

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 9,0 тис. т в Київській обл.***

Здобувача

Назаренка Р.І.

(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 8.06.2026 р. протокол № 8

Завідувачка кафедри

ТЗіК

(назва кафедри)

(підпис)

Алла МАКАРИНСЬКА

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2026 рік

Одеський національний технологічний університет

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

Кафедра Технології зерна і комбікормів

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технології зберігання і переробки зерна»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри ТЗіК

Алла МАКАРИНСЬКА

« 01 » 12 2025 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Назаренка Родіона Івановича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 9,0 тис.т у Київській обл.»

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

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи _____

3. Вихідні дані роботи загальний об'єм приймання зерна 9000 т:раніх 6000 (4320 т пшениця та 1680 т ячмінь); пізніх 3000 (кукурудза 3000 т). Кількість вологого зерна: для ранніх культур: $\alpha_0 = 0,65$; $\alpha_1 = 0,13$, $\alpha_2 = 0,12$, $\alpha_3 = 0,10$; для пізніх культур: $\alpha_0 = 0,5$; $\alpha_1 = 0,15$, $\alpha_2 = 0,25$, $\alpha_3 = 0,10$; Період заготівель ранніх культур 30діб, період заготівель пізніх культур 40 діб; Загальний об'єм відпуску зерна на автомобільний транспорт 7000 т/рік. Число місяців відпускання зерна на а/т – 6 міс.; Тривалість відпускання зерна на а/т за місяць – 15 діб.; Тривалість відпускання зерна на а/т за добу – 16 год

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

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

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

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

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

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

7. Дата видачі завдання _____

Керівник _____

(підпис)

Соколовська О.Г

(прізвище, ім'я, по батькові)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Назаренко Р.І.

(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>28.05-6.06</i>	
16	<i>Затвердження роботи</i>	<i>8.06.2026</i>	
	<i>Захист</i>	<i>18.06-19.06.2026</i>	

Здобувач _____

(підпис)

Назаренко Р.І.

(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)

Назаренко Р.І.

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена розробці проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 9,0 тис. т у Київській області. Актуальність теми зумовлена необхідністю розвитку інфраструктури зберігання зерна, що є важливою складовою ефективного функціонування зернової галузі України. В умовах постійного зростання обсягів виробництва зернових культур та підвищення вимог до їх якості особливого значення набуває створення сучасних зернозберігальних підприємств, які забезпечують своєчасну післязбиральну доробку, надійне зберігання та ефективну логістику зерна.

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз стану зернового виробництва та інфраструктури зберігання зерна, обґрунтовано доцільність будівництва міні-елеватора місткістю 9,0 тис. т у Київській області. У технологічній частині виконано розрахунки обсягів робіт підприємства, визначено необхідну кількість і продуктивність основного технологічного та транспортного обладнання, призначеного для виконання операцій із приймання, очищення, сушіння, зберігання та відвантаження зерна.

Для зберігання зерна в проєкті передбачено використання металевих силосів, що забезпечують надійне та довготривале зберігання зернової продукції із збереженням її якісних показників. У роботі розроблено технологічну схему роботи підприємства, визначено основні маршрути руху зерна та відходів, виконано підбір основного технологічного обладнання та транспортних механізмів. Також розроблено генеральний план підприємства з розміщенням основних виробничих, допоміжних та складських будівель і споруд, транспортних комунікацій та інженерних мереж.

У роботі розглянуто питання енергозабезпечення підприємства, систем аспірації, що забезпечують очищення повітря від пилу під час технологічних процесів, а також питання охорони праці та безпеки виробництва. Значну увагу приділено забезпеченню безпечних умов праці, дотриманню вимог виробничої санітарії та пожежної безпеки.

У техніко-економічній частині роботи проведено розрахунки основних економічних показників функціонування підприємства, які підтверджують економічну доцільність реалізації проєкту. Результати розрахунків свідчать про ефективність будівництва міні-елеватора, що дозволить підвищити ефективність використання зернових ресурсів, зменшити втрати під час зберігання та покращити організацію післязбиральної доробки зерна.

Реалізація проєкту сприятиме розвитку інфраструктури зернового ринку Київської області, підвищенню ефективності діяльності сільськогосподарських підприємств та зміцненню економічного потенціалу аграрного сектору регіону.

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи складається зі 146 сторінок, містить 15 рисунків, 22 таблиці та список використаних джерел із 54 найменувань. Графічна частина представлена 7 аркушами формату А1.

Ключові слова: міні-елеватор, зерно, зберігання зерна, післязбиральна доробка, силоси, технологічне обладнання, зернова галузь, економічна ефективність.

ЗМІСТ

Вступ	8
Розділ 1 Стан проблеми і перспективи її вирішення	10
1.1 Літературний і патентний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми	10
1.2 Характеристика об'єкту	16
1.3 Мета і завдання проєкту	17
Розділ 2 Техніко-економічне обґрунтування	19
Розділ 3 Технологічна частина	26
Основні розрахункові положення	26
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	33
3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання	36
3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв	40
3.2 Обробка і зберігання відходів	41
3.3 Проєктування зерносховищ	47
3.4 Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані	48
3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП	51
3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів	54
3.7 Проєктування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз	55
3.8 Зведений графік роботи елеватора	60
3.8.1 Розрахунки до побудови зведеного графіка роботи міні-елеватора в першу зміну	60
3.8.2 Аналіз побудованого зведеного графіка і визначення	

узагальнених показників роботи основних норій.	64
3.8 Система управління роботою елеватора	67
Розділ 4 Енергозабезпечення та енергозбереження	71
4.1 Заходи для економії електроенергії і енергозбереження.	71
4.2 Розрахування активної потужність споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії	72
4.3 Розрахування повна потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності	72
4.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності	73
4.5 Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів	76
4.6 Вибір перерізу жил і марку кабелю	78
4.7 Річна витрата електроенергії та її вартість	79
Розділ 5 Аспірація елеватора	82
5.1 Мета і завдання аспіраційних установок елеваторів	82
5.2 Огляд основних методів розрахунку розгалужених аспіраційних мереж.	83
5.3 Особливості проектування аспіраційних установок відповідно елеваторів.	86
5.4 Проектування та установка пиловідділювачів за аеродинамічними показниками.	87
Розділ 6 Характеристика будівельних споруд	96
6.1 Опис генплану	96
6.2 Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору	99
Розділ 7 Охорона праці	103
7.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ)	103
7.2 Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ	106
7.3 Заходи щодо пожежної безпеки	108

7.4 Дії на елеваторах під час повітряної тривоги.	113
Розділ 8 Науково-дослідна частина	114
8.1 Стан питання	114
8.2 Мета і завдання роботи, об'єкти і методи досліджень та аналізів	117
8.3 Результати досліджень	118
Розділ 9 Техніко-економічні розрахунки (ТЕР)	125
9.1 Розрахунок чисельності працюючих	126
9.2 Розрахунок виробничої програми	127
9.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства	127
9.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік.	131
9.5 Розрахунок прибутку.	133
9.6 Розрахунок інвестицій	134
9.7 Розрахунок рентабельності інвестицій	135
9.8 Розрахунок строку окупності інвестицій	135
9.9 Основні техніко-економічні показники проекту	136
Висновки	138
Список літератури	140

ВСТУП

Зернова галузь є стратегічно важливою складовою агропромислового комплексу України, оскільки забезпечує продовольчу безпеку держави, формує значну частку валютних надходжень від експорту та відіграє важливу роль у розвитку сільських територій. Україна входить до числа провідних виробників і експортерів зернових культур у світі, що обумовлює необхідність постійного вдосконалення технологій виробництва, післязбиральної обробки та зберігання зерна. Ефективне функціонування зернового господарства значною мірою залежить від рівня розвитку інфраструктури зернового ринку, важливою складовою якої є елеваторні потужності.

У процесі виробництва зерна одним із найбільш відповідальних етапів є його післязбиральна доробка та зберігання. Неналежна організація цих процесів може призводити до значних втрат продукції, погіршення її якості та зниження економічної ефективності виробництва. Саме тому будівництво сучасних елеваторів, оснащених високопродуктивним технологічним обладнанням, є важливою умовою забезпечення стабільного розвитку зернової галузі.

Останніми роками поряд із великими елеваторними комплексами все більшого поширення набувають міні-елеватори, які характеризуються відносно невеликою місткістю, компактністю та можливістю розміщення безпосередньо в районах виробництва зерна. Такі об'єкти дозволяють значно скоротити транспортні витрати, оптимізувати логістичні процеси, підвищити оперативність приймання та доробки зерна, а також забезпечити його належне зберігання. Міні-елеватори є особливо актуальними для середніх і невеликих сільськогосподарських підприємств, які потребують власної зернозберігальної інфраструктури.

Київська область є одним із важливих аграрних регіонів України, де активно розвивається виробництво зернових культур, зокрема пшениці, кукурудзи, ячменю та інших культур. Зростання обсягів виробництва зерна

зумовлює підвищені вимоги до розвитку інфраструктури його зберігання та доробки. Наявність сучасних зерносховищ дає змогу забезпечити ефективну організацію технологічних процесів, зменшити післязбиральні втрати та підвищити якість продукції.

У зв'язку з цим актуальним є питання проектування та будівництва міні-елеваторів оптимальної місткості, які можуть ефективно обслуговувати локальні потреби аграрних підприємств. Розміщення таких об'єктів у безпосередній близькості до виробників зерна сприяє раціональному використанню матеріальних і транспортних ресурсів, підвищенню економічної ефективності зернового виробництва та розвитку регіональної зернової інфраструктури.

Отже, розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 9,0 тис. т у Київській області є актуальним завданням, спрямованим на вдосконалення системи зберігання зерна, підвищення ефективності функціонування зернового господарства та забезпечення стабільного розвитку аграрного сектору регіону.

Розділ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1 Літературний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми

Сучасний світовий ринок зерна набуває особливої значущості та актуальності, що безпосередньо пов'язано з масштабними глобальними викликами, які впливають на його стабільне функціонування і загальну продовольчу безпеку. Війна в Україні стала не лише каталізатором загострення існуючих проблем цього ринку, але й створила низку суттєвих загроз для агропромислового виробництва, логістичних процесів, організації транспортних потоків зернових культур, підтримки збалансованих логістичних ланцюгів і забезпечення стабільності глобальної продовольчої системи в цілому [1 -3].

Зерно займає надзвичайно важливе місце у структурі світового агропродовольчого ринку, адже воно не лише служить основою для формування продовольчої безпеки в багатьох країнах світу, але й виступає стабільним джерелом доходу для фермерських господарств. Ця позиція є однією з найбільших за обсягами глобальної торгівлі, що робить ринок зерна ключовим сегментом міжнародної аграрної економіки. Україна, маючи унікальні природні умови та значну експортну потужність, відіграє важливу роль у світовій торгівлі зерном. Її лідерство у цьому секторі забезпечує життєво необхідний внесок у підтримання глобальної продовольчої безпеки [1, 2].

Світовий ринок зерна відзначається високим рівнем прогнозованості та організованості, що пояснюється кількома важливими чинниками. Зерно є основним продуктом харчування для значної частини жителів планети, а його вирощування вимагає спеціального поєднання природно-кліматичних умов, які не можуть існувати у всіх регіонах світу. Крім того, цей продукт має високу придатність до тривалого зберігання та транспортування, що робить його ідеальним

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.20			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Назаренко Р.І.			Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 9,0 тис. т в Київській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					10	9
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

для міжнародної торгівлі. Проте, як зазначають вчені, протягом останніх десятиліть глобальний ринок зерна зазнав значних змін.

До ключових факторів таких трансформацій належить демографічний ріст, збільшення попиту на продукт із розширенням місткості ринків та зміни клімату. Останній аспект спричинив формування нових регіональних центрів виробництва зернових культур, які вже сьогодні суттєво впливають на структуру та динаміку міжнародної торгівлі зерном [4].

Україна відіграє важливу роль у забезпеченні продовольством як своєї власної держави, так і близько 190 країн світу, що підкреслює її значний внесок у глобальну продовольчу безпеку. Однак військові дії на території України мали серйозний вплив на сільськогосподарський сектор країни, спричинивши суттєве скорочення обсягів виробництва. Особливо критичною є ситуація з постійними перебоями в ланцюгах поставок зернових культур, що призвело до зниження експорту основних видів зерна, таких як пшениця, кукурудза та ячмінь. Ці події значно ускладнили доступ багатьох країн до необхідних продовольчих ресурсів, посилюючи існуючі проблеми з продовольчою безпекою [5].

На початку 2022 року Україна забезпечувала близько чверті світового експорту зерна. Продовження військових дій створює серйозні загрози для глобальної продовольчої безпеки, істотно знижуючи обсяги виробництва та поставок зерна. Наслідком цих перебоїв стало значне зростання цін на зерно на світовому ринку. Наприклад, вартість пшениці піднялася з 281 долара США за тонну на початку лютого 2022 року до 490 доларів США на початку березня того ж року [6-8]. Загалом ціни на зерно у світі зросли більш ніж на 40% після початку конфлікту. Таке стрімке підвищення стало результатом неможливості вчасно збирати урожай та експортувати українське зерно морським транспортом. Зернові культури є ключовими продуктами міжнародної торгівлі, і їхня вартість має значний вплив на глобальну економіку. [1, 9]

Експорт зерна з України до країн Європейського Союзу є одним із ключових напрямів розвитку аграрного сектора країни та важливою складовою її зовнішньоекономічної діяльності. Україна виступає провідним світовим

експортером зернових, а ЄС залишається одним із основних ринків збуту української продукції. Аналіз ринку зерна в контексті експорту до країн ЄС потребує врахування специфіки європейського ринку, регуляторних вимог, рівня конкуренції, а також особливостей торговельної взаємодії між Україною та Європейським Союзом. Однією з актуальних задач при оцінці ситуації на зерновому ринку є аналіз обсягів виробництва цієї продукції в Україні загалом та в окремих регіонах, особливо в умовах війни. Військові дії та окупація значно ускладнили ситуацію: втрати врожаю сягають близько 80%. Це ставить сектор у критичний стан та вимагає ефективного вирішення проблем.

У період з 2012 до 2019 року обсяги виробництва зерна в Україні демонстрували динамічне зростання. Однак у 2020 році помітно тенденцію до зниження виробничих показників через вплив таких факторів, як несприятливі кліматичні умови, економічні труднощі, пандемія COVID-19, політична нестабільність та фітосанітарні виклики. Разом з тим, у 2021 році вдалося досягти рекордного врожаю — було зібрано понад 86 млн тонн зерна, з яких найбільше складала кукурудза, пшениця та ячмінь.

Зменшення загальних обсягів виробництва зерна в Україні, насамперед, пояснюється масштабними наслідками повномасштабної війни, яка триває на території держави [1, 3].

Найсильніше ця ситуація вплинула на регіони, які традиційно відіграють ключову роль у виробництві зернових культур, такі як Донецька, Луганська, Запорізька, Херсонська та Харківська області [10, 11]. Військові дії в цих регіонах значно ускладнили доступ до орних земель, призвели до руйнування критично важливої аграрної інфраструктури, а також порушили встановлені терміни посівних і збиральних кампаній.

Усе це спричинило значне скорочення обсягів врожаю в масштабах країни. За підсумками 2022 року Україна змогла зібрати близько 53–54 мільйонів тонн зернових культур, що на приблизно 40% менше у порівнянні з результатами 2021 року. Проте у 2023 році ситуація дещо покращилася, і загальна кількість

зібраного зерна склала 59,77 мільйонів тонн, що в свою чергу є на 10% більше у порівнянні з попереднім роком [12].

Серед областей України, які у 2023 році продемонстрували найбільшу врожайність зернових культур, слід особливо виділити Полтавську (близько 52 772,8 тисяч тонн), Вінницьку (49 917,7 тисяч тонн), Чернігівську (49 000,2 тисяч тонн), Черкаську (44 754 тисяч тонн), Одеську (40 481,3 тисяч тонн), Кіровоградську (39 915,1 тисяч тонн), Хмельницьку (36 998,2 тисяч тонн), Київську (37 831,3 тисяч тонн), Сумську (35 740,2 тисяч тонн) та Дніпропетровську області з аналогічними високими показниками [1, 10].

Регіони з найкращою врожайністю зерна мають кілька спільних факторів успіху. До них належать родючість ґрунтів, добре розвинена аграрна інфраструктура та сприятливі кліматичні умови. Крім того, там сформована культура землеробства, яка дозволяє місцевим громадам максимально ефективно використувати наявний потенціал. Щоб суттєво підвищити рівень врожайності зернових культур у масштабах країни та покращити їх якість, важливо активно залучати міжнародні інвестиції. Міжнародне фінансування необхідно спрямовувати в ті області України, що мають найбільш сприятливі умови для ведення сільськогосподарської діяльності. Зокрема, це регіони з розвинутою аграрною інфраструктурою, високим потенціалом для збільшення врожайності зернових та відносно стабільною ситуацією з точки зору безпеки [1]. Інвестиції можуть стати важливим чинником для відновлення та подальшого розвитку галузі, таким чином забезпечуючи економічну стабільність та підвищуючи продовольчу безпеку країни.

В табл. 1.1 узагальнено переваги та інвестиційні можливості збільшення врожайності зерна за ключовими областями України.

Інвестиційні можливості, пов'язані з родючістю ґрунтів та потенційним приростом урожайності зернових культур, є особливо вираженими у таких регіонах, як Полтавська, Чернігівська, Сумська, Харківська, Вінницька та Хмельницька області.

Таблиця 1.1 – Переваги та інвестиційні можливості збільшення врожайності зерна за ключовими областями України [1]

Назва області	Пераваги	Інвестиційні можливості
Полтавська	Родючі ґрунти: наявність чорноземів, що забезпечують високий рівень виробництва. Аграрні традиції: високий рівень розвитку аграрного сектору з акцентом на вирощування зернових культур.	Точне землеробство: інвестиції в системи моніторингу виробництва та ефективне управління ресурсами.
Чернігівська	Клімат: сприятливий для вирощування різних зернових культур, зокрема пшениці, кукурудзи, ячменю. Розвинена інфраструктура: наявність елеваторів, аграрних кооперативів і сучасних агротехнологій.	Розвиток кооперативів: Створення аграрних кооперативів для оптимізації виробничих витрат.
Сумська		Післязбиральна обробка: інвестування в сучасні технології післязбиральної обробки зерна.
Харківська		Інновації: інвестиції в органічне землеробство та агротехнології для оптимізації витрат і підвищення виробництва.
Вінницька		Модернізація агротехніки: інвестиції в сучасну сільськогосподарську техніку та технології для підвищення продуктивності.
Хмельницька		Розвиток зберігання зерна: будівництво нових елеваторів та модернізація існуючих потужностей.
Дніпропетровська	Родючі ґрунти: регіон стабільно демонструє високі показники виробництва зернових культур. Агропромисловий потенціал: високий рівень розвитку аграрного сектору, зокрема рослинництва.	Ефективне використання ресурсів: інвестиції у впровадження систем зрошення та ефективного використання добрив. Розвиток логістики: покращення транспортної інфраструктури для більш ефективного експорту зерна.
Одеська	Вигідне географічне розташування: доступ до Чорного моря та основних портів для експорту зерна. Різноманітність клімату: можливість вирощування різних зернових культур. Портова інфраструктура: розвинена інфраструктура для експорту, що забезпечує швидкий вихід на міжнародні ринки.	Зелені технології: вкладення у стійкі та екологічно чисті методи виробництва зерна
Київська	Центральне розташування: близькість до основних транспортних шляхів та ринків збуту. Розвинена інфраструктура: добре розвинена транспортна та логістична інфраструктура. Сільськогосподарські угіддя: значні площі орних земель.	Портова інфраструктура: Інвестиції в розширення та модернізацію портів для збільшення обсягів експорту. Логістика: інвестиції в транспортні коридори для покращення логістики зерна від виробника до порту. Зберігання та переробка: будівництво нових елеваторів та підприємств для первинної переробки зерна.
		Інвестиційні можливості: Інноваційне землеробство: інвестиції в інноваційні технології для підвищення ефективності землеробства. Модернізація елеваторів: інвестиції в покращення та збільшення ємностей для зберігання зерна. Агротуризм: розвиток агротуризму як додаткового джерела доходу для місцевих фермерів.

Ці території володіють значним аграрним потенціалом, який може бути реалізований через ефективне використання наявних ресурсів та впровадження інноваційних підходів у виробництві. Одеська область має надзвичайно вигідне географічне розташування для транспортування зернової продукції, завдяки чому виступає стратегічно важливим регіоном для розвитку експортної інфраструктури.

Це відкриває широкі можливості для залучення міжнародних інвестицій, спрямованих на будівництво сучасних транспортних шляхів, які забезпечать швидку і надійну доставку українського зерна до країн Європейського Союзу та інших регіонів світу. Для стимулювання зростання обсягів інвестицій у зерновий сектор України перспективним напрямом стає впровадження екологічно чистих технологій у вирощуванні та виробництві зернових. У цьому контексті необхідно враховувати поточні та майбутні тенденції зміни клімату, а також здійснювати ретельну оцінку ризиків і вразливостей, які характерні для соціально-економічних секторів. Реалізація таких підходів не лише сприятиме збільшенню урожайності, а й зміцнить позиції України на міжнародному ринку як відповідального учасника сталого розвитку [1].

Європейські фермери та агрокомпанії активізують зусилля, спрямовані на зменшення екологічного впливу своєї діяльності і підвищення ефективності використання ресурсів [11-12]. В деяких регіонах України впровадження зелених технологій перебуває на етапі активного розвитку. Зокрема, у Вінницькій області здійснюють інтеграцію сучасних систем зрошення, точного землеробства та органічних добрив, а також використовують GPS-технології для оптимізації робіт на полях. У Черкаській області акцент зроблено на впровадження нових агротехнологій, спрямованих на підвищення урожайності й економію води, поряд із використанням органічних добрив та систем зрошення. В Одеській області поширюються енергозберігаючі технології у процесах переробки та зберігання зерна, а також активно застосовуються сонячні панелі. Полтавська область приділяє особливу увагу розвитку органічного землеробства, тоді як Київська область впроваджує інноваційні методи обробки ґрунту. Хмельницька область

спрямована на розвиток органічного землеробства, орієнтованого на зменшення хімічного навантаження на ґрунти.

1.2 Характеристика об'єкту

В кваліфікаційній роботі передбачається будівництво міні-елеватора місткістю 9,0 тис.т в Київській області, в якому здійснюють наступні технологічні операції: приймання зерна з автотранспорту та відпускання на автотранспорт; очищення зерна; сушіння зерна; зберігання зерна. Проєкт передбачає впровадження інноваційних інженерних рішень та використання сучасних конструкційних вузлів ще на етапі проєктування.

Елеватор буде укомплектований новітнім обладнанням вітчизняного виробництва. Це не лише підтримує національного виробника, а й суттєво спрощує обслуговування та знижує експлуатаційні витрати, що безпосередньо покращує техніко-економічні показники підприємства.

Елеватор функціонуватиме у двох напрямках:

Власне виробництво: забезпечення повного циклу обробки та зберігання зерна власного врожаю.

Комерційні послуги: надання потужностей для очищення, сушіння та зберігання збіжжя стороннім фермерським господарствам і агропідприємствам.

Завдяки автоматизації процесів мінімізується вплив людського фактора, що дозволяє оптимізувати витрати на персонал та підвищити загальну рентабельність об'єкта.

Річний об'єм надходження автомобільним транспортом зерна 9000 т, з них ранніх культур – 6000 т, та пізніх культур 3000 т. Серед ранніх культур планується приймання пшениці в кількості 72% і ячменю в кількості 28% від заданого об'єму. З пізніх культур плануємо приймання виключно кукурудзи. Період заготівель ранніх культур $Pr = 30$ діб, період заготівель пізніх культур $Pr = 40$ діб. Частка зерна по вологості: $\alpha_0 = 0,65$; $\alpha_1 = 0,13$; $\alpha_2 = 0,12$ -по раннім культурам; $\alpha_0 = 0,5$; $\alpha_1 = 0,15$; $\alpha_2 = 0,25$ -по пізнім культурам. Річний об'єм відпуску зерна на

автомобільний транспорт – 9000 т. Місткість зерносховищ для одночасного зберігання – 9000 т.

1.3 Мета і завдання проєкту

Мета кваліфікаційної роботи полягає у розробці технічно та економічно обґрунтованого проєкту міні-елеватора місткістю 9,0 тис. т у Київській області із визначенням оптимальних технологічних, конструктивних та енергетичних рішень, що забезпечують ефективне приймання, очищення, сушіння, зберігання та відвантаження зерна.

Робота спрямована на підвищення ефективності функціонування зернової інфраструктури регіону, зменшення логістичних витрат та забезпечення належної якості зберігання зернової продукції.

Завдання проєкту:

- проаналізувати сучасний стан проблеми на основі літературних і патентних джерел, охарактеризувати об'єкт проєктування та сформулювати мету і основні завдання роботи;
- обґрунтувати доцільність реалізації проєкту з урахуванням виробничих, економічних і ринкових передумов, визначити основні техніко-економічні параметри підприємства;
- виконати технологічні розрахунки, здійснити вибір та обґрунтування основного і транспортного обладнання, розробити принципові та структурні схеми технологічного процесу, а також визначити параметри зерносховищ і робочої башти;
- розрахувати електричні навантаження підприємства, обґрунтувати вибір трансформаторного обладнання і кабельних ліній, а також розробити заходи з енергозбереження та оцінити річні витрати електроенергії;
- розробити систему аспірації технологічного обладнання елеватора, виконати розрахунок аспіраційних мереж і визначити режими ефективного очищення повітря;

- розробити генеральний план підприємства, надати будівельну характеристику нових споруд і обґрунтувати їх конструктивні рішення;
- проаналізувати потенційно небезпечні та шкідливі виробничі фактори, розробити заходи з охорони праці та забезпечення пожежної безпеки на підприємстві;
- провести дослідження обсягів виробництва зерна фермерськими господарствами України;
- виконати розрахунки чисельності персоналу, виробничої програми, собівартості, прибутку, інвестиційних показників та визначити економічну ефективність і строк окупності проєкту.

Розділ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Привабливість Київської області для будівництва міні-елеватора визначається її роллю як головного внутрішнього споживчого та логістичного вузла країни, де поєднуються колосальні обсяги виробництва та розвинена інфраструктура переробки. Станом на 2025–2026 роки область залишається одним із лідерів за площею посівів зернових з особливим акцентом на кукурудзу та пшеницю, що створює постійний високий запит на послуги сушіння та довгострокового зберігання.

Ключовим фактором є територіальна близькість до столичного мегаполіса – найбільшого ринку збуту борошна, крупи та комбікормів, що дозволяє міні-елеватору функціонувати не просто як складу, а як операційному майданчику для прямого постачання локальним переробникам та торговельним мережам. На відміну від прикордонних регіонів, орієнтованих суто на експорт, Київщина пропонує гнучкість між внутрішнім ринком та експортними каналами через «сухі порти» та потужні залізничні вузли. Висока концентрація середніх фермерських господарств (до 2000–3000 га) створює ідеальну нішу для об'єктів малої потужності, які забезпечують мобільність і швидку оборотність капіталу.

Додатковою перевагою є розвинена енергетична інфраструктура та доступність сервісних компаній, що дозволяє реалізовувати проєкти будівництва у стислі терміни (до 6–8 місяців) і з меншими операційними ризиками порівняно з віддаленими регіонами.

Нами передбачено будівництво нового міні-елеватора у Київській області місткістю 9,0 тис. тонн на основі виявлення вільного залишку зерна, який необхідно зберегти.

Баланс сировини і обґрунтування розвитку потужнісного потенціалу підприємства. Метою цього розрахунку є визначення потенціалу заготівель зер-

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.20			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Назаренко Р.І.			Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 9,0 тис. т в Київській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					19	7
Консультант		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

нових культур у сировинній зоні підприємства [8]. Розрахунок заснований на інформації про земельні угіддя, на яких вирощують злакові культури, і даних про середню урожайність (дані Державної служби статистики України, URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>) [9].

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

Регіон (область)	Господарства усіх категорій		
	Площа зібрана, ПЛ _{базова} , тис.га	Урожайність, У ₁ , ц з 1 га зібраної площі	Обсяг виробництва, ВЗ ₁ , тис. ц
Київська	307,3	53,4	1640,7

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 [10]:

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

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

$U_{\text{прогноз}}$ – 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:

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

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;

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

$$K_{\text{пл}} = K_{\text{пл}}^t, \quad (2.4)$$

де $K_{\text{пл}}$ – індекс зростання площі вирощування (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.

Через те, що існуючі тенденції нарощування площ під зернові культури та врожайності у Київській 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:

$$У_{\text{прогноз}} = 53,4 \times (1,06)^4 = 67,4 \text{ ц/га},$$

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

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = 307,3 (1,06)^4 = 373,5 \text{ тис. га.}$$

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

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

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

Результати виконаних розрахунків наводимо у табл. 2.2.

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

Регіон (область)	Площа сільськогосподарських угідь, ПЛ _{прогноз} , тис. га	Середня урожайність, У _{прогноз} , ц/га	Валовий збір, ВЗ _{прогноз} , тис. тонн
Київська	373,5	67,4	2518,2

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 (МЗ_{прогноз}) має покривати такий обсяг зернових:

$$МЗ_{\text{прогноз}} = ВЗ_{\text{прогноз}} - С_{\text{ст}} + I_{\text{р}}, \text{ тис.тонн} \quad (2.6)$$

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

С_{ст} – споживання всередині сільськогосподарських підприємств (приймають за даними органів статистики – в Київській області складає 20 % від валового збору), тис. тонн;

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

- споживання зерна всередині сільськогосподарських підприємств Київській області дорівнює:

$$С_{\text{ст}} = 0,20 \times 2518,2 = 503,6 \text{ тис. тонн};$$

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

$$I_p = 0,005 \times 2518,2 = 12,6 \text{ тис. тонн.}$$

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

$$MЗ_{\text{прогноз}} = 2518,2 - 787,2 + 19,7 = 2027,1 \text{ тис. тонн}$$

Отримані дані занесли в табл. 2.3.

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

Регіон (область)	Прогнозний валовий збір у 2025 році, $VЗ_{\text{прогноз}}$	Споживання всередині сільського господарства, $С_{СГ}$	Ввезення з інших регіонів та із за кордону, I_p	Сумарна місткість зерносховищ, $MЗ_{\text{прогноз}}$
Київська	2518,2	503,6	12,6	2027,1

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

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

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].

$$\Delta ПЗ = 2027,1 - 1800 = 227,1 \text{ тис. тонн.}$$

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 Київській області існує дефіцит місткостей, а саме:

$$\Delta ПЗ = \text{тис. тонн. } 227,1 > 0,$$

$$\Delta ПЗ > ПЗ, \text{ тобто } 227,1 > 9,0 \text{ тис. тонн,}$$

тому будівництво нового міні-елеватора запланованої місткості 5,3 тис. тонн є доцільним та обґрунтованим.

Вантажооборот (В) підприємства елеваторної галузі розраховують за формулою:

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

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 $K_0 = 1,0$ [11-14].

$$В = 1 \times 9 = 9, \text{ тис. тонн,}$$

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	9,0
Область	Київська
Коефіцієнт обороту місткості зерносховища, K_0	1
Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту, A_{np}^a , т/рік	9,0
у тому числі:	
Річний об'єм приймання ранніх культур, $A_{np}^{a(p)}$, т/рік	6,0
Пшениці	4,32
Ячмінь	1,68
Частки зерна ранніх культур різної вологості, що надходить а/т:	
Сухе (W до 15 %) α_0	0,65

Продовження табл. 2.4

Вологе:	(W понад 15-17 % вкл.)	α_1	0,13
	(W понад 17-22 % вкл.)	α_2	0,12
	(W понад 22 %)	α_3	0,10
Період заготівель ранніх культур, P_r , діб			30
Річний об'єм приймання пізніх культур, $A^{a(n)}_{np}$, т/рік			3,0
Кукурудзи (% від обсягу пізніх культур)			3,0
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	0,15
	(W понад 17-22 %, вкл.)	α_2	0,25
	(W понад 22 %)	α_3	0,10
Період заготівель пізніх культур, P_p , діб			40
Загальний річний обсяг відвантаження зерна на автотранспорт, A^{a}_{vp} , тонн/рік			9,0
Кількість місяців відпускання зерна на а/т на рік, N , міс.			6
Тривалість відпускання зерна на а/т за місяць, $T^{a}_{вп м}$, діб			15
Тривалість відпускання зерна на а/т за добу, $T^{a}_{вп д}$, год.			16
Коефіцієнт місячної нерівномірності відвантаження на а/т, $K^{a}_{вп м}$			1,9
Коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K^{a}_{вп д}$			1,5
Коефіцієнт погодинної нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K^{a}_{вп г}$			1,0

Розрахунки балансу місткостей зберігання в регіоні свідчать про наявність суттєвого незадоволеного попиту. Величина дефіциту становить $\Delta ПЗ = 227,1$ тис. тонн що значно перевищує плановану місткість об'єкта. Це підтверджує високу ринкову перспективність проєкту.

Будівництво міні-елеватора місткістю 9,0 тис. тонн у Київській області є економічно доцільним та технічно обґрунтованим. Реалізація проєкту дозволить місцевим агровиробникам мінімізувати логістичні витрати, уникнути вимушеного продажу збіжжя за заниженими цінами в пік збирання врожаю, забезпечити належне післязбиральне дороблення й кондиціонування зерна, а також гнучко керувати термінами його реалізації для максимізації прибутку.

Розділ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Основні теоретичні положення

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

Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту становить $A_{пр}^a$, 9,0 тис. т/рік. Річний об'єм приймання ранніх культур $A_{н.р.}^a$, 6,0 тис. т/рік (з них 4320 т пшениці і 1680 ячмінь). Річний об'єм приймання пізніх культур $A_{н.р.}^a$, 3,0 тис. т/рік (100% кукурудза).

Тривалість розрахункового періоду (P_p), протягом якого на міні-, автотранспортом надходить 80 % запланованого об'єму заготівель зерна (P_p), визначати з урахуванням термінів і організації збору врожаю, кліматичних умов і приймати в дипломних проектах за даними технологічних пошуків або згідно завдання період заготівель ранніх культур становить 20 діб, період заготівель пізніх культур становить 45 доби.

Для розрахунків і вибору устаткування для прийому, обробки і відвантаження зерна керуватися наступними основними положеннями [16-21]:

- а) виконання всіх операцій по прийому і відвантаженню зерна повинно проводитися з дотриманням строків, передбачених нормативами;
- б) розрахунок необхідного числа устаткування проводити з урахуванням можливого збігу операцій, які диктуються конкретними умовами роботи підприємства;

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.20			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Назаренко Р.І.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 9,0 тис. т в Київській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					26	45
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

в) очищення зерна від домішок, які не впливають на його зберігання, може бути проведено після розрахункового періоду.

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

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

Коефіцієнти погодинної нерівномірності надходження зерна автомобільним транспортом ($K_{год}^a$) в залежності від максимального добового надходження дорівнює 2,9 для ранніх і для пізніх культур [16-21].

Частка зерна, що надходить, у долях від одиниці :

вологість до 15 % вкл. ранніх культур $\alpha_0 = 0,65$ для пізніх культур $\alpha_0 = 0,5$

вологість від 17% до 22% вкл: ранніх культур $\alpha_1 = 0,13$ для пізніх культур $\alpha_1 = 0,15$

вологість від 12% до 24% вкл: ранніх культур $\alpha_2 = 0,12$ для пізніх культур $\alpha_2 = 0,25$

вологість понад 24% вкл: ранніх культур $\alpha_3 = 0,10$ для пізніх культур $\alpha_3 = 0,10$

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

Розрахункову вантажність автомобіля, при відсутності її в завданні на проектування, приймати такою, що дорівнює 30 т,

При відвантаженні зерна на автомобільний транспорт враховують наступні значення:

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

– тривалість відпуску на автотранспорт за місяць, добу, відповідно; приймати згідно завдання $T_{впм}^a=15$ діб, $T_{внд}^a=16$ год;

– коефіцієнти місячної, добової і годинної нерівномірності відпуску зерна на автомобільний транспорт, відповідно; приймати згідно завдання $K_{впм}^a=1,9$, $K_{внд}^a=1,5$, $K_{вндод}^a=1,1$.

3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання

3.1.1 Розрахунок обсягів робіт

Для заготівельних елеваторів, фіксуючих об'єм заготівель зерна в заліковій масі ($A_{зал}, t$), необхідно передбачати його перерахунок у фізичні тонни (A) за формулою:

$$A = A_{зал} \cdot K_{\phi}, t \quad (3.1)$$

де K_{ϕ} – коефіцієнт перерахунку залікової маси в фізичні тонни

$$A = 9000 \cdot 1 = 9000 t$$

При надходженні зерна автомобільним транспортом, загальний річний об'єм приймання зерна складає 9000 т.

При надходженні зерна автомобільним транспортом розрахунковий добовий (A^a) і погодинний (A^a) об'єми визначаємо окремо для ранніх і пізніх культур за формулами:

Добовий розрахунковий об'єм ($A_{пд}^a$) надходження зерна з автотранспорту:

$$A_{пд}^a = \frac{0,8 \cdot A_{пр}^a \cdot K_{д}^a}{P_{р}} \quad (3.2)$$

де $A_{пр}^a$ – загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту (ранніх та пізніх культур), тис.т/рік;

K^a – коефіцієнт добової нерівномірності надходженн зерна;

$P_{р}$ – період заготівель, діб. Для ранніх культур:

$$A_{пд}^a = \frac{0,8 * 6000 * 1,6}{20} = 384 \text{т/добу}$$

Для пізніх культур:

$$A_{\text{пд}}^a = \frac{0,8 * 3000 * 1,7}{45} = 90,7 \text{ т/добу}$$

Погодинний розрахунковий об'єм ($A_{\text{пг}}^a$) надходження зерна з автотранспорту:

$$A_{\text{пг}}^a = \frac{A_{\text{пд}}^a \cdot K_{\text{г}}^a}{T} = \text{т/год} \quad (3.3)$$

де $K_{\text{г}}^a$ – коефіцієнт погодинної нерівномірності надходження зерна; год

T – тривалість приймання за добу, год. Приймаємо $T = 12$ год.

Для ранніх культур:

$$A_{\text{пг}}^a = \frac{384 * 2,9}{12} = 92,8 \text{ т/год}$$

Для пізніх культур:

$$A_{\text{пг}}^a = \frac{90,7 * 2,9}{12} = 21,9 \text{ т/год}$$

Більше з отриманих значень – у нашому випадку для ранніх культур, будемо використовувати в подальших розрахунках обладнання елеватора і його приймально – відпускних пристроїв.

При відпуску зерна на автомобільний транспорт приймаємо: Розрахунковий місячний відпуск:

$$A_{\text{впм}}^a = \frac{A_{\text{впр}}^a}{N} \cdot K_{\text{впм}}^a \quad (3.4)$$

$$A_{\text{впм}}^a = \frac{9000}{4} \cdot 1,9 = 2850 \text{ т/міс}$$

Розрахунковий добовий відпуск:

$$A_{\text{впд}}^a = \frac{A_{\text{впм}}^a}{T_{\text{впм}}^a} \cdot K_{\text{впд}}^a \quad (3.5)$$

$$A_{\text{впд}}^a = \frac{2850}{15} \cdot 1,5 = 285 \text{ т/добу}$$

Розрахунковий годинний відпуск

$$A_{\text{впг}}^a = \frac{A_{\text{впд}}^a}{T_{\text{впд}}^a} \cdot K_{\text{впг}}^a \quad (3.6)$$

$$A_{\text{впг}}^a = \frac{285}{15} \cdot 1,0 = 23,75 \text{ т/год}$$

де N – кількість місяців відпускання;

$T_{\text{ВПМ}}^a$, $T_{\text{ВПГ}}^a$ – тривалість відпускання за місяць, добу (визначають технологічним пошуком);

$K_{\text{ВПМ}}^a$, $K_{\text{ВПД}}^a$, $K_{\text{ВПГ}}^a$ – коефіцієнти місячної, добової і погодинної нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт [16-21].

3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання

Визначення кількості та продуктивності зерночисного обладнання

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

Основне очищення зерна від домішок, що не впливають на його збереження, може здійснюватися після заготівельного періоду.

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

В дипломних проєктахотях будівництва міні-елеваторів сумарну продуктивність сепараторів основного очищення сухого зерна (ΣQ_c) визначаємо за формулою

$$\Sigma_1^n Q_c = \frac{0,04}{P_p} \left(\frac{A_1}{K_1^c} + \frac{A_2}{K_2^c} + \dots + \frac{A_n}{K_n^c} \right) \quad (3.7)$$

де A_1, A_2, \dots, A_n - маса зерна різних культур, що надходять на підприємство протягом всього періоду заготівель. У дипломному проєкті визначаються технологічним пошуком;

$K_1^c, K_2^c, \dots, K_n^c$ - коефіцієнти, що залежать від культури, вологості і вмісту віддільних домішок [16-18]

(Q_c) —загальна паспортна продуктивність сепараторів основного очищення, що є на підприємстві.

P_p – період заготівель, діб;

$$\Sigma_1^n Q_c = \frac{6420 \cdot 0,04}{20} = 12,84 \text{ т/Год}$$

Число сепараторів основного очищення (N_c) визначаємо за формулою:

$$N_c = \frac{\sum_1^n Q_c}{Q_{\text{пасп}}}, \text{ шт.} \quad (3.8)$$

де $Q_{\text{П}}$ – паспортна продуктивність сепаратора, т/год.

$$N_c = \frac{12,84}{50} = 0,25 \approx 1$$

Таким чином, розрахунки показали, що встановлення сепаратора продуктивністю 50 т/год є необхідне та достатнє в кількості 1 шт. Для роботи сепаратора бажано передбачати встановлення над- і під-сепараторних оперативних бункерів місткістю на 2-3 години роботи сепаратора.

Місткість бункерів над і під сепараторами у баштах механізації повинна бути не менше за 100 т.

Визначення кількості та продуктивності зерносушарок

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

При виборі типу зерносушарки потрібно орієнтуватися на прогресивні високоефективні зерносушарки, а при визначенні їх числа — враховувати необхідність своєчасного сушіння партій зерна різних культур, що надходять одночасно.

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

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

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

K_v – коефіцієнт переведення фізичних тонн маси зерна в планові тонни сушіння [22-24].

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

Для ранніх культур:

$$A_c = 0,8 \cdot 6000 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2400 \text{ пл. т.}$$

Для пізніх культур:

$$A_c = 0,8 \cdot 3000 \cdot 0,7 \cdot 1,54 \cdot 1,0 = 2587,2 \text{ пл. т.}$$

$$K_{\text{псрв}} = \frac{A_1 \cdot K_{\text{п1}} + A_2 \cdot K_{\text{п2}} + \dots + A_n \cdot K_{\text{пn}}}{A}$$

$$K_{\text{псрв}} = \frac{4320 \cdot 1 + 1680 \cdot 1}{6000} = 1$$

$$K_{\text{псрв}} = \frac{4320 \cdot 1,54}{3000} = 1$$

де $K_{\text{п1}}, K_{\text{п2}}, \dots, K_{\text{пn}}$ – коефіцієнти, що враховують призначення зерна; для насіння кукурудзи $K_{\text{п}} = 2,0$; для кукурудзи, що йде в крохмале-патокову промисловість $K_{\text{п}} = 1,2$; для пивоварного ячменю $K_{\text{п}} = 1,0$; для інших партій зерна $K_{\text{п}} = 1,0$ [18, 22-24].

Рекомендовану продуктивність зерносушарки в залежності від величини партій, що підлягають сушінню протягом періоду заготівель приймаємо рівною 10 пл.т./год. Розрахункову масу зерна, яку можна просушити зерносушарка за період заготівель, визначаємо за формулою:

$$A_{\text{спід}}^{\text{можл}} = 20,5 \cdot Q_{\text{пасп}}^{з/с} \cdot K_{\text{пер}} \cdot P_r \cdot K_d \quad (3.10)$$

$$A_{\text{спід}}^{\text{можл}} = 20,5 \cdot 10 \cdot 0,84 \cdot 20 \cdot 1 = 3444$$

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

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

$K_{\text{пер}}$ – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки в залежності від кількості партій зерна, що надходять до неї; [22-24].

$K_d = 1,0$ – при прив'язці зерносушарок до елеваторів;

$$A^{з/с} = 20,5 \cdot 10 \cdot 0,84 \cdot 20 \cdot 1 = 3444 \text{ пл. т (ранні культури)}$$

$$A^c = 20,5 \cdot 10 \cdot 0,84 \cdot 45 \cdot 1 = 7749 \text{ пл. т (пізні культури)}$$

Розрахунки показали, що для сушіння сирого та вологого зерна ранніх та пізніх культур необхідно встановити 1 зерносушарку продуктивністю 10 пл.т/год (марка СГТ), і для забезпечення безперебійної 8-годинної роботи зерносушарки

встановити до- та післясушильні бункери ємністю по 80 т.

3.1.3. Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу

В процесі проектування елеватора розробляються три типи схем технологічного процесу: структурна, принципова та робоча. Дві перші розглянуто в цьому розділі.

Всі ці схеми взаємопов'язані між собою і потрібні для наглядного бачення технологічного процесу на підприємстві.

Структурною схемою називається схема, яка показує визначені технологічним процесом зерносуховища послідовність і взаємозв'язок операцій [18, 25]. Структурна схема міні-елеватора який проектується наведена на рис. 3.1.

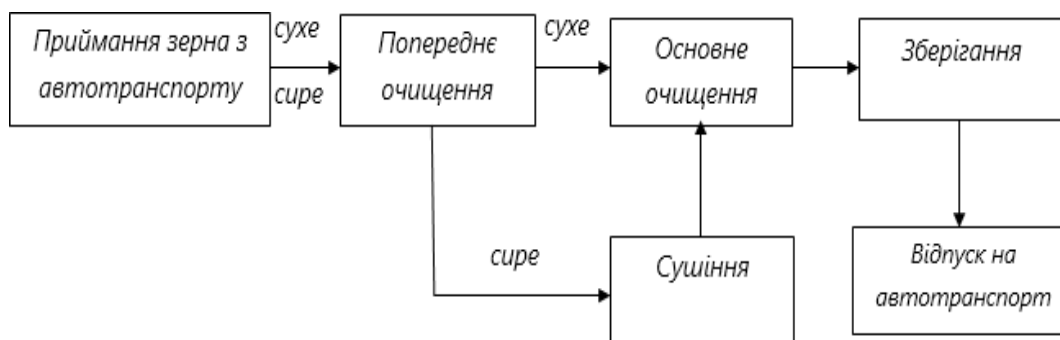


Рисунок 3.1 – Структурна схема технологічного процесу міні-елеватора, що проектується

Представлена структурна схема технологічного процесу відображає операції, які виконані з зерном на міні-елеваторі, а саме:

- приймання зерна з автотранспорту;
- попередня очистка зерна;
- основне очищення сухого зерна;
- сушіння у зерносушарці вологого та сирого зерна;
- зберігання;
- відпуск зерна на автотранспорт.

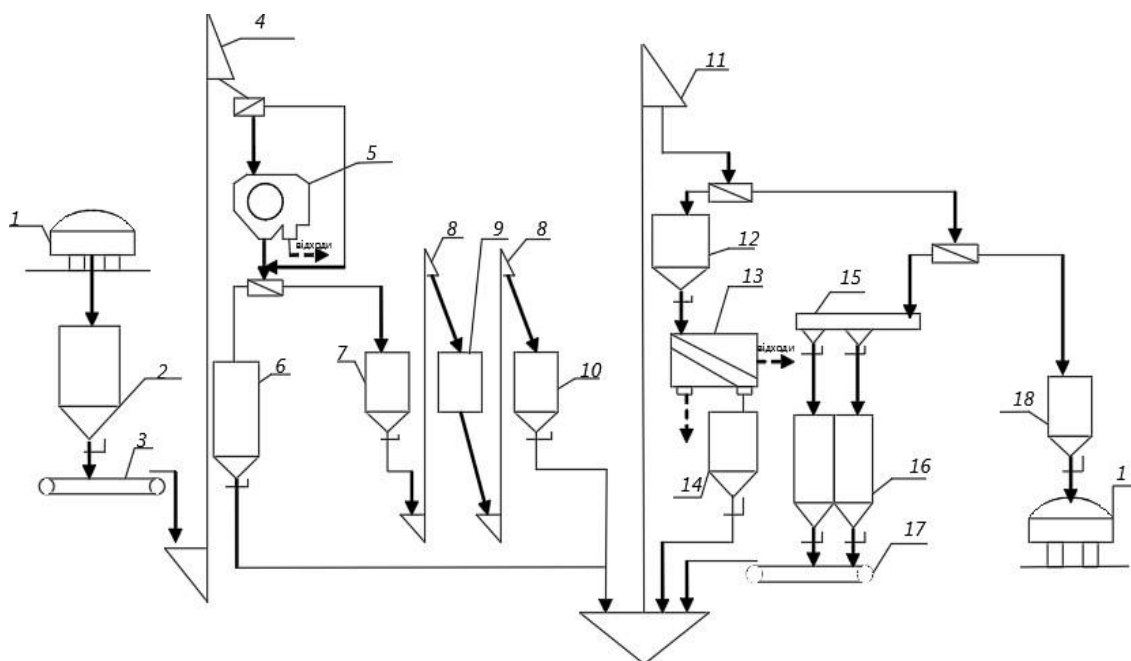
Елеватор буде працювати як єдиний виробничий комплекс тільки в тому випадку, якщо всі зазначені вище пристрої і споруди будуть гармонійно пов'язані і доповнювати один одного при виконанні технологічних і транспортних операцій. Для кожної операції характерна певна послідовність переміщення зерна через

силоси, бункера і обладнання, яка багато в чому залежить від принципової схеми приймання та післязбиральної обробки зерна.

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. [18, 25]. Ця схема показує, на якому устаткуванні повинна бути виконана конкретна технологічна операція і місце міжопераційних бункерів (рис. 3.2).

Приймання зерна з автотранспорту передбачено з зерновозів, що саморозвантажуються, тобто з автомобілів-самоскидів, тому встановлення автомобілерозвантажувача на даному міні-елеваторі не передбачається.

Здійснення операції попереднього очищення зерна планується в потоці приймання з автотранспорту як сухого так і вологого та сирого зерна.



1 – автотранспорт; 2 – приймальний бункер; 3- приймальний конвеєр; 4 – приймальна норія; 5 – машина для попереднього очищення зерна; 6 – приймально-накопичувальний бункер; 7 – досушільний бункер; 8- спеціалізовані норії; 9 – зерносушарка; 10 – післясушільний бункер; 11- основна норія; 12 – надсепараторний бункер; 13 – машина для основного очищення зерна (сепаратор); 14 – підсепараторний бункер; 15– надсилосний конвеєр; 16 – зерносховища силосного типу; 17 – підсилосний конвеєр; 18 – відпускний накопичувальний бункер

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

проєктується

Операції основного очищення та сушіння зерна планується здійснювати з використанням оперативних бункерів для підвищення їх ефективності.

Для зберігання зерна плануємо встановлення металевих сучасних силосів з плоским днищем у достатній кількості - для забезпечення окремого розміщення різнорідних за культурами та якістю партій зерна.

Відпуск зерна на автотранспорт заплановано здійснювати з використанням відпускнуго накопичувального бункера для забезпечення високого рівня ефективності роботи відпускнуго пристрою.

Далі приведено опис принципової схеми технологічного процесу на проєктуємому міні-елеваторі.

Зерно подається на підприємство автомобільним транспортом в приймальний бункер 1 і поступає на норію 4 через транспортер 3, звідти за допомогою перекидного клапану зерно може поступати на скальператор 5, з якого подається у досушільний бункер 7 або в приймально-накопичувальний бункер 6, звідки до основної норії 11. З досушільного бункера за допомогою норії 8 направляється в зерносушарку 9, звідки за допомогою норії 10 в післясушільний бункер 10, а потім до основної норії 11.

Сухе зерно з основної норії, за допомогою перекидного клапану, потрапляє через надсепараторний бункер 12 на основне очищення в сепараторі 13, марки БЦС-50 продуктивністю 50 т/год, далі в підсепараторний бункер 14.

З основної норії 11 очищене і просушене зерно за допомогою перекидного клапану направляється на надсилосні конвеєри 15, з яких потрапляє або у силоси на зберігання 16, або у відпускну бункер 18 на відправку на автотранспорт.

Зерно з силосів може направлятися на транспортер 17, з яких знаходить на основну норію 11, через перекидний клапан, з якого зерно потрапляє у відпускну бункер на автотранспорт.

Відходи, отримані під час очищення на сепараторі, подаються у бункер, розміщений за межами робочої башти, а з нього – відвантажуються на автотранспорт.

3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання

3.1.4.1 Розрахунок основних норій

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

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

Визначення продуктивності і числа спеціалізованих норій проводять виходячи з розрахункової продуктивності відповідних потоків.

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.

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 – розрахункові добові прийоми і відпуски по видах транспорту;

внутрішні – основне очищення зерна в обсязі.

$$A_{\text{очд}} = A_{\text{пд}}^{\text{а}} + 0,5 \cdot (A_{\text{пд}}^{\text{з}} + A_{\text{пд}}^{\text{річ(морськ)}}), m \quad (3.11)$$

$$A_{\text{очд}} = 384 \text{ т}$$

де $A_{\text{пд}}^{\text{а}}$, $A_{\text{пд}}^{\text{з}}$, $A_{\text{пд}}^{\text{річ(морськ)}}$ — добовий обсяг надходження зерна на підприємство автомобільним, залізничним і річковим (або морським) транспортом, відповідно, m ;

0,5 – коефіцієнт, який показує, що у розрахункову добу має бути очищено в потоці приймання 50 % зерна, що надходить на підприємство залізничним і річковим (або морським) транспортом [16-22].;

– сушіння зерна у добовому обсязі

$$A_{сд} = \frac{0,8 \cdot A_{пр}^a}{P_p} (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) = \frac{0,8 \cdot A_{пр}^a}{P_p} (1 - \alpha_0) = A_{пд}^a (1 - \alpha_0), \text{ т} \quad (3.12)$$

$$A_{сд} = 384 \cdot (1 - 0,65) = 134,4 \text{ т}$$

де $A_{пр}^a$ – річний обсяг надходження зерна автотранспортом на підприємство, т;

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.

Виконуємо розрахунки.

Мінімальну продуктивність норій визначаємо із умови виконання операції, що лімітує, у нормативний час не більш ніж двома норіями.

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

$$Q_{min}^a = \frac{A_{пд}^a}{n_o \cdot K_{вс} \cdot K_{ін}} \quad (3.13)$$

$$Q_{min}^a = \frac{92,8}{2 * 0,967 * 0,85} = 56,45 \text{ т/год.}$$

2) Розрахунки кількості норій обраної мінімальної продуктивності для виконання операцій, які збігаються в часі, оформлюємо у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок кількості норій для виконання операцій, які збігаються в часі

№ п/п	Операції, які збігаються у часі	Розрахункова формула	Розрахунок кількості норій при $Q_{min}=Q_1$
1	2	3	4
1	Приймання зерна з автотранспорту	$n_{п}^a = \frac{A_{пг}^a}{Q_1 \cdot K_{вс} \cdot K_{ін}}$	$n_{п}^a = \frac{92,8}{100 * 0,967 * 0,85} = 1,13$
2	Прибирання зерна після основного очищення в силоси	$n_{оч} = \frac{A_{очд}}{24 \cdot Q_1 \cdot K_{ін}}$	$n_{оч} = \frac{384}{24 * 100 * 0,9} = 0,18$
	Всього норій	ΣN	$n_{п}^a + n_{оч} = 1,13 + 0,18 = 1,31$

Наступним остаточним кроком в розрахунку норій є визначення їх кількості для виконання всіх операцій (табл. 3.2).

Таблиця 3.2. – Визначення кількості норіє-годин в розрахункову добу

Найменування операції	Розрахункова формула	Кількість норіє-годин при продуктивності	
		$Q_1=100$ т/год	$Q_2=175$ т/год
Переміщення зерна з накопичувальних бункерів прийому з автотранспорту	$H_{п}^a = \frac{A_{пд}^a}{Q_i \cdot K_{вс} \cdot K_{ін}}$	$H_{п}^a = \frac{384 * 0,65}{100 * 0,9} = 2,77$	$H_{п}^a = \frac{384 * 0,65}{175 * 0,9} = 1,58$
Відпуск на автотранспорт	$H_{вп}^a = \frac{A_{впд}^a}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$H_{вп}^a = \frac{285}{100 * 0,9} = 4,27$	$H_{вп}^a = \frac{285}{175 * 0,9} = 1,8$
Забирання зерна після основного очищення в силоси	$H_{оч} = \frac{A_{очд}}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$H_{оч} = \frac{384}{100 * 0,9} = 2,77$	$H_{оч} = \frac{384}{175 * 0,9} = 2,4$
Забирання просушеного зерна і подача його на основне очищення	$H_c = \frac{A_{сд}}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$H_c = \frac{134,4}{100 * 0,9} = 1,49$	$H_c = \frac{134,4}{175 * 0,9} = 0,85$
Усього норіє-годин	ΣH	$\Sigma H = 11,88$	$\Sigma H = 6,63$

Після розрахунку сумарної кількості норіє-годин розраховували потрібну кількість основних норій (N) для двох вищеназваних варіантів їх продуктивності ($Q_1 = Q_{min}$ та Q_2) за формулою

$$N = \frac{\Sigma H}{24 \cdot K_t}, \quad m \quad (3.14)$$

$$N_{100} = \frac{11,88}{12 * 0,65} = 1,52$$

$$N_{175} = \frac{6,63}{12 * 0,65} = 0,85$$

Розрахунки показали необхідність і достатність 2 основних норій з продуктивністю 100 т/год

3.1.4.2 Визначення кількості та продуктивності конвеєрів

На підприємствах елеваторної промисловості для транспортування зернової маси використовуються наступні типи конвеєрів: стрічкові;

ланцюгові з навантаженими скребками.

Продуктивність конвеєрів залежно від операції варто приймати:

а) для приймання зерна з автотранспорту відповідно до розрахунку приймального пристрою у п. 3.1.5 (100 т /год);

б) продуктивність підсилосних конвеєрів повинна відповідати продуктивності пов'язаних з ними норій. Тому у нашому випадку приймаємо продуктивність 100 т/год.

в) продуктивність надсилосних конвеєрів рекомендується приймати в залежності від вагового обладнання, що застосовується в проєкті, а так як ми не встановлюємо ваги у робочій башті, то приймаємо продуктивність надсилосних конвеєрів таку, що дорівнює продуктивності основної норії, тобто 100 т/год.

Кількість конвеєрів визначаємо:

а) на прийомі з автотранспорту – з урахуванням кількості приймальних потоків і об'ємно-планувальних рішень приймальних пристроїв;

б) підсилосних – з урахуванням об'ємно-планувального рішення елеватора, але не менше числа відвантажувальних потоків для доби максимальної роботи.

в) надсилосних – з урахуванням об'ємно-планувального рішення елеватора, але не повинне бути менше числа операцій по завантаженню зерна в силоси, які виконуються одночасно.

Кут підйому похилої частини стрічкових конвеєрів допускається не більше

14°, а для підприємств, де передбачається прийом, обробка і зберігання проса або гороху — не більше 10°.

Радіус кривих підйому конвеєрів потрібно приймати 85 м, у виняткових випадках допускається радіус – 75 м. На відрізках стрічки з ухилом більше 10 установка насипних лотків не опускається.

Лінійну швидкість стрічок конвеєрів потрібно приймати не більше за $v=2,8$ м/с.

3.1.4.3 Самопливи

Розрахункову теоретичну пропускну здатність зернопроводів самопливної та їх деталей (сектори, засувки, перекидні клапани тощо) приймають 100 т/год.

Кут нахилу зернопроводу для пшениці або жита в комунікаціях до зерносушарок потрібно приймати 45°, на всіх інших □ 36°.

Кут нахилу зернопроводів у спорудах, де передбачається зберігання рису-зерна, соняшнику, вівса, ячменю, рицини, потрібно приймати не менше за 45°.

На прямих ділянках зернопроводу для рису-зерна і соняшнику довжиною більше 4-х м передбачати гальмові пристрої.

Товщину металу для зернопроводів рекомендується приймати 5 мм.

3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв Приймання зерна з автотранспорту

Розвантажувальні пристрої технологічної лінії приймання зерна з автотранспорту повинні забезпечувати розвантаження зерна з великовантажних автомобілів; самоскидів і автопоїздів без розчеплення з розрахунку забезпечення розвантаження в обсязі максимального погодинного надходження.

Технологічні лінії приймання зерна з автотранспорту повинні забезпечувати формування партій зерна по культурах, призначенню і якості.

Число транспортних ліній приймання зерна з автотранспорту розраховуємо за формулою:

$$N_{л} = \frac{1,2 \cdot A_{пг}^a}{Q_{л}^a \cdot K_{к} \cdot K_{вз}}, \text{ шт.}, \quad \text{при } P_{с} = \sum P_{пп}^c, \quad (3.15)$$

$$N_{л} = \frac{1,2 * 92,8}{100 * 0,962 * 0,944} = 1,22 \approx 1$$

де $Q_{л}^a$ – фактична продуктивність транспортно-технологічних потоків приймання зерна з автотранспорту (т/год) [16-22].,

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

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

$P_{с}$ – кількість різнорідних партій зерна, що надходять за добу;

$\sum P_{пп}^c$ – сумарна кількість партій зерна, що направляються на приймальний потік за добу;

Отже, розрахунки показали необхідність і достатність одного приймального потоку продуктивністю 100 т/год.

В цілях економії затрат, було прийнято рішення не встановлювати автомобілерозвантажувач і здійснювати прийом зерна з автомобілів-самоскидів.

Відпуск зерна на автотранспорт

Кількість відпускних накопичувальних бункерів приймають з урахуванням відвантаження зерна в автомобіль через кожний бункер з продуктивністю біля 20 т/год.

Так як, в нашому випадку погодинний відпуск на автотранспорт становить 23,75 т/год, то приймаємо рішення встановити один відпускний накопичувальний бункер місткістю 40 т.

3.2. Обробка і зберігання відходів

У акті доробки (форма № 34) зазначаються маса та якість зерна до і після доробки, фактична маса та якість одержаних побічних продуктів і відходів.

При очищенні на зерноочисних машинах партії зерна в потоці приймання її

маса визначається за даними бухгалтерського обліку, виходячи з даних про приймання зерна на кожну потокову лінію. У разі очищення частини зерна, що зберігається в складі, маса до доробки визначається шляхом зважування або шляхом обміру. Спосіб визначення маси зерна до доробки вказується в розпорядженні за формою № 34 [26, 27].

До актів на доробку за формою № 34 додаються картки аналізу зерна форми № 47 та відомості зважування (форма № 171а, № 171б) відходів і побічних продуктів.

При складанні актів про очищення зерна віднесення домішок, що містяться у відходах, до смітної або зернової домішки проводиться за державним стандартом на відповідну культуру.

Зернові відходи, одержувані при очищенні зерна, завжди містять певний відсоток придатного (повноцінного) і корисного (придатного для фуражних і інших другорядних цілей) зерна, а також деякі насіння і домішки, що представляють у чистому вигляді певну цінність.

Залежно від вмісту придатного для продовольчих цілей зерна відходи поділяють на побічні продукти (зернова суміш, що містить більш 50 % зерна) і власне відходи I, II і III категорій [26, 27].

Відходи I категорії поділяються на дві групи — з вмістом зерна від 30 до 50 % (включно) і від 10 до 30 % (включно).

До II категорії відносять відходи з вмістом зерна від 2 до 10 %, а також стрижні качанів кукурудзи, лузгу м'яку й полови.

До III категорії відносять відходи з вмістом зерна не більше 2 %.

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

Відходи III категорії (некормові) у міру накопичення зважуються і вивозяться з території підприємства (знищуються) в присутності комісії, призначеної керівником підприємства. До складу комісії повинні входити: матеріально

відповідальна особа, начальник ВТЛ, начальник охорони підприємства.

Якість відходів III категорії (некормових) перевіряється ВТЛ. Вивіз відходів III категорії здійснюється на підставі наказу керівника підприємства (форма № 16). Знищення відходів III категорії (некормових) оформляється актом форми № 23, який затверджується керівником підприємства.

Вивіз відходів III категорії (некормових) з території підприємства на знищення проводиться за перепустками форми N 196.

Якщо відходи III категорії (некормові) використовуються на внутрішні виробничі цілі (як паливо та інше), їх реалізація оформлюється наказом та накладною на внутрішнє переміщення хлібопродуктів (форма № 19).

При використанні відходів III категорії (некормових) для реалізації населенню як палива та на інші цілі – оформлюються розпорядження-наказ та товарно-транспортна накладна.

Реалізація відходів III категорії може здійснюватися шляхом купівлі-продажу, аналогічно порядку купівлі-продажу зерна.

Результати зважування відходів усіх категорій, а також побічного продукту реєструються у ваговому журналі внутрішніх переміщень форми № ЗХС-28 у разі накопичення, а при одночасному вивозі з території – у журналі форми ЗХС-28 де реєструється і відпуск зерна.

До акту форми № 34 додається акт розподілу відходів, у якому вказується перелік власників зерна, що підлягає доробці, з показниками якості і кількості до доробки. Розподіл отриманих відходів проводиться пропорційно кількості та якості очищеного зерна. На підставі актів розподілу відходів результати доробки зазначаються у формі № 36 та особових рахунках поклажодавців. На вимогу поклажодавця йому надається витяг із акта доробки (згідно з актом розподілу відходів) [26, 27].

Легка органічна домішка, що з'являється на поверхні зерна в складах внаслідок його самосортування, відходи, що утворюються при переміщенні зерна транспортерами (без підвісних сит – легка органічна домішка), і змітки, що утворюються при переміщенні зерна і при вантажно-розвантажувальних роботах,

обробляються з метою вилучення нормального зерна, зважуються, списуються з основної культури й оприбутковуються за відповідним місцем зберігання, оформлюються актом на оприбуткування зміток (форма № 22).

Аспіраційні відноси (аспіраційний пил), отримані в процесі вентилявання зерна, що переміщується механізмами, оформлюються актами довільної форми.

У книгах кількісно-якісного обліку форми № 36 відходи III категорії списуються з рахунку основної культури з вологістю зерна до очищення, вказаною в акті на очищення зерна форми № 34, та смітною домішкою, визначеною ВТЛ з оформленням аналізної картки форми 47 згідно з журналом реєстрації лабораторних аналізів при очищенні зерна форми № 81.

Акт доробки вважається складеним правильно, якщо центнеро-відсотки смітної домішки в зерні до очищення рівні або більше суми центнеро-відсотків смітної домішки продуктів після доробки (в зерні, побічних продуктах і відходах) (крім рису та вівса).

Крім того, для контролю правильності проведення доробки перевіряється середньозважений вміст зернової домішки до доробки та в продуктах після доробки.

Міжнародні стандарти ISO серії 14000 повністю враховують потреби промисловості, уряду та суспільства [28].

Підприємства зацікавлені у збільшенні прибутку та ринкової вартості акцій, у підвищенні довіри з боку клієнтів, партнерів, інвесторів та акціонерів.

Основні потреби уряду пов'язані з охороною навколишнього середовища, дотриманням законів, запобігання негативним наслідкам для торгівлі, розширенням ринків збуту, підвищення довіри з боку інших держав.

Суспільство хвилюють такі питання, як охорона навколишнього середовища, достовірні екологічні звіти та безпека продукції.

Система заходів щодо запобігання забруднення довкілля

Заходи щодо запобігання забруднення ґрунту. З метою запобігання забрудненню ґрунтів в умовах хлібопекарського виробництва необхідно своєчасно ретельно збирати, вивозити і знешкоджувати рідкі та тверді відходи виробничої

діяльності підприємства: мазут, змащувальні матеріали, промислове сміття тощо.

Заходи щодо запобігання *забруднення стічних вод*:

- очищення стічних вод;
- використання стічних вод для зрошення;
- впровадження замкнених технологій водозабезпечення;
- скорочення обсягів скидання забруднювачів у водойми;
- вдосконалення технологічних процесів;
- нормування якості води, тобто розробка критеріїв її придатності для різних видів водокористування;

Заходи щодо запобігання *забруднення атмосфери*.

I група заходів: заходи, спрямовані на скорочення валових викидів забруднювачів в атмосферу. Для захисту атмосферного повітря від забруднень автотранспортом велике значення мають заходи по плануванню та розбудові міських поселень. Зокрема озеленення автомагістралей, зонування жилих масивів, створення різнорівневих транспортних розв'язок, кільцевих доріг, використання підземного простору для розміщення автостоянок, гаражів, створення швидкісних автомагістралей, санітарно-захисних зон;

II група заходів: складають ті, які направлені на зменшення концентрації забруднюючих речовин в границях промислових вузлів, центрів, агломерацій. До них відносять заходи з планування розосередження, деконцентрації шкідливих виробництв по території;

III група заходів: екологоосвітні та екологовиховні. Формування складових екологічної культури населення дозволяє впорядкувати побутове забруднення повітряного середовища, з розумінням відноситись до запровадження повітряноочисних заходів на робочих місцях, в установах, організаціях і підприємств.

1) Економічні заходи: спрямовані на скорочення викидів в атмосферу: встановлення економічних санкцій (плата за викиди, плата за надмірні викиди, штрафи за заподіяння шкоди навколишньому середовищу); формування екологічних бірж, в рамках яких можна придбати чи продати право на додаткові

викиди забруднюючих речовин в атмосферу; розробка заходів по стимулюванню впровадження нових технологічних процесів.

2) Юридичні заходи: представляють законодавчі акти про охорону та використання атмосферного повітря. До них належать міжнародна конвенція ООН про зміну клімату (1992р.), а також ряд законодавчих актів державного рівня: закон України “Про атмосферне повітря” від 16.10.1992р., Положення про порядок видачі дозволів на викиди забруднювачів в атмосферу (Постанова Кабінету Міністрів України від 29.5.1996 р.), Інструкція про порядок розробки, встановлення, перегляду та доведення лімітів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря (Наказ Мінекобезпеки України від 28.6.1996 р.) і т.д.

3) Технічні заходи: орієнтація на екологічно безпечні джерела виробництва електроенергії (вітрові-, геліо-, припливні-, гідроелектростанції); покращення карбюрації палива, перехід транспортних засобів на екологічно безпечні види палива; вдосконалення технологічних процесів хлібопекарських підприємств шляхом використання обладнання передбаченого технологічним регламентом; проведення режимно-налагоджувальних робіт на котлоагрегатах 1 раз на три роки; застосування та перехід на новітні котельні, які почали виготовляти із матеріалів, що майже не мають шкідливості для навколишнього середовища і людини.

4) Санітарно-технічні заходи: спорудження надвисоких димових труб, встановлення пилогазоочисного устаткування, герметизація технологічного і транспортного устаткування.

Технологічні заходи: створення технологій, що ґрунтуються на частково чи повністю замкнених циклах, впровадження нових методів підготовки сировини заміна вихідної сировини і сухих способів переробки пилонебезпечних матеріалів мокрими, автоматизація виробничих процесів.

6) Планувальні заходи: створення санітарно-захисних зон навколо промислових підприємств, оптимальне розташування промислових підприємств; озеленення підприємств.

7) Контрольно-запобіжні заходи: автоматизація контролю за викидами.

Наразі обов'язковою умовою господарювання хлібопекарських підприємств

має стати зміна структури капіталовкладень на заходи з охорони довкілля від забруднень. Інструментом впровадження вищенаведених заходів з розв'язання проблеми зниження екологічних впливів хлібопекарських підприємств на довкілля повинно бути застосування у процесі їхньої господарської діяльності такої економічної категорії, як екологічна капіталізація, що є процесом залучення частини прибутку, капіталу, власних та запозичених активів на вжиття підприємством відповідних природозахисних заходів. Пошук і застосування джерел "зеленого" інвестування та кредитування на запровадження новітніх екологічно містких технологій, закупівлю новітнього екообладнання та економічного енергоустаткування сприятимуть розвитку хлібопекарської галузі України, поліпшенню показників якості хлібобулочних виробів, збільшенню експорту товарів, підвищенню конкурентних переваг на ринку хлібопродуктів та виходу українського хлібопекарського виробництва на міжнародний рівень з одночасним зниженням наслідків негативного впливу виробничих процесів на природні екосистеми [28].

3.3. Проєктування зерносховищ

Форму і розміри силосів вибираємо відповідно до місткості елеватора, максимального числа партій зерна, що одночасно зберігаються, їх величиною, будівельним матеріалом і способом проведення будівельних робіт [19,20].

Силоси обираємо зі стандартного ряду силосів, що пропонують заводи-виробники, підбираючи такі, що задовільняють за місткістю та відповідають розмірам будівельного майданчику. Висоту силосів приймають у залежності від несучої здатності ґрунтів.

Для міні-елеватора загальною місткістю зберігання, що дорівнює 9000 тонн, нами прийнято рішення встановити металеві силоси круглого перерізу діаметром 11 м, збірної конструкції з плоским днищем, в кількості 8 штук, кожен місткістю по 1125 тонн. Висота встановленого силосу $h = 11,22$ м - для ґрунтів з нормальною несучою здатністю [29].

Для силосів круглого перерізу приймаємо рядкове розташування.

Після вибору сітки і визначення місткості силосів приймаємо кількість силосів у ряді – 4.

На рис. 3.3 показано взаємне розташування силосів та їх ув'язку з робочою баштою.

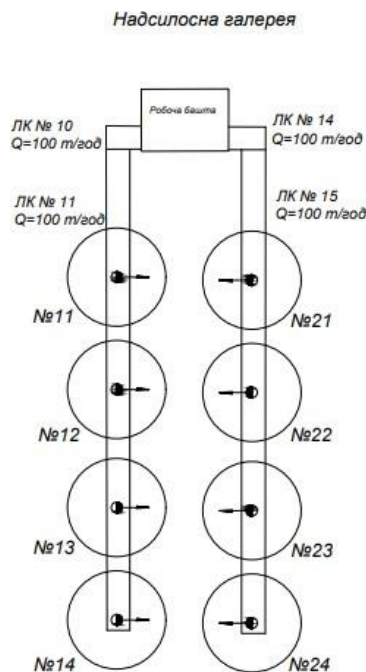


Рисунок 3.3– Схема розташування силосів

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

Розміри будівлі в плані визначають по диктуючим поверхам після розміщення на поверхах основного технологічного і транспортного обладнання на нормативних відстанях від стін та між обладнанням [20, 30]. Диктуючи поверхи можуть бути різні для визначення ширини та довжини робочої башти (РБ), так як правило диктуючим ширину робочої башти є поверх зерноочисних машин, а диктуючим довжину – поверх головок норій.

Остаточне визначення розмірів робочої башти в плані виробляють з урахуванням прийнятого розміру будівельної сітки, а також ув'язування башти з силосними корпусами і приймально-відпускними пристроями.

Проектування планів поверхів робочої башти елеватора проводять у наступній послідовності:

- вибір принципової схеми технологічного процесу проєктованого елеватора;
- визначення кількості, продуктивності та марок основного технологічного і транспортуючого обладнання, яке у відповідності з прийнятою принциповою схемою технологічного процесу буде розміщено в робочій башті (РБ) проєктованого елеватора;
- визначення розмірів робочої башті в плані (її довжини і ширини) за диктуючими поверхами;
- креслення планів поверхів робочої башти елеватора з розміщенням на них основного обладнання у масштабі.

Розміри РБ елеватора мають бути мінімальними, але достатніми для розміщення всього потрібного обладнання з урахуванням всіх нормативних вимог, тобто при розміщенні обладнання на планах поверхів РБ необхідно враховувати:

- дотримання норм проходів, регламентованих правилами охорони праці і техніки безпеки, між устаткуванням та від стін до відповідного устаткування (з урахуванням розміру $1/2$ колони);
- природну освітленість робочих місць;
- зручність його обслуговування.

Можливий ряд варіантів розміщення обладнання в РБ в плані (тобто проєктування є багатоваріантним), наприклад, основні норії можуть розташовуватися віссю барабана уздовж довгої осі робочої башти (рис. 3.4), або перпендикулярно їй (рис. 3.5).

Розміри встановлюваного устаткування приймаємо за каталогом нормалей устаткування [30]. Користуючись каталогом і переліком устаткування, яке підлягає установці в робочій башті за нашими розрахунками, розміщуємо його на планах поверхів з витриманням усіх нормативних відстаней. Дали знаходять довжину і ширину кожного поверху робочої башти з основним технологічним обладнанням.

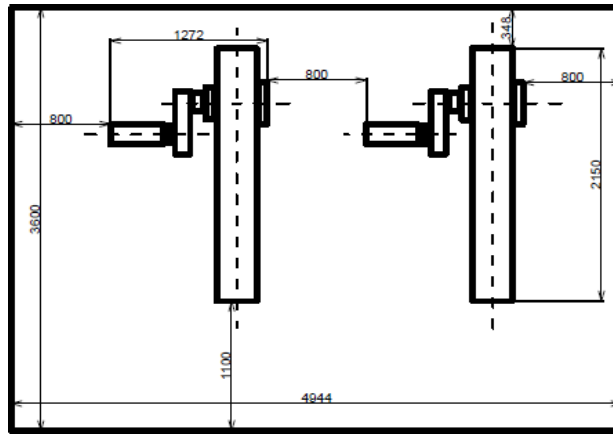


Рисунок 3.4 – Розташування двох основних норій продуктивністю 100 т/год віссю барабана вздовж довгої вісі робочої башти, приводами в одну сторону

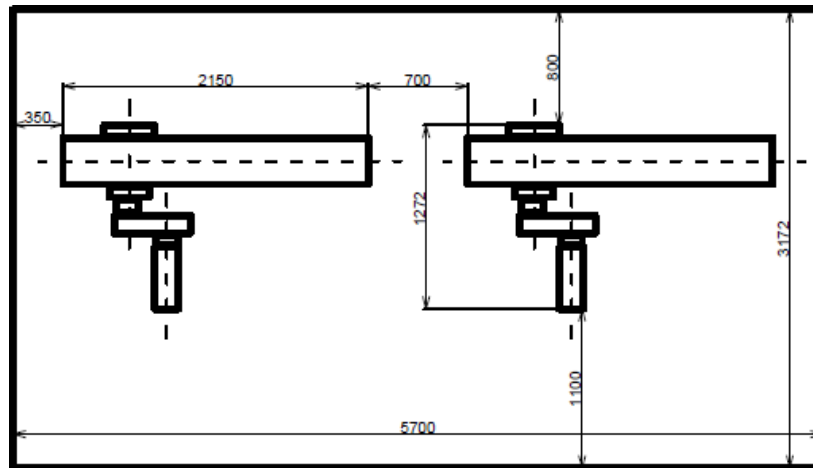


Рисунок 3.5 – Розташування двох основних норій продуктивністю 100 т/год віссю барабана перпендикулярно довгій вісі робочої башти

Остаточне положення норій на планах поверхів робочої башти приймаємо за першим варіантом (рис. 3.4) з урахуванням зручності ув'язування його із силосними корпусами.

Сепаратор може розташовуватися довгою віссю поперек робочої башти елеватора, або уздовж. Приймаємо варіант розміщення сепаратора марки А1-БЦС-50 на плані поверху так, щоб його довга вісь була здовж робочої башти (рис. 3.6).

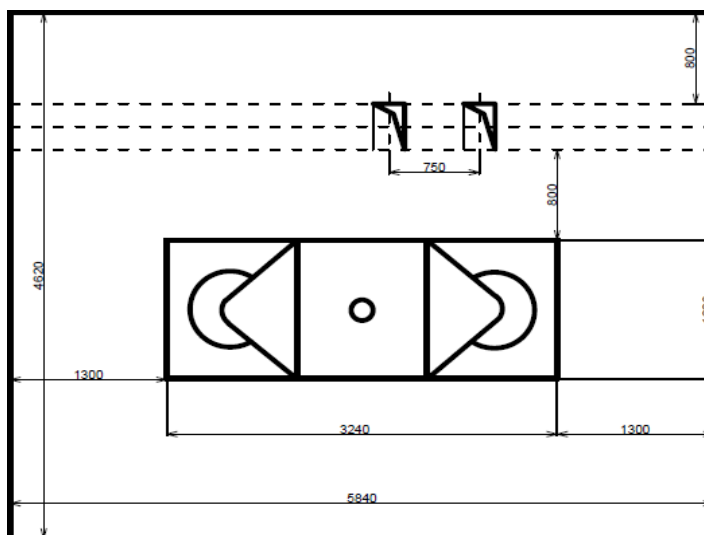


Рисунок 3.6 – Розташування сепаратора основного очищення марки А1-БЦС-50

Розміри робочої башти елеватора в плані визначають за диктуючим поверхом, тобто поверхом, який має максимальні величини довжини і ширини серед усіх виробничих поверхів робочої башти елеватора [16, 20]. У нашому випадку поверхом, що диктує довжину та ширину робочої башти є поверх сепаратора А1-БЦС-50, розрахункові розміри: 5840 х 4620 мм. Таким чином, довжину і ширину робочої башти приймаємо 6х5 м з урахуванням будівельних вимог.

Далі аналізують кількість і призначення (над- і підсепараторні, приймальні і відпускні накопичувальні, оперативні) бункерів, які потрібно розмістити в робочій башті і для кожного варіанта показують їх на планах поверхів верхніх і нижніх бункерів.

Зробивши остаточний вибір розмірів робочої башти елеватора (6х5 м), приступаємо до креслення планів його поверхів.

3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП

До розрахунку висот поверхів робочої башти і силосних корпусів проєктованого елеватора приступають після креслення їхніх планів у масштабі.

Висоту кожного виробничого поверху робочої башти і силосного корпусу

обчислюють по диктуючій лінії. Вона складається із суми висот: необхідних для монтажу устаткування; машини, встановленої на поверсі; вертикальної проекції диктуючого самопливу, який подає на неї зерно; деталей самопливу (засувок, перекидних клапанів, секторів, введів, скидних коробок, насипних лотків і ін.). Ця вказівка не відноситься до поверхів надсепараторних та підсепараторних бункерів. Висота встановлюваного на поверсі устаткування вибирається за каталогом, а деталей самопливів — за підручником [20].

Висота, необхідна для монтажу й обслуговування встановленого на поверсі устаткування приймається за правилами [20].

Отримані значення висот виробничих поверхів робочої башти і силосного корпусу остаточно приймаємо 6 м.

Висоти поверхів надсепараторних, а також підсепараторних оперативних бункерів обчислюють після розрахунку висот виробничих поверхів робочої башти і силосних корпусів.

3.5.1 Розрахунок висоти поверху башмаків норій робочої башти елеватора

Висоту поверху башмаків норій (Нб.н.) (рис 3.7), розраховуємо як:

$$\text{Нб.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_8 + h_{10} + h_{11} + h_{12}, \text{ м}, \quad (3.18)$$

де h_1 — висота підставки під башмак, м;

h_2 — відстань від нижнього краю башмака до приймального носка норії, м; h_3 — висота введення самопливу в приймальний носок норії, м;

h_4 — висота сектора, м;

$h_5 = a \tan \alpha$ — величина проекції на вертикальну площину диктуючого самопливу, що подає зерно з поперечного конвеєра на норію, м;

a — величина горизонтальної проекції диктуючого самопливу, м;

α — кут нахилу зернового самопливу, град.; за нормами приймають 45° для вологого та сирого зерна та 36° для сухого зерна більшості культур;

h_6 — висота нижньої частини скидальної коробки поперечного конвеєра, м; h_7 — радіус барабана поперечного конвеєра, м;

h_8 — висота насипного лотка поперечного конвеєра, м;

$h_9 = a_2 \operatorname{tg} \alpha$ — величина проекції на вертикальну площину диктуючого самопливу, що подає зерно з підсилоного на поперечний конвеєр, м;

h_{10}, h_{11} — висоти, обумовлені конструкцією скидальної коробки підсилоного конвеєра, м;

$h_{12} = 0,5 \dots 0,6$ м — висота, необхідна для монтажу і ремонту скидальної коробки
 $H_{б.н.} = 0,1 + 16,27 + 0,4 + 0,12 + 16,63 + 0,8 + 0,3 + 0,79 + 0,8 + 0,5 = 6,6$ м.

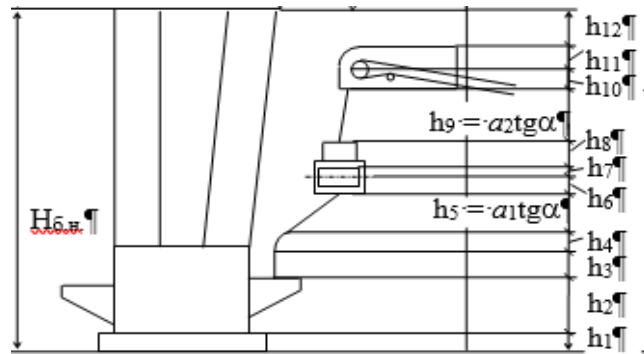


Рисунок 3.7 – Складові висоти поверху башмаків норій [8]

3.5.2 Розрахунок висот поверху зерноочисних машин робочої башти елеватора

Висота поверху сепараторів основного очищення [8] складається:

$$H_c = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6, \text{ м}, \quad (3.19)$$

де h_1 — висота розташування прийомної коробки сепаратора, м [6];

h_2 — висота введення самопливної труби в прийомну коробку, м [6];

h_3, h_5 — висоти секторів самопливної труби, м;

$h_4 = a \cdot \operatorname{tg} \alpha$ — величина проекції диктуючої самопливної труби, на вертикальну площину, м ($\operatorname{tg} \alpha = 36^\circ$);

h_6 — висота косої патрубку під бункером, м [6];

$$H_c = 3,17 + 1,0 + 0,4 + 0,82 + 0,4 + 0,2 = 5,99 \text{ м}$$

Висоту поверхів зерноочисних машин приймаємо 6 м.

3.5.3 Розрахунок висоти розташування головок норій робочої башти елеватора

Висоту розташування головок норій РБ розраховуємо по диктуючій лінії, яка

у нашому випадку складається з суми: вертикальної проекції диктуючого самопливу (від випускного отвору головки основної норії до ВНБ), висоти, що обумовлена конструкцією головки норії, та висоти ВНБ.

Висоту розташування головок норій відносно завантажувального отвору відпускного накопичувального бункера розраховуємо за формулою:

$$H_{г.н.} = h_1 + h_2 + h_3, \text{ м}, \quad (3.20)$$

де h_1 — висота, обумовлена конструкцією головки норії, м [16, 18, 20]; $h_1 = 1,21$ м;

$h_2 = a \cdot \operatorname{tg} \alpha$ — величина проекції диктуючого самопливу на вертикальну площину, м $\cdot \operatorname{tg} \alpha = 45$; у нашому випадку диктуючим є самоплив, що з головки норії подає зерно у відпускний накопичувальний бункер для відвантаження на автотранспорт.

$$h_2 = 17,6 \cdot \operatorname{tg} 45^\circ = 17,6 \text{ м.}$$

h_3 — висота розташування завантажувального отвору відпускного накопичувального бункера (ВНБ); $h_3 = 14,0$ м.

$$H = 17,6 + 1,24 + 14,0 = 32,84 \text{ м.}$$

Висоту розташування головок норій приймаємо – 32,84 м.

3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів

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

Місткість надсепараторних (2 шт.) і підсепараторних (2 шт.) бункерів приймаємо по 50 т кожний, виходячи з нормативних вимог забезпечення безперервної роботи сепаратора протягом 2 годин. А так як нами встановлено сепаратор А1-БЦС-50 продуктивністю 50 т/год, то нормативна місткість бункерів має бути 100-150 т. Таким чином сумарна місткість надсепараторних і підсепараторних буде дорівнювати 100 т і буде відповідати вимогам.

Місткість досушального і післясушального бункерів приймаємо 80 т, виходячи з нормативних вимог забезпечення безперервної роботи сушарки протягом 8 годин. А так як нами встановлено зерносушарка продуктивністю 10 пл.

т/год, то місткість оперативних бункерів має бути 80 т.

Місткість приймально-накопичувальних бункерів приймаємо по 40 т (2 шт.), що задовольняє місткості партій зерна, що надходять з автомобілів розрахунковою вантажопідємністю 20 т.

Місткість відпускнуго накопичувального бункеру приймаємо 40 т за нормативами.

Розміри бункерів до- та післясушильних, приймально-накопичувальних та відпускнуго накопичувального обираємо зі стандартного ряду металевих бункерів круглого перерізу з конусним днищем, що пропонують заводи-виробники, підбираючи такі, що задовільняють за місткістю та відповідають розмірам будівельного майданчику.

Висоту над- та підсепараторних бункерів визначаємо за формулою [16, 20]:

$$h = \frac{E}{a \cdot b \cdot h \cdot \varphi \cdot \gamma}$$

a – довжина бункеру, м;

b – ширина бункеру, м;

h – висота бункеру, м;

E – місткість бункеру, т;

φ – коефіцієнт використання обсягу бункеру;

γ – об'ємна маса зерна; приймається зазвичай $\gamma = 0,75$ т/м³.

Тоді,

$$h = \frac{50}{3 \cdot 2,6 \cdot 0,75 \cdot 0,86} = 9,9 \text{ м}$$

Висоту над- та підсепараторних бункерів приймаємо – 10 м.

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

Технологічна або робоча схема руху зерна та відходів (РСПЗіВ) відображає взаємозв'язок між усім наявним на підприємстві транспортним, технологічним, ваговим обладнанням, операційними та накопичувальними місткостями, із

зазначенням кількості, марок, типу та продуктивності машин, задіяних у технологічному процесі; номерів та місткості бункерів та зерносклади (силосів, зерноскладів) [16- 18, 25].

Робоча схема є основним виробничим документом, який змінює та визначає хід технологічного процесу, з максимальною ефективністю процесу в цілому.

Схема виконується без масштабу. Її побудова заснована на принципі послідовної обробки зерна в потоці від моменту його надходження до завантаження в силос на зберігання. Технологічна схема на всіх етапах повинна включати кількісний і якісний облік. Ступінь гнучкості схеми має дозволяти виконувати всі види операцій, передбачені завданням переміщення зерна. До схеми додають дві таблиці: таблицю ходів основних норій та таблицю місткостей.

Таблиця ходів є допоміжною і дозволяє швидко і правильно визначити норію, за допомогою якої виконується дана операція. Число заповнених клітин прийнятими умовними позначеннями характеризує наявність можливих маршрутів руху зерна і гнучкість прийнятої схеми.

А таблиця місткостей показує найменування, кількість і позначення оперативних і накопичувальних бункерів та їхню місткість. Вона дозволяє оцінити можливість формування партій зерна, що надходять на підприємство, за якістю і масою, а також місткість елеватора.

Розглянемо робочу схему руху зерна і відходів (РСРЗіВ) проєктованого міні-елеватора для фермерського господарства місткістю 9 тис. т. в Київській області (яку представлено на аркуші 4 графічної частини проєкту).

Даний міні-елеватор призначений для виконання наступних операцій:

- приймання зерна з автотранспорту;
- попереднє очищення;
- основне очищення зерна;
- сушіння зерна;
- зберігання зерна;
- відпуск зерна на автотранспорт.

Приймання зерна з автотранспорту. Приймання зерна виконується одним приймальним потоком за допомогою автомобілів-самоскидів, що розвантажуються в приймальний бункер ПБ (місткістю $E=30$ т). З приймального бункера за допомогою стрічкових транспортерів СК №1 та СК№2 (продуктивністю $Q = 100$ т/год) зерно подається на норію №1 ($Q=100$ т/год), потім зерно подається на попередню очистку у скальператор марки А1-БЗО- 100 ($Q = 100$ т/год).

Операція попередній очистки зерна. Засмічене зерно може подаватися через перекидний клапан ПК №1 на попередню очистку у скальператор марки А1-БЗО-100 ($Q =100$ т/год), а чисте – оминає його. Далі через перекидний клапан ПК №2 сухе очищене зерно направляється через ланцюговий конвеєр ЛК №3 в приймально-накопичувальні бункери ПНБ №1 та ПНБ №2 ($E=40$ т), які вивантажуються на стрічковий конвеєр СК №5 ($Q=100$ т/год), з якого зерно подається на башмак основної норій № 4 ($Q=100$ т/год), а вологе – на сушіння.

Операція сушіння зернаю Після попередній очистки сире та вологе зерно за допомогою перекидного клапану ПК № 2 та через ланцюговий транспортер ЛК№4 ($Q=100$ т/год) подається в досушильні бункери ДС №1 та ДС №2 ($E=40$ т), з яких воно поступає послідовно через стрічковий транспортер СК №6 ($Q = 20$ т/год) та спеціалізовану норію №2 ($Q = 20$ т/год) у модульну зерносушарку марки СГТ ($Q=10$ пл. т). Просушене зерно за допомогою стрічкового конвеєра СК№7 ($Q=20$ т/год) з зерносушарки транспортується на башмак спеціалізованої норії №3 ($Q=15$ т/год), з якої воно подається на ланцюговий конвеєр ЛК№8 ($Q=15$ т/год), яким розподиліється по двом післясушильним бункерам ПС №1 та ПС №2 ($E=40$ т), звідки за допомогою стрічкового транспортера СК№9 ($Q=100$ т/год) та перекидного клапана ПК №3 подається на башмаки основних норій № 4 та №5 ($Q=100$ т/год) з метою направлення на операцію основного очищення.

Операція основного очищення. Сухе зерно в потоці приймання з автотранспорту з приймально- накопичувальних бункерів та, просушене на сушарці зерно, з післясушильних бункерів подається на башмаки основних норії № 4 та №5 ($Q=100$ т/год) та за допомогою перекидних клапанів №4; №5; №8; №9 направляються в надсепараторні бункери НСБ №1 та НСБ №2 ($E=50$ т), з яких

подається через перекидний клапан №13 на основну очистку в сепаратор марки А1-БЦС-50 (Q=50 т/год). Очищене зерно подається в підсепараторні бункери ПСБ №1 та ПСБ №2 (E=50т), з них через перекидні клапани №13 №14 – на башмаки норії №4 та №5 з метою направлення на операцію зберігання.

Операція зберігання зерна. На даному міні-елеваторі зерно зберігається в металевих силосах з плоским днищем (місткістю E = 1125 т кожен), кількість силосів – 8 штук.

Силоси розташовані в два паралельних ряди по чотири силоси в кожному: у першому ряді розміщені силоси №11, 12, 13, 14, а в другому – силоси №21, 22, 23, 24.

Зерно основними норіями №4 та №5 (Q = 100 т/год) подається на поперечний ланцюговий конвеєр ЛК №10 (Q=100 т/год), а з нього – на надсилосний ланцюговий конвеєр ЛК №11 (Q = 100 т/год), який безпосередньо розподіляє зерно у силоси першого ряду – №№11, 12, 13, 14 (E = 1125 т). Ці силоси вивантажуються на підсилосний стрічковий конвеєр СК №12 (Q=100 т/год), з якого воно подається на також стрічковий поперечний конвеєр СК №13 (Q=100 т/год), який через перекидний клапан ПК №15 зерно подає на башмаки основних норій №4 або №5 (Q= 100 т/год), і далі, наприклад, на операцію відпуску зерна на автотransпорт.

Зерно основними норіями №4 та №5 (Q=100 т/год) на подається ланцюговий конвеєр ЛК №14 (Q=100 т/год), а з нього – на надсилосний ланцюговий конвеєр ЛК №15 (Q = 100 т/год), який безпосередньо розподіляє зерно у силоси другого ряду №№ 21, 22, 23, 24 з плоским днищем (E = 1125 т). Ці силоси вивантажуються на підсилосний стрічковий конвеєр СК №16 (Q=100 т/год), з якого воно подається на також стрічковий додатковий конвеєр СК №17 (Q=100 т/год), який через перекидний клапан ПК №16 зерно подає на башмаки основних норій №4 або №5 (Q= 100т/год), і далі, наприклад, на операцію відпуску зерна на автотransпорт.

Операція відпуску зерна на автотransпорт. Відпуск зерна на автотransпорт здійснюється одним відпускним потоком. Зерно з силосів підсилосними стрічковими конвеєрами СК №12 або №16, через поперечні конвеєри №13 або № 17 (Q=100 т/год) подається через перекидні клапани №15 або №16, відповідно, на башмаки основних норій №4 або №5 (Q=100 т/год).

З головок норій №4 та №5 зерно подається послідовно через перекидні клапани ПК №4, і ПК №6 та клапани ПК №8 і ПК №10, відповідно, у відпускний накопичувальний бункер з конусним днищем ($E = 40 \text{ т}$), з якого завантажується у автомобіль.

Аналіз робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ) проєктованого міні-елеватора для фермерського господарства місткістю 9 тис. т. в Київській області, та дамо рекомендації щодо її удосконалення, та продемонструємо це в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Аналіз робочої схеми руху зерна і відходів

Наявне на підприємстві	Рекомендації щодо удосконалення
1. Лінія приймання зерна з автотранспорту	
Приймання зерна відбувається одним приймальним потоком	Організація двох приймальних потоків для можливості одночасного приймання різних партій зерна без можливості їхнього змішування
Розвантаження автомобілів-самоскидів	З часом рекомендується встановити автомобілерозвантажувач, що дозволить розвантаження автотранспорту різного типу (бортових)
Приймальний бункер з малою ємністю ($E=30\text{т}$)	ємність ПБ достатня, тому не уповільнюються процеси вивантаження автомобілів.
Є приймально-накопичувальні бункери	Що дає змогу накопичувати великі партії зерна однорідної якості і розділення зовнішньої і внутрішньої роботи елеватору та підвищують ефективність роботи основних норій
2. Лінія попередньої очистки	
Є скальператор	Що забезпечує очистку від грубих та легких домішок
3. Лінія основної очистки	
Є сепаратор ($Q=50\text{т/год}$)	Забезпечує основну очистку всього зерна
Наявні над- і під сепараторні бункери	Бункери достатньої (нормативної) ємності по 100 т, що дає змогу забезпечити безперебійну роботу сепаратора
4. Лінія сушки зерна	
Організовано до- та після сушильний бункер	До- та після сушильні бункера нормативної ємністю по 80 т., що задовольняє потреби безперервної роботи обладнання зерносушарки СГТ ($Q = 10 \text{ пл. т}$) на 8 годин роботи.
5. Відпуск на автотранспорт	
Відпускні накопичувальні бункери з достатньою ємністю ($E=40\text{т}$)	Забезпечує рівномірну подачу зерна на відпуск на автотранспорт та розділення зовнішньої і внутрішньої роботи елеватору та підвищують ефективність роботи основних норій

Рекомендації, що представлені в табл. 3.3, відносяться до подальшого

розвитку даного міні-елеватора.

3.8 Зведений графік роботи елеватора

3.8.1 Розрахунки до побудови зведеного графіка роботи міні-елеватора в першу зміну

Графоаналітичний метод, що лежить в основі оперативного розрахунку зерносушильного є методом, що дозволяє оцінити ефективність технологічного процесу, виявити в ньому дисбаланс та здійснити наукову організацію роботи в елеваторі.

Він є основою для складання зведених графіків, що планують обсяг і послідовність операцій, що виконуються протягом зміни або дня. З цього приводу існують змінні та щоденні графіки. Зведені графіки можуть бути проєктними та оперативними за своїм призначенням.

Проєктні зведені графіки складаються при розробці проєктів будівництва нових або реконструкції діючих елеваторів у найбільш завантажений день роботи елеватора, тобто день, що характеризується максимальним (розрахунковим) обсягом робіт. Тому перевірте правильність розрахунків, вибір основного обладнання (транспортного, технологічного), приймально-роздавального обладнання, кількість і місткість діючих бункерів та гнучкість графіка роботи. При виявленні недоліків можна внести необхідні зміни в проєкт.

Експлуатаційні зведені графіки складають для діючих елеваторів з метою аналізу ступеня завантаженості основного транспортного, зерноочисного і зерносушильного устаткування, роботи приймально-відпускних ліній елеватора і його оперативних бункерів. Зведені графіки роботи складаються в день максимальних обсягів роботи елеватора або його роботи в першу, найбільш інтенсивну зміну. Ці графіки дають змогу виявити так звані «вузькі місця» в РСРЗіВ, тобто об'єкти, які не справляються із заданим навантаженням, негнучкість режиму роботи, відсутність діючих бункерів чи їх місткості. Операційні плани зазвичай складаються перед реконструкцією підприємства, щоб визначити його основні напрямки [16, 19]

Розрахунок зовнішньої роботи по прийманню зерна з автомобільного

транспорту

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

$$A_{nIЗМ}^{aIп.п} = \beta_{IЗМ} \cdot a_I \cdot A_{пд}^a, \quad (3.21)$$

$$A_{nIЗМ}^{aIп.п} = 0,6 \cdot 1 \cdot 384 = 230,4 \text{ т/добу};$$

де $A_{n\delta}^a$ – 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 ($A_{nIЗМ}^{вол}$):

$$A_{nIЗМ}^{сух} = 230,4 \cdot 0,65 = 149,76 \text{ т (сухе зерно)}$$

$$A_{nIЗМ}^{вол} = 230,4 \cdot 0,35 = 80,64 \text{ т (вологе та сире зерно)}$$

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

$$N_{nIЗМ}^{сух} = 149,76/40 = 3,40 \text{ т. (3 партія x40 т + 1 x 29,76)} \quad (3.22)$$

$$N_{nIЗМ}^{вол} = 80,64/40 = 2,01 \text{ т. (2 партія x40 т + 1 x 0,64)} \quad (3.23)$$

Розраховуємо продуктивність наповнення приймального бункера у першу зміну:

$$Q_{nIЗМ}^{Iпнa} = \frac{A_{nIЗМ}^{Iпнa}}{n_{\delta} \cdot t_{ЗМ}}, \text{ Т/ГОД}, \quad (3.24)$$

де n_{δ} – 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 $n_{\delta} = 1$;

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

$$Q_{nIЗМ}^{Iпнa} = \frac{230,42}{1 \cdot 8} = 28,8 \text{ Т/ГОД};$$

Час наповнення приймального бункера в 1 зміну:

$$t_{nIЗМ}^{Iпн} = \frac{60 \cdot E_{пб}}{Q_{nIЗМ}}, \text{ ХВ}, \quad (3.25)$$

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

60 – коефіцієнт для переведення годин у хвилини.

$$t_{н/зм}^{Inn} = \frac{60 \cdot 40}{28,8} = 83,3 \text{ хв};$$

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

$$\text{сухого } t_{н/зм}^{\text{сух}} = \frac{60 \cdot 29,76}{28,8} = 62 \text{ хв.}$$

$$\text{вологого } t_{н/зм}^{\text{вол}} = \frac{60 \cdot 0,64}{28,8} = 71,3 \text{ хв.}$$

Розрахуємо час випорожнення приймального бункера ($t_в^{пб}$).

$$t_в^{пб} = \frac{60 \cdot E_n}{Q^{ск} \cdot K_{ін}^{ск}} \text{ хв.}, \quad (3.26)$$

$$t_в^{пб} = \frac{60 \cdot 40}{100 \cdot 0,85} = 28,23 \text{ хв}$$

Час випорожнення з приймального бункера неповних партій зерна:

$$\text{сухого } t_в^{\text{сух}} = \frac{60 \cdot 29,76}{100 \cdot 0,85} = 21 \text{ хв.}$$

Розрахунок внутрішньої роботи елеватора з сушіння зерна

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

$$t_н^{ДС} = \frac{60 \cdot E_n}{Q^{ск} \cdot K_{ін}^{ск}} = t_в^{пб} \quad (3.27)$$

$$t_н^{ДС} = t_в^{пс1} = \frac{60 \cdot 40}{28,8} = 83,3 \text{ хв}$$

Так як випорожнення зерна з досушального бункера здійснюється на зерносушарку та заповнення післясушального бункера також здійснюється зерносушаркою з продуктивністю її роботи, то час випорожнення з досушального бункера ($t_в^{ДС}$) партії зерна має дорівнювати часу сушіння цієї партії на зерносушарці ($t_{суш}$) та часу її надходження (наповнення) у післясушальний бункер ($t_н^{пс}$)

$$t_в^{ДС} = t_{суш} = t_н^{пс} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_{з/с} / K_{срзв}} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_{з/с}^{\phi.m}}; \quad (3.28)$$

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:

$$Q_{физ.м} = Q_{з/с} / K_{срзв} \quad (3.29)$$

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

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

$$K_{срзв} = \frac{0,76 \cdot 0,13 + 1,56 \cdot 0,12 + 1,88 \cdot 0,1}{0,25} = 1,35$$

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

$$Q_{з/с}^{ф.м} = 10 / 1,35 = 7,4 \text{ фіз.т./год}, \quad (3.30)$$

$$t_{в}^{ДС} = t_{суш} = t_{н}^{ПС} = \frac{60 \cdot 30}{10,75} = 167,44 \text{ хв} \quad (3.31)$$

Для неповної партії вологого зерна масою 0,64 тонн, що надходить з автотранспорту:

$$t_{в}^{ДСнп} = \frac{60 \cdot 0,64}{28,8} = 1,33 \text{ хв}$$

Розрахунок внутрішній роботи елеватора з очищення зерна

Час попереднього очищення зерна ($t_{оч}^{непер.}$) буде дорівнювати часу випорожнення приймального бункера ($t_{н}^{ПСБ1}$) і наповнення підскальператорного бункера.

$$t_{оч}^{непер.} = t_{б}^{ПБ} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_{ск} \cdot K_{ин}^{ск}} \text{ хв.} \quad (3.32)$$

$$t_{оч}^{попер} = t_{н}^{ПСБ1} = \frac{60 \cdot 40}{50 \cdot 0,8} = 60 \text{ хв.}$$

Час попереднього очищення зерна неповних партій зерна

$$\text{сухого} \quad t_{оч}^{попер} = t_{в}^{сух} = \frac{60 \cdot 19,76}{50 \cdot 0,8} = 44,64 \text{ хв.}$$

Розрахунок зовнішній роботи елеватора з відвантаження зерна на автомобільний транспорт

Час заповнення відпускнуго бункера (t_n^{BB})

$$t_B^{BB} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_n \cdot K_{IH}} = 34,48, \quad (3.33)$$

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

$$t_B^{BB} = \frac{60 \cdot 40}{100 \cdot 0,85} = 28,23 \text{ хв}$$

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

$$t_B^{BHB} = \frac{60 \cdot E_{II}}{Q_{ВП}} = \frac{60 \cdot E_{II}}{A_{ВП}^a} \quad (3.34)$$

$$t_B^{BB} = \frac{60 \cdot 40}{23,75} = 101 \text{ хв}$$

де $Q_{ВП}$ – продуктивність відпускнуго потоку, т/год (дорівнює погодинному обсягу відпускання зерна на автотранспорт $A_{вп}^a = 23,75$).

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

Умовні позначення, прийняті на зведеному графіку:

ППО – забирання сухого зерна після попереднього очищення та подача в приймально-накопичувальний бункер;

ППС – подача вологого та сирого зерна в потоці приймання з автотранспорту на сушіння;

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

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

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

ВА – подача зерна у відпускну-накопичувальний бункер для відпуску на автотранспорт.

Маршрути виконання операцій з зерном на зведеному графіку:

(ППО) – приймальний потік – конвеєр №1 – норія №1 – скальператор конвеєр №2 – приймально-накопичувальний бункер (ПНБ1 або ПНБ2) – конвеєр –

норія №4 або №5 – сепаратор;

(ППС) – приймальний потік – конвеєр№1 – норія №1– скальператор – конвеєр №3 – досушільний бункер (ДС1 або ДС2) – конвеєр №5 – зерносушарка;

(ПОО) – сепаратор – підсепараторний бункер (ПСБ1 або ПСБ2) – норія №4 або №5 – надсилосний конвеєр №10 або №13 – силос;

(ЗПО) – сепаратор – підсепараторний бункер (ПСБ1 або ПСБ2) – норія №4 або №5 – конвеєр №10 або №13 – силос;

(ВА) – підсилосний конвеєр №11 або №14 – норія №4 або №5 – відпускний накопичувальний бункер (ВНБ) – а/т;

Таблиця 3.4 – Зведені показники роботи міні-елеватора у 1 зміну

Норії	ППО	ПОО	ЗПС	ЗПО	ВА	ВСЬОГО
K_{IH}	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	-
№4	$\frac{3 * 40 + 1 * 29,76}{3 * 28,23 + 1 * 21}$	$\frac{2 * 40}{2 * 28,23}$	–	$\frac{1 * 40}{1 * 28,23}$	$\frac{2 * 40}{2 * 28,23}$	$\frac{349,76}{246,84}$
№5	–	$\frac{2 * 40 + 1 * 29,76}{2 * 28,23 + 1 * 21}$	$\frac{1 * 40}{1 * 28,23}$	–	$\frac{3 * 40}{3 * 28,23}$	$\frac{269,76}{190,38}$
ВСЬОГО	$\frac{149,76}{105,69}$	$\frac{189,76}{105,69}$	$\frac{40}{28,23}$	$\frac{40}{28,23}$	$\frac{200}{141,15}$	$\frac{619,52}{437,22}$

Користуючись даними, наведеними в табл. 3.5, визначимо коефіцієнти використання основних норій елеватора.

Коефіцієнт використання норій за часом, що характеризує використання часу роботи 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:

$$K_{\tau} = \frac{\Sigma T}{n \cdot t \cdot 60}, \quad (3.35)$$

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:

$$K_Q = \frac{\Sigma E}{n \cdot t \cdot Q}, \quad (3.36)$$

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:

$$K_{в\text{ сер.зв.}} = \frac{\Sigma E_1 \cdot K_1 + \Sigma E_2 \cdot K_2 + \dots + E_n \cdot K_n}{\Sigma E_1 + \Sigma E_2 + \dots + E_n}, \quad (3.37)$$

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

$$K_Q = K_t \times K_{в\text{ сер.зв.}} \quad (3.38)$$

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:

$$K_t = \frac{437,22}{2 \cdot 8 \cdot 60} = 0,45$$

Коефіцієнт використання основної норії міні-елеватора за продуктивністю:

$$K_Q = \frac{619,52}{2 \cdot 8 \cdot 50} = 0,38$$

Середньозважене значення коефіцієнта використання основної норії:

$$K_{в\text{ сер.зв.}} = \frac{42,66 \cdot 0,87 + 42,66 \cdot 0,9 + 42,66 \cdot 0,9 + 60 \cdot 0,89 + 60 \cdot 0,9 + 60 \cdot 0,9 + 241,97 \cdot 0,87}{42,66 + 42,66 + 42,66 + 60 + 60 + 60 + 241,97} = 0,89$$

Перевірка правильності побудови графіка: $K_Q = 0,85 \times 0,45 = 0,38$

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

Оскільки розбіжності немає, то можна зробити висновок про те, що зведений графік побудовано вірно.

Аналіз побудованого змінного зведеного графіка дозволяє зробити наступні висновки:

- лінія приймання зерна з автомобільного транспорту забезпечує розвантаження автомобілів без простоїв;
- лінія приймання зерна з автотранспорту працює ефективно, так як приймальний потік працює безперервно;
- кількість і місткість приймальних накопичувальних бункерів достатні для виконання запланованого обсягу робіт у першу зміну;
- все сухе зерно своєчасно відправлено після основного очищення на зберігання;
- сепаратор забезпечує очищення зерна, місткість над- і підсепараторних бункерів відповідає нормативним вимогам і забезпечує можливість розміщення партій зерна різних культур з різною об'ємною масою
- все вологе та сире зерна після попереднього очищення було просушене, а потім очищене на сепаратори та відправлено на зберігання;
- все обладнання справляється з заданими об'ємами робіт;
- відвантаження зерна на автомобільний транспорт розпочато у першу зміну и здійснюється безперервно;
- розрахункові значення коефіцієнтів використання основної норії за часом (0,45) та за продуктивністю (0,38) свідчать, що вона має запас потужності для збільшення у подальшому обсягів роботи даного міні-елеватора.
- перевірка показала, що графік побудовано вірно.

3.9 Система управління роботою елеватора

Автоматизація лінії приймання зерна з автомобільного транспорту.

При розробці проекту міні-елеватора передбачена система автоматичного дистанційного управління (СДАУ). Розробка системи автоматизації на міні-елеваторі передбачає те, що набір маршруту руху зерна проходить в автоматичному режимі [31] Для її здійснення потрібні спеціальні елементи автоматизації (табл. 3.6)

Таблиця 3.5 – Умовні позначення спеціальних елементів автоматизації

Ум. позначення	Найменування	Ум. позначення	Найменування
	Датчик підпору		Кнопка керування
	Датчик рівня		Сигналізатор швидкості
	Датчик швидкості		Магнітний пускач
	Електродвигун		Електричний дзвоник
	Сигналізатор рівня		Сигнальна лампа
	Ручний перемикач		Виконавчий механізм

В якості прикладу розглянемо СДАУ лінії приймання зерна з автомобільного транспорту, схема автоматизації маршруту приймання зерна з автотранспорту представлена на рис 3.8.

Оператором здійснюється вибір маршруту транспортування зерна і, відповідно, обладнання, задіяного у вибраному маршруті. Приймальний потік включає в себе автомобілерозвантажувач марки У15-УРАГ, приймальний бункер Е = 25 т, , після чого потрапляє на ланцюговий скребковий конвеєр КСЛ-5, з якого потрапляє на ланцюговий скребковий конвеєр КСЛ-6, а з цього конвеєра – на норію НЦК-50 №1

Пуск механізмів здійснюється після подачі попереджувального сигналу дзвоником НА2, розташованому на місці. Вибір відповідного маршруту транспортування зерна і відповідного обладнання, яке використовується при його виборі здійснюється оператором.

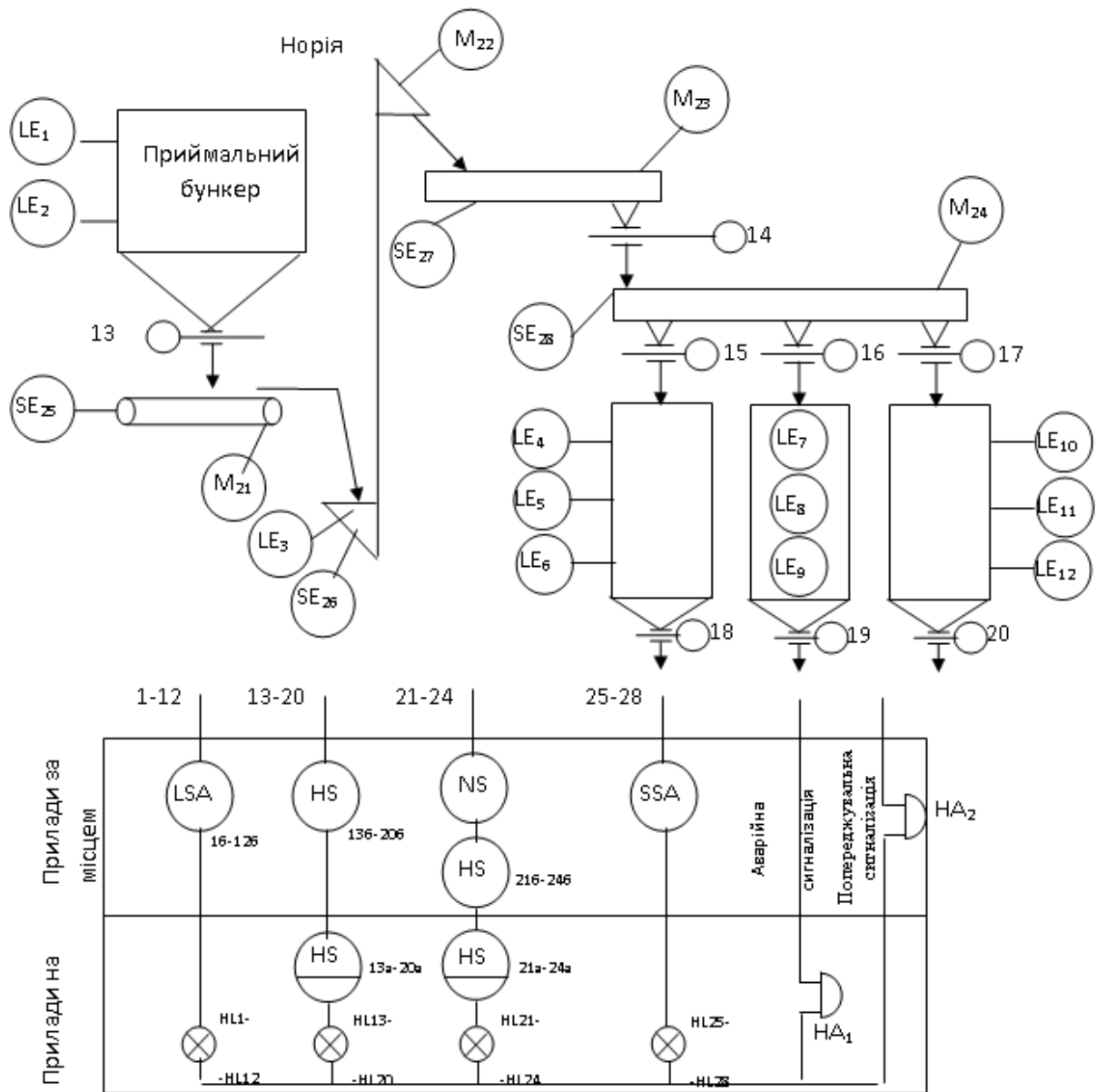


Рисунок. 3.8 – Схема автоматизації маршруту приймання зерна з автотранспорту

Для запобігання завалів обладнання зерном в схемі передбачено блокування зв'язку, яке забезпечує послідовність запуску обладнання тільки в напрямку зворотному технологічному потоку з кінця маршруту, після зупинки однієї з одиниць обладнання зупинку всього попереднього обладнання по напрямку потоку зв'язок механізмів з положенням відповідних засувок. Подається аварійна сигналізація дзвінком НА1, розташованим на щиті пульта управління [34].

Для контролю рівня зерна у бункерах передбачаються датчики рівня LE1–2 та LE4–12 на пульті встановлюються лампочки HL1-2,HL4...12, включення яких свідчить про ступінь заповнення бункерів зерном. На башмаці норії встановлено датчик подпору LE3 – для запобігання його завалу зерном. Про стан транспортуючого обладнання - норій та конвеєрів свідчать показання реле контролю швидкості SE25–28 та електродвигуни M21–24. Для управління засувками на пульті встановлюються лампочки HL13...20 включення яких свідчить про положення «відкрито», «закрито».

Розділ 4 ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ 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 [32].

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 [32,33]:

- 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.І.1.20			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Назаренко Р.І.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 9,0 тис. т в Київській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					71	11
Консультант		Штепа Є.П.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

4.2 Розрахунок активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії

Розрахункову активну потужність методом питомих витрат електроенергії визначаємо за формулою [32-34].:

$$P_p = \frac{W_{\text{пит}} M_{\text{річ}}}{T_{\text{max}}} \quad (4.1)$$

де $W_{\text{норм}} = 25$ кВт.год/т - нормована питома витрата електричної енергії для елеваторів

$M_{\text{річ}}$ – річна продуктивність підприємства 10000 т

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

$$P_p = \frac{25 \cdot 9000}{3000} = 75 \text{ кВт}$$

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

4.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

Повну потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності визначаємо за формулою [19]:

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

Реактивну розрахункову потужність знаходимо за формулою:

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

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

Тоді $Q_p = 75 \cdot 0,75 = 60$ квар.

Потужність компенсуючого пристрою визначаємо за формулою:

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

де Q_E - оптимальна реактивна потужність, що задається енергосистемою:

$$Q_E = 0,25 \cdot (P_p + P_{\text{осв}}) \text{ квар.} \quad (4.5)$$

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

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

Вибираємо конденсаторну установку типу КС-0,38-36-3УЗ номінальною потужністю $Q_{\text{кном}} = 36$ квар

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

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

Потужність одного трансформатора знаходять так:

$$S_{\text{тр}} = (0,6 \dots 0,8)$$

$$S_{\text{ТП}} = 0,65 \cdot 91 = 59 \text{кВ.А.}$$

За одержаною потужністю, користуючись таблицею технічних даних трансформаторів, вибираємо номінальну потужність трансформатора [19].

Таблиця 4.1 – Номінальна потужність трансформатора

Тип	Номінальна потужність ном,кВ.А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу I_x , %	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання u_k , %
		первинна $U_{1\text{ном}}$	вторинна $U_{2\text{ном}}$		Холостого ходу P_x	Короткого замикання P_k	
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 [32].

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності в визначаємо за формулою

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

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

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

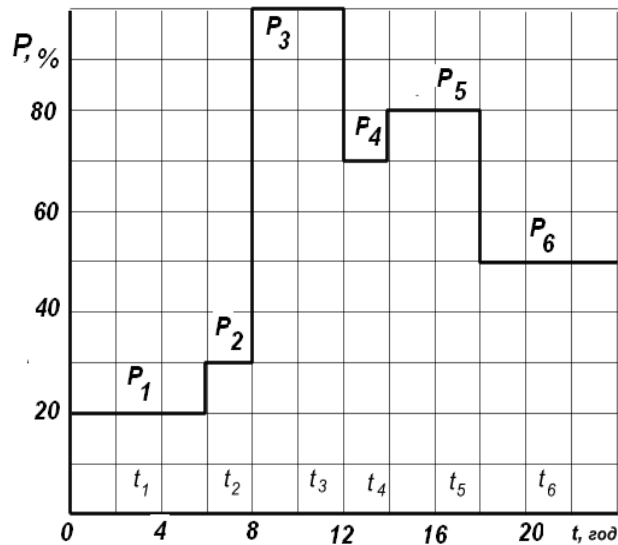


Рисунок 4.1– Графік добового навантаження.

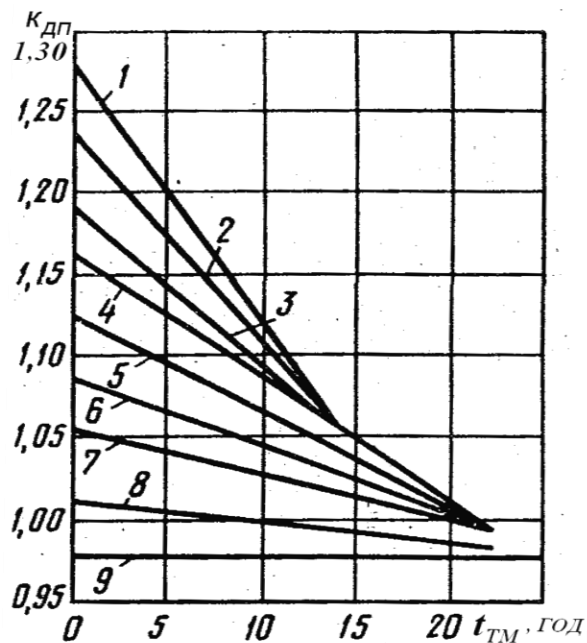


Рисунок 4.2 – Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів

Знаходимо коефіцієнт заповнення графіка добового навантаження елеватора $k_{3Г}$, користуючись графіком добового навантаження (рис. 4.3)

$$k_{3Г} = \frac{20 \cdot 1 + 40 \cdot 1 + 60 \cdot 1 + 68 \cdot 1 + 50 \cdot 2 + 40 \cdot 1 + 100 \cdot 1 + 60 \cdot 1 + 65 \cdot 1 + 62 \cdot 1 + 100 \cdot 1 + 70 \cdot 1 + 65 \cdot 1 + 40 \cdot 1 + 100 \cdot 1 + 22 \cdot 1 + 60 \cdot 2 + 95 \cdot 1 + 20 \cdot 2}{24 \cdot 100\%} = 0,59$$

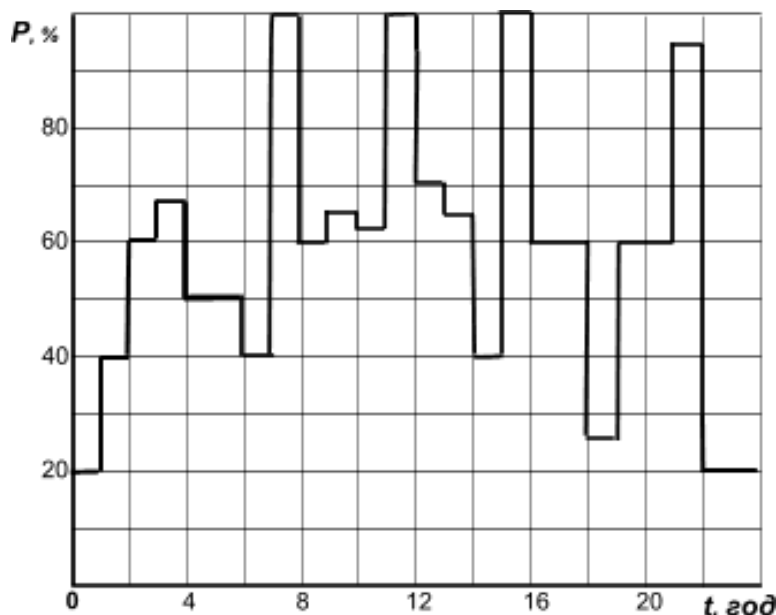


Рисунок 4.3 – Графік добового навантаження елеватора.

Для графіка добового навантаження (рис.4.3) 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) знайшли коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора $k_{ДП} = 1,23$.

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

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

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

$$S_T \geq \frac{91}{2 \cdot 1,23} = 40 \text{кВ.А}$$

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

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- 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	
ТМ40/10	40	10	0,4	3,0	0,19	0,88	4,5

4.5 Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів

Знайшли приведені втрати в трансформаторі за формулами

$$\Delta P'_x = \Delta P_x + K_e \Delta Q_x, \quad (4.9)$$

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

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

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

Втрати ΔQ_x і ΔQ_k знаходимо за формулами:

$$\Delta Q_x = S_{НОМ} \cdot \frac{I_x\%}{100} \text{квар}; \quad (4.11)$$

$$\Delta Q_x = 40 \cdot \frac{3}{100} = 1,2 \text{квар};$$

$$Q_k = S_{НОМ} \cdot \frac{U_k\%}{100} \text{квар}. \quad (4.12)$$

$$Q_K = 40 \cdot \frac{4,5}{100} = 1,8 \text{ квар.}$$

$$\text{Тоді } \Delta P'_x = 0,19 + 0,05 \cdot 1,2 = 0,25 \text{ кВт;}$$

$$\Delta P'_K = 0,88 + 0,05 \cdot 1,8 = 0,97 \text{ кВт.}$$

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

$$S_{EK} = S_{НОМ} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_x}{\Delta P'_K}} \text{ кВ.А.} \quad (4.13)$$

$$S_{EK} = 40 \sqrt{2 \frac{0,25}{0,97}} = 28,7 \text{ кВ.А.}$$

Оскільки потужність двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності складає: $40 \times 2 = 80$ кВ.А, що відповідає 100% навантаження добового графіка, то 28,7 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) зробили 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

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

$$\Delta T_{max} = \frac{4}{24} \cdot 100\% = 16,7\%$$

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

$$\Delta T'_{max} = \frac{\Delta T_{max}}{100\%} \cdot T_{max} \quad (4.15)$$

$$\Delta T'_{max} = \frac{16,7}{100} \cdot 3000 = 500 \text{ год}$$

і складатиме

$$T'_{max} = T_{max} - \Delta T'_{max} = 3000 - 500 = 2500 \text{ год.}$$

4.6 Вибір перерізу жил і марку кабелю

Вибір необхідного перерізу жил кабелю напругою до 1000 В проводять для підприємства за допустимим струмовим навантаженням і допустимою втратою напруги [32-34]. Для цього визначаємо розрахунковий струм за формулою

$$I_p = \frac{1000 \cdot S_p}{\sqrt{3} U_{ном}}, \text{ A} \quad (4.16)$$

$$I_p = \frac{1000 \cdot 107}{\sqrt{3} \cdot 380} = 161 \text{ A}$$

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

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + Q_p^2}, \text{ кВ.А} \quad (4.17)$$

$$S_p = \sqrt{(75 + 7,5)^2 + 60^2} = 107 \text{ кВ.А}$$

де Q_p - реактивна розрахункова потужність.

З урахуванням умов прокладання мереж знаходимо за відповідною таблицею стандартний переріз жил кабелю $S=95 \text{ мм}^2$ [21].

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

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

$$\Delta U = \frac{10^5 (P_p + P_{осв})}{U_{ном}^2} \cdot R_{л}, \% \quad (4.18)$$

$$\Delta U = \frac{10^5 (75 + 7,5)}{380^2} \cdot 0,0214 = 1,3\%.$$

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

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

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

$$R_{л} = \rho \cdot \frac{L}{S}, \text{ Ом} \quad (4.19)$$

$$R_{л} = 0,0312 \cdot \frac{65}{95} = 0,0214 \text{ Ом.}$$

де $\rho = 0,0312 \text{ Ом.мм}^2/\text{м}$ питомий опір жили алюмінієвого кабелю;

L - довжина кабелю, м;

S - площа перерізу жили кабелю, мм^2 .

Річна витрата електроенергії та її вартість

Річну витрату електроенергії знаходимо за формулою:

$$W_a = (P_p + P_{\text{осв}}) T_{\text{max}}, \text{ кВт.год.} \quad (4.20)$$

$$W_a = (80 + 8) 3000 = 264000 \text{ кВт.год.}$$

Річну вартість електроенергії визначаємо за формулою:

$$S_o = d_o \cdot W_a, \text{ грн} \quad (4.21)$$

$$S_o = 4,32 \cdot 264000 = 1140480 \text{ грн.}$$

4.7 Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві

Економію електроенергії на підприємстві можна досягнути за рахунок [32]:

- 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

$$I'_p = \frac{\sqrt{(P_p + P_{\text{осв}})^2 + (Q_p - Q_k)^2}}{\sqrt{3} U_{\text{ном}}}, \text{ А} \quad (4.22)$$

$$I'_p = \frac{\sqrt{(80 + 8)^2 + (60 - 36)^2}}{\sqrt{3} \cdot 380} = 138 \text{ А.}$$

Втрати електроенергії в лінії живлення будемо

- до впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W_{\text{л}} = 3 I_p^2 R_{\text{л}} T_{\text{max}}, \text{ кВт.год} \quad (4.23)$$

$$W_{\text{л}} = 3 \cdot 161^2 \cdot 0,0214 \cdot 3000 \cdot 10^{-3} = 4992 \text{ кВт.год,}$$

- після впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W'_{\text{л}} = 3 \cdot I_p'^2 \cdot R_{\text{л}} T_{\text{max}}, \text{ кВт.год.} \quad (4.24)$$

$$W'_л = 3 \cdot 138^2 \cdot 0,0214 \cdot 3000 \cdot 10^{-3} = 3668 \text{ кВт.год.}$$

Річна економія електроенергії в лінії живлення буде

$$\Delta W_л = W_л - W'_л, \text{ кВт.год.} \quad (4.25)$$

$$\Delta W_л = 4992 - 3668 = 1324 \text{ кВт.год.}$$

Втрати електроенергії в трансформаторах будуть

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

$$W_{\text{тр}} = 2 \cdot \Delta P'_к \cdot T_{\max}, \text{ кВт.год} \quad (4.26)$$

$$W_{\text{тр}} = 2 \cdot 0,97 \cdot 3000 = 5820 \text{ кВт.год,}$$

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

$$W'_{\text{тр}} = 2 \cdot \Delta P'_к \cdot T'_{\max}, \text{ кВт.год} \quad (4.27)$$

$$W'_{\text{тр}} = 2 \cdot 0,97 \cdot 2500 = 4850 \text{ кВт.год.}$$

Річна економія електроенергії в трансформаторах буде:

$$\Delta W_{\text{тр}} = W_{\text{тр}} - W'_{\text{тр}}, \text{ кВт.год} \quad (4.28)$$

$$\Delta W_{\text{тр}} = 5820 - 4850 = 970 \text{ кВт.год.}$$

Витрати електроенергії на освітлення будуть

- лампами розжарювання

$$W_{\text{осв}} = k \cdot q \cdot P_p \cdot T_{\text{ма}}, \text{ кВт.год} \quad (4.29)$$

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

- люмінесцентними лампами

$$W'_{\text{осв}} = k \cdot q' \cdot P_p \cdot T_{\text{ма}}, \text{ кВт.год.} \quad (4.30)$$

$$W'_{\text{осв}} = 0,63 \cdot 0,046 \cdot 80 \cdot 3000 = 6955 \text{ кВт.год.}$$

де $k=0,63$ – коефіцієнт перерахунку добового споживання електроенергії для самого короткого дня в середньодобове [34].

-ламп розжарювання $q = 0,1$;

-люмінесцентних ламп $q' = 0,046$.

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

$$\Delta W_{\text{осв}} = W_{\text{осв}} - W'_{\text{осв}}, \text{ кВт.год.} \quad (4.31)$$

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

Результати розрахунків з економії електроенергії зводимо в таблицю 4.3

Таблиця 4.3 – Розрахунок 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

Загальна річна економія електроенергії буде:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{л}} + \Delta W_{\text{тр}} + \Delta W_{\text{осв}}, \text{кВт.год.} \quad (4.32)$$

$$\Delta W = 1324 + 970 + 8165 = 10459 \text{ кВт.год.}$$

Річну вартість зекономленої електроенергії визначаємо за формулою

$$\Delta S_o = d_o \cdot \Delta W, \text{грн.} \quad (4.33)$$

$$\Delta S_o = 4,32 \cdot 10459 = 45182,9 \text{ грн.}$$

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:

$$\Delta S = \frac{45182,9}{1140480} \cdot 100\% = 3,96\%$$

Розділ 5 АСПІРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА

5.1 Мета і завдання аспіраційних установок елеваторів

Головна ціль аспіраційних установок – це очищення повітря робочої зони від пилу, газів та дрібних часток безпосередньо у місці їх утворення для захисту людей, обладнання та довкілля.

Основні задачі

- Захист персоналу: зниження концентрації шкідливих речовин у повітрі до безпечних санітарних норм.
- Локалізація викидів: уловлювання пилу та газів біля джерела їх виникнення до розповсюдження по цеху.
- Захист обладнання: запобігання запиленню механізмів, що зменшує їх знос та кількість поломок.
- Пожежна безпека: мінімізація ризику вибуху та займання горючого пилу (наприклад, цукрового або деревного).
- Екологічна безпека: очищення викидів перед виходом в атмосферу для дотримання екологічних стандартів.
- Повернення сировини: збір цінних часток матеріалу (мука, цемент) для їх повторного використання у виробництві.

Головна мета аспіраційних установок саме на елеваторах – це запобігання вибухам зернового пилу та забезпечення безпечних, безпилкових умов праці для персоналу шляхом створення розрідження (вакууму) в технологічному обладнанні.

Зерновий пил є вкрай вибухонебезпечним середовищем. Кожна тонна збіжжя містить від 1 до 5 кг пилу, який активно виділяється під час будь-якого переміщення.

Конкретні задачі аспірації на елеваторах

- Зниження вибухо- та пожежонебезпеки: утримання концентрації дрібно

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.20			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив	–	Назаренко Р.І.			Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 9,0 тис. т в Київській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					82	14
Консультант		Гончарук Г.А.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

дисперсного пилу в повітрі значно нижче за поріг вибухонебезпечності.

- Знепилювання критичних точок: видалення пилу безпосередньо з місць його інтенсивного виділення:

- Станцій розвантаження автомобілів та вагонів (завальних ям);
- Головок та черевиків норій (вертикальних підйомників);
- Точок пересипання на стрічкових та ланцюгових транспортерах;
- Зерноочисних сепараторів та сушарок.

Захист механізмів від зносу: мінімізація потрапляння абразивного пилу в підшипники, редуктори та електродвигуни, що продовжує термін служби дорогого елеваторного обладнання.

Екологічний контроль: очищення відпрацьованого повітря за допомогою циклонів або рукавних фільтрів перед викидом в атмосферу, щоб не забруднювати навколишню територію.

Збереження товарної маси: повернення вловлених корисних часток назад у технологічний потік (де це дозволено регламентом) або їх контрольований збір як відходів.

Особливість експлуатації. Аспірація елеваторів працює за принципом синхронності: вона автоматично вмикається та функціонує одночасно з запуском відповідного транспортного чи технологічного обладнання.

5.2. Огляд основних методів розрахунку розгалужених аспіраційних мереж

Метод динамічних тисків. Він полягає в характеристиці опору ділянок наведеними коефіцієнтами, подібними коефіцієнтам місцевого опору. Повна втрата тиску в кожній ділянці мережі виражається при цьому наступним чином:

$$H_{\Pi} = (\zeta_{\text{екв}} + \Sigma \zeta) \frac{\rho v^2}{2} = (\Sigma \zeta) \rho \frac{v^2}{2}$$

У цій формулі коефіцієнт $\zeta_{\text{екв}}$, що характеризує опір прямих відрізків труби, буде

$$\zeta_{\text{екв}} = l \frac{\lambda}{D}$$

Автор методу, інженер Г. Жеравов, рекомендує як розрахунок посібники тільки таблицю значень D / λ . Він приймає, як і в методі еквівалентних отворів, $\lambda = 0,0125 + \frac{0,0011}{D}$ тобто залежним тільки від величини D . Це принципово невірно і є лише грубим наближенням для деякого обмеженого діапазону швидкостей. Професор Б. Аше пропонує номограму для цього методу, побудовану на використанні значення λ , обумовленого величиною Re .

Істотний недолік методу динамічних тисків відсутність в ньому яких би то не було практично необхідних вказівок про розрахунок діаметрів відгалужень, що особливо важливо для розгалужених повітропроводів промислових вентиляційних установок. [35, 36].

Метод повних тисків. Запропонований А. Панченко в 1933 р. метод повних тисків відрізняється такими особливостями:

- застосуванням поняття «повний тиск» у всіх розрахункових операціях в якості основної величини;
- зазначенням певних, практично застосовних аналітичних і графічних способів розрахунку діаметрів відгалужень вентиляційних повітропроводів;
- застосуванням величини λ , залежної від v і D);
- відсутністю необхідності введення в розрахунок будь-яких допоміжних, понять як «еквівалентна довжина» або «наведений коефіцієнт опору ділянки»;
- обліком у процесі розрахунку розгалужених мереж необхідності установки стандартних трійників, що зберігають співвідношення $D_{\Pi}^2 + D_6^2 = D_0^2$, тобто з рівними площами входу в трійник і виходу з нього; відомо, що табличні значення коефіцієнтів опору трійників ζ_{Π} і ζ_6 , наведені в додатках, вірні лише при дотриманні цієї співвідносини поперечних перерізів трійників;
- застосуванням номограм як для визначення величини тиску, який повинен розвивати вентилятор в даній мережі, так і для визначення діаметрів отворів, що обумовлюють протікання заданих обсягів повітря; чисто графічний спосіб розрахунку, що передбачаються цим методом, не виключає застосування нормальної лічильної лінійки для найпростіших дій (множення, ділення).

При розрахунку однієї і тієї ж вентиляційної мережі різними методами неминуче виходять трохи різні результати. Це визвано, з одного боку, різницею в величинах λ , покладених в основу того чи іншого методу, а з іншого - ступенем точності вживаних при розрахунку допоміжних засобів (таблиці, номограми і ін.).

При одних і тих же виразах λ , значних ζ і при однаковому ступені точності обчислень результати розрахунку по кожному з описаних методів повинні бути цілком однаковими. Однак, як уже зазначалося, деякі методи, наприклад метод еквівалентних отворів, має у своїй основі невірні значення вказаних величин, і по цього неточність результатів при розрахунку цими методами неминуча.

Останні дослідження, проведені в А. Альтшулем, дозволили отримати зручну формулу для розрахунку величини λ з урахуванням шорсткості трубопроводів. Дослідження показали, що при значних величинах абсолютної шорсткості трубопроводів ($\Delta \geq 0,5$ мм) величина λ змінюється на відчутну величину порівняно з розрахунком її для гідравлічно гладких (формула Блазіуса) або цілком шорстких труб (формула Б. Шіфрінсона). Показано, що формула Блазіуса, з точністю до 3%, застосовна при $\frac{v\Delta}{v} < 14$; при $14 > \frac{v\Delta}{v}$ помилка у визначенні величини λ за рівнянням Блазіуса збільшується.

Г. Хованський розробив до формули А. Альтшуля зручні для користування номограми визначення величин λ .

Розрахунок λ за формулою А. Альтшуля для повітропроводів млинових і елеваторних вентиляційних установок, виготовлених з покрівельної оцинкованої сталі, відрізняється від розрахунку за формулою А. Панченко на величину 8-10%.

Порівнюючи значення величин R, отриманих за номограмою і за табличними даними ГПІ сантехпроект для розрахунку круглих сталевих повітропроводів і рекомендованих ЦНДІ промзернопроект для заготівельних підприємств Міністерства заготівель, бачимо, що при $v = 10$ м/с розбіжність складає 5-10%, а при $v = 20$ м/с 10-17%. Враховуючи, що втрати на тертя при інших рівних умовах залежать від якості швів воздухопровода, виготовленого з листової покрівельної сталі, і точності фланцевих з'єднань, помилка у визначенні величини λ практично не має значення. Якщо до цього додати, що втрати на тертя у вентиляційних установках млинів та

елеваторів становлять 20-25 % від опору мережі і відмінність в шорсткості окремих листів покрівельної оцинкованої сталі, можна зробити висновок, що формула А. Панченко цілком задовольняє вимогам, що пред'являються до розрахунку вентиляційних установок. [35]

Багаторічний досвід випробувань вентиляційних установок млинів, круп'яних заводів та елеваторів, підтверджує придатність формули А. Панченко для розрахунку при зазначених вище умовах.

5.3. Особливості проєктування аспіраційних установок відповідно елеваторів

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

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

3. Основні вимоги до обладнання елеваторів:

- застосовувати допоміжні укриття вхідних отворів відкритих зернових потоків у скидальних коробках, візках та самопливах;
- знижувати швидкість стрічок відкритих транспортерів до 2...2,5м/с;
- використовувати подвійні кожухи для рухомих елементів, натяжних барабанів, місць виходу валів барабанів через укриття машин, насипних лотків;
- використовувати фільтрувальні тканини для укриття місць з нестабільними аеродинамічними режимами: ваги, окремі бункери;
- розташовувати самопливи під нахилом 56 - 70°;
- встановлювати гальмуючі коліна;
- не допускати зворотнього висипання зерна в норіях;

4. Компоновка аспіраційних мереж здійснюється з врахуванням аеродинамічних зв'язків для транспортно-технологічних ліній;

- розвантаження авто- і залізничного транспорту;

- транспортування зерна до надсепараторних бункерів;
- завантаження силосів;
- розвантаження силосів;
- подача зерна у вагони або у виробничий корпус.

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

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

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

8. Аспірація поворотних труб забезпечується:

- для прямоточних режимів руху повітря та сипких матеріалів використанням дублюючих поворотних аспіраційних труб.

- для протиточних режимів аспірації матеріалопроводів завантаження поворотних труб герметизуються пристроями шлюзування, а трубопроводи виводу матеріалу встановлюють під кутом нахилу до горизонту не більше 54. В іншому випадку їх слід додатково доповнювати байпасами - повітропроводами перетоку повітря з вихідного у вхідний перетин $D > 300$ за схемою.

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

5.4. Проектування та установка пиловідділювачів за аеродинамічними показниками

Розрахунок аспіраційної мережі для аспірації сепаратора А1-БЦС-100

Із таблиць вибираємо витрати повітря для аспірації $Q_c = 12600 \text{ м}^3/\text{год}$ і втрати тиску $H_c = 50 \text{ Па}$.

Визначаємо величину підсосів повітря в мережу і загальні витрати повітря яке повинен очистити циклон.

$$Q_{\text{ц}} = Q + Q_{\text{пр}}, \quad (5.1)$$

$$Q_{\text{пр}} = 0,05 \cdot Q = 0,05 \cdot 12600 = 630 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (5.2)$$

$$Q_{\text{ц}} = 12600 + 630 = 13230 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Вибираємо два групових батарейних циклони 4БЦШ – 500.

Визначаємо опір циклону

$$H_{\text{ц}} = \xi_{\text{ц}} \frac{\rho v_{\text{вх}}^2}{2} \quad (5.3)$$

де $\xi_{\text{ц}}$ – коефіцієнт опору циклону, $\xi_{\text{ц}} = 5$;

$v_{\text{вх}}$ – швидкість входу повітря, м/с

$$v_{\text{вх}} = \frac{Q_{\text{ц}}}{F_{\text{вх}} \cdot 2}; \quad (5.4)$$

$$v_{\text{вх}} = \frac{13230}{0,194 \cdot 0,534 \cdot 2 \cdot 3600} = 17,7 \text{ м/с};$$

$$H_{\text{ц}} = 5 \cdot \frac{1,2 \cdot 17,7^2}{2} = 940 \text{ Па}$$

Визначаємо опір мережі. Для цього складаємо площинну схему (рис. 5.1).

$$H_{\text{мер}} = H_{\text{сеп}} + H_{\text{нов}} + H_{\text{ц}} + H_{\text{уд}}, \quad (5.5)$$

де $H_{\text{сеп}}$ – опір сепаратора: $H_{\text{сеп}} = 50 \text{ Па}$;

$H_{\text{пов}}$ – опір повітропроводів;

$H_{\text{уд}}$ – втрати тиску на удар.

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

За номограмою визначаємо $\lambda/D = 0,023$. Довжина повітропроводу $l = 14,5 \text{ м}$.

Приймаємо величину коефіцієнта місцевого опору $\xi = 0,2$. Так, як у нас 15 місцевих опорів, то $\sum \xi = 15 \cdot 0,2 = 3$

$$H_{\text{нов}} = 50 + (0,023 \cdot 14,5 + 3) \frac{1,2 \cdot 13^2}{2} = 388 \text{ Па}$$

$$H_{\text{уд}} = \frac{\rho v_{\text{вих}}^2}{2} = \frac{1,2 \cdot 20^2}{2} = 240 \text{ Па} \quad (5.7)$$

$$H_{\text{мер}} = 50 + 388 + 940 + 240 = 1618 \text{ Па}$$

$$H_6 = 1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1779,8 \text{ Па} \quad (5.8)$$

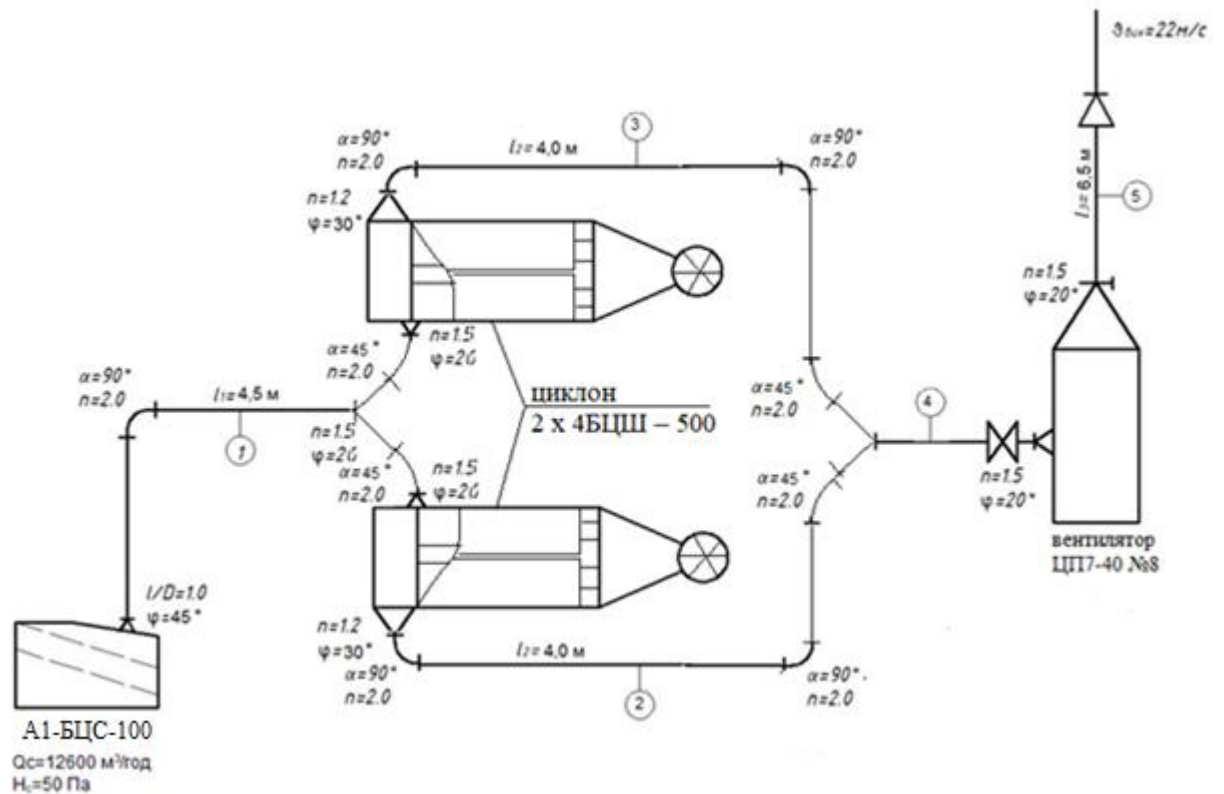


Рисунок 5.1 – Площинна схема аспіраційної мережі

Вибираємо вентилятор ЦП7-40 №8, ККД якого складає $\eta = 0,56$.

Розрахуємо

$$N_6 = \frac{Q_6 \cdot H_6}{1000 \cdot \eta_6 \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}} \cdot 3600} = \frac{13230 \cdot 1779,8}{1000 \cdot 0,56 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 3600} = 12,2 \text{ кВт.} \quad (5.9)$$

Вибираємо електродвигун 4А132М N=15 кВт. $n=1450$ об/хв

Аспірація конвеєрів № 3, №9

Продуктивність конвеєра 100 т/год. Згідно додатка методичних вказівок (табл. 1 «Аеродинамічні дані технологічного та транспортного обладнання») вибираємо значення для конвеєра: $Q_k = 600$ м³/год – повітря для аспірації; $H_k = 50$ Па – гідравлічний опір укриття конвеєра.

Для аспірації конвеєра необхідно встановити модульний фільтр горизонтального виконання ZEO-FG, який вибираємо за витратами повітря на аспірацію з урахуванням підсосів повітря у конвеєрі та фільтрі – Q_n , м³/год

$$Q_n = 0,05 \cdot Q_k = 0,05 \cdot 600 = 30 \text{ м}^3/\text{год.} \quad (5.10)$$

Таким чином, кількість повітря, яке необхідно відібрати від конвеєра і очистити в фільтрі

$$Q_{\phi} = Q_{\kappa} + Q_n = 600 + 30 = 630 \text{ м}^3/\text{год} = 0,175 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (5.11)$$

За витратами повітря вибираємо найближчий фільтр ZEO-FG-800.

Для вибору повітрорудувної машини (вентилятора) необхідно розрахувати опір мережі:

$$H_{\text{мер}} = H_{\kappa} + H_{\phi} + H_{\text{уд}}, \quad (5.12)$$

де H_{κ} – гідравлічний опір конвеєра, Па;

H_{ϕ} – гідравлічний опір фільтра, Па

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

Розраховуємо опір фільтра за узагальненою формулою

$$H_{\phi} = A + B \cdot Q_{\phi}^2, \quad (5.13)$$

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

$$H_{\phi} = 670 + 360 \cdot 0,175^2 = 681 \text{ Па}.$$

Визначаємо втрати тиску на удар при виході повітря з дифузора

$$H_{\text{уд}} = H_{\text{дин}} \left(\frac{1}{n} \right)^2, \quad (5.14)$$

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 $n=2,0$

$$H_{\text{дин}} = \frac{\rho v_{\text{вих}}^2}{2}, \text{ Па}, \quad (5.15)$$

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

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

$$H_{\text{дин}} = \frac{1,2 \cdot 11^2}{2} = 73 \text{ Па}.$$

Визначаємо $H_{y0} = 73 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 18$ Па.

Розраховуємо опір мережі

$$H_{мер} = 50 + 681 + 18 = 749 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

$$H_{\epsilon} = 1,1 \cdot H_{мер} = 1,1 \cdot 749 = 824 \text{ Па.} \quad (5.16)$$

По H_{ϵ} та Q_{ϕ} , яке дорівнює Q_{ϵ} підбираємо вентилятор іноземного виробництва MN 602, ККД якого дорівнює 0,7.

Необхідну потужність на валу електродвигуна визначають за формулою

$$N_{ел.дв.} = \frac{Q_{\epsilon} \cdot H_{\epsilon}}{1000 \cdot \eta_{\epsilon} \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{II}}, \text{ кВт.} \quad (5.17)$$

де η_{ϵ} – ККД вентилятора (0,7);

$\eta_{пер}$ – ККД передачі (0,98);

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

$$N_{ел.дв.} = \frac{0,175 \cdot 824}{1000 \cdot 0,7 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,22$$

Фактичну потужність електродвигуна N_{ϕ} визначають за виразом:

$$N_{\phi} = K_3 \cdot N_{ел.дв.}, \text{ кВт,} \quad (5.18)$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна K_3 . Для електродвигунів потужністю до 5 кВт $K_3=1,15$.

$$N_{\phi} = 1,15 \cdot 0,22 = 0,26 \text{ кВт.}$$

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

Аспірація скальператора А1-БЗО-100

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

За додатком методичних вказівок (табл. 1) вибираємо значення втрат повітря на аспірацію обладнання: $Q_{ТО}$ (для скальператора) = 720 м³/год.

Витрати повітря Q_{ϕ} , що необхідно відібрати від технологічного або транспортуючого обладнання визначаємо за формулою:

$$Q_{\phi} = 1,05 \cdot Q_{ТО} \quad (5.19)$$

$$Q_{\phi} = 1,05 \cdot 720 = 756 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,21 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

По Q_{ϕ} вибираємо необхідний типорозмір фільтра. (за додатком із методичних вказівок табл. 2)

Тобто для скальператора беремо фільтр ZEO-FC-1000.

Складаємо площинну схему (див. рисунок 5.2).

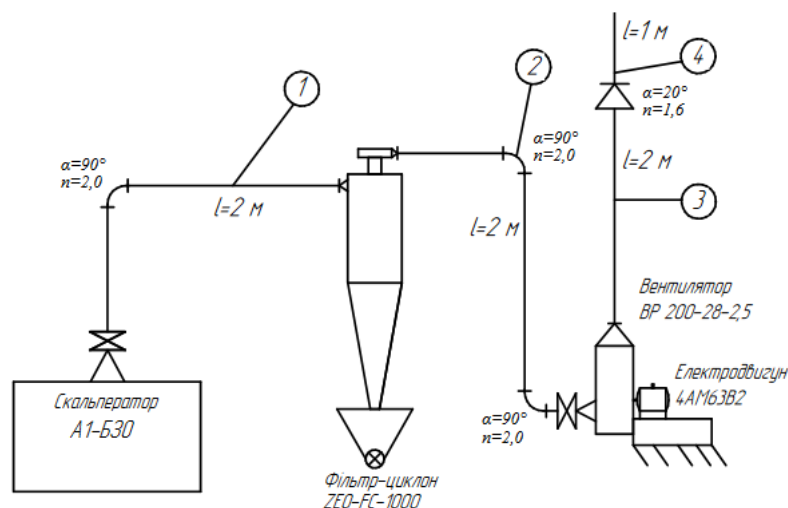


Рисунок 5.2 – Площинна схема

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

$$F_{\phi p} = Q_{\phi} \cdot q^{-1}, \text{ м}^2 \quad (5.20)$$

де q – напруженість тканини фільтра (м³/м²·с) розрахункова, яка чисельно дорівнює умовній швидкості фільтрації повітря v_{ϕ} , (м/с).

$$F_{\phi p} = 0,21 \cdot 0,02^{-1} = 9,5 \text{ м}^2$$

Втрати тиску у фільтрі H_{ϕ} , Па визначаються з уточненням фактичної напруженості тканини:

$$q = Q_{\phi} \cdot F_{\phi}^{-1}, \text{ м}^2 \quad (5.21)$$

$$q = 0,21 \cdot 9^{-1} = 0,02 \text{ м}^2$$

де F_{ϕ} – площа поверхні фільтрувальної тканини, м^2 , яка визначається за кількістю фільтрувальних рукавів.

В свою чергу кількість рукавів підбирають за додатком методичних вказівок по табл. 2 і 3 в залежності від марки і типорозміру фільтра. Рукав фільтра сконструйовано таким чином, що одночасно працюють дві бокові його стінки. Площа кожної стінки рукава складає – $0,5\text{м}^2$. Таким чином, загальна площа фільтрувальної тканини одного рукава складає 1м^2 , а загальна площа тканини фільтра визначається за виразом:

$$F_{\phi} = n \cdot 1, \text{м}^2$$

$$F_{\phi} = 9 \cdot 1 = 9 \text{м}^2$$

де n – кількість рукавів фільтра.

Для ефективної регенерації тканини фільтра зворотною продувкою втрати тиску до фільтра повинні бути більшими від величини, визначеної за формулою:

$$H_{\text{рег}} > 363 + 155 \cdot q, \text{Па}$$

$$H_{\text{рег}} > 363 + 155 \cdot 0,02 = 366,1 \text{Па}$$

Втрати тиску у фільтрах типу ZEO-FC знаходять за узагальненою формулою:

$$H_{\phi} = A + B \cdot Q_{\phi}^2, \text{Па} \quad (5.22)$$

$$H_{\phi} = 670 + 360 \cdot 0,21^2 = 686 \text{Па}$$

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

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

При встановленні на виході факельного викиду, втрати на удар визначаємо за формулою

$$H_{\text{уд}} = \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \text{Па} \quad (5.23)$$

$$H_{\text{уд}} = \frac{1,2 \cdot 20^2}{2} = 240 \text{Па}$$

де $v_{\text{вих}} = \frac{4Q}{\pi D_{\text{вих}}^2}$ – швидкість повітря у вихідному перерізі дифузора;

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

$v_{вих}$ – швидкість чистого повітря на виході з вентилятора, яка для вентиляторів марки ВР складає 20 м/с.

При наявності в аспіраційній мережі окремих ділянок в обладнанні, повітропроводів магістрального напрямку та пиловідділювачів розраховують також втрати тиску на ділянках повітропроводів – $H_{пов}$.

$$H_{пов} = \left(l \frac{\lambda}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па} \quad (5.24)$$

$$H_{пов} = (0,14 \cdot 2 + 0,75) \cdot 240 = 247,2 \text{ Па}$$

Знаходимо за витратами повітря і рекомендованою швидкістю його – (13...14 м/с) – $\lambda/D, D, v$;

$$\lambda/D=0,14; D=130\text{мм}; v=14\text{м/с};$$

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м;

D – діаметр повітропровода, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

v – середня швидкість повітря в перерізі повітропровода, м/с.

Розраховуємо опір аспіраційної мережі за формулою:

$$H_{мер} = H_m + H_{пов} + H_{\phi} + H_{уд}, \text{ Па} \quad (5.25)$$

$$H_{мер} = 50 + 247,2 + 686 + 240 = 1223,2 \text{ Па}$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначається за формулою:

$$H_B = 1,1 \cdot H_{мер}, \text{ Па} \quad (5.26)$$

$$H_B = 1,1 \cdot 1220,2 = 1342,22 \text{ Па}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор визначаємо за формулою:

$$Q_B = Q_{\phi}$$

тобто

$$Q_B = Q_{\phi} = 0,21 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Вибираємо вентилятор за аеродинамічними параметрами Q_e і H_e [36]

Отже вибираємо вентилятор ВР 200-28-2,5 - $N=1,1$ кВт, $Q=800$ м³/ч, $P=1600$ Па.

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

$$N = \frac{Q_v \cdot H_v}{1000 \cdot \eta_v \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{п}}, \text{ кВт} \quad (5.27)$$

$$N = \frac{0,21 \cdot 1342,22}{1000 \cdot 0,61 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,44 \text{ кВт}$$

де η_v – ККД вентилятора; (0,61)

$\eta_{пер}$ – ККД передачі (0,98);

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

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

$$N_y = K_3 \cdot N, \text{ кВт} \quad (5.28)$$

$$N_y = 1,15 \cdot 0,44 = 0,5 \text{ кВт}$$

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

Остаточну потужність електродвигунів слід приймати за комплектацією заводів-виготовлювачів.

Основні технічні характеристики електродвигуна:

Марка двигуна - 4А63В2У3 (4АМ63В2),

Потужність, кВт - 0,55,

Ковзання, % - 8,5,

ККД, % - 73,

Коефіцієнт потужності - 0,86.

Розділ 6 ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД

6.1 Опис генплану

Генеральний план підприємства є одним з основних технічних документів. Це креслення в масштабі, на якому показано розташування і взаємозв'язок усіх будівель, споруд, інженерних комунікацій, залізниць і доріг. На кресленні генерального плану наводяться пояснення будівель і споруд з їх коротким описом, прийнятими умовними позначеннями, основними показниками генерального плану та розою вітрів (схема повторення напрямків вітрів та їх сили).

Одним з основних принципів розміщення будівель і споруд на генеральному плані є зонування, тобто розміщення об'єктів окремими групами по функціональності. План зонування затверджується вищими організаціями.

При розміщенні робочої башти з силосним корпусом на генеральному плані враховано напрямки, тривалість і силу вітру.

Панівні вітри визначаємо за допомогою побудови рози вітрів, яка показує розподіл повторюваності різних напрямків вітру виражених у відсотках від загального числа спостережень за вітром. Її побудовано за вісьма ромбами. На розі вітрів вітри направлені у центр координат пануючий напрямком вітру визначаємо по більшому напрямку рози вітрів. Елеватор необхідно розташовувати так, щоб він знаходився з підвітряного боку відносно населеного пункту.

Генеральний план є основним документом, за яким ведеться подальше проектування, тому від рішення генерального плану залежать організація будівництва і експлуатація будівель і споруд.

В кваліфікаційній роботі в графічній частині зображено генеральний план міні-елеватора місткістю 9 тис. тонн в Київській області.

Генеральний план є частиною проєкту, в якій вирішуються питання організації території міні-елеватора.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.20			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Назаренко Р.І.			Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 9,0 тис. т в Київській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					96	7
Консультант		Соколовська О.Г.						
Зав. каф.		Макаринська А.В.						
						ОНТУ, ТЗХ-416		

Даний міні-елеватор складається з комплексу таких основних будівель і споруд: лабораторія, адміністративний корпус, побутові приміщення; вагова ваги автомобільні; відпускний накопичувальний бункер на автотранспорт; зерносушарка СГТ-10; досушільний бункер (2 шт.); післясушільний бункер (2 шт.); приймально-накопичувальні бункери (2 шт.); приймальній пристрій з автотранспорту з приймальним бункером; підземна транспортерна галерея з приймального пристрою; робоча башта; силосний корпус; норійні башти (3 шт.); бункери для відходів.

Також є наступні допоміжні будівлі та споруди: трансформаторна підстанція; водонапірна башта; артезіанська свердловина; пожежне водоймище; естакада для відбирання проб; майстерня; склад ПММ; склад (загального призначення для тарних вантажів); альтанка для відпочинку; пост охорони; вуличний туалет; вигрібна яма.

При плануванні території підприємства дотримано протипожежні та санітарні розриви між будівлями, раціонально вирішено траси вантажопотоків, людських потоків і інженерних мереж. Крім того, враховано напрямки пануючих вітрів, щоб максимально захистити виробничі будівлі та споруди від диму і пилу.

З комунікацій на міні-елеваторі є: силова електромережа, закільцьований водопровід, каналізація, паливопровід. Силову електромережу проведено через трансформаторну підстанцію до робочої будівлі, силосного корпусу, прохідної, лабораторії та інших приміщень. Територія підприємства у темний час доби освітлюється. Для забезпечення водою на підприємстві передбачена артезіанська свердловина з водонапірною баштою. До закільцьованого водопроводу підключено пожежне водоймище та будівля, в якій розміщені лабораторія, адміністрація та побутові приміщення, також передбачено встановлення пожежних гідрантів. Каналізацію проведено до адміністративного корпусу, лабораторії, стічні води зливають у вигрібну яму. Підземні мережі прокладають поза проїжджою частиною автомобільних доріг.

Автомобільні дороги розташовані на території підприємства відповідно по характеру руху вантажних потоків. Облаштуванню доріг проїздів і проходів слід

приділяти особливу увагу, щоб виключити повністю або звести до мінімуму перетини вантажних і людських потоків, сировини і готової продукції.

Ширину автомобільних доріг запроєктовано не менше 3,5 м, так як рух автомобілів на території міні-елеватора односторонній.

Адміністративне приміщення розміщено в одній будівлі з центральною лабораторією та побутовим приміщенням, яка розташована при в'їзді на територію так, щоб вхід до нього був можливий з вулиці. З адміністративної будівлі передбачається вхід на територію підприємства, крім прохідної будки.

Впорядкування території підприємства передбачає озеленення території, яке дозволяє забезпечити захист будівель і споруд від пилу, вітру, створити необхідну чистоту повітря. Породи дерев підбирають з врахуванням кліматичних умов, специфіки підприємства і стійкості дерев до шкідливих речовин, які виділяє підприємство. Озеленення виконане вдовж огороження території шляхом групової садівлі листових дерев, також біля будівлі лабораторії передбачена зона відпочинку з альтанкою та квітником, до якого підведено водопровід з поливним краном.

До основних показників генерального плану належать: загальна площа ділянки, щільність забудови як відношення площі будівель і споруд до загальної площі ділянки, територію мощення та озеленення. Таким чином, основними техніко-економічними показниками генерального плану є коефіцієнти забудови, озеленення та мощення.

Коефіцієнт забудови K_3 – це відношення площі, яку займають будівлі та споруди, до площі всієї території підприємства. Крім території, забудованої будівлями та спорудами, до забудови входять підземні склади, підземні та наземні резервуари, відкриті автостоянки та резервна територія для подальшої реконструкції виробничого корпусу [16, 30].

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

де F — загальна площа території, m^2 ; $F=13387 m^2$

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

$$K_3 = \frac{7498}{13387} 100 = 56,0 \%;$$

Коефіцієнт мощення K_M – визначається співвідношенням площі мощення до всієї території підприємства, який розраховуємо за формулою [16, 30]:

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

де F — загальна площа території, m^2 ;

f_M — площа окремих асфальтових майданчиків і заощених поверхонь;

$$K_M = \frac{4802}{13387} 100 = 35,9 \%;$$

Коефіцієнт озеленення K_{Oz} – визначається співвідношенням площі зелених насаджень до площі всієї території підприємства. Озеленення території підприємства не лише покращує санітарно-гігієнічні умови виробництва, але й вказує на певний естетичний бік підприємства. Визначаємо коефіцієнт озеленення K_{Oz} (%) [16, 30].

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

де F — загальна площа території, m^2 ;

f_{Oz} — площа окремих місць озеленення, m^2 .

$$K_{Oz} = \frac{1087}{13387} 100 = 8,1 \%;$$

Загальна площа території підприємства складає – 13387 m^2 (1,34 га), площа забудови – 7498 m^2 , площа заощення – 4802 m^2 , площа окремих місць озеленення – 1087 m^2 .

6.2 Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору Основні конструктивні елементи робочої башти

Робоча башта (РБ) елеватора складається з окремих частин – фундаментної частини, каркаса, даху, стін, перегородок, перекриттів, сходів, вікон. Всередині будівлі розташовуються інженерні споруди (бункери) та встановлюється транспортне і технологічне обладнання.

Робоча башта являє собою багатоповерхову споруду, що має каркасну конструкцію, основні частини якої колони, ригелі, балки та плити перекриття. Комплектується із збірних металевих елементів заводського виготовлення.

Будівельні параметри робочої будівлі проєктованого міні-елеватору складають: 6 x 5 x 32,84 м (довжина x ширина x висота), відстань між осями колон по поперечному розрізу будівлі застосували 2,5 м, а в плані по довжині 3 м, таким чином в плані сітка колон склала 2,5 x 3 м.

Конструктивні елементи будівлі забезпечують зручний підвід і виведення продуктів з машин, зручне переміщення обслуговуючого персоналу між обладнанням і будівельними конструкціями, а також досягнуто природне освітлення по поверхах.

При конструкції колон використовувалися фундаменти анкерного типу, які знижують тиск на одиницю площі фундаменту за допомогою суцільної залізобетонної плити фундаменту. Фундамент робочої башти – монолітний залізобетон, він будується на відмітці нижчу за 0,000.

Висоти поверхів РБ мають різне значення, оскільки, вони залежать від встановленого технологічного обладнання, необхідного кута нахилу самопливу. Легкі внутрішні стіни з профільованого металу, які не несуть навантажень, служать для захисту від поганих погодних умов. і відповідають основним вимогам, що пред'являються до перегороджень в промислових будівлях.

У робочій башті міжповерховий зв'язок здійснюється за допомогою одномаршевих сходів, з кутом нахилу не більше 60°. Менша кількість ступенів у марші полегшує підйом по сходах. Сходи розташовані в робочій башти і виконуються, як самостійна металева конструкція.

Для освітлення і аспірації виробничих приміщень використовували віконні прорізи із суцільним стрічковим заскленням.

Покриття будівлі складається із збірно-покрівельного покриття, утеплювача, багатошарового гідроізоляційного килима та захисного шару. Покриття відповідає основній вимозі – водостійкості [16, 30].

Основні конструктивні елементи силосів

Сучасні металеві силоси – це складні інженерні системи, які можна віднести до великих будівель сільськогосподарського призначення. Силос складається з таких основних конструктивних елементів: фундамент, колони дна силосу, дно,

стілки, фундамент силосу та галерея. Металеві силоси виготовляють у вигляді циліндричних колон, стінки яких установлюють на монолітний стрічковий фундамент. Усередині заливається окремий круглий фундамент, який механічно не пов'язаний із зовнішнім кільцевим. З тим тиск колони або місткості силоса бере на себе стрічкова частина, а тиск зерна – кругла бетонна платформа.

Для виготовлення фундаменту використовують монолітну опалубку, у якій встановлюють сталеву арматуру. Далі простір усередині опалубки заливають бетоном із подальшим ущільненням. Потім установлюють наступний ряд опалубки – процедура повторюється доти, доки монолітний фундамент під силос не буде відповідати проєкту. Після затвердіння бетону опалубку знімають і проводять перевірку якості й міцності фундаменту на відповідність проєктним параметрам. На сьогодні саме монолітний фундамент є оптимальним з погляду надійності, тривалості експлуатації й технічного обслуговування, тому його найчастіше використовують як основу для зведення цих складних інженерних систем [29].

Циліндр силосу утворюється з металевих оцинкованих панелей, хвилястого профілю, збираних на болтових з'єднаннях з ущільнюючими прокладеннями. Товщина панелей по ярусах різна, що забезпечує оптимальну міцність при мінімальній металоємності конструкції. На циліндрі силосу монтуються сходи для обслуговування, а також датчик верхнього граничного рівня і облаштування 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 прокладеннями. Вгорі дах має горловину для завантаження зерна обладнана сходами обслуговування, оглядовим люком і вузлом кріплення термоштанг системи пошарового контролю температури зерна. Конструкція даху виключає попадання в силос атмосферних опадів проникнення птахів і забезпечує максимальну місткість продукту, що зберігається.

Кріплення металевих силосів до фундаменту здійснюється за допомогою анкерних болтів, які закладаються в бетон при влаштуванні постаментів.

Усередині постаменту виконується прохідний тунель, висотою 2,0 м в чистоті, з монолітним залізобетонним перекриттям, товщиною 300 мм. У тунелі встановлюються підсилосні конвеєри для розвантаження силосів, а для завантаження силосів використовуються надсилосні скребкові конвеєри, встановлені на повітряній металевій естакаді, опори якої закріплені на верхній частині циліндричної частини силосів. Над- і підсилосні конвеєри мають продуктивність 100 т/год. При завершенні розвантаження зерна з силосу на плоскому днищі, зернова маса залишається під кутом природного нахилу. Для запобігання цього негативного процесу в силосі встановлені зачисні шнеки, які рівняють партії зерна та подають зерно до розвантажувального центрального отвору у днищі силосу.

Приймальний пристрій для прийому зерна з автотранспорту виконується в монолітному залізобетоні. Кріплення автомобілерозвантажувачів здійснюється до анкерних болтів, встановлюваним при бетонуванні фундаментів. Конструкція автоприймання передбачає пристрій навісу для захисту автомобіля із зерном від атмосферних опадів. Фундаменти стійок навісу виконуються монолітно з конструкцією автоприймання. Стійки навісу і покриття – з прокатних профілів, покриття – з панелей профільованого настилу

Розділ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ)

На багатьох підприємствах виробництво пов'язане з постійним впливом на працівників несприятливих умов. Шкідливі та небезпечні фактори виробництва нерозривно пов'язані між собою. Повний перелік небезпечних та шкідливих виробничих факторів наведено у ГОСТ 12.0.003-74.

Шкідливий виробничий фактор – це небажане явище, яке супроводжує виробничий процес і вплив якого на працюючого може призвести до погіршення само- почуття, зниження працездатності, захворювання, виробничо зумовленого чи професійного, і навіть смерті, як результату захворювання.

Небезпечний виробничий фактор – це небажане явище, яке супроводжує виробничий процес і дія якого за певних умов може призвести до травми або іншого раптового погіршення здоров'я працівника (гострого отруєння, гострого захворювання) і навіть до раптової смерті. Часто всі несприятливі виробничі фактори розглядаються як єдине поняття – небезпечний та шкідливий виробничий фактор.

Слід зазначити, що межа між цими двома факторами є досить умовною. За певних умов шкідливі виробничі фактори можуть стати небезпечними.

Визначальними ознаками небезпечних та шкідливих виробничих факторів є: можливість безпосереднього негативного впливу на організм людини; ускладнення нормального функціонування органів людини; можливість порушення нормального стану елементів виробничого процесу, в результаті чого можуть виникати аварії, вибухи, пожежі, травматизм. Усі транспортно-технологічні процеси зберігання зерна в елеваторах супроводжуються значними викидами пилу (транспортування конвеєрами, норіями, завантаження

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.20			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Назаренко Р.І.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 7,0 тис. т в Київській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					103	12
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

та вивантаження силосів, бункерів та ін.). Треба відмітити, що при роботі у запыленому приміщенні у працівників можуть розвинутися захворювання дихальних шляхів, астма, алергія. А також, що дуже важливо – зерновий пил містить велику частку органічної складової, яка дуже активно горить, тому при певних умовах може виникнути вибух, що може привести до поранення, опіків та загибелі працюючого персоналу внаслідок руйнувань [38-40].

У виробничих умовах пил знаходиться у двох станах: у підвішеному аерозолі у повітрі і в якому оселився аерогель. Найбільш вибухонебезпечним є пил, багатий органічними речовинами, в аерозольному стані.

Запалювання та вибух горючого пилу залежить від дисперсії, зольності, вологості, концентрації пиловоповітряної суміші, наявності джерела тепла та достатності кисню в повітрі.

Вибух пилу можливий лише за умови одночасного виконання двох умов: наявності вибухонебезпечної концентрації пилу або пилових продуктів в аерозольному стані у повітрі з нормальним вмістом кисню та наявності джерела займання.

До біологічно небезпечних та шкідливих факторів виробництва належать такі біологічні об'єкти: мікроорганізми (бактерії, віруси тощо) та продукти їх життєдіяльності, макроорганізми (рослини та тварини).

До психофізіологічних факторів можна віднести тягар умов праці і його напруженість. Коли мова йде про важку працю, то мається на увазі: велике навантаження на опорно-рухову, серцево-судинну, дихальну системи; величина статичного навантаження; число однакових рухів; величина вантажів, які доводиться піднімати; поза робітника під час виконання процесу.

Під напруженістю роботи мається на увазі навантаження на нервову систему, органи почуттів (більше аналізатори). Сюди можна віднести тривалу розумову роботу, монотонність виконуваних процесів, емоційні перевантаження. Все це шкідливі виробничі фактори, які, якщо розібратися, практично кожен з нас на своєму робочому місці відчуває в тій чи іншій мірі [38-40]

За характером дії на організм людини небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні (табл.7.1)

Таблиця 7.1 – Потенційно небезпечні та шкідливі виробничі фактори на елеваторі [38-40]

Група факторів	Конкретний фактор	Джерело виникнення на елеваторі	Можливі наслідки для працівників
Фізичні	Пил зерновий	Транспортні механізми, норії, сушарки, очисні машини	Захворювання органів дихання, алергічні реакції, ризик вибуху
	Підвищений рівень шуму	Вентилятори, зерносушарки, компресори, двигуни	Погіршення слуху, нервово-перевантаження
	Вібрація	Робота обладнання (норії, транспортери)	Порушення опорно-рухового апарату
	Рухомі частини машин	Конвеєри, шнеки, норії	Травмування, затягування одягу
	Падіння з висоти	Робота на силосах, галереях, робочих майданчиках	Тяжкі травми
	Підвищена температура	Зерносушарки	Тепловий стрес, опіки
	Електричний струм	Електрообладнання, щити управління	Ураження струмом
	Вибухонебезпечність	Скупчення пилу в замкнених просторах	Пилові вибухи, пожежі
Хімічні	Продукти згоряння палива	Сушарки (газові, дизельні)	Отруєння, ураження дихальних шляхів
	Фуміганти та дезінфектанти	Обробка зерна	Токсичні ураження
	Паливно-мастильні матеріали	Обслуговування техніки	Контактні дерматити
Біологічні	Мікроорганізми (пліснява)	Зіпсоване або вологе зерно	Алергії, інфекційні захворювання
	Комахи-шкідники	Зернові маси	Укуси, алергічні реакції
Психофізіологічні	Фізичне перевантаження	Ручні роботи, переміщення вантажів	Перевтома, травми
	Нервово-емоційне напруження	Робота в умовах підвищеної відповідальності	Стрес, зниження уваги

7.2 Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ

Шум та його вплив на людину. На підприємствах, де в цехах знаходиться обладнання, зазвичай не буває без шуму. Постійно працююча техніка видає гучні звуки, які можуть змінювати свою інтенсивність. На робочому місці шум утворює усе обладнання: конвеєри, норії, сепаратор, скальператор, вентилятори, аспіраційне обладнання, особливо внаслідок перевантаження, зносу кінематичних пар, порушення режимів технічного обслуговування та ремонту [38-41].

Дія фактору призводить до безсонниці, головних болів, розладу нервової системи, профзахворювань, загострення існуючих хронічних захворювань. Якщо людина регулярно зазнає такого впливу, це може негативно позначитися на її здоров'ї, а також знижується працездатність, збільшується втома та зменшується увага, що може призвести до нещасних випадків. Керівники повинні піклуватися про своїх співробітників і намагатися зменшити негативний вплив шуму на організм. Для цього на елеваторі передбачено 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.

Вплив вібрацій та їх усунення. При роботі обладнання (наприклад, сепаратора А1-БЦС-50, скальператора А1-БЗО-10, конвеєрів, норій, вентиляторів та ін.), внаслідок ударів робочих органів машин, неякісного ремонту та монтажу, на працівника може впливати такий фактор як вібрації, які включені до переліку шкідливих виробничих факторів.

Вібрацію можна розділити на кілька категорій:

- залежно від способу передачі: загальний та місцевий;

- за своїм напрямком: вертикальний і горизонтальний;
- за часом дії: тимчасове та постійне.

Через постійний вплив цього фактору починають страждати не тільки нервова система, а й опорно-рухова та система аналізатора. Працівники, які змушені працювати в таких умовах, часто скаржаться на головний біль, запаморочення та заколисування.

Якщо додати до цього вплив супутніх факторів, таких як вологість, висока температура, шум, шкідливі наслідки вібрації лише посиляться. Для захисту від цього можна запропонувати такі заходи:

- заміна обладнання на більш сучасне і технологічне;
- використання м'яких покриттів на віброуючих частинах приладів або устаткування;
- установка агрегатів на ґрунтовний фундамент.

Незважаючи на всі заходи, спрямовані на нейтралізацію шкідливого впливу факторів, неможливо досягти ідеальних умов праці. Це не дає можливості створити властивості технологічних процесів, продуктів та сировини для його виробництва. Тому захист від шкідливих виробничих факторів є пріоритетом для менеджерів.

Необхідно вирішити такі пріоритети:

- усунути небезпечний фактор або знизити ризик його впливу;
- використовувати безпечні методи роботи;
- здійснювати боротьбу з небезпечним фактором і його джерелом;
- ефективно використовувати засоби індивідуального захисту.

Часто буває так, що не всі вжиті заходи можуть забезпечити абсолютно безпечні умови праці, в цих випадках просто неможливо обійтися без використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ). Вони включають найбільш часто використовувані категорії:

- від вібрації можуть бути: рукавиці, надолонники, рукавички, так як такий захист може знижувати ефективність праці за незручності роботи, то треба передбачати додаткові перерви;

– навушники від шуму, але вони можуть знижувати здатність людини орієнтуватися в просторі, провокувати головні болі через здавлювання;

– респіратори і протигази, але тривалий час працювати в них дуже складно і незручно, тому слід шукати альтернативні засоби захисту. Можна зробити висновок, що засоби індивідуального захисту, з одного боку, зменшують вплив шкідливих факторів, а з іншого - можуть становити іншу небезпеку для здоров'я працівника.

Заходи безпеки. Вони 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 [38-41]. Дата проведення, зміст фіксуються у спеціальному журналі за підписом усіх інструктируємих і того, хто провів цей інструктаж. Всього можна виділити кілька різновидів такої роботи:

Вступний інструктаж. Його проводять в обов'язковому порядку з прийнятими на роботу особами. Тут не має значення ні вік, ні стаж або посаду.

Первинний. Здійснюється вже на своєму робочому місці, проводить його зазвичай майстер або керівник даного відділу або цеху.

Повторний. Проводиться для всіх без винятку працівників через кожні півроку.

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.

7.3 Заходи щодо пожежної безпеки

Пожежі на виробництві – це несправність електрообладнання, перегрів винаслідок тертя в несправних вузлах машин та інше. В побуті – це гра дітей з

вогнем паління в незазначених місцях та в стані алкогольного сп'яніння. Як правило, пожежі супроводжуються вибухами, що значно збільшують їх наслідки. В основному при горінні утворюється чадний газ, від якого і гинуть люди але в останній час при згоранні речовин штучного походження (вініл, поролон, нейлон) у повітря надходять пари синильної, соляної кислот, що негативно впливають на людей, викликаючи отруєння різних ступенів.

Пожежа являє собою неконтрольоване горіння поза спеціальним осередком, що завдає моральних і матеріальних збитків, а іноді призводить і до загибелі людей. Отже, пожежна безпека і протипожежна профілактика) – це сукупність організаційних, інженерно-технічних та медичних заходів, спрямованих на запобігання виникнення пожежі, створення умов для швидкого та ефективного гасіння пожежі тощо.

Забезпечення пожежної безпеки є складовою частиною виробничої або іншої діяльності посадових осіб, працівників підприємств та підприємців. Це повинно бути відображено у трудових договорах (контрактах) та статутах підприємств.

Керівник підприємства повинен визначити обов'язки посадових осіб щодо забезпечення пожежної безпеки, призначити відповідальних за пожежну безпеку окремих будівель, споруд, приміщень, дільниць, технологічного та інженерного устаткування, а також за утримання і експлуатацію технічних засобів протипожежного захисту. Обов'язки щодо забезпечення пожежної безпеки, утримання та експлуатації засобів протипожежного захисту мають бути відображені у відповідних посадових документах (функціональних обов'язках, інструкціях, положеннях тощо).

На кожному підприємстві з урахуванням його пожежної небезпеки наказом (інструкцією) повинен бути встановлений відповідний протипожежний режим, в тому числі визначені:

- можливість (місце) паління, застосування відкритого вогню та побутових нагрівальних приладів;
- порядок проведення тимчасових пожежонебезпечних (в тому числі

зварю- вальних) робіт;

правила проїзду та стоянки транспортних засобів;

– місця для зберігання і допустима кількість сировини, напівфабрикатів та готової продукції, які можуть одночасно знаходитися у виробничих приміщеннях і на території (у місцях зберігання);

– порядок прибирання горючого пилю та відходів, зберігання промасленого спецодягу і шмаття, очищення повітроводів вентиляційних систем від горючих від- кладень;

– порядок відключення від мережі електрообладнання у разі пожежі;

– порядок огляду і зачинання приміщень після закінчення роботи;

– порядок проходження посадовими особами навчання та перевірки знань з пожежної безпеки, а також проведення з працівниками протипожежних інструктажів та занять з пожежно-технічного мінімуму з призначенням відповідальних за їх проведення;

– порядок організації експлуатації і обслуговування наявних технічних засобів протипожежного захисту (протипожежного водопроводу, насосних станцій, вогнегасників тощо);

– дії працівників у разі виявлення пожежі.

Для об'єктів з перебуванням людей вночі інструкції мають передбачати два варіанти дій відповідно у денний та нічний час. З метою залучення працівників до проведення заходів щодо запобігання пожежам. організації їх гасіння на підприємствах створюються добровільні пожежні дружини та добровільні пожежні команди згідно з існуючим положенням.

Усі працівники при прийнятті на роботу і за місцем здійснення професійної діяльності повинні проходити інструктаж з питань пожежної безпеки (вступний, первинний, повторний на робочому місці, позаплановий та цільовий). Посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично один раз на 3 роки мають проходити навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки, забороняється.

Вимоги пожежної безпеки викладені в ДСТУ 12.1.004-85. «Пожежна безпека», обладнання повинна забезпечуватися системою пожежної безпеки, системою протипожежного захисту, організаційно-технічними заходами Комбіновані системи запобігання пожежі та протипожежного захисту повинні усунути вплив пожежної небезпеки на людину. Ймовірність настання цих факторів не повинна перевищувати нормативного значення 10,6 на рік на людину. Системи протипожежної та протипожежної охорони, що забезпечують збереження матеріальних цінностей, слід використовувати за наявності економічної ефективності від їх впровадження або соціальної значущості будівлі [38-40].

Запиленість повітря в робочій зоні не повинна перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК) згідно з ГОСТ 12.1.005-88 (гранично допустима концентрація зернового пилу – не більше 4 мг/м³). Концентрація пилу в повітрі не повинна перевищувати 30% ГДК, тобто в елеваторах не більше 1,2 мг / м³, у млині не більше 1,8 мг / м³, у житлових приміщеннях не більше 0,5 мг / м³.

Для того, щоб відповідати цим вимогам, доступна аспірація технологічного та транспортного обладнання та допоміжного обладнання (складські та автоматичні трубопроводи). Використовуються високоефективні пиловідділювачі. Проектовані вентиляційні мережі повинні забезпечувати нормальний повітрообмін у цехах (кратність 1 ... 1,5).

Вибухонебезпечні концентрації пилу та аерозольного пилу в повітрі сильно варіюються: від мінімальної нижньої межі A_{min} (г/м³) до максимальної верхньої межі A_{max} (г/м³), яка береться для всіх видів пилу, рівного 2000 г / м³.

Вибухи пилу супроводжуються утворенням великого об'єму газоподібних продуктів, що спричиняє розвиток тиску до (5 ... 7) 105 Па. Швидкість вибуху становить 300 ... 400 м / с. Це підвищує температуру в прилеглих запилених районах і прискорює реакцію горіння.

Промислові горючі пили для пожежі та вибуху характеризуються мінімальною температурою іскроутворення, займання та самозаймання, верхньою та нижньою межами концентрації. Наприклад, борошняний пил з вологістю 15% має нижню межу концентрації вибухонебезпечних речовин від 18

до 40 г / м^3 та верхню межу 2000 г / м^3 .

Коли відбувається вибух пилу, відбувається серія послідовних вибухів, які викликають безперервний гул. Вибухова хвиля від початкового вибуху піднімає пил і пилові вироби, викликаючи новий, вже сильніший вибух, який впливає на всі виробничі потужності.

Можливість вибухів пилу визначається: достатньою концентрацією аерації горючого пилу в повітрі при певному вмісті кисню, наявністю на місці виникнення джерела високотемпературної або теплової енергії хмар пилу.

Під час термічної дії суміші пилу та повітря відбуваються складні фізико-хімічні процеси. При швидкому нагріванні горючого пилу до температури $300 \dots 400 \text{ }^\circ \text{C}$ у ньому з'являться іскри. Окремі частинки залишають сяючий слід при швидкому русі, але процес горіння не розвивається і іскри згасають.

Якщо суміш продовжує нагріватися, то при температурі $500 \dots 600 \text{ }^\circ \text{C}$ процес іскроутворення змінюється на блискавку з появою короткого швидкогасячого полум'я. При нагріванні суміші пил / повітря до температури $700 \dots 900 \text{ }^\circ \text{C}$ суміш пилу / повітря миттєво займається, розповсюджуючись по всьому об'єму запиленого повітря.

Вибуховою характеристикою суміші пилу та повітря є стехіометрична концентрація пилу в повітрі (кількість горючої частини пилу, що є його повним згорянням у сухому повітрі з повним використанням кисню).

Виробничі будівлі зернохранилищ та переробних підприємств розраховані на надлишковий тиск від $0,15$ до $0,4 \text{ кг / см}^2$ ($0,15 \dots 0,4$) $\cdot 105 \text{ Па}$. Для захисту промислових будівель від руйнування доступні пристрої з відкритими щілинами (вікна, двері, ворота тощо).

Для захисту виробничого обладнання від руйнування під час вибуху підвісів літаків встановлено мембрани, які забезпечують відкриття вибухових отворів та скидання газоподібних продуктів в атмосферу зі зменшенням тиску пилового вибуху [38].

Випускні отвори – це отвори, покриті мембраною, з'єднаною з атмосферою за допомогою вибухопроводу. Мінімальний діаметр металевої мембрани $0,250$

мм, товщина алюмінієвої фольги 0,02 ... 0,04 мм, при руйнуванні тиску (0,2 ... 0,4) • 105 Па.

Згідно з існуючими стандартами на технологічне обладнання, вартість площі вибухових отворів становить 0,0285 м² на 1 м³ машини, що охороняється.

Для пристроїв з підвищеною небезпекою (норії, циклони) розмір цих отворів збільшується: 0,04 ... 0,06 м² на 1 м³ об'єму захищеної машини.

Вибухонебезпечність органічного пилу залежить від наявності мінеральних домішок. Зі збільшенням вмісту мінеральних домішок нижня межа концентрації вибухової речовини зростає, а вибухонебезпечність зменшується.

Надмірний тиск, вибухова хвиля, тому що руїни зруйнованої будівлі - наслідки вибуху пилу.

Тому питанням вибухобезпеки на підприємствах зберігання та переробки зерна слід приділити найбільшу увагу. Найбільш небезпечними місцями за кількістю вибухів пилу є силоси, бункери та обладнання - норії, автоматичні труби, фільтри.

Пожежна безпека обладнання та його компонентів має бути забезпечена під час роботи, навіть у разі реконструкції, ремонту чи аварійної ситуації, і це дуже важливий захід у компанії.

4.4 Дії на елеваторах під час повітряної тривоги

Елеватори є критично вразливими об'єктами під час обстрілів та ракетних атак. Основна небезпека полягає не лише у безпосередньому руйнуванні конструкцій, а й у високій імовірності виникнення вторинних факторів ураження: вибухів зернового пилу, що за потужністю можуть перевищувати силу самого снаряда, та тривалих пожеж, які важко локалізувати в силосах. Під час повітряної тривоги перебування на робочих місцях, особливо на висотних відмітках (норійних вежах) або поблизу сушарок, становить смертельну загрозу через відсутність захисту від уламків та ударної хвилі. Своєчасний перехід до укриття є єдиним дієвим способом збереження життя персоналу в умовах загрози застосування ракетного озброєння чи БПЛА.

Таблиця 7.2 – План дій на елеваторі під час повітряної тривоги

Етап	Заходи та дії	Відповідальні / Деталі
1. Оповіщення	Запуск сирени або інших засобів звукового інформування. Надання чітких інструкцій персоналу щодо подальших кроків.	Вся територія елеватора
2. Евакуація та контроль	Негайне переміщення працівників до двох передбачених на об'єкті укриттів. Перевірка керівниками підрозділів повної евакуації працівників із небезпечних зон. Обмеження доступу сторонніх осіб на територію.	Персонал, не задіяний у критичних процесах
3. Зупинка виробництва	Аварійна зупинка обладнання (особливо зерносушарок та транспортерів). Вимкнення електроживлення Перекриття подачі газу до обладнання.	Мінімізація ризику пожеж та вибухів
4. Захист активів	Закриття засувки та перекриття вентиляції для запобігання поширенню вогню. Приведення засобів пожежогасіння (гідрантів, вогнегасників) у готовність.	Збереження зерна та техніки
5. Після відбою	Ретельний огляд території на предмет пошкоджень або займань. Відновлення роботи обладнання лише після підтвердження повної безпеки.	Відповідальні особи та майстри

Розділ 8. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА (НДЧ)

Дослідження обсягів виробництва зерна фермерськими господарствами України

8.1 Стан питання

Науковий інтерес до аналізу обсягів та динаміки виробництва зернових культур фермерськими господарствами України на сучасному етапі зумовлений критичною трансформацією аграрного сектору під впливом екзогенних та ендегенних викликів. В умовах пролонгованого воєнного стану, станом на кінець 2025 року, фермерський сегмент остаточно закріпив за собою статус фундаменту національної продовольчої безпеки та стратегічного донора валютної ліквідності держави.

Доцільність комплексного дослідження цієї проблематики обґрунтовується наступними концептуальними положеннями:

Парадигма життєздатності та організаційної адаптивності. Досвід періоду 2022–2024 років виявив інституційну вразливість великих агрокорпорацій до системних шоків (логістичний колапс, деструкція енергетичної інфраструктури). Натомість фермерські господарства, маючи децентралізовану структуру управління, продемонстрували вищий рівень адаптивної стійкості (*resilience*). Дослідження обсягів їх виробництва дозволяє верифікувати внутрішні механізми стабілізації галузі, які забезпечили кумулятивний ефект відновлення агровиробництва після рецесії 2022 року.

Структурно-технологічна трансформація посівних площ. Поточна збиральна кампанія 2025 року маркує радикальний зсув у стратегії землекористування. Через зростання трансакційних витрат та ускладнення експортних шляхів, фермери вимушені реалізувати складну модель оптимізації:

- Збереження критичного обсягу вирощування стратегічних культур;

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.20			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Назаренко Р.І.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 9,0 тис. т в Київській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					114	11
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

- Інтенсифікація виробництва високомаржинальних нішевих зернових. Аналіз цих процесів є базовим для розробки об'єктивних прогнозів продовольчого балансу та моделювання сценаріїв розвитку агроринку на 2026 рік.

3. Адаптація до кліматичної турбулентності та ресурсних обмежень. Ескалація кліматичних ризиків у 2025 році (екстремальні температурні режими, гідрологічний дефіцит) вимагає перегляду традиційних агротехнологій. Вивчення того, як малий та середній агробізнес впроваджує елементи precision farming (точного землеробства) та вологозберігаючі методики в умовах обмеженого доступу до капітальних інвестицій, має високу науково-практичну значущість для розробки стратегій сталого агровиробництва.

4. Імперативи євроінтеграції та відповідність стандартам «Green Deal». Активізація переговорного процесу щодо вступу України до ЄС вимагає гармонізації вітчизняної моделі агровиробництва зі Спільною аграрною політикою (CAP). Оскільки фермерство є інституційною основою європейського аграрного устрою, оцінка потенціалу українських фермерів у контексті дотримання екологічних стандартів «Зеленого курсу» стає визначальним фактором конкурентоспроможності вітчизняного зерна на світових ринках. [42-44].

Таким чином, комплексне вивчення результативності функціонування фермерських господарств виходить за межі суто статистичного обліку. Це багатовекторний стратегічний аналіз, спрямований на розробку дорожньої карти виживання та модернізації агропромислового комплексу України в умовах глобальної макроекономічної та геополітичної нестабільності.

Дослідження фермерського сектору в Україні свідчить про його складний трансформаційний шлях. Як зазначає В. В. Нечитайло, становлення національних фермерських господарств відбувалося в умовах постійної інституційної нестабільності. Автор виокремлює ключові етапи — від початкового формування законодавчої бази у 1991 році до сучасної адаптації до умов воєнного стану. У праці підкреслюється, що попри скорочення кількості суб'єктів господарювання в окремі періоди, площа сільськогосподарських угідь у користуванні фермерських

господарств демонструвала тенденцію до зростання, що свідчить про процеси концентрації капіталу та земельних ресурсів у межах цього сегменту [45].

Як зазначає Н. Васильєва (2025), Застосування економетричного моделювання дозволило верифікувати стійкість зернового підкомплексу: попри фізичну втрату від 22% до 37% врожаю через окупацію східних територій, врожайність у центральних та західних регіонах продемонструвала стабільність [46].

Сучасний дискурс наукових праць фокусується на викликах, спричинених повномасштабною агресією. Л. О. Бойко (2024) акцентує увагу на тому, що основними детермінантами успішного виживання ФГ у період невизначеності стала диверсифікація та перехід на нішеві культури. Дослідниця обґрунтовує, що малі фермери виявилися здатними швидше змінювати структуру посівних площ порівняно з великими корпораціями, що дозволило мінімізувати ризики низької рентабельності традиційних зернових культур у періоди логістичних блокад [47]. Фермерство залишається фундаментом продовольчої безпеки, попри колосальні збитки, пов'язані з руйнуванням техніки та інфраструктури. Авторка зазначає, що інтеграція фермерів у європейський аграрний простір вимагає не лише технічного оновлення, а й дотримання стандартів екологізації виробництва [48].

Згідно з дослідженням [49] у 2025 році частка зернових у структурі експорту зросла до 60%, що стало можливим завдяки глибокій інтеграції з ринком ЄС. Переорієнтація на європейського споживача (близько 50% експортних потоків) стала стратегічним вектором виживання.

Взаємодія фермерських господарств із елеваторним сектором є критичною ланкою ланцюга доданої вартості. Згідно з аналізом виробничих показників, фермери формують значну частку пропозиції зерна на внутрішньому ринку.

Фермерські господарства забезпечують сталий потік збіжжя, що вимагає розгалуженої мережі пунктів приймання та доробки.

Як зазначається у дослідженнях КСЕ та НААН [50, 51], через воєнні загрози виникла потреба у децентралізації зберігання. Фермерські господарства стали

замовниками послуг не лише великих лінійних елеваторів, а й активними учасниками розбудови локальних хабів для первинної обробки зерна.

Одним із найбільш актуальних напрямів у сучасній літературі є обґрунтування автономності фермерських господарств у питаннях зберігання. Будівництво власних міні-елеваторів дозволяє фермерам уникати демпінгових цін у період «жнивного піка». Це трансформує господарство з сировинного постачальника на повноцінного гравця ринку, здатного до логістичного маневрування. Також слід наголосити на важливості інвестицій у мобільні та енергоефективні зерносховища, які є менш вразливими до енергетичного дефіциту.

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

Мета роботи полягає у системному оцінюванні обсягів виробництва зерна фермерськими господарствами, виявленні ключових чинників їхньої стійкості в умовах воєнного стану та обґрунтуванні стратегічних напрямів розвитку сектору з урахуванням вимог євроінтеграції.

Досягнення поставленої мети передбачає послідовне вирішення ряду наукових завдань. По-перше, необхідно здійснити ретроспективний аналіз впливу кризи 2022 року на виробничий потенціал фермерів. По-друге, слід провести кількісну оцінку показників урожайності та валових зборів основних зернових культур у 2023–2024 роках та сформувані очікувані підсумки поточної збиральної кампанії 2025 року. Третім завданням є ідентифікація структурних зрушень у посівах під впливом логістичних та кліматичних факторів, зокрема посухи літа 2025 року. Крім того, робота спрямована на вивчення готовності фермерського сектору до впровадження стандартів ЄС та розробку рекомендацій щодо підвищення конкурентоспроможності вітчизняного зерна на світових ринках.

Методологічну основу дослідження складає діалектичний метод пізнання та системний підхід. Для забезпечення достовірності результатів застосовано комплекс методів: економіко-статистичний аналіз використано для обробки рядів динаміки виробництва; порівняльний метод — для зіставлення адаптивності різних форм господарювання; абстрактно-логічний — для теоретичного узагальнення

наукових поглядів сучасних дослідників. Особливе значення у роботі має метод експертних оцінок та прогнозування, що дозволяє оперувати оперативними даними 2025 року щодо збору пізніх зернових культур. Графічний метод забезпечує візуалізацію виявлених трендів та структурних змін у зерновому клину України протягом усього досліджуваного періоду.

8.3 Результати досліджень

Дискусійними питаннями є оптимальна кількість фермерських господарств та розміри площ їх землекористування. Водночас зауважимо, що відбувається процес укрупнення (об'єднання) дрібноземельних фермерських господарств. Питання оптимальних розмірів фермерських господарств, крім традиційного виробничого напрямку та природньо-географічних умов, залежить і від сприяння органів влади, матеріально-технічного забезпечення, фінансових можливостей тощо.

Станом на 1 жовтня 2021 року кількість фермерських господарств в Україні становила 48609, лише за останній місяць утворилося 88 нових господарств. З початку року 2021 було зареєстровано 806 фермерських господарств.

Станом на початок 2024 року в Україні офіційно зареєстровано 50126 фермерських господарств, їх кількість зростла у порівнянні з 2021 роком, що свідчить про постійне оновлення агросектору. Навіть у 2024 році спостерігається поява нових господарств, зокрема за перше півріччя 2024 року було відкрито понад 500 нових фермерських господарств.

Доцільно проводити дослідження не за кількістю зареєстрованих фермерських господарств, а за площею угідь. У табл.8.1 наведено дані за 8 роки, щодо посівних площі під зернові культури фермерських господарств

Посівні площі під зерновими культурами є важливим показником розвитку аграрного сектору. Згідно з даними таблиці, у період з 2017 по 2024 рік в Україні спостерігалася як позитивна динаміка зростання частки фермерських господарств у структурі посівів, так і її скорочення під впливом зовнішніх факторів, зокрема війни.

Таблиця 8.1 – Посівні площі під зерновими культурами, тис. га

Рік	Фермерські господарства	Усі господарства	%
2017	2359,9	14623,6	16,1
2018	2472,7	14839,4	16,7
2019	2614,5	15318,1	17,1
2020	2610,8	15392,2	17,0
2021	2821,5	15994,8	17,6
2022	2009,7	11772,9	17,1
2023	1868,9	10835,9	17,2
2024	1915,7	8990,0	21,3
2025	2057,6	11453,4	18,0

Аналіз динаміки посівних площ під зерновими культурами дозволяє виявити чіткі закономірності розвитку аграрного сектору, зокрема сегмента фермерських господарств, у розрізі двох ключових періодів: довоєнного (2017–2021 рр.) та військового (2022–2025 рр)

Довоєнний період (2017–2021 рр.). У цей період спостерігалася стійка тенденція до розширення посівних площ як у загальній структурі землекористування, так і безпосередньо у фермерському секторі. Посівні площі під управлінням фермерів зросли з 2359,9 тис. га у 2017 році до пікового значення 2821,5 тис. га у 2021 році. Це свідчить про високу інвестиційну привабливість зернового виробництва та консолідацію земель малими та середніми виробниками. Частка фермерських господарств у загальній структурі посівів зернових стабільно зростала: з 16,1% у 2017 році до 17,6% у 2021 році. Весь аграрний сектор демонстрував висхідний тренд, досягнувши максимуму у 15,99 млн га загальних площ у 2021 році.

Військовий період (2022–2025 рр.). Початок повномасштабної агресії у 2022 році спричинив різке скорочення виробничих потужностей через окупацію територій, замінування та логістичні обмеження. У 2022 році площі під зерновими у фермерських господарствах скоротилися на 28,8% порівняно з попереднім роком

(до 2009,7 тис. га). Мінімальне значення зафіксоване у 2023 році — 1868,9 тис. га. Попри загальне скорочення посівних площ по країні до історичного мінімуму (8990 тис. га), частка фермерських господарств стрімко зросла до 21,3%. Це можна пояснити вищою адаптивністю малих господарств до локальних ризиків та зміною структури великих агрохолдингів, які частіше відмовлялися від низькорентабельних або ризикованих ділянок. Дані за 2025 рік вказують на відновлення: площі у фермерських господарствах зросли до 2057,6 тис. га, що свідчить про поступову адаптацію сектору до умов воєнного часу та часткове повернення в обіг раніше вилучених земель.

Розподіл посівних площ під зерновими культурами фермерських господарств демонструє значну регіональну нерівномірність, що зумовлена як природно-кліматичними умовами, так і безпековою ситуацією (зокрема, в умовах війни).

Регіони з найбільш деструктивним впливом. Ця категорія охоплює області, де ведення аграрної діяльності стало неможливим чи суттєво обмеженим: - Донецька, Луганська та Херсонська області. У цих регіонах дані за 2024 рік взагалі відсутні або не враховуються (статистичний "нуль"), хоча у 2021 році вони сумарно забезпечували понад 375 тис. га посівів. - Запорізька область: площа посівів скоротилася з 216,5 тис. га до 39,1 тис. га (зменшення на 81,9%) через окупацію значної частини територій та активні бойові дії.

Відповідно до статистичних даних, загальна площа посівів зернових у фермерському секторі України зменшилася з 2815 тис. га у 2021 році до 1907,4 тис. га у 2024 році. Загальне скорочення показника склало близько 32,2%. Це свідчить про перехід від стабільного експортно-орієнтованого сільського господарства до стратегії адаптаційного виживання в умовах воєнного стану.

Регіональний аналіз та класифікація змін На основі змін у динаміці площ посівів можна виділити три групи регіонів залежно від ступеня впливу воєнних дій:

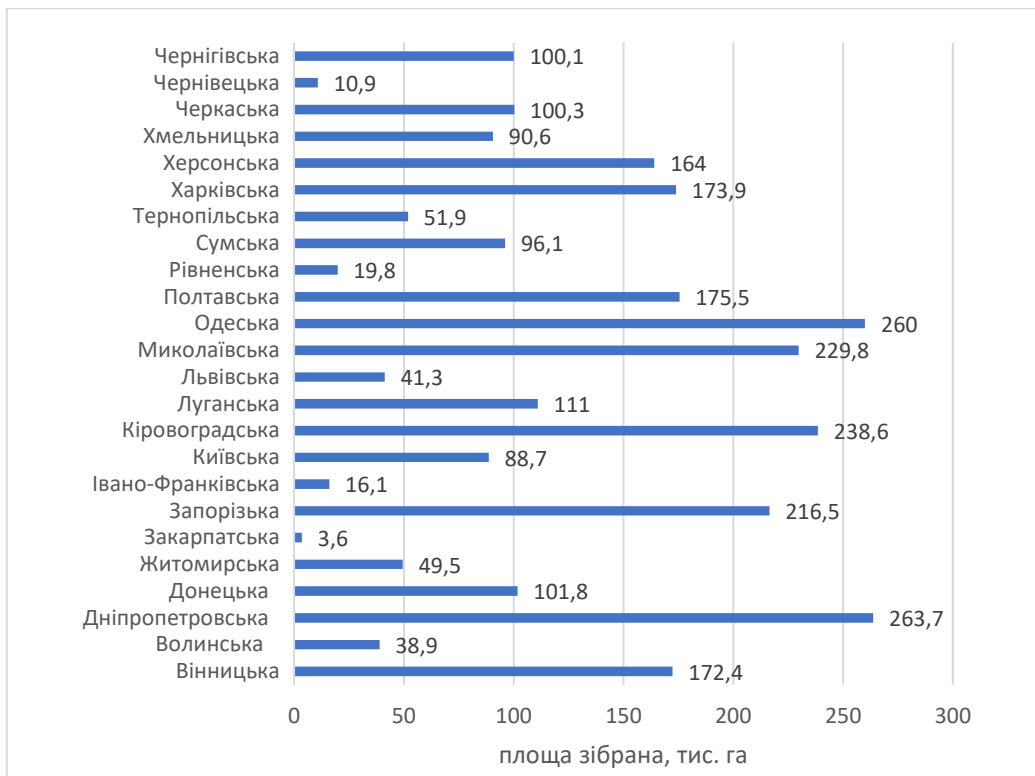


Рисунок 8.1 Розподіл посівних площ під зерновими культурами фермерських господарств у 2021 році

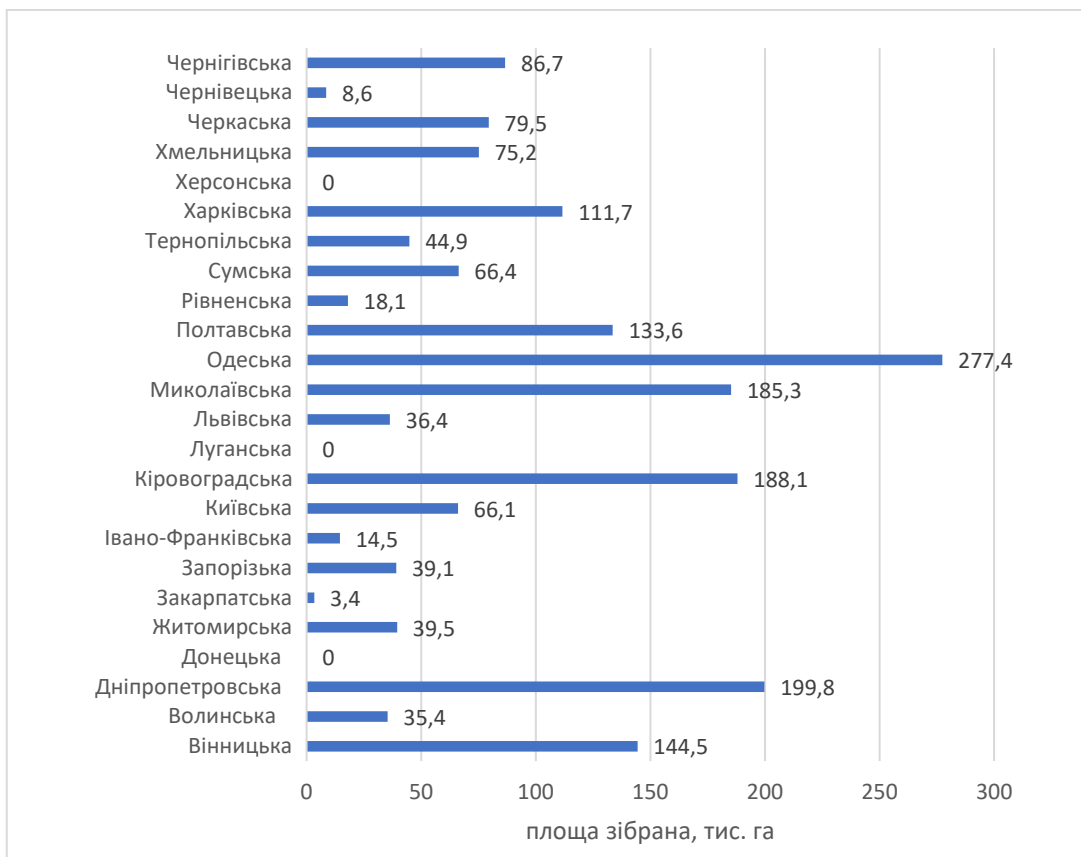


Рисунок 8.2 Розподіл посівних площ під зерновими культурами фермерських господарств у 2024 році

Регіони з високим ризиком та логістичними викликами. До цієї групи належать регіони, які постраждали від обстрілів або зазнали втрати доступу до звичних ринків збуту: - Харківська область: площа посівів скоротилася на 35,8% (зі 173,9 до 111,7 тис. га). - Миколаївська область: падіння склало 19,4% (з 229,8 до 185,3 тис. га). - Сумська та Чернігівська області: демонструють значне скорочення (~31% і ~13% відповідно), що обумовлено прикордонним розташуванням та небезпекою замінованих ділянок.

.Регіони відносної стабільності та окремі випадки зростання Одеська область стала єдиним регіоном із позитивною динамікою: площі посівів збільшилися з 260 тис. га до 277,4 тис. га. Це пояснюється переорієнтацією логістики на Дунайські порти та відносною безпекою південного заходу регіону. - Західні області (Волинська, Львівська, Івано-Франківська): показують найвищу стійкість із мінімальним скороченням площ (на рівні 5–12%), навіть попри загальні негативні тенденції.

Комплексний аналіз динаміки землекористування в аграрному секторі дозволяє ідентифікувати низку детермінованих чинників, що зумовили регресію площ сільськогосподарських угідь у воєнний період. Провідну роль у цьому процесі відіграє територіальний фактор, який проявляється через пряму втрату контролю над значними масивами земельних активів, а також через фізичну деструкцію виробничої інфраструктури, зокрема елеваторних потужностей та парку спеціалізованої техніки.

Ситуація ускладнюється інтенсивним економічним тиском, що характеризується дивергенцією між стрімким зростанням собівартості виробничого циклу та різким падінням закупівельних цін, особливо в регіонах, наближених до зони активних бойових дій, де логістичні ланцюги зазнали критичних деформацій. Вагомим бар'єром для безпечного ведення агротехнічних робіт залишається високий рівень мінної небезпеки, що найбільш гостро відчувається в Чернігівській, Сумській та Харківській областях, де значні площі фактично вилучені з господарського обігу через загрозу життю працівників.

Окрім безпекових ризиків, функціонування фермерських господарств лімітується жорсткими ресурсними обмеженнями, які включають ускладнений доступ до фінансових інструментів, дефіцит енергоносіїв та добрив, що в сукупності призводить до вимушеного скорочення масштабів виробничої діяльності.

Висновки

Проведене дослідження підтверджує, що фермерські господарства України виявилися найбільш гнучким сегментом аграрного сектору в умовах воєнного стану та глобальної економічної нестабільності. Аналіз дозволяє сформулювати такі ключові положення:

Фундамент автономності. Ще у довоєнний період (2017–2021 рр.) фермерські господарства навчилися функціонувати в умовах обмеженого державного протекціонізму, оскільки фактичні обсяги підтримки систематично не досягали законодавчо встановленого рівня в 1% від випуску продукції. Це загартувало сектор і дозволило йому вистояти у 2022 році, коли більшість державних ресурсів була перенаправлена на потреби оборони.

Зміна виробничої парадигми. Відбувся вимушений перехід від стратегії «максимізації валового збору» до стратегії «мінімізації логістичних та енергетичних ризиків». Фермери почали сприймати зерно не як масову сировину, а як актив, рентабельність якого напряму залежить від витрат на сушіння та транспортування.

Структурна гнучкість. Скорочення посівів кукурудзи на користь озимої пшениці та нішевих культур стало ключовим фактором виживання. Це дозволило фермерам знизити залежність від дорогого дизельного пального та дефіцитних елеваторних потужностей, а також краще адаптуватися до посушливих умов 2025 року.

Інституційна трансформація. Державна підтримка еволюціонувала від прямого субсидування до інструментів доступу до капіталу (програма «5-7-9%») та цифровізації через платформу Державний аграрний реєстр. Це спростило

бюрократичні процедури, але водночас висунуло нові вимоги до фінансової прозорості фермерів.

Євроінтеграційний вектор. Станом на жовтень 2025 року для фермерів стало очевидним, що доступ до європейських ринків вимагає не лише нарощування обсягів, а й відповідності екологічним стандартам та вимогам щодо простежуваності продукції.

Розділ 9 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

9.1 Розрахунок чисельності працюючих

Існує декілька методів розрахунку чисельності працюючих на стадії проектування, основним з яких є визначення чисельності через сумарну трудомісткість та ефективній фонд робочого часу.

Але через відсутність у цей час даних про трудомісткість одиниці робіт та послуг в статистичній звітності підприємств галузі запропоновано робити розрахунок чисельності основних робітників ($Ч_p^0$) на основі питомого показника, який характеризує чисельність робітників на 1000 тонн місткості зерносховища ($Ч_{TM}$) [13]:

$$Ч_p^0 = ПЗ \times Ч_{TM}, \text{ осіб.} \quad (9.1)$$

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

$$Ч_p^0 = 9 \times 0,55 = 5 \text{ осіб,}$$

Чисельність допоміжних робітників виробництва ($Ч_p^Д$) визначають на зерносховищах як 25 % від чисельності основних робітників:

$$Ч_p^Д = Ч_p^0 \times 0,25. \quad (9.2)$$

Чисельність допоміжних робітників для нашого проекту дорівнюватиме:

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

Сумарна чисельність робітників виробництва (основних і допоміжних) ($Ч_p$) дорівнюватиме:

$$Ч_p = Ч_p^0 + Ч_p^Д. \quad (9.3)$$

Сумарна чисельність основних і допоміжних робітників для проектуемого елеватора буде дорівнювати:

$$Ч_p = 5 + 2 = 7 \text{ осіб.}$$

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

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.20			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Назаренко Р.І.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 9,0 тис. т в Київській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					125	13
Консультант		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

На основі такого підходу розрахуємо сумарну чисельність всіх працюючих – робітників і адміністративного персоналу проєктуемого елеватору складає 9 людей.

Таблиця 9.1 – Структура чисельності працівників

Категорії чисельності працівників	Питома вага, %	Кількість, осіб
Робітники (основні та допоміжні)	80	7
Керівники, фахівці	20	2
ВСЬОГО	100	9

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. [52]

Таблиця 9.2 – Тарифи на обробку зернових вантажів

Назва робіт та послуг	Вартість, Трп, грн/тонну.
Приймання з накопиченням у зерносховищах:	
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 квітанції (свідоцтва), грошових од./партія зерна	113,9

9.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства

Дані розрахунки виконують на основі специфічних для кожного підприємства тарифів на роботи та послуги. Розрахунки за даними нашого проєкту зводимо у табл. 9.3. Зазначимо, що в даному нами передбачено зберігання зерна поклажодавця та власного зерна, придбаного міні-елеватором у сільськогосподарських виробників.

Таблиця 9.3 – Обсяг реалізації послуг міні-елеватору

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, Орп ^Н , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, Трп, грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, Орп, тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	9,0	-	-
- ранніх культур:	6,0	-	-
<i>власного, в тому числі:</i>	3	-	-
- пшениця	2,16	132,8	286,8
- ячмінь	0,84	132,8	111,6
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	3	-	0,0
- пшениця	2,16	172,6	372,8
- ячмінь	0,84	172,6	145,0
- пізніх культур:	3	-	0,0
<i>власного, в тому числі:</i>	1,5	-	0,0
- кукурудза	1,5	132,8	199,2
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	1,5		0,0
- кукурудза	1,5	172,6	258,9

Відпуск зерна на автомобільний , в тому числі:	-	-	-
- ранніх культур:	9,0	-	-
<i>власного, в тому числі:</i>	6,0	-	-
- пшениця	3	166,0	498,0
-ячмінь	2,16	166,0	358,6
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	0,84	-	-
- пшениця	3	215,8	647,4
-ячмінь	2,16	215,8	466,1
- пізніх культур:	0,84	-	-
<i>власного, в тому числі:</i>	3	-	-
- кукурудза	1,5	166,0	249,0
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	1,5	-	-
- кукурудза	1,5	215,8	323,7
Зберігання зерна (Є _{ел} x 330 діб): в тому числі:	2970	-	-
<i>власного</i>	1485	4,0	5940,0
<i>поклажодавця</i>	1485	5,2	7722,0
Очищення зерна:	9,0	-	-
<i>власного</i>	4,5	29,9	134,6
<i>поклажодавця</i>	4,5	38,8	174,6
Сушіння зерна ранніх культур:	-	-	-
від вологості 17 % до 14 %	-	-	-
<i>власного</i>	0,78	33,2	25,9
<i>поклажодавця</i>	-	43,2	-
від вологості 22 % до 14 %:	1,86	-	-
<i>власного</i>	1,86	33,2	61,8
<i>поклажодавця</i>	-	43,2	-
Сушіння зерна пізніх культур	-	-	-
від вологості 17 % до 14 %	0,45	-	-
<i>власного</i>	0,45	33,2	14,9
<i>поклажодавця</i>	-	43,2	0,0
від вологості 22 % до 14 %:	1,23	-	-
<i>власного</i>	1,23	33,2	40,8
Всього	-	-	18031,7
- власного	-	-	7921,1
- поклажодавця	-	-	10110,5

При визначенні кількості аналізованих 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.

$$T_{\Pi} = 9000 / 20 = 450 \text{ одиниць (аналізів).}$$

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

$$T_{\text{вп}} = 9000 / 20 = 450 \text{ од.}$$

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.

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (450 + 450) \times 1,10 = 990 \text{ од.},$$

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:	0,990	-	-
- власного	0,511	961,1	491,1
- поклажодавця	0,479	1249,5	598,5
Оформлення складського свідоцтва:	0,990	-	
- власного	0,511	87,6	44,8
- поклажодавця	0,479	113,9	54,6
Всього, в тому числі:	-	-	1189,0
- власного зерна	-	-	535,9
- зерна поклажодавця	-	-	653,1

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства як при здійсненні різних операцій з зерном, так і при виконанні послуг лабораторією дорівнюватиме 19220,7 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:	18031,7
- власного зерна	7921,1
- зерна поклажодавця	10110,5
Послуги лабораторії, всього в тому числі:	1189,0
- власного зерна	535,9
- зерна поклажодавця	653,1
Всього	19220,7
- власного зерна	8457,0
- зерна поклажодавця	10763,7

9.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік

На першому етапі розраховують собівартість одиниці кожного виду робіт та послуг за наступною формулою[13, 53]:

$$C_{P}^{OD} = T_{PI} / (1 + P), \text{ грн}, \quad (9.10)$$

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:	9,0	-	-
- ранніх культур:	6,0	-	-
<i>власного, в тому числі:</i>	3	-	-
- пшениця	2,16	132,8	286,8
- ячмінь	0,84	132,8	111,6
<i>поклаждавця, в тому числі:</i>	3		0,0
- пшениця	2,16	132,8	286,8
- ячмінь	0,84	132,8	111,6
- пізніх культур:	3	-	-
<i>власного, в тому числі:</i>	1,5	-	-

- кукурудза	1,5	132,8	199,2
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	1,5		0,0
- кукурудза	1,5	132,8	199,2
Відпуск зерна на автомобільний , в тому числі:	-	-	-
- <i>ранніх культур:</i>	9,0	-	-
<i>власного, в тому числі:</i>	6,0	-	-
- пшениця	3	166,0	498,0
-ячмінь	2,16	166,0	358,6
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	0,84	-	
- пшениця	3	166,0	498,0
-ячмінь	2,16	166,0	358,6
- <i>пізніх культур:</i>	0,84	-	-
<i>власного, в тому числі:</i>	3	-	-
- кукурудза	1,5	166,0	249,0
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	1,5	-	
- кукурудза	1,5	166,0	249,0
Зберігання зерна (Є _{сел} x 330 діб): в тому числі:	2970	-	-
<i>власного</i>	1485	4,0	5940,0
<i>поклажодавця</i>	1485	4,0	5940,0
Очищення зерна:	9,0	-	
<i>власного</i>	4,5	29,9	134,6
<i>поклажодавця</i>	4,5	29,9	134,6
Сушіння зерна <i>ранніх культур:</i>	-	-	-
від вологості 17 % до 14 %	-	-	-
<i>власного</i>	0,78	33,2	25,9
<i>поклажодавця</i>	-	33,2	
від вологості 22 % до 14 %:	1,86	-	
<i>власного</i>	1,86	33,2	61,8
<i>поклажодавця</i>	-	33,2	
Сушіння зерна <i>пізніх культур</i>	-	-	-
від вологості 17 % до 14 %	0,45	-	-
<i>власного</i>	0,45	33,2	14,9
<i>поклажодавця</i>		33,2	0,0
від вологості 22 % до 14 %:	1,23	-	
<i>власного</i>	1,23	33,2	40,8
Лабораторний аналіз зерна, од./рік:	0,990	-	
- <i>власного</i>	0,511	961,1	491,1
- <i>поклажодавця</i>	0,479	961,1	460,4
Оформлення складського свідоцтва:	0,990	-	-
- <i>власного</i>	0,511	87,6	44,8
- <i>поклажодавця</i>	0,479	87,6	42,0
Всього	-	-	16737,1
- власного	-	-	8457,0
- поклажодавця	-	-	8280,1

9.5 Розрахунок прибутку

Прибуток від реалізації робіт та послуг (Π_P) нового елеватора визначають за формулою [13, 53]:

$$\Pi_P = \Sigma O_{RP} - \Sigma C_{P^P}, \text{ тис. грн,} \quad (9.12)$$

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) поклаждодавцям на новоствореному міні-елеваторі буде дорівнювати:

$$\Pi_P = 19220,7 - 16737,1 = 2483,6 \text{ тис. грн.}$$

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 Київської області середня ціна купівлі складає 9550 грн за 1 тонну зерна у 2025 р. (станом на 23.03.2026) [52]

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:

$$\Sigma C_{P^B} = 4,5 \times 9550 / 1,3 = 33057,7 \text{ тис. грн.}$$

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.

$C_{\text{ср}}$ – середня ціна 1 тонни зерна, грн/тонну.

$$P_p^B = 4,5 \times 9550 - 33057,7 = 9917,3 \text{ тис. грн.}$$

В результаті, загальний (балансовий) прибуток підприємства (Π) дорівнюватиме:

$$\Pi = P_p + P_p^B, \text{ тис. грн.} \quad (9.15)$$

Підставимо у формулу (9.15) значення:

$$\Pi = 2483,6 + 9917,3 = 12400,9 \text{ тис. грн.}$$

Чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства (ЧП):

$$\text{ЧП} = \Pi - \Pi \times \text{СтП}, \text{ тис. грн,} \quad (9.16)$$

де СтП – базова відсоткова ставка податку на прибуток (18 % на момент розрахунків), СтП=0,18.

В нашому проєкті чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства, дорівнюватиме:

$$\text{ЧП} = 12400,9 - 0,18 \times 12400,9 = 10168,7 \text{ тис. грн.}$$

9.6 Розрахунок інвестицій

У загальному вигляді суму інвестицій (капітальних вкладень) визначають за формулою [13,53]:

$$I = I_{\text{буд}} + I_{\text{уст}} + T + M + V_H + V_3 + D - L + \Delta \text{ОК}, \text{ тис. грн.,} \quad (9.17)$$

де $I_{\text{буд}}$ – витрати на будівельні роботи, тис. грн;

$I_{\text{уст}}$ – вартість придбання устаткування, тис. грн;

T – транспортно-заготівельні (транспортно-складські) витрати по устаткуванню (3 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

M – вартість монтажу устаткування (15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн [8];

V_H – невраховані витрати (10-15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн [13];

V_3 – залишкова вартість устаткування, яке демонтують, тис. грн;

Д – вартість демонтажу (5 % від первісної вартості устаткування, яке демонтують), тис. грн;

Л – ліквідаційна вартість устаткування, яке демонтують (у дійсних розрахунках дорівнює 0), тис. грн;

ΔOK – приріст власних оборотних коштів, тис. грн.

У практиці проектування використовують також інший, простіший метод визначення обсягу інвестицій, який можна розрахувати за формулою [8,41]:

$$I = ПЗ \times I_{\text{ПИТ}}, \text{ грн.}, \quad (9.18)$$

де ПЗ – передбачена проектом місткість нового елеватора, тонн;

$I_{\text{ПИТ}}$ – питомі інвестиції на одиницю місткості, грн/тонну місткості.

Цей укрупнений метод рекомендовано для практичного застосування в дипломному проєкті.

В нашому випадку потрібний для будівництва міні-елеватора обсяг інвестицій визначаємо укрупненим методом.

Питомі інвестиції у будівництво ($I_{\text{ПИТ}}$) приймемо на рівні 3200 грн на тонну місткості міні-елеватору [54].

В результаті інвестиції на будівництво дорівнюватимуть:

$$I = 9 \times 3200 = 28800 \text{ тис. грн}$$

9.7 Розрахунок рентабельності інвестицій

Рентабельність інвестицій на будівництво нового елеватору знаходять за формулою [8,41]:

$$R = (\text{ЧП} : I) \times 100, \%, \quad (9.19)$$

$$R = (10168,7 : 28800) \times 100 = 35,3 \%$$

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.

$$T = 28800 / 10168,7 = 2,8 \text{ роки.}$$

Строк окупності інвестицій у будівництво нового елеватору дорівнює 2,8 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	9
2.	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн	19220,7
3.	Чисельність працівників, осіб	9
4.	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу (п. 2 : п. 3)	2135,6
5.	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн	16737,1
6.	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн (п.2-п.5)	2483,6
7.	Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн	9917,3
8.	Чистий прибуток, тис. грн ((п. 6+п.7) x 0,82)	10168,7
9.	Інвестиції, тис. грн	28800
10.	Строк окупності інвестицій, роки	2,8
11.	Рентабельність інвестицій, %	35,3

Висновки

Виявлений в Київській області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна робить доцільним будівництво нового міні-елеватора місткістю 5,3 тис. тонн.

Аналіз основних техніко-економічних показників свідчить про те, що проєкт будівництва міні-елеватора місткістю 9 тис. тонн у Київській області є високоефективним та інвестиційно привабливим. Попри компактний масштаб об'єкта, підпри

ємство демонструє оптимальне використання трудових ресурсів: штат із 9 осіб забезпечує значний обсяг виручки у 19220,7 тис. грн, що трансформується у високу продуктивність праці на рівні 2135,6 тис. грн на одного працівника.

Фінансова стійкість проєкту підтверджується позитивним чистим прибутком у розмірі 10168,7 тис. грн, який формується як за рахунок надання елеваторних послуг, так і завдяки реалізації власного зерна. Найбільш показовим фактором успішності є інвестиційні параметри: при загальних капіталовкладеннях у 28800 тис. грн проєкт окупається всього за 2,8 року, що є відмінним результатом для агропромислового сектору. Рентабельність інвестицій на рівні 35,3% свідчить про високу здатність бізнесу генерувати додану вартість та ефективно покривати витрати. Таким чином, будівництво даного об'єкта є економічно доцільним, оскільки воно гарантує швидке повернення коштів та високу прибутковість у короткостроковій перспективі.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі виконано розробку проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 9,0 тис. т у Київській області. У процесі виконання роботи було проведено аналіз сучасного стану зернової галузі України та особливостей розвитку інфраструктури зберігання зерна. Встановлено, що зростання обсягів виробництва зернових культур потребує розвитку сучасних зернозберігальних потужностей, зокрема будівництва міні-елеваторів, розташованих безпосередньо у зонах виробництва зерна.

У результаті проведених досліджень та розрахунків обґрунтовано доцільність будівництва міні-елеватора місткістю 9,0 тис. т у Київській області. Проєктований міні-елеватор призначений для виконання основних технологічних операцій із зерном: приймання зерна з автотранспорту, попереднього очищення, основного очищення, сушіння, зберігання та відпуску зерна на автотранспорт.

У технологічній частині роботи виконано розрахунок обсягів робіт підприємства, на основі яких підібрано основне технологічне та транспортне обладнання. Для попереднього очищення зерна передбачено встановлення скальператора марки А1-БЗО-100 продуктивністю 100 т/год. Основне очищення здійснюється на сепараторі марки А1-БЦС-50 продуктивністю 50 т/год. Для сушіння зерна передбачено встановлення модульної зерносушарки марки СГТ продуктивністю 10 пл. т/год.

Для забезпечення безперервної роботи технологічного обладнання передбачено встановлення надсепараторних бункерів НСБ №1 та НСБ №2 і підсепараторних бункерів ПСБ №1 та ПСБ №2 місткістю по 50 т кожний, що забезпечує безперервну роботу сепаратора протягом двох годин. Місткість досушального та післясушального бункерів прийнята по 80 т, що забезпечує безперервну роботу зерносушарки протягом восьми годин.

Для зберігання зерна у проєкті передбачено встановлення восьми металевих силосів з плоским днищем місткістю по 1125 т кожний, що забезпечує

загальну місткість елеватора 9,0 тис. т. Запропонована система зберігання дозволяє забезпечити надійне та довготривале зберігання зерна із збереженням його якісних показників.

У роботі також розглянуто питання енергозабезпечення підприємства, систем аспірації, що забезпечують очищення повітря від пилу під час технологічних процесів, характеристику будівельних споруд, а також заходи з охорони праці та виробничої безпеки.

У науково-дослідній частині роботи проведено дослідження обсягів виробництва зерна фермерськими господарствами України, що дозволило оцінити тенденції розвитку зернового виробництва та обґрунтувати необхідність розширення потужностей зі зберігання зерна.

Проведені техніко-економічні розрахунки показали, що в Київській області існує дефіцит місткостей для зберігання зерна, що підтверджує доцільність будівництва нового міні-елеватора. Реалізація проєкту потребує інвестицій у розмірі 28800 тис. грн і дозволить отримати річну виручку у розмірі 19220,7 тис. грн. Чистий прибуток від реалізації робіт та послуг становитиме 7874,56 тис. грн, що забезпечує окупність інвестицій протягом 2,8 року при рівні рентабельності 35,3 %.

Крім економічного ефекту, реалізація проєкту матиме позитивний соціальний та екологічний ефект. Будівництво міні-елеватора сприятиме створенню нових робочих місць, розвитку інфраструктури зернового ринку та підвищенню ефективності діяльності сільськогосподарських підприємств регіону.

Таким чином, результати виконаної кваліфікаційної роботи підтверджують господарську необхідність та економічну ефективність реалізації проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 9,0 тис. т у Київській області.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дідух Н.О. Алгоритм оцінки кон'юнктури ринку зерна у контексті експорту України до країн ЄС. Економіка та суспільство. Вип. 67. 2024 с [file:///C:/Users/ASUS/Downloads/4722-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-4639-1-10-20241029%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/ASUS/Downloads/4722-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-4639-1-10-20241029%20(6).pdf) (дата звернення: 20.10.2025).
2. Вплив війни на аграрний сектор України: аналіз останніх даних Держстату. URL: <https://visitukraine.today/uk/blog/2169/vpliv-viini-na-agrarnii-sektor-ukraini-analiz-ostannix-danix-derzstatu>
3. Дідух Н. О. Оптова торгівля зерном в умовах інтеграції України в ЄС. Український журнал прикладної економіки та техніки. 2024. Том 9. № 2. С. 293–300.
4. Enghiad, A.; Ufer, D.; Countryman, A.M.; Thilmany, D.D. An overview of global wheat market fundamentals in an era of climate concerns. International Journal of Agronomy, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/3931897>
- 5 Jagtap, S., Trollman, H., Trollman, F., Garcia-Garcia, G., Parra-Lope, C., Duong, L., Martindale, W., Munekata, P. E. S., Lorenzo, J. M., Hdaifeh, A., Hassoun, A., Salonitis, K., & Afy-Shararah, M. The Russia-Ukraine conflict: Its implications for the global food supply chains. Foods, 11(14), 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11142098>
6. Хорошун О. Динаміка та тренди розвитку глобального ринку зернових. Галицький економічний вісник. 2022. № 5-6 (78-79). С. 156–166.
7. Cohen, P., & Ewing, J. What's at stake for the global economy as conflict looms in Ukraine (Vol. 21). 2022. The New York Times. URL: <https://www.nytimes.com/2022/02/21/business/economy/ukraine-russia-economy.html> (дата звернення: 20.10.2025).
8. World Bank. Implications of the war in Ukraine for the global economy. World Bank. Implications-of-the-Warin-Ukraine-for-the-Global-Economy.pdf

2022. URL: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/5d903e848db1d1b83e0ec8f744e55570-0350012021/related/Implications-of-the-War-in-Ukraine-for-the-Global-Economy.pdf>

9. Polat, O., Bas, ar, B. D., Torun, E., & Eks,i, 'I. H. Dynamic interlinkages between geopolitical stress and agricultural commodity market: Novel findings in the wake of the Russian Ukrainian conflict. *Borsa 'Istanbul Review*, 2023. 23-S1, S74–S83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bir.2023.05.007>

10. Офіційний сайт Державної служби статистики України URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 17.10.2025).

11 Огляд непрямих втрат від війни в сільському господарстві України. Другий випуск, 10 листопада 2022. URL: <https://minagro.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/lossesreportissue2ua-2.pdf> (дата звернення: 17.10.2025).

12. Русан В. М., Жураковська Л. А. Аграрний сектор України у 2023 році: складники стійкості, проблеми та перспективні завдання. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2024-02/az_agrosector_15022024.pdf (дата звернення: 17.10.2025).

13. 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.

14. 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> (дата звернення: 20. 03.2026).

15. Потужності зберігання зерна в Україні по областях — інфографіка
<https://elevatorist.com/blog/read/885-potujnosti-zberigannya-zerna-v-ukrayini-po-oblastyah--infografika>

16. Післязбиральна обробка зерна та зерносховища: навч. посіб. / Г. М. Станкевич, А. К. Кац, Т. В. Страхова та ін. ; за ред. Г. М. Станкевича. — Одеса : КП ОМД, 2022. – 154 с.

17. Станкевич Г.М., Страхова Т.В. 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. Одеса: ОНАХТ, 2018. 52 с.

18. Шаповаленко О.І., Євтушенко О.О., Янюк. Т.І. та ін Т 381 Технологія та проектування елеваторів: навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 416 с.

19. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з освітнього компонента "Проектування підприємств галузі з КП" [Електронний ресурс] : для здобувачів СВО "Бакалавр" зі спец. G13 "Харчові технології" галузі знань G "Інженерія, виробництво та будівництво" освітньо-професійної програми "Технології зберігання і переробки зерна" ден. і заоч. форм навч. / Л. Д. Дмитренко, Т. В. Страхова, А. К. Кац, Г. М. Станкевич ; відп. за вип. А. В. Макаринська ;Каф. ТЗіК. — Одеса : ОНТУ, 2025. — 63 с.

20. Методичні вказівки до виконання практичних занять з курсу "Проектування підприємств галузі з КП" [Електронний ресурс] : для студентів, що навчаються за освіт.-проф. програмою "Технології зберігання і переробки зерна" бакалаврів спец. 181 "Харчові технології" галузі знань 18 "Виробництво та технології" ден. і заоч. форм навчання / Л. Д. Дмитренко ; відп. за вип. і ред. Г. М. Станкевич ; Каф. технології зберігання зерна. — Одеса : ОНАХТ, 2021. — 71 с.

21. Навчальний посібник до виконання бакалаврських робіт «Технологічне проектування елеваторів та комбікормових підприємств» /

укладачі: І.М. Фоміна, Т.В. Гавриш, О.М. Шаніна, Н.О. Боровікова – Х. : ДБТУ, 2024. – 140 с.

22. Інструкція по сушінню продовольчого, кормового зерна, насіння олійних культур та експлуатації зерносушарок.– Одеса-Київ: ДАК “Хліб України”, 1997. 72 с.

23. Станкевич Г.М., Страхова Т.В., Атаназевич В.І. Сушіння зерна. К.: Либідь, 1997. 320 с.

24. Гапонюк О. І., Остапчук М. В, Станкевич Г. М., Гапонюк І. І. Активне вентильовання та сушіння зерна: навч. посіб. Одеса : ВМВ, 2014. 326 с.

25. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Технологія зберігання та сушіння зерна". Розділ "Технологія елеваторної галузі" [Електронний ресурс] : для студентів СВО "Бакалавр" освіт.-проф. програми "Технології зберігання і переробки зерна" зі спец. 181 "Харчові технології" галузі знань 18 "Виробництво та технології" ден. і заоч. форм навчання / Г. М. Станкевич, А. К. Кац, Л. Д. Дмитренко ; відп. за вип. А. В. Макаринська ; Каф. технології зерна і комбікормів. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 46 с.

26. Технологія зберігання та сушіння зерна: кількісно-якісний облік зерна [Текст] : навч. посіб. / А. І. Яковенко, А. В. Борта ; Одес. нац. акад. харч. технологій. – Одеса, 2016. – 174 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONANT-cnv.BibRecord.156743> (дата звернення 24.04.2026)

27. Обліковуємо вирощене зерно: усе, що необхідно знати <https://i.factor.ua/ukr/journals/bn/2016/october/issue-40/article-22095.html>

28. ДСТУ ISO 14004:2006. Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо принципів, систем та засобів забезпечення (ISO 14004:2004, IDT). [Чинний від 2006-03-28]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 38 с. (Національний стандарт України).

29. Силоси з плоским днищем <https://kmzindustries.ua/product/silosy-na-ploskom-osnovanii>

30. Лозовський А.П., Іванов О.М., Самойленко Т.В. Основи технологічного проектування промислових підприємств переробних галузей Університетська книга 2023.320 с

31. Проектування систем автоматизації технологічних процесів: Навч. посібник / В.І. Тошинський, М.О. Подустов та ін. – Харків: НТУ "ХПІ", 2006. 412 с.

32. Електропостачання промислових підприємств : Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей / В.І. Мілих, Т.П. Павленко. – Харків : ФОП Панов А. М., 2016. – 272 с.

33. Електропостачання промислових підприємств : Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей / В.І. Мілих, Т.П. Павленко. – Харків : ФОП Панов А. М., 2016. – 272 с.

34. Енергетичний аудит: Навчальний посібник / О.І. Соловей, В.П. Розен, Ю.Г. Лега, О.О. Ситник А.В. Чернявський, Г.В. Курбаса. – Черкаси, 2005. – 299 с

35 Правила проектування та налагодження аспіраційних і пневмотранспортних установок підприємств по збереженню та переробці зерна /О.І. Гапонюк, Є.А. Дмитрук, В.І. Квітинський, О.Н. Гоф, Н.М. Опря/ Зернова столиця, Одеса-Київ. 2012. с. 130

36. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Вентиляційні установки» при проектуванні або реконструкції підприємств по збереженню і переробці зерна. Укладачі О.І. Гапонюк, Г.А. Гончарук, А.В. Ульяницький: ОНАХТ, 2014р. с.28.

37. Правила проектування аспіраційних установок підприємств по збереженню та переробці зерна / Міністерство сільського господарства та продовольства України. – Київ, 1995. – 190 с

38. Голінько В.І. Г 60 Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. Д.: НГУ, 2014. 271 с.

39. Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. К.: Основа, 2006 448 с

40. Основи охорони праці: підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов та ін. – Харків: Стиль-Издат, 2017. 341с.

41. Винокурова Л. Е., Васильчук М. В., Гаман М. В. Основи охорони праці: Підручн. для проф.-техн. навч. закладів. 2-ге вид., допов., перероб. К. : Вікторія, 2001. -192 с

42. Лупенко Ю. О., Малік М. Й. Трансформація фермерських господарств в умовах євроінтеграційного поступу України. Економіка АПК. 2024. № 2. С. 10–22.

43. Нивівський О., Нейтер Р. Економічна стійкість малих агровиробників: досвід виживання в умовах логістичної блокади. Журнал аграрної науки. 2024.

44. Шпикуляк О. Г., Курило Л. І. Інституціоналізація фермерського підприємництва: цифровізація та «зелений» перехід. К.: ННЦ «ІАЕ», 2023. 240 с.

45. Нечитайло В. В. Стан розвитку національних фермерських господарств в умовах нестабільності. Сталий розвиток економіки. 2023. № 2 (47). С. 158–164.

46. Васильєва Н. Продовольча безпека щодо зернових та олійних культур: українські реалії воєнного часу. Baltic Journal of Economic Studies. 2025. № 4.

47 Бойко Л. О. Виклики та проблеми фермерських господарств у період невизначеності. Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління. 2024. № 11. DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2024-11-04-02>.

48 Нісходовська О. Ю. Українське фермерство: стан, перспективи та виклики. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2025. Вип. 1 (46). С. 168–174.

49. Бондаренко О. Ударні хвилі з України: тренди та розриви в цінах на сільськогосподарські товари. Working Paper НБУ. 2025.

50 Петренко О. Вплив повномасштабної війни на аграрну результативність в Україні. KSE Institute. 2025.

51 Smit J., Petrenko V. Ukrainian Farming Resilience: From Wartime Survival to European Integration. Journal of Agricultural Economics and Rural Development. 2025. Vol. 12.

52. Курс долара на міжбанку <https://minfin.com.ua/ua/currency/mb/> (дата звернення 15.03.2026)

53 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.

54. Фахівець розповів про вартість будівництва міні-елеватора й можливостях мінімізувати витрати <https://agrotimes.ua/elevator/fahivecz-rozpoviv-pro-vartist-budivnycztva-mini-elevatora-j-mozhlyvostyah-minimizuvaty-vytraty/> (дата звернення: 17.03.2026).