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке повинен переміщувати вентилятор

$$Q_в = Q_ф = 1050 \text{ м}^3/\text{год}$$

Вибираємо вентилятор за параметрами $Q_в$ і $H_в$, використовуючи аеродинамічні характеристики вентилятора $H_в = f(Q_в)$ [22]: вентилятор вітчизняного виробництва ВР-89-75-3,15. Число обертів робочого колеса вентилятора та його ККД визначають за точкою перетину характеристик вентилятора і мережі, а необхідну потужність на валу електродвигуна визначаємо за формулою

$$N_{вент} = \frac{Q_в \cdot H_в}{1000 \cdot \eta_в \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{п}}, \text{ кВт},$$

де $\eta_в$ – ККД вентилятора (0,72);

$\eta_{пер}$ – ККД передачі (0,98);

$\eta_{п}$ – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N_{вент} = \frac{0,292 \cdot 913,6}{1000 \cdot 0,72 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,38 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна $N_ф$ визначають за виразом:

$$N_ф = K_з \cdot N_{ел.дв.}, \text{ кВт},$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна $K_з$. Для електродвигунів потужністю до 5 кВт $K_з = 1,15$.

$$N_ф = 1,15 \cdot 0,38 = 0,44 \text{ кВт}.$$

Остаточну потужність електродвигуна приймаємо $N = 1,5$ кВт з числом обертів $n = 2850$ об/хв за комплектацією заводу-виробника. [25]

Розділ 6 ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД

6.1. Опис генплану

Вибір майданчика та загальні вимоги Вибір майданчика для будівництва міні-елеватора базується на комплексному аналізі рельєфу, гідрогеологічних умов, рози вітрів та близькості до транспортних магістралей. Майданчик повинен мати мінімальні розміри з урахуванням раціональної щільності забудови та можливості майбутнього розширення. Обов'язковою умовою є ухил поверхні (0,001–0,003) для природного відведення зливових вод. Санітарно-захисна зона до житлової забудови має складати не менше 100 м. Об'єкти IV категорії шкідливості орієнтують за сторонами світу для забезпечення оптимальної інсоляції: довгою стороною на північ у південних регіонах.

Компонування об'єктів та пожежна безпека При проектуванні генплану забезпечується потоковість технологічного процесу без зустрічних вантажопотоків. Основні будівлі (робоча башта, силосний корпус, зерносушарки) функціонально відокремлюються від підсобно-виробничих споруд (майстерні, трансформаторні підстанції, склади палива). Пожежна безпека забезпечується кільцевим водопроводом із гідрантами (крок 50–100 м) та резервуарами запасу води об'ємом 250–500 м³, що гарантують тригодинне гасіння пожежі.

Транспортні комунікації та благоустрій Автомобільні дороги проектуються шириною від 3,5 м (односторонній рух) до 6,6 м (двосторонній рух). На в'їзді передбачаються візувальний майданчик, лабораторія та дві одиниці ваг для розділення потоків навантажених і порожніх автомобілів. Благоустрій території включає асфальтове вимощення будівель шириною не менше 2 м та озеленення (не менше 3 м² на одного працівника). Використання

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.4			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Загороднюк А.П.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 10 тис. т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					81	5
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

листяних порід дерев (липа, тополя) сприяє оздоровленню повітря, тоді як посадка хвойних порід у межах протипожежних розривів заборонена.

Інженерні мережі. Комунікації прокладаються переважно поза проїзною частиною доріг.

Водопровід та каналізація: Глибина закладання мереж становить 1,5 м. Побутові стоки відводяться на біологічне очищення, а зливи – через пісковловлювачі (ефективність очищення до 80%). Відстань між каналізацією та чавунним водопроводом має бути не менше 1,5–3 м залежно від діаметра.

Енергопостачання: Об'єкти елеватора відносяться до II категорії надійності, а системи пожежогасіння – до I категорії.

Газопостачання: Використовується сталевий газопровід для забезпечення роботи зерносушарок.

Надземні мережі: При перетині з дорогами висота прокладання труб на опорах повинна бути не менше 5 м від поверхні покриття.

Правильне вертикальне планування та дотримання нормативних розривів між мережами забезпечують довговічність споруд та безпеку експлуатації елеваторного комплексу.

Техніко-економічні показники генплану. Економічність генерального плану характеризується цілим рядом показників, серед яких найважливішими (основними) є площа ділянки, щільність забудови і число окремих споруд.

Рациональне використання території підприємства та її благоустрій визначається коефіцієнтом забудови (K_3), коефіцієнтом мощення (K_M) і коефіцієнтом озеленення (K_{O3}), які визначають за формулами:

$$K_3 = \frac{\sum f_3}{F} 100, \%; \quad (6.1)$$

$$K_M = \frac{\sum f_M}{F} 100, \%; \quad (6.2)$$

$$K_{O3} = \frac{\sum f_{O3}}{F} 100, \%; \quad (6.3)$$

де F — загальна площа території, m^2 ;

f_3 — площа окремих будинків і споруд, m^2 ;

f_M — площа окремих асфальтових майданчиків і заощених поверхонь;

$f_{оз}$ – площа окремих місць озеленення, m^2 .

$$K_3 = \frac{3200}{8900} 100, = 34\%;$$

$$K_m = \frac{4800}{8900} 100 = 54\%;$$

$$K_{оз} = \frac{1080}{8900} 100 = 12 \%,$$

6.2. Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору

Основним складником сучасних зерносховищ є силоси типа СМВУ різної місткості, габаритів і конструкцій. Силоси типа СМВУ призначені для зберігання зернових культур, об'ємною масою до 840 кг / м. куб. Силосні ємкості розроблені відповідно до ТУ В 30397047.001-2000 "Силоси металеві типа СМВУ. Технічні умови" і сертифіковані в системі УКРСЕПРО (Сертифікат відповідності № UA 1.081.26663-01).

Силос металевий вентильований типа СМВУ, є ємкістю циліндрової форми, що має дах і встановлювану на плоску бетонну підставу або ємність з днищем конічної форми, таку, що спирається декількома вертикальними опорами на опорну підставу.

Циліндр силосу утворюється з металевих оцинкованих панелей, хвилястого профілю, збираних на болтових з'єднаннях з ущільнюючими прокладками. Товщина панелей по ярусах різна, що забезпечує оптимальну міцність при мінімальній металоємності конструкції.

На циліндрі силосу вмонтовуються сходи для обслуговування, а також датчик верхнього граничного рівня і пристрою для відбору проб зерна з силосу. Вертикальна стійкість циліндра силосу забезпечується ребрами жорсткості.

Дах силосу є конусною просторовою конструкцією, зібраною з ребер жорсткості і металевих оцинкованих секторів на болтових з'єднаннях з ущільнюючими прокладками. Вгорі дах має горловину для завантаження зерна, обладнана сходами обслуговування, оглядовим люком і вузлом кріплення термопідвіски системи пошарового контролю температури зерна.

Конструкція даху виключає попадання в силос атмосферних опадів, проникнення птахів і забезпечує максимальну місткість продукту, що зберігається.

Максимальне використання в конструкції силосів болтових з'єднань із спеціальними герметизуючими ущільненнями дозволяє забезпечити швидку збірку металоконструкцій з мінімальними витратами на монтаж без пошкодження антикорозійних покриттів на металоконструкціях силосу.

Пропоновані силоси мають значні переваги перед іншими типами сховищ, пропонованих на ринку України, за наступними параметрами:

Вся конструкція силосу з конусним днищем встановлюється на опорній металевій підставі, що сприймає все навантаження від завантаженого силосу і передає навантаження на опорний фундамент. Це дозволяє спростити конструкцію фундаменту і зменшити його вартість: досить споруди плоского бетонного майданчика або ущільненої щебеневої підсипає.

Для силосів з конусним днищем не вимагається додаткових механізмів для вивантаження зерна з силосу, гарантується надійний захист продукту, що зберігається, від підмокань і псування гризунами, забезпечуються мінімальні витрати на ручну доочистку силосу від залишків зерна і пилу.

Найістотніша перевага пропонованих силосів-сховищ в порівнянні з існуючими старими елеваторами є те, що вони гарантовано забезпечують збереження якісних показників зерна більше 1 року.

Металоконструкції даху і циліндра силосів виготовляються з оцинкованого металопрокату.

Всі силоси забезпечують надійне тривале зберігання (не менше 12 місяців) кондиційного зерна і тимчасове, з вентиляцією і охолодженням вологого зерна/

Силосні ємкості повинні заповнюватися лише через центральний завантажувальний отвір і спорожнятися з центру. При цьому повинно бути забезпечено строго вертикальне засипання продукту в ємність (забезпечується вертикальною установкою завантажувального зернопровода з довжиною

вертикальної ділянки рівною не менш трьом діаметрам зернопровода). Будь-яке відхилення від центру при наповненні або спорожненні силосу може порушити стійкість корпусу силосної ємкості! Нецентральний отвір для розвантаження може бути використане лише для повного очищення силосної ємкості після досягнення кута природного укусу зерна при розвантаженні через центр днища. Всі бічні люки мають бути надійно закриті для того, щоб запобігти їх випадковому розкриттю і виключити нецентральне розвантаження ємкості. [11]

Розділ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Аналіз потенційно-небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ)

Функціонування елеваторного комплексу пов'язане з впливом низки шкідливих та небезпечних виробничих факторів, що потребують постійного контролю та нормування. Основними об'єктами моніторингу є мікроклімат, запиленість повітря, освітлення, рівень шуму та стан електробезпеки.

Мікроклімат робочої зони Мікроклімат приміщень визначається температурою, вологістю, швидкістю руху повітря та тепловим випромінюванням. Згідно з ДСН 3.3.6.042-99, параметри нормуються для робочої зони (простір висотою до 2 м над підлогою). На підприємстві розрізняють оптимальні умови (забезпечують тепловий комфорт) та допустимі (не порушують стан здоров'я, але можуть викликати тимчасовий дискомфорт). Статус мікроклімату безпосередньо впливає на працездатність та терморегуляцію організму працівника.

Запиленість повітря Зерновий пил є органічним аерозолем, що має механічну, хімічну та бактеріологічну дію на організм. Тривала робота в запиленому середовищі створює ризик професійних захворювань (фіброз, пневмонія). Окрім фізіологічного впливу, пил є вибухо- та пожежонебезпечним фактором. Нормування запиленості здійснюється відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 та ДБН В.2.5-67:2013 [26].

Виробниче освітлення Раціональне освітлення є запорукою безпеки та збереження зору. На об'єкті застосовується три види освітлення:

Природне: через світлові прорізи (нормується за коефіцієнтом КПО згідно з ДБН В.2.5-28:2018).

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.4			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 10 тис. т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Загороднюк А.П.						
Керівник		Соколовська О.Г.					86	6
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

Штучне: робоче, аварійне (резервне та евакуаційне), охоронне та чергове. Резервне освітлення повинно забезпечувати не менше 30% нормованої освітленості робочих місць.

Суміщене: поєднання природного та штучного джерел.

Виробничий шум та електробезпека Гігієнічне нормування шуму (згідно з ДСН 3.3.6.037-99) спрямоване на встановлення гранично допустимих рівнів, що не заважають праці. Оцінка проводиться за рівнями звукового тиску в октавних смугах або за інтегральною характеристикою "А" в дБА, що імітує сприйняття людським вухом.

Електробезпека трифазних мереж напругою до 1000 В регулюється НПАОП 40.1-1.21-98. Контроль параметрів мережі є обов'язковим для запобігання ураженню персоналу електричним струмом під час експлуатації технологічного обладнання та аспіраційних систем [26].

7.2 Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ

Заходи безпеки спрямовані, насамперед, на те, щоб шкідливі виробничі фактори не надавали свого небезпечного впливу на людину. З цією метою на будь-якому підприємстві в обов'язковому порядку повинен проводитись інструктаж з безпеки. Дата проведення, зміст фіксуються у спеціальному журналі за підписом усіх інструктируємих і того, хто провів цей інструктаж. Всього можна виділити кілька різновидів такої роботи:

1. Вступний інструктаж. Його проводять в обов'язковому порядку з прийнятими на роботу особами. Тут не має значення ні вік, ні стаж або посаду.
2. Первинний. Здійснюється вже на своєму робочому місці, проводить його зазвичай майстер або керівник даного відділу або цеху.
3. Повторний. Проводиться для всіх без винятку працівників через кожні півроку.
4. Позаплановий. Його проводять, якщо:
 - Змінилися правила.
 -

- Змінився технологічний процес.
- Придбали нове обладнання.
- Були виявлені випадки порушення працівниками правил техніки безпеки.

- Після тривалих перерв у роботі.

Якщо на підприємствах досить ефективно налагоджено використання засобів захисту, то робітники будуть піддаватися впливу небезпечних речовин в набагато меншому ступені.

Керівники на підприємствах повинні дбати про своїх працівників, щоб зменшити негативний вплив шуму на організм. Для цього можна використовувати:

- Глушники шуму.
- Індивідуальні засоби захисту, наприклад навушники, беруші, шоломи.
- Виробляти звукоізоляцію галасливих місць з допомогою використання захисних кожухів, обладнання кабінок.
- Оздоблення приміщень звукопоглинаючими матеріалами.

Ці заходи допоможуть створити більш сприятливу обстановку для працівників.

Для захисту від вібрацій можна запропонувати наступні заходи:

- Заміна обладнання на більш технологічне.
- Використання м'яких покриттів на віброуючих частинах приладів або устаткування.
- Установка агрегатів на ґрунтовний фундамент.

Гранично допустима концентрація (ГДК) для пилу рослинного і тваринного походження наступні: з домішкою двоокису кремнію більше 10 % - 2 мг/м³; від 2 до 10 % - 4 мг/м³ (зерновий, комбікормовий та ін.), менше 2% - 6 мг/м³ (борошняний та ін.); цукрового пилу – 10 мг/м³.

При неможливості зменшити запиленість до рівня ГДК (наприклад, при аварійній ситуації) і необхідності продовжити роботу потрібно користуватись

засобами індивідуального захисту від пилу: респіраторами і кисне ізолюючими приладами.

Обмеження сліпучої дії джерела світла досягається встановленням світильників на певній висоті в залежності від захисного кута α і потужності лампи. [27]

7.3 Заходи щодо пожежної безпеки

Пожежа — це неконтрольоване горіння поза спеціальним осередком, що розповсюджується в часі і просторі та створює загрозу життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу, призводить до матеріальних збитків.

Пожежна безпека — це комплекс організаційних заходів та технічних засобів, спрямованих на попередження та гасіння пожежі.

Правила пожежної безпеки – це комплекс положень, що визначають вимоги й встановлюють норми пожежної безпеки при будівництві та (або) експлуатації об'єкта. Нині у державі діють "Правила пожежної безпеки в Україні". Вони є обов'язковими для виконання всіма центральними і місцевими органами державної виконавчої влади, підприємствами, установами, організаціями (незалежно від виду їхньої діяльності і форм власності), посадовими особами і громадянами.

Забезпечуючи пожежну безпеку, варто також керуватися стандартами, будівельними нормами, правилами улаштування електроустановок (ПУЕ), нормами технологічного проєктування та іншими нормативно-правовими актами, що регламентують вимоги пожежної безпеки.

Організаційні заходи:

- розробка правил та інструкцій з пожежної безпеки на підприємстві;
- проведення інструктажів працівників;
- щоденна перевірка приміщень після завершення робочого дня;
- перевірка належного стану інвентарю та пожежної техніки;
- контроль за дотриманням протипожежного режиму [28]

До загального комплексу заходів та засобів щодо попередження утворення горючого середовища згідно з ДСТУ 8828:2019 “Пожежна безпека. Загальні положення відносяться”:

- максимально можливе використання негорючих та важкогорючих речовин та матеріалів, заміна ними горючих речовин та матеріалів;
- обмеження маси та об'єму горючих речовин та матеріалів, що одночасно знаходяться в приміщенні;
- ізоляція горючого середовища (ізольовані відсіки, камери тощо), установка та розміщення пожежонебезпечного устаткування в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках;
- підтримування безпечної концентрації горючих речовин в приміщеннях та всередині апаратів, використання флегматизаторів;
- підтримування безпечних параметрів процесів (температури, тиску тощо), за яких виключається утворення вибухонебезпечних сумішей та поширення полум'я;
- механізація та автоматизація технологічних процесів, пов'язаних з використанням горючих речовин;
- застосування пристроїв автоматичного захисту устаткування з горючими речовинами від пошкоджень та аварій, використання запобіжних пристроїв, що спрацьовують при виході параметрів процесів за встановлені норми;
- видалення пожежонебезпечних відходів виробництва.

Увесь комплекс заходів та засобів з пожежної безпеки об'єкта прийнято поділяти на три групи: системи попередження пожежі, пожежного захисту та організаційно-технічних заходів.

Заходи та засоби щодо попередження утворення горючого середовища визначаються пожежонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, що використовуються у технологічному процесі, та умовами ведення цього процесу.

Система попередження пожеж – це комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на не уможливлення умов, необхідних для виникнення пожежі.

Система протипожежного захисту – це сукупність заходів та засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей небезпечних чинників пожежі та обмеження матеріальних збитків від неї. Основними завданнями системи протипожежного захисту є обмеження розповсюдження і розвитку пожеж і вибухів за межі осередку, своєчасне виявлення та ліквідація пожежі, захист людей та матеріальних цінностей від дії шкідливих та небезпечних чинників пожеж і вибухів

Організаційно-технічні заходи.

Для забезпечення організованого руху та недопущення паніки під час евакуації розробляють плани евакуації. План евакуації складається з графічної та текстової частин. Графічна частина - це план поверху або приміщення, на який нанесено евакуаційні шляхи і виходи та позначені місця розташування засобів оповіщення та пожежогасіння. Текстова частина плану включає перелік та послідовність дій посадових осіб і працівників при пожежі. Графічна частина плану вивішується на видному місці, а його положення перевіряються на практиці і доводяться до всіх працюючих, при інструктажах під підпис.

Важливе значення для забезпечення захисту людей у разі пожежі має протидимний захист приміщень і шляхів евакуації. Сутність цього захисту полягає в обмеженні розповсюдження продуктів горіння по будівлях та приміщеннях, що досягається шляхом ізоляції можливих місць виникнення пожежі та примусовим видаленням диму.

Одне із найважливіших завдань системи протипожежного захисту об'єкта – своєчасне виявлення та ліквідація пожежі.

Для своєчасного виявлення пожежі вибухопожежонебезпечні об'єкти обладнують системами пожежної сигналізації. Сигналізація може вмикатися вручну або автоматично. [29].

Розділ 8. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА (НДЧ)
Дослідження посівних площ під зерновими культурами в
Житомирській області

8.1 Стан питання

Житомирщина займає лідируючі позиції у державі (1-3 місця) по площах посівів гречки, жита, вівса та картоплі, а також обсягах їх валового виробництва по усіх категоріях господарств. На сьогодні на нашій території у промислових масштабах вирощують непритаманні зоні Полісся культури: виноград, лаванду, фундук Вперше за багато років у регіоні відновлено вирощування луб'яних культур та заплановане розширення площ до 2 тис га під промисловими коноплями.

Область має всі передумови для розвитку аграрного виробництва: 1,5 млн га сільськогосподарських земель, близько 1300 сільськогосподарських підприємств, понад 178 тис господарств населення та більше 200 підприємств харчової промисловості. Однак, незважаючи на це, регіональна економіка залишається сировинною, коли обсяги експорту сільськогосподарської сировини значно перевищують обсяги готової продукції із високою доданою вартістю.

В області нараховується 35 операторів органічного виробництва, які здійснюють діяльність у молочній галузі, рослинництві, тваринництві, у тому числі птахівництві. Зокрема, органічним виробництвом займаються такі аграрні підприємства як ПП «Галекс Агро», ТОВ «Органік мілк», ТОВ «Органічний м'ясний 178 продукт», ФГ «Домашня курочка», ТОВ «Аметист Оле», ТОВ «Гербатіка», АТ «Житомирський маслозавод», інші. ПП «Галекс-Агро» – одне з найбільших органічних господарств України та перше господарство в Житомирській області, яке реалізує модель повноцінної екосистеми, в якій

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.4			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Загороднюк А.П.			Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 10 тис. т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					92	11
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

поєднується вирощування органічних культур і органічне тваринництво. Господарство здійснює виробництво рослинницької продукції на площі 9 тис. га, з яких 6 тис. га сертифіковані як органічне землеробство. Основна спеціалізація – вирощування зернових та зернобобових культур, зокрема пшениці, полби (спельти), жита, ячменю, вівса, пелюшки, бобів, вики, гречки та проса.

Завдяки спільній підтримці держави та міжнародних партнерів, зокрема, програми USAID Агро, на території області за останні роки з'явилося ще декілька суб'єктів господарювання, які вирощують органічні сільськогосподарські рослини, зернової та технічної групи. Органічні овочі, снеки, фруктово-ягідні роли, мед, морозиво – це ті органічні продукти, які виготовляють регіональні товаровиробники. Щороку їх кількість та асортимент збільшується, що свідчить про перспективність та актуальність напрямку. Більше того, «зелений курс», який обрала Європа на найближчі 30 років підтверджує правильність обраного вектору розвитку галузі та регіону в цілому.

Розширення наявної в регіоні позитивної практики органічного виробництва може бути досягнуто шляхом підтримки фермерства, зайнятого та/або орієнтованого на органічне виробництво шляхом фінансової підтримки у рамках державних та обласних цільових програм розвитку агропромислового комплексу, а також реалізації інвестиційних проєктів інтенсивних технологій максимальної переробки органічної сільськогосподарської продукції, чому сприятимуть виконання одного з завдань оперативної цілі 1.1. цієї стратегічної цілі, та комплексних проєктів регіонального розвитку, на які можуть бути залучені кошти державного фонду регіонального розвитку, міжнародної технічної допомоги та кошти ЄС у рамках реалізації окремих пілотних ініціатив тощо. Також передбачається налагодження тісної комунікації органів влади з бізнесом цього спрямування для обміну інформацією та сприяння участі представників цього сектору виробництва у форумах, виставкових заходах, ярмарках українського рівня та зарубіжних, якщо такі проводитимуться.

Невеликі органічні господарства мають недостатню фінансову спроможність для впровадження інновацій. В подальшому на базі таких вертикально інтегрованих господарств можливе формування органічного кластеру, що є одним із завдань оперативної цілі 1.1. Органічне виробництво – це широке застосування інноваційних технологій тому одним із важливих завдань визначено налагодження тісної взаємодії виробників органічної продукції з наукою з метою пошуку нових шляхів глибокої і різносторонньої їх інтеграції. Для широкого впровадження інноваційних розробок в органічному виробництві важливого значення набуває формування нового профілю компетенцій.

Для роботи у таких господарствах і на таких виробництвах необхідні спеціалісти нової формації, що означає необхідність їх підготовки та перепідготовки відповідно до вимог ведення органічного сільського господарства та виробництва органічних продуктів харчування. Тому цифровізація технологічних процесів у секторі органічного виробництва шляхом впровадження розробок науковців та ІТ-компаній дозволить трансформувати його з конкурентоздатної точки регіональної економіки в регіональну смартспеціалізацію.

8.2 Мета і завдання роботи; об'єкти і методи досліджень та аналізів

Актуальність дослідження

Сучасний аграрний сектор Житомирщини перебуває під впливом низки системних викликів:

Глобальні ринкові тенденції: Зростання світового попиту на олійні та бобові культури.

Внутрішні економічні чинники: Необхідність підвищення рентабельності виробництва та ефективності використання земельних ресурсів.

Зовнішні шоки (після 2022 р.): Логістичні обмеження експорту та ризику, що призводять до необхідності адаптації сівозмін та пошуку більш високомаржинальних культур.

Предмет та мета дослідження

Предметом цього дослідження є динаміка та структура посівних площ сільськогосподарських культур у підприємствах (великий агробізнес) та фермерських господарствах (малий та середній бізнес) Житомирської області за період 2015–2024 роки.

Метою є комплексний аналіз структурних зрушень у використанні земельного фонду та обґрунтування економічних, технологічних і зовнішніх чинників, що визначають ці зміни, з акцентом на структурну трансформацію від традиційних зернових до високорентабельних олійних і бобових культур.

8.3 Результати дослідження

Регіональний агросектор характеризується двосекторною моделлю:

Підприємства (агрохолдинги): Домінують за загальними обсягами посіву, забезпечуючи основний товарний експорт і концентруючись на великих площах.

Фермерські господарства: Демонструють високу гнучкість та відносно швидкі темпи зростання посівів під новими, ринково-орієнтованими культурами.

Таким чином, дослідження динаміки посівних площ дозволить не лише кількісно оцінити зміни, а й виявити адаптивний потенціал аграрного сектору Житомирської області до сучасних викликів, що є основою для розробки ефективної регіональної аграрної політики.

У структурі посівних площ підприємств Житомирської області домінують такі культури:

Соя: Протягом всього періоду займає значні площі. Спостерігається певна стабілізація та суттєве зростання у 2024 році (з 17,7 тис. га у 2023 до 23,9 тис.

га у 2024), що може свідчити про інтерес до цієї високомаржинальної культури або зміну сівозміни.

Пшениця: Є однією з ключових зернових культур, хоча площі коливаються (10,6 тис. га у 2015 до 13,1 тис. га у 2024, з піком 17,9 тис. га у 2022).

Таблиця 8.1 – Посівні площі зернових культур в підприємствах Житомирської області

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Соняшник	59,8	83,4	97,9	132,4	105,3	129,4	141,6	171,4	127,3	121
Гірчиця		1,3	0,9	2,3	2,3	0,4	0,3	1,1	3	0,6
Соя	169,5	133,5	145,6	140,2	147,6	117,1	109,8	176,1	136,9	212,4
Кукурудза	139,1	138,5	132,2	148,2	189,8	231,9	256,3	183,7	193,6	202,3
Гречка	5,5	9	17,2	10,8	4,3	6,4	7,3	14,3	10,6	6,1
Пшениця	99,3	103,9	103,4	117,9	116,3	118,4	131	122,6	95,7	87,3
Сорго		1,2	6			0,9	0,5			
Жито	10,3	14	24,2	17,6	9,1	10,8	14,9	8,8	6,9	4,8
Просо	3	3	4	4	6,3	10,1	4,5	1,7	5,2	8,1
Ріпак	19	11,9	23,6	38,8	45,5	48,3	40,8	46	40,5	40,5
Льон олійний	1,7	2,8	2,8	1	0,4				2,7	2,5
Ячмінь	16,7	19,8	16,3	17,2	16,9	14	20,6	15,6	12,2	11,7
Зернобобові	5,5	8,4	15,1	13,9	7,3	7,4	4	2,7	6,8	9,6
Овес	11,3	13,8	11,8	13	9,4	12,4	9,2	9,8	9,3	12,1

Таблиця 8.2 – Посівні площі зернових культур в фермерських господарствах Житомирської області

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ріпак	0,7	0,4	0,5	2,7	3,2	4,4	3,6	5,2	6,6	4
Пшениця	10,6	11,6	12,2	15,4	15,7	16,6	17,3	17,9	15,4	13,1
Жито	1,2	1,8	3,3	2,5	1,4	2,5	3	1,8	1,7	0,7
Овес				2,6	2,3	2,2	2,1	1,4	1,6	2,4
Соя	14,3	14	15,8	15,4	15,6	15,6	13,4	15,9	17,7	23,9
Гречка	1,4	1,8	2,8	2,2	0,9	1	1,9	1,6	1,9	1,1
Просо	0,4	0,3	0,3	0,5	0,7	1,2	0,5	0,4	0,5	0,2
Сорго						0				
Гірчиця				0,1	0,4	0,2		0	1,1	0,1
Зернобобові	0,7	0,7	1,2	1,2	0,7	0,9	0,4	0,4	0,4	0,9
Ячмінь	3,3	4	3,8	3,7	4,1	3,6	4,3	3,3	3	2,7
Кукурудза	7,1	8,4	11,2	11,7	13,7	19,8	19,9	22,2	14,9	17,9
Соняшник	4,2	9,7	9,7	12,1	10,1	13	11,9	17	14,3	16,1

Кукурудза: Посівні площі демонструють виражений тренд до зростання у період 2015-2022 років, досягаючи 22,2 тис. га у 2022 році, з подальшим падінням у 2023 році та відновленням у 2024 році (17,9 тис. га). Це є світовою тенденцією, але також може відображати попит на експорт.

Ріпак озимий: Показує найбільш стрімке відносне зростання площ, особливо після 2018 року, досягнувши 6,6 тис. га у 2023 році. Зменшення у 2024 році (4 тис. га) може бути наслідком погодних умов або проблем зі збутом/логістикою.

Соняшник: Площі під соняшником зросли з 4,2 тис. га у 2015 до 16,1 тис. га у 2024, що відображає його економічну привабливість.

Спостерігається орієнтація на високомаржинальні культури (соя, соняшник, ріпак, кукурудза) з поступовим зменшенням частки традиційних круп'яних (гречка, просо, жито).

Підприємства обробляють значно більші площі порівняно з фермерськими господарствами .

Соняшник: Є беззаперечним лідером за площею, демонструючи значне зростання з 59,8 тис. га у 2015 до 121 тис. га у 2024 році. Пік припав на 2022 рік (171,4 тис. га).

Соя: Показує найбільшу площу посіву у 2024 році – 212,4 тис. га, що є історичним максимумом за аналізований період.

Кукурудза: Також займає значні площі з піковим значенням 256,3 тис. га у 2021 році, зменшуючись у подальші роки, але залишаючись на високому рівні (202,3 тис. га у 2024 році).

Пшениця: Площі коливаються в діапазоні 87,3-131 тис. га, що підтверджує її стратегічне значення.

Ріпак озимий: Демонструє стабільне зростання площ до 2022 року, що свідчить про його включення до ефективної сівозміни.

Підприємства є основним виробником товарних культур у регіоні, із сильною орієнтацією на експортно-орієнтовані та високорентабельні культури (Соняшник, Соя, Кукурудза).

Аналіз динаміки змін у структурі посівних площ на території України вимагає комплексного підходу, що враховує вплив як внутрішніх економічних, так і зовнішньополітичних факторів. Особливо критичним для розуміння сучасної ситуації є вплив подій, які почалися після 2022 року, оскільки вони суттєво трансформували аграрну галузь країни. Економічні фактори значно визначають вибір аграріїв щодо орієнтації на певні культури. Наприклад, фактор рентабельності та стабільного світового попиту суттєво підтримує зростання площ під олійними культурами, такими як соняшник, ріпак і соя. Високий рівень доходності цих культур у поєднанні зі сталим попитом на продукти їх переробки (олії та шроти) створюють стимули для агровиробників розширювати обсяги їх вирощування. Крім того, кукурудза залишається популярною культурою завдяки своїй високій технологічності та потенційно високій врожайності, що забезпечило їй домінуючі позиції у структурі посівів до 2022 року.

Однак період з 2022 по 2024 рік приніс радикальні зміни, значною мірою обумовлені логістичними обмеженнями. Блокування морських портів у 2022 році суттєво вплинуло на можливості експорту сільськогосподарської продукції, що, своєю чергою, визначало доцільність вирощування тієї чи іншої культури. Як наслідок, площі під кукурудзою скоротилися, оскільки ця культура характеризується великою фізичною масою, високими витратами на зберігання та транспортування. У той же час культура сої отримала значний поштовх для розширення посівних площ завдяки її вищій вартості за одиницю маси та меншій залежності від логістики. Це дозволило сої встановити рекордні показники, досягнувши 212,4 тисячі гектарів у фермерських господарствах станом на 2024 рік. Зовнішні фактори після 2022 року також внесли вагомий внесок у трансформацію аграрного сектору. Наприклад, військові дії та питання безпеки стали вирішальними для доступності сільськогосподарських земель. Значна кількість площ в Україні виявилася забрудненою або тимчасово окупованою, що суттєво обмежило їх використання у період 2022-2024 років. Однак відносно безпечні регіони, такі як Житомирська область, стали тиловою

базою для розширення посівів. Саме тут спостерігалось переорієнтування на ярі культури через ризики обробітку озимих (наприклад, пшениці та ріпаку озимого) у зв'язку із небезпеками під час посіву чи перезимівлі.

Слід також врахувати роль державної політики у підтримці продовольчої безпеки. Завдяки заходам державної підтримки вдалося частково утримати посівні площі під стратегічно важливими культурами, такими як пшениця чи жито, незважаючи на складну економічну ситуацію в країні. Подібні заходи допомагають зберігати баланс між економічною доцільністю та забезпеченням продовольчої стабільності в контексті тривалих кризових умов.

Таблиця 8.3 – Динаміка зміни посівних площ підприємств зерновими культурами у Житомирській області

Культура	2015 (тис. га)	2024 (тис. га)	Середньорічний приріст	Обґрунтування
Соняшник	59,8	121	+8,19%	Висока рентабельність. Значне та стабільне нарощування площ.
Соя	169,5	212,4	+2,53%	Домінує за площею. Зростання у 2024 р. підтверджує її стратегічну важливість на фоні логістичних обмежень.
Кукурудза	139,1	202,3	+4,26%	Стійке зростання, незважаючи на падіння після піку 2021 р. (256,3 тис. га).
Пшениця	99,3	87,3	-1,45%	Негативна динаміка. Можливе витіснення олійними культурами та перехід до озимих сортів із більшими ризиками.
Жито	10,3	4,8	-8,14%	Різке падіння. Свідчить про втрату економічної привабливості традиційної культури.
Ріпак озимий	19,0	40,5	+8,78%	Найбільш динамічний приріст серед основних культур. Високий попит на біопаливо та олію.

Таким чином, аналізуючи динаміку змін у посівних площах, важливо враховувати багатофакторний характер цих змін. Поєднання економічних впливів, логістичних і безпекових обмежень разом із державними заходами

створюють складну картину адаптації українського агропромислового сектора до нових реалій.

Підприємства демонструють більш виражене та різке структурне зміщення, орієнтуючись на найбільш рентабельні культури.

Сектор підприємств Житомирської області активно проводить інтенсифікацію та диверсифікацію виробництва, концентруючись на олійних культурах (соняшник, ріпак) та сої, за рахунок скорочення площ під традиційними зерновими (пшениця, жито).

Підприємства демонструють більш виражене та різке структурне зміщення, орієнтуючись на найбільш рентабельні культури.

Таблиця 8.4 – Динаміка зміни посівних площ фермерськими господарствами зерновими культурами у Житомирській області

Культура	2015 (тис. га)	2024 (тис. га)	Середньорічний приріст	Обґрунтування
Соняшник	4,2	16,1	+16,06%	Найвищий CAGR! Підтверджує швидку адаптацію та зацікавленість ФГ у цій культурі.
Пшениця	10,6	13,1	+2,38%	Позитивна, але помірна динаміка. Зберігається як важлива для продовольчої безпеки та сівозміни.
Кукурудза	7,1	17,9	+10,87%	Високий приріст. Показує, що ФГ також активно впроваджують цю культуру, але з меншими абсолютними обсягами ніж підприємства.
Соя	14,3	23,9	+5,87%	Стабільний, високий приріст. Свідчить про зростання довіри ФГ до сої.
Ріпак озимий	0,7	4,0	+21,39%	Екстремальний приріст! Свідчить про швидке усвідомлення ФГ високої маржинальності ріпаку.

Фермерські господарства, хоча і мають менші загальні площі, демонструють схожу, але більш обережну реакцію на ринкові зміни. Фермерські господарства демонструють вищу гнучкість та швидший темп зростання площ під високомаржинальними культурами (ріпак озимий, соняшник, кукурудза) порівняно з підприємствами).

Посівні площі під зерновими культурами в фермерських господарствах і підприємствах в залежності від розмірів угідь

Домінування великого бізнесу у сфері сільськогосподарського виробництва зернових є очевидним, що підтверджується аналізом площ і структур їх використання.

Концентрація площ. Основна частка посівних площ зернових культур перебуває у розпорядженні великих підприємств.

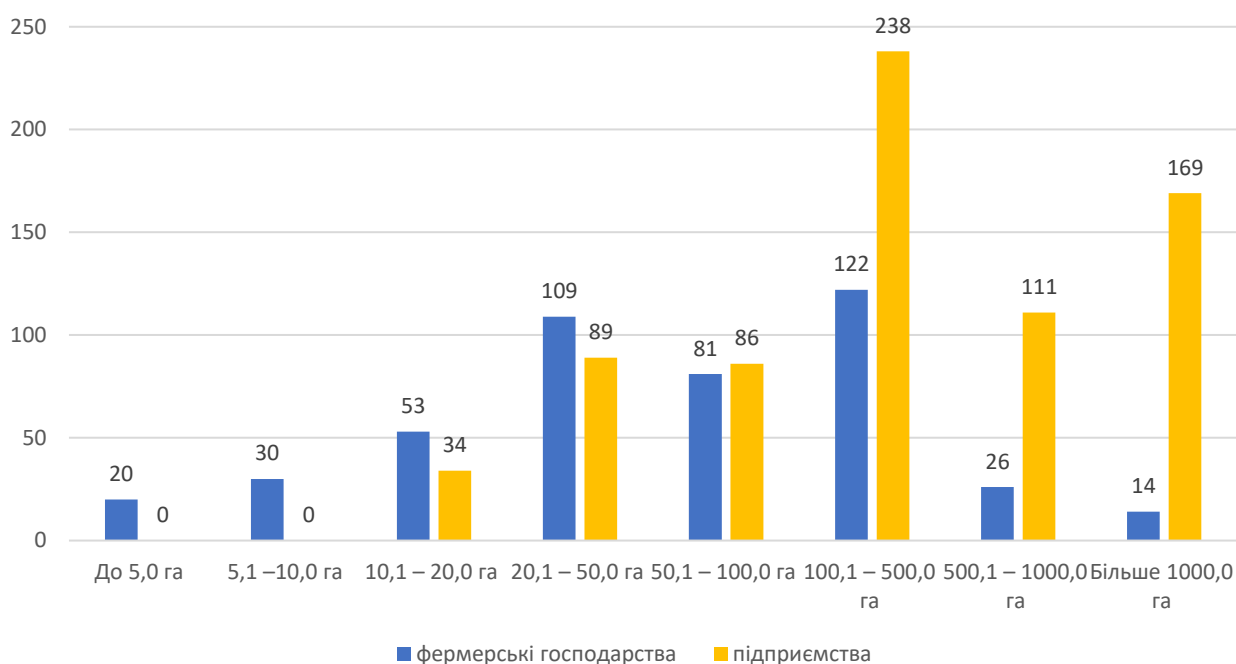


Рисунок 8.1 – Посівні площі під зерновими культурами в фермерських господарствах і підприємствах в залежності від розмірів угідь

Пікові площі спостерігаються у господарствах з угіддями 100,1–500,0 га (близько 240 тис. га) та у категорії понад 1000 га (приблизно 170 тис. га). Інтенсивний характер виробництва свідчить, що такі підприємства мають фінансові можливості для впровадження передових технологій, використання якісного насіння, засобів захисту рослин та добрив. Це типово для великих агрохолдингів в Україні.

Середня категорія (500,1–1000,0 га) також вирізняється значним обсягом посівних площ (приблизно 110 тис. га), що демонструє високу ефективність

середніх та великих господарств. Роль фермерських господарств у середніх категоріях площ. Фермерські господарства є ключовими гравцями у середньому сегменті. Найбільші площі посівів у ФГ припадають на категорії 100,1–500,0 га (близько 120 тис. га) і 20,1–50,0 га (приблизно 105 тис. га). - Ця структура вказує на поєднання традиційної спеціалізації на вирощуванні зернових і прагнення досягнення економічної ефективності через оптимальний розмір угідь.

Малі та надвеликі площі. У виробництві зернових спостерігається окрема динаміка для найменших і найбільших категорій площ.

Малі фермерські господарства (до 20 га) є майже єдиними суб'єктами у цій категорії, оскільки для великих підприємств обробляти такі невеликі ділянки нерентабельно.

Надвеликі площі (понад 1000 га) повністю перебувають під контролем великих підприємств, відображаючи тенденцію до укрупнення агробізнесу.

Висновки

Розмір угідь як визначальний фактор Структура використання посівних площ прямо залежить від їхнього розміру. Великі підприємства зосереджують основний обсяг виробництва зерна на значних територіях.

Дисбаланс у структурі обсягів. Загальна посівна площа зернових культур підприємств значно перевищує аналогічний показник фермерських господарств, що підкреслює провідну роль великих агробізнесів у забезпеченні ринку товарним зерном.

Потенціал фермерських господарств. Хоча їхні абсолютні площі менші, значна частина землі у ФГ зосереджена в категорії 20,1–500,0 га. Цей сегмент є стратегічно важливим для підтримки регіональної стійкості сільського господарства і реалізації сівозміни.

Поточне дослідження чітко демонструє перевагу великих підприємств у виробництві зерна та водночас вказує на потенціал малих і середніх фермерських господарств у подальшому розвитку аграрного сектора.

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 ефективний 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 ($Ч_{TM}$):

$$Ч_p^o = ПЗ \times Ч_{TM}, \text{ осіб.} \quad (9.1)$$

Додаткова чисельність основних працюючих в нашому випадку дорівнюватиме (при $Ч_{TM} = 0,55$):

$$Ч_p^o = 10 \times 0,55 = 5,5 \text{ осіб, приймаємо 6 осіб}$$

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:

$$Ч_p^d = 6 \times 0,25 = 1,5 \text{ осіб, приймаємо 2 особи}$$

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:

$$Ч_p = 6 + 2 = 8 \text{ осіб.}$$

Дані про структуру і чисельність працівників проектуемого підприємства зводять у табл. 9.1.

Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.4			
Розробив		Загороднюк А.П.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 10 тис. т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					103	13
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

На основі такого підходу розрахуємо сумарну чисельність всіх працюючих – робітників і адміністративного персоналу проєктуємого елеватору складає 10 людей.

Таблиця 9.1 – Структура чисельності працівників

Категорії чисельності працівників	Питома вага, %	Кількість, осіб
Робітники (основні та допоміжні)	80	8
Керівники, фахівці	20	2
ВСЬОГО	100	10

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./партия 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, Оріп ^Н , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, Трп, грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, Оріп, тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	10	-	
- ранніх культур:	6	-	
<i>власного, в тому числі:</i>	3	-	
- пшениця	2	132,8	265,6
- ячмінь	1	132,8	132,8
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	3		0
- пшениця	2	172,6	345,2
- ячмінь	1	172,6	172,6
- пізніх культур:	4		0
<i>власного, в тому числі:</i>	2		0
- кукурудза	2	132,8	265,6
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	2		0
- кукурудза	2	172,6	345,2

Відпуск зерна на автомобільний , в тому числі:	10	--	
- ранніх культур:	6	-	
<i>власного, в тому числі:</i>	3	-	
- пшениця	2	166,0	332
-ячмінь	1	166,0	166
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	3	-	
- пшениця	2	215,8	431,6
-ячмінь	1	215,8	215,8
- пізніх культур:	4	-	
<i>власного, в тому числі:</i>	2	-	
- кукурудза	2	166,0	332
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	2	-	
- кукурудза	2	215,8	431,6
Зберігання зерна (Є _{ел} x 330 діб): в тому числі:	3300	-	
<i>власного</i>	1650	4,0	6600
<i>поклажодавця</i>	1650	5,2	8580
Очищення зерна:		-	
<i>власного</i>	5	29,9	149,5
<i>поклажодавця</i>	5	38,8	194
Сушіння зерна ранніх культур:		-	
від вологості 17 % до 14 %	1,5	-	
<i>власного</i>	0,75	33,2	24,9
<i>поклажодавця</i>	0,75	43,2	32,4
від вологості 22 % до 14 %:	1	-	
<i>власного</i>	0,5	33,2	16,6
<i>поклажодавця</i>	0,5	43,2	21,6
Сушіння зерна пізніх культур		-	
від вологості 17 % до 14 %	0,8	-	
<i>власного</i>	0,4	33,2	13,3
<i>поклажодавця</i>	0,4	43,2	17,3
від вологості 22 % до 14 %:	1,2	-	
<i>власного</i>	0,6	33,2	19,9
<i>поклажодавця</i>	0,6	43,2	25,9
Всього	-	-	19131,4
- власного	-	-	8318,2
- поклажодавця	-	-	10813,2

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:

$$T_{\Pi} = A_{\text{пр}} / E_{\text{т}}, \text{ од.}, \quad (9.5)$$

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 20 тонн.

$$T_{\Pi} = 10000 / 20 = 500 \text{ одиниць (аналізів).}$$

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

$$T_{\text{вп}} = 10000 / 20 = 500 \text{ од.}$$

Загальну кількість аналізів, що потрібно провести на даному елеваторі протягом року при прийманні та відпуску зерна ($\Sigma T_{\text{лаб}}$) розраховуємо за формулою:

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (T_{\Pi} + T_{\text{вп}}) \times 1,10, \text{ од.}, \quad (9.7)$$

де 1,10 – коефіцієнт, що враховує додатковий 10% -ний резерв на випадок повторення аналізів.

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (500 + 500) \times 1,10 = 1100 \text{ од.},$$

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 :

$$N_{\text{пс}} = 330 \times \Pi_{\text{пд}}, \text{ од.}, \quad (9.9)$$

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:	1,100	-	-
- власного	0,550	961,1	528,6
- поклажодавця	0,550	1249,5	687,2
Оформлення складського свідоцтва:	0,990	-	
- власного	0,495	87,6	43,4
- поклажодавця	0,495	113,9	56,4
Всього, в тому числі:	-	-	1315,6
- власного зерна	-	-	572,0
- зерна поклажодавця	-	-	743,6

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства як при здійсненні різних операцій з зерном, так і при виконанні послуг лабораторією дорівнюватиме **20447** 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:	19131,4
- власного зерна	8318,2
- зерна поклажодавця	10813,2
Послуги лабораторії, всього в тому числі:	1315,6
- власного зерна	572,0
- зерна поклажодавця	743,6
Всього	20447
- власного зерна	8890,2
- зерна поклажодавця	11556,8

9.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік

На першому етапі розраховують собівартість одиниці кожного виду робіт та послуг за наступною формулою:

$$C_{p}^{OD} = T_{PI} / (1 + P), \text{ грн}, \quad (9.10)$$

де T_{PI} – 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:

$$C_{PP} = \sum(O_{PI}^H \times C_{p}^{OD}), \text{ тис. грн}, \quad (9.11)$$

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_{PI}^H , тис. тонн	Собівартість од. робіт та послуг, C_{p}^{OD} , грн/тонну	Собівартість річного обсягу робіт та послуг, C_{PP} , тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	10	-	
- ранніх культур:	6	-	
власного, в тому числі:	3	-	
- пшениця	2	132,8	265,6
- ячмінь	1	132,8	132,8
поклажодавця, в тому числі:	3		0
- пшениця	2	132,8	265,6
- ячмінь	1	132,8	132,8
- пізніх культур:	4		0
власного, в тому числі:	2		0

- кукурудза	2	132,8	265,6
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	2		0
- кукурудза	2	132,8	265,6
Відпуск зерна на автомобільний , в тому числі:	10	--	
- <i>ранніх культур:</i>	6	-	
<i>власного, в тому числі:</i>	3	-	
- пшениця	2	166,0	332
-ячмінь	1	166,0	166
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	3	-	
- пшениця	2	166,0	332
-ячмінь	1	166,0	166
- <i>пізніх культур:</i>	4	-	
<i>власного, в тому числі:</i>	2	-	
- кукурудза	2	166,0	332
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	2	-	
- кукурудза	2	166,0	332
Зберігання зерна (Є _{сел} x 330 діб): в тому числі:	3300	-	
<i>власного</i>	1650	4,0	6600
<i>поклажодавця</i>	1650	4,0	6600
Очищення зерна:		-	
<i>власного</i>	5	29,9	149,5
<i>поклажодавця</i>	5	29,9	149,5
Сушіння зерна <i>ранніх культур:</i>		-	
від вологості 17 % до 14 %	1,5	-	
<i>власного</i>	0,75	33,2	24,9
<i>поклажодавця</i>	0,75	33,2	24,9
від вологості 22 % до 14 %:	1	-	
<i>власного</i>	0,5	33,2	16,6
<i>поклажодавця</i>	0,5	33,2	16,6
Сушіння зерна <i>пізніх культур</i>		-	
від вологості 17 % до 14 %	0,8	-	
<i>власного</i>	0,4	33,2	13,3
<i>поклажодавця</i>	0,4	33,2	13,3
від вологості 22 % до 14 %:	1,2	-	
<i>власного</i>	0,6	33,2	19,9
<i>поклажодавця</i>	0,6	33,2	19,9
Лабораторний аналіз зерна, од./рік:	1,100	-	
- <i>власного</i>	0,550	961,1	528,6
- <i>поклажодавця</i>	0,550	961,1	528,6
Оформлення складського свідоцтва:	0,990	-	
- <i>власного</i>	0,495	87,6	43,4
- <i>поклажодавця</i>	0,495	87,6	43,4
Всього	-	-	17780,3
- власного	-	-	8890,2
- поклажодавця	-	-	8890,2

9.5 Розрахунок прибутку

Прибуток від реалізації робіт та послуг (Π_P) нового елеватора визначають за формулою:

$$\Pi_P = \Sigma O_{RP} - \Sigma C_{P^P}, \text{ тис. грн,} \quad (9.12)$$

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:

$$\Pi_P = 20447 - 17780,3 = 2666,7 \text{ тис. грн.}$$

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 Житомирській області середня ціна купівлі складає 8241 грн за 1 тонну зерна у 2025 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:

$$\Sigma C_{P^B} = 5 \times 8241 / 1,3 = 31696,2 \text{ тис. грн.}$$

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.

$$П_{р^B} = 5 \times 8241 - 3696,2 = 9508,8 \text{ тис. грн.}$$

В результаті, загальний (балансовий) прибуток підприємства (П) дорівнюватиме:

$$П = П_{р} + П_{р^B}, \text{ тис. грн.} \quad (9.15)$$

Підставимо у формулу (9.15) значення:

$$П = 2666,7 + 9508,8 = 12175,5 \text{ тис. грн.}$$

Чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства (ЧП):

$$ЧП = П - П \times СтП, \text{ тис. грн,} \quad (9.16)$$

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:

$$ЧП = 12175,5 - 0,18 \times 12175,5 = 9983,9 \text{ тис. грн.}$$

9.6 Розрахунок інвестицій

У загальному вигляді суму інвестицій (капітальних вкладень) визначають за формулою:

$$I = I_{\text{буд}} + I_{\text{уст}} + T + M + V_{\text{н}} + V_{\text{з}} + D - L + \Delta OK, \text{ тис. грн.,} \quad (9.17)$$

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;

$V_{\text{н}}$ – невраховані витрати (10-15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

$V_{\text{з}}$ – 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:

$$I = ПЗ \times I_{\text{ПИТ}}, \text{ грн.}, \quad (9.18)$$

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 ($I_{\text{ПИТ}}$) прийемо на рівні 3080,0 грн на тонну місткості міні-елеватору

В результаті інвестиції на будівництво дорівнюватимуть:

$$I = 10 \times 3080 = 30800 \text{ тис. грн}$$

9.7 Розрахунок рентабельності інвестицій

Рентабельність інвестицій на будівництво нового елеватору знаходять за формулою:

$$R = (\text{ЧП} : I) \times 100, \%, \quad (9.19)$$

$$R = (9983,9 : 30800) \times 100 = 32,4 \%$$

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.

$$T = 30800 / 9983,9 = 3,1 \text{ роки.}$$

Строк окупності інвестицій у будівництво нового елеватору дорівнює 3,1 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	10
2.	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн	20447
3.	Чисельність працівників, осіб	10
4.	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу (п. 2 : п. 3)	2044,7
5.	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн	17780,3
6.	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн (п.2-п.5)	2666,7
7.	Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн	9508,8
8.	Чистий прибуток, тис. грн ((п. 6+п.7) x 0,82)	12175,5
9.	Інвестиції, тис. грн	30800
10.	Строк окупності інвестицій, роки	3,1
11.	Рентабельність інвестицій, %	32,4

Висновки

Виявлений в Житомирській області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна робить доцільним будівництво нового міні-елеватора місткістю 10 тис. тонн.

Впровадження цього проєкту дасть можливість отримати річний обсяг реалізації робіт та послуг у розмірі 20447 тис. грн, при цьому собівартість складатиме 17780,3 тис. грн. Необхідна чисельність працівників – 10 осіб, а середньорічний обсяг реалізації на одного працівника дорівнює 2044,7 тис. грн/особу, що свідчить про високу продуктивність праці на підприємстві.

Прибуток від наданих робіт та послуг за рік дорівнюватиме 2666,7 тис. грн, а прибуток від продажу власного зерна – 9508,8 тис. грн. Загальний чистий прибуток у сумі 12175,5 тис. грн дозволяє окупити необхідні для будівництва інвестиції в розмірі 30800 тис. грн протягом 3,1 року (що значно менше нормативного терміну окупності для таких об'єктів) з рентабельністю інвестицій 32,4 %.

При будівництві нового міні-елеватора створюються нові робочі місця, а компактні масштаби об'єкта мінімізують вплив на довкілля, що забезпечує позитивний соціальний та екологічний ефекти.

Все це свідчить про господарську необхідність і високу економічну ефективність запропонованого проекту будівництва нового міні-елеватора місткістю 10 тис. тонн.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено проєкт будівництва сучасного міні-елеватора місткістю 10 тис. тонн у Житомирській області. За результатами проведеного дослідження та проєктування можна зробити наступні висновки:

Аналіз посівних площ Житомирської області підтвердив стабільне зростання обсягів виробництва зернових та зернобобових культур. Створення потужностей зі зберігання в даному регіоні є стратегічно важливим для зменшення втрат урожаю та забезпечення незалежності місцевих господарств від великих елеваторних мереж.

2. Технологічна ефективність та обладнання

Проєктом передбачено 5 основних технологічних ліній (приймання, очищення, сушіння, зберігання та відвантаження). Ключові показники ефективності основної норії свідчать про збалансованість системи:

Коефіцієнт використання за часом демонструє оптимальну завантаженість обладнання без критичних простоїв під час сезону.

Коефіцієнт використання за продуктивністю підтверджує, що обрана потужність обладнання повністю відповідає вхідному потоку зерна, створюючи необхідний технічний запас.

Застосування зерносушарки Petkus DU 15 дозволяє оперативно обробляти вологе зерно, що критично для кліматичних умов Полісся.

Проєкт характеризується високою інвестиційною привабливістю:

При загальних інвестиціях у 30,8 млн грн, чистий прибуток складає 12,17 млн грн/рік. Рентабельність інвестицій (32,4%) та термін окупності 3,1 року свідчать про фінансову стійкість об'єкта. Високий показник виробітку на одного працівника (2044,7 тис. грн/особу) підтверджує ефективність автоматизації.

Розроблена система знепилення на місцях пересипів та завантаження суттєво знижує вибухопожежонебезпеку та покращує умови праці.

Використання сучасних приводів та автоматизованої системи керування (АСУ ТП) дозволяє мінімізувати питомі витрати електроенергії на тонну переробленого зерна.

Компоновка об'єктів на генплані забезпечує оптимальну логістику транспорту та дотримання санітарно-захисних зон.

Будівництво міні-елеватора створює нових робочих місць та стимулює розвиток суміжних галузей регіону, сприяючи наповненню місцевого бюджету через податкові відрахування.

Результати роботи підтверджують повну господарську необхідність та високу економічну ефективність запропонованого проєкту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Понад 15% зерносовищ Україна втратила внаслідок війни [Електронний ресурс] / <URL: <https://agrotimes.ua/elevator/ponad-15-zernoshovyshh-ukrayina-vtratyla-vnaslidok-vijny/>>
2. В Україні дефіцит елеваторів. Чи буде куди складати новий врожай? [Електронний ресурс] / <URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/v-ukraini-deficit-elevatoriv-ci-bude-kudi-skladati-novij-vrozaj>>
3. Практикум «Елеватор-2022: формула успіху» [Електронний ресурс] / <URL: <https://www.grainexpo.com.ua/praktikum-elevator-2022-formula-efektivnosti-2/>>
4. Агробізнес-Україна [Електронний ресурс] / <URL: <https://agrobusiness.com.ua/maiemo-dopomahaty-ahrariiam-operatyvno-vyrishuvaty-problemu-z-nestacheiu-elevatornykh-potuzhnosti>>
5. Особливості зберігання зерна в різних типах зерносовищ [Електронний ресурс] / <URL: <http://voldpss.gov.ua/viewNews/osoblyvosti-zberihannia-zerna-v-riznykh-typakh-zerno/>>
6. Міні елеватор – майбутнє прогресивного фермерства [Електронний ресурс] / <URL: <https://gmt.net.ua/novini/fermerskiy-mini-elevator-2/>>
7. Від ідеї до інновації [Електронний ресурс] / <URL: <https://mindthegraph.com/blog/uk.ua>>
8. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах у 2018 році [Електронний ресурс] / дані Державної служби статистики України // <URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>>
9. Аналітика ринків [Електронний ресурс] / <URL: <https://pro-consulting.ua/ua>>
10. Зерно і хліб / О. І. Рибалка // Енциклопедія Сучасної України. Редкол. : І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2010. – [Електронний ресурс] / <URL: <https://esu.com.ua/article-16044>>
11. Методичні вказівки до виконання практичних занять з курсу «Проектування підприємств галузі з КП» для студентів, що навчаються за освітньо-професійною

програмою «Технології зберігання і переробки зерна» бакалаврів спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології» денної і заочної форм навчання /Уклад.: Л.Д.Дмитренко. – Одеса: ОНАХТ, 2021 р. – 71 с.

12. Монтік П.М., Штепа Є.П. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Енергозабезпечення та енергозбереження». Одеса:ОНАХТ, 2008. 15 с.

13. Монтік П.М. Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник. - Львів:”Новий світ-2000”, 2007. 500 с.

14. 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. – 2014р. – с. 130

15. Інженерні рішення для знепилювання на комбікормових заводах Литвиненко А.Г. Дніпро, – 2019. – 176 с.

16. AgroTimes.. Ключовий елемент технології [Електронний ресурс] / <URL: <https://agrotimes.ua/article/aspiracziya-na-elevatori-klyuchovyj-element-tehnologiyi/>>

17. Основи аспіраційних систем [Текст] Кравченко Д.М. Київ, 2017. 156 с.

18. Зінич П. Л. Вентиляція громадських будівель : навч. посіб. / П. Л. Зінич. К. : КНУБА, 2002. 256 с.

19. Деньгуб В.І., Голишев О.М., Задорожній С.І. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна механіка рідини та газу» Кривий ріг, – 2010. [Електронний ресурс] / <URL: <https://studfile.net/preview/7248392/>>

20. АГРО-СИМО-МАШБУД Сепаратор зерноочищувальний БСХ-50 [Електронний ресурс] / <URL: <https://simo.com.ua/ua/obladnannya/sitovozdushnyie-separatoryi/separator-bsh-150>>

21. Рекомендації щодо компонування та розрахунків аспіраційних установок [Електронний ресурс] / <URL: <https://www.metallum.com.ua/ua/blog/rekomendaczii-po-raschetu-aspiraczionnyix-ustanovok/rekomendaczii-po-komponovke-i-raschetam-aspiraczionnyix-ustanovok>>

22. Гапонюк О.І. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту "Вентиляційні установки" при проектуванні або реконструкції підприємств по збереженню і переробці зерна для студ.-дипломників спец. 6.051701 та 7.05170101 ден. та заоч. форм навчання [Електронний ресурс] / О.І. Гапонюк, Г.А. Гончарук, А.В. Уляницький. – О.: ОНАХТ, 2014. – 28 с. тексту.

23. АІР Україна КАТАЛОГ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ АІР [Електронний ресурс] <URL: https://xn--80a9y.com.ua/katalog_elektrodvigatelei_air/>

24. Сергієнко О.В. Проектування систем аспірації на промислових підприємствах, Одеса-Київ. – 2018. – 130 с.

25. Енергозбереження в системах вентиляції та аспірації Кравченко Д.М. Київ, – 2020. – 260 с.

26. Санітарні норми [Електронний ресурс] / <URL: <http://dnor.com.ua/>>

27. Охорона праці і пожежна безпека [Електронний ресурс] / <URL: <https://oppb.com.ua/articles/klasyfikaciya-nebezpechnyh-i-shkidlyvyh-vyrobnychyh-faktoriv>>

28. Пожежна безпека на підприємстві [Електронний ресурс] / <URL: <https://www.kadrovik1.com.ua/article/5176-pojejna-bezpeka-na-pdprimstv-2023>>

29. Комп'ютерні системи та мережі [Електронний ресурс] / <URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/>

30. Особливості зберігання зерна в різних типах зерносховищ [Електронний ресурс] / <URL: <http://voldpss.gov.ua/viewNews/osoblyvosti-zberihannia-zerna-v-riznykh-typakh-zerno/>>

31. Інфраструктура зберігання врожаю в Україні: оцінка збитків після вторгнення [Електронний ресурс] / <URL: <https://hub.conflictobservatory.org/portal/sharing/rest/content/items/0589e757d2a742bf8d826f10c643df7f/data>>

32. WFP at a Glance [Електронний ресурс] / <URL: <https://www.wfp.org/stories/wfp-glance>>

33. Ukraine's Crop Storage Infrastructure: Post-Invasion Impact Assessment [Електронний ресурс] / <URL: <https://hub.conflictobservatory.org/portal/apps/sites/#/home/pages/grain-1>>

34. Guardian News & Media Limited [Електронний ресурс] / <URL: <https://www.theguardian.com/global-development/2022/jun/17/united-nations-wfp-hell-on-earth-ukraine-war-russia>>

35. Стратегія розвитку Житомирської області на період до 2027 року https://dostup.org.ua/request/151104/response/445916/attach/4/2027.pdf?cookie_passthrough=1

36. Елеватори Житомирської області [Електронний ресурс] / <URL: https://dostup.org.ua/request/151104/response/445916/attach/4/2027.pdf?cookie_passthrough=1>

37. Мапа елеваторів України [Електронний ресурс] / <URL: <https://map.uub.com.ua/>>

38. Послуги з перевалки зернових вантажів [Електронний ресурс] / <URL: <https://ksterminal.at.ua/index/tarify/0-4>>

39. Курс валют [Електронний ресурс] / <URL: <https://kurs.com.ua>>

40. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту з курсу «Проектування підприємств галузі» зі спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології» ступінь бакалавр денної та заочної форм навчання/ Укладачі Г.М. Станкевич, Т.В. Страхова. — Одеса: ОНАХТ, 2018. — 52 с.

41. УСАП. Центр агроекспертизи [Електронний ресурс] / <URL: <https://lab.biz.ua/tsenovaia-polytyka/>>

42. Методичні вказівки до виконання розділів «Техніко-економічне обґрунтування», «Техніко-економічні показники» дипломного проекту на тему: «Будівництво нового елеватора» для студентів освітнього рівня «бакалавр» і «магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань «Виробництво та технології» освітніх програм «Технології зберігання і переробки зерна», «Кормова біоінженерія» денної та заочної форм навчання. / Укладачі: д.е.н., доц. Басюркіна

Н.Й., к.т.н., доц. Дмитренко Л.Д., к.е.н., доц. Свистун Т.В. – Одеса: ОНАХТ, 2019.
– 31 с.

43. 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.

44. Іщук С. І., Гладкий О. В. Техніко-економічні основи промислового виробництва : навч. посіб. Київ : Академія, 2011. 295 с