

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 5,3 тис. т в Житомирській обл*

Здобувача

Барда Т.О.

(прізвище, ініціали)

Керівник

ст.викл. Соколовська О.Г.

(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти:

проф. Басюркіна Н.Й.

доц. Штепа Є.П.

доц. Гончарук Г.А.

(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від

протокол №

Завідувачка кафедри

ТЗіК

(назва кафедри)

(підпис)

Алла МАКАРИНСЬКА

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

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**

Барди Тетяни Олександрівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 5,3 тис.т в Житомирській обл.»

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

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи _____

3. Вихідні дані роботи Місткість зерносховища 5300 тонн; Річний об'єм приймання з автотранспорту 5300 тонн, у тому числі: річний обсяг приймання ранніх культур =3300 тонн (пшениці – 1650 тонн, ячменю – 1650 тонн), пізніх культур (кукурудзи) – 2000 тонн. Період заготівлі: ранніх культур 16 діб, пізніх – 21 діб. Частки зерна різної вологості: ранніх культур – $a_0 = 0,8$; $a_1 = a_2 = 0,1$; пізніх – $a_0 = 0,75$; $a_1 = 0,15$; $a_2 = 0,10$. Річний об'єм відпуску зерна на автотр-т 3300 тонн. Тривалість відпуску на а/т: $N=5$ міс.; $T_m=24$ діб; $T_d= 8$ год. Коефіцієнти нерівномірності відпуску на а/т: $K_m=1,9$; $K_d=1,7$; $K_r=1,0$.

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)

Барда Т.О.

(прізвище, ім'я, по батькові)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Стан проблеми і перспективи її вирішення</i>	<i>18.03-22.03</i>	
2	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	<i>23.03-25.03</i>	
3	<i>Технологічна частина</i>	<i>26.03-06.04</i>	
4	<i>Креслення планів, розрізів</i>	<i>07.04-23.04</i>	
5	<i>Креслення РСРЗіВ</i>	<i>24.04-26.04</i>	
6	<i>Побудова зведеного змінного графіку</i>	<i>27.04-28.04</i>	
7	<i>Енергозабезпечення та енергозбереження</i>	<i>29.04-01.05</i>	
8	<i>Аспірація елеватора</i>	<i>02.05-06.05</i>	
9	<i>Креслення генерального плану</i>	<i>07.05-09.05</i>	
10	<i>Характеристика будівельних споруд</i>	<i>10.05-12.05</i>	
11	<i>Охорона праці</i>	<i>13.05-15.05</i>	
12	<i>Науково-дослідна частина (НДЧ)</i>	<i>16.05-20.05</i>	
13	<i>Техніко-економічні розрахунки</i>	<i>21.05-24.05</i>	
14	<i>Оформлення креслень на аркушах формату А1</i>	<i>25.05-27.05</i>	
15	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>28.05-3.06</i>	
16	<i>Затвердження роботи</i>	<i>3.06.2026</i>	
	<i>Захист</i>	<i>18.06.2026</i>	

Здобувач _____

(підпис)

Барда Т.О.

(прізвище, ініціали)

Керівник _____

(підпис)

Соколовська О.Г.

(прізвище, ініціали)

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

Здобувач _____

(підпис)

Барда Т.О.

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 5,3 тис. т у Житомирській обл.

Кваліфікаційна робота присвячена комплексному проєктуванню міні-елеватора, що відповідає сучасним вимогам агропромислового сектору Житомирщини.

Кваліфікаційна робота складається з двох частин: пояснювальна записка, яка викладена на 152 аркушах, містить 38 таблицю, 10 рисунків, список літератури включає 42 найменування; графічна – представлена на 7 аркушах формату А1. Пояснювальна записка включає 9 розділів.

У першому розділі представлено літературний та патентний огляд стану і шляхів вирішення проблеми зберігання зерна, надано характеристику об'єкта, визначено мету та завдання проєкту.

Другий розділ присвячено техніко-економічному обґрунтуванню доцільності будівництва.

У технологічній частині проведено розрахунки обсягів робіт, обрано основне технологічне обладнання, розроблено структурно-принципову схему процесу та робочу схему руху зерна і відходів. Окрему увагу приділено проєктуванню зерносушарки, розрахунку транспортного обладнання та систем управління елеватором.

Четвертий розділ містить розрахунки енергозабезпечення підприємства, включаючи вибір трансформаторної підстанції, розрахунок потужностей та заходи з енергозбереження.

У п'ятому розділі детально розроблено систему аспірації для норій та конвеєрів, що забезпечує екологічність та вибухобезпеку виробництва.

У шостому розділі «Характеристика будівельних споруд» наведено детальний опис генерального плану міні-елеватора та архітектурно-планувальних рішень

Сьомий розділ присвячений створенню безпечних умов роботи на підприємстві та мінімізації ризиків виробничого травматизму.

Ідентифіковано потенційно небезпечні та шкідливі виробничі фактори (НШВФ), що виникають під час експлуатації елеваторного обладнання. З апропоновано технічні та організаційні рішення щодо усунення впливу шкідливих факторів на працюючих та розроблено комплекс заходів щодо забезпечення пожежної безпеки.

У восьмому розділі проведено розробку та обґрунтування впровадження системи НАССР у процеси приймання та зберігання ячменю. Ідентифіковано потенційні біологічні, хімічні та фізичні небезпечні фактори, визначено критичні контрольні точки (ККТ) та встановлено граничні межі для забезпечення високої якості та безпечності зернової продукції згідно з міжнародними стандартами.

У дев'ятому проведено техніко-економічні розрахунки визначено чисельність персоналу,

Ключові слова: міні-елеватор, зберігання зерна, Житомирська область, технологічна лінія, очищення, сушіння зерна, металеві силоси.

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	15
1.3 Мета і завдання проєкту.	15
Розділ 2 Техніко-економічне обґрунтування	16
Розділ 3 Технологічна частина	25
3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання	24
3.1.1 Розрахунок обсягів робіт.	24
3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання.	26
3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу	28
3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання	31
3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв	36
3.2 Обробка і зберігання відходів	37
3.3 Проєктування зерносховищ	42
3.4 Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані	43
3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП	45
3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів	48
3.7 Проєктування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз	49
3.8 Зведений графік роботи міні-елеватора в першу зміну	52
3.9 Система управління роботою елеватора	58
Розділ 4 Енергозабезпечення та енергозбереження	62
4.1 Заходи для економії електроенергії і енергозбереження.	62

4.2	Розрахування активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії	62
4.3	Розрахування повна потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності	63
4.4	Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності	65
4.5	Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів	67
4.6	Вибір перерізу жил і марку кабелю	69
4.7	Річна витрата електроенергії та її вартість	70
Розділ 5 Аспірація елеватора		71
5.1	Мета і завдання аспіраційних установок елеваторів	71
5.2	Основні принципи компоновки аспіраційних мереж	73
5.3	Особливості проектування аспіраційних установок на елеваторах	74
5.4	Огляд основних методів розрахунку аспіраційних мереж	75
5.5	Проектування, підбір та установка локальних фільтрів за аеродинаміч-ними показниками.	76
5.6	Режим очистки	76
5.7	Аспірація норій НЦ-І №1.1, №1.2 та №1.3.	79
5.8	Аспірація конвеєрів № 2.2 та № 2.3.	80
5.9	Аспірація скальператора А1-БЗО-100.	81
Розділ 6 Характеристика будівельних споруд		86
6.1	Опис генплану	86
6.2	Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору	90
Розділ 7 Охорона праці		95
7.1	Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ)	96
7.2	Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ	98
7.3	Заходи щодо пожежної безпеки	101

Розділ 8 Науково-дослідна частина	105
8.1 Стан питання	105
8.2 Мета і завдання роботи, об'єкти і методи досліджень та аналізів	113
8.3 Результати досліджень	114
Розділ 9 Техніко-економічні розрахунки (ТЕР)	132
9.1 Розрахунок чисельності працюючих	132
9.2 Розрахунок виробничої програми	133
9.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства	134
9.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік.	138
9.5 Розрахунок прибутку.	140
9.6 Розрахунок інвестицій	141
9.7 Розрахунок рентабельності інвестицій	142
9.8 Розрахунок строку окупності інвестицій	142
9.9 Основні техніко-економічні показники проекту	143
Висновки	125
Список літератури	131

ВСТУП

Зернова галузь є однією з ключових складових агропромислового комплексу України, що забезпечує продовольчу безпеку держави, формує значну частку експортного потенціалу та відіграє важливу роль у розвитку національної економіки. Виробництво зерна в Україні традиційно характеризується високими обсягами, значною географією вирощування та стабільним попитом як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. У зв'язку з цим особливого значення набуває ефективна організація післязбиральної обробки, зберігання та логістики зерна, що безпосередньо впливає на збереження його якості, мінімізацію втрат та підвищення конкурентоспроможності продукції.

Важливою складовою інфраструктури зернового ринку є елеваторні потужності, які забезпечують приймання, очищення, сушіння, зберігання та відвантаження зернової продукції. Проте у багатьох регіонах України спостерігається нерівномірність розміщення елеваторів, а також недостатня кількість сучасних потужностей для зберігання зерна. Особливо це стосується малих і середніх сільськогосподарських підприємств, які часто не мають власної зернозберігальної інфраструктури та змушені користуватися послугами великих елеваторних комплексів, що призводить до додаткових витрат на транспортування та зберігання.

У таких умовах зростає актуальність будівництва міні-елеваторів — відносно невеликих зерносховищ, розташованих безпосередньо у зонах виробництва зерна. Міні-елеватори характеризуються компактністю, гнучкістю технологічних рішень, меншими інвестиційними витратами та можливістю оперативного обслуговування локальних потреб аграрних підприємств. Вони дозволяють оптимізувати логістичні процеси, скоротити витрати на транспортування зерна, підвищити ефективність післязбиральної обробки та забезпечити належні умови зберігання продукції.

Особливого значення розвиток міні-елеваторних потужностей набуває в сучасних умовах трансформації аграрного сектору, зростання обсягів виробництва зерна та необхідності підвищення ефективності функціонування зернового ринку. Наявність локальних зерносховищ сприяє стабілізації роботи сільськогосподарських підприємств, дає можливість гнучко реагувати на кон'юнктуру ринку, зберігати зерно до періоду вигіднішої реалізації та зменшувати втрати продукції.

Житомирська область є одним із регіонів України, де активно розвивається зернове виробництво, зокрема вирощування пшениці, кукурудзи та інших зернових культур. Зростання валових зборів зерна потребує відповідного розвитку інфраструктури його зберігання та доробки. У зв'язку з цим виникає необхідність у створенні сучасних зернозберігальних об'єктів оптимальної місткості, здатних забезпечити ефективне функціонування регіонального зернового господарства.

Розділ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1 Літературний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми

Значення та глобальна роль зернової галузі України Україна є важливим гарантом світової продовольчої безпеки й відіграє системну роль на міжнародному ринку зернових. Експортний потенціал. Україна входить до п'ятірки найбільших експортерів зернових у світі, забезпечуючи продовольством понад 400 мільйонів людей по всій планеті. Баланс внутрішнього споживання й експорту. Близько 75% усього виробленого в Україні зерна йде на експорт, тоді як лише 20–25% споживається всередині країни. Це означає, що українська зернова продукція здатна годувати втричі більше людей за кордоном, ніж у самій країні. Основні культури. Україна є провідним виробником і експортером ключових зернових культур. Зокрема, пшениця, яка є однією з найважливіших продовольчих культур у світі, займає вагомe місце: Україна посідає сьоме місце у світовому виробництві цієї культури та п'яте – в експорті. [1-3].

Елеваторна логістика становить невід'ємну складову продовольчої системи, особливо в умовах воєнного стану. Функція в умовах війни: Основне завдання елеваторної логістики полягає у швидкому та ефективному переміщенні, зберіганні та транспортуванні зерна з місць його виробництва до споживачів. Це критично важливо для забезпечення як потреб мирного населення, так і військових. Складність логістики: Війна створює численні виклики, включно з пошкодженням або блокуванням транспортних шляхів. Тому елеваторна логістика має враховувати питання безпеки і розробляти оптимальні маршрути, координуючи дії з транспортною та військовою логістикою. Конкуренція та розвиток: Елеваторний бізнес продовжує функціонувати у конкурентному середовищі, що вимагає постійного вдосконалення, зокрема впровадження інновацій та реалізації інвестиційних проєктів [4-5].

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.V.5.5			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Барда Т.О.			Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 5,3 тис.т у Житомирській обл..	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					10	6
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

Планування та інфраструктура: Для будівництва нового елеватора критично важливим є вибір економічно вигідного розташування та орієнтація на культуру, яку буде обробляти об'єкт. Вважається доцільним зводити сучасні елеватори замість модернізації старих, оскільки нові об'єкти забезпечують високі показники доходів завдяки більшій кількості оборотів за сезон, економії енергоресурсів і прискоренню завантажувальних операцій. Регіональна концентрація станом на кінець 2019 року:

- За приватними потужностями лідирують Полтавська, Одеська та Миколаївська області.

- За державними – Полтавська, Хмельницька та Київська області. Російська агресія суттєво вплинула на аграрний сектор, поставивши під загрозу світову продовольчу безпеку і спричинивши дефіцит основних продуктів харчування.

Фінансові та матеріальні втрати [4-5]:

- Загальні збитки агропромислового комплексу оцінюються в \$6,6 млрд (23% усіх активів аграрного сектору).

- Унаслідок руйнувань або крадіжок було втрачено понад 84 тис. одиниць техніки та обладнання на \$2,9 млрд.

- Викрадено чи знищено 2,8 млн тонн зернових та 1,2 млн тонн олійних культур урожаю 2021 року, що коштує \$1,87 млрд.

- Пошкоджено чи зруйновано потужності зерносховищ загальною місткістю 9,4 млн тонн із вартістю відновлення понад \$1,1 млрд.

Втрати через виробництво та логістику [4-5]:

- Непрямі збитки включають недоотриману вигоду від скорочення виробництва і знижені доходи через порушення логістичних ланцюгів та здешевшання внутрішніх цін.

- Блокування морських портів на Чорному морі призвело до різкого падіння внутрішніх цін на експортоорієнтовану продукцію: пшеницю, кукурудзу, ячмінь та соняшник.

Зниження врожаїв: У 2022 році відбулося значне скорочення врожаїв через два основні фактори:

- Зменшення оброблюваних площ у зонах бойових дій. - Зниження врожайності під впливом спрощених технологій вирощування (зменшення доз добрив і засобів захисту рослин).

Забруднення земель: Воєнні дії спричинили забруднення сільськогосподарських угідь боєприпасами та мінами. За даними експертів, після завершення війни понад 13% земель залишатимуться непридатними через мінну небезпеку.

Перспективи відновлення та адаптації. Незважаючи на складнощі, з якими постійно стикається агробізнес в Україні, цей сектор демонструє стабільний поступ і незламний потенціал розвитку. Фермери безперервно працюють, шукаючи нові можливості для адаптації до змін і викликів сьогодення [6, 7].

Стратегічні пріоритети відновлення. У процесі післявоєнного відновлення уряд спільно з бізнесом визначив три ключові напрями в сільському господарстві, які мають стати стратегічними орієнтирами для галузі: Покращення та розширення експортної логістики. Зусиллями аграрного бізнесу в перші місяці після початку викликів експортні показники змогли зрости: з 350 тисяч тонн у березні до 3 мільйонів тонн у липні. Завдяки міжнародній співпраці було укладено зернову угоду і частково відновлено роботу морських конвоїв. Проте, навіть із цими досягненнями, обсяги експорту залишаються недостатніми, а висока вартість транспортування є проблемним питанням, яке потребує подальшого вирішення. Забезпечення надійного зберігання урожаю. ФАО сприяє вирішенню проблеми дефіциту місць для зберігання отриманих врожаїв шляхом постачання аграріям спеціального обладнання. Це дозволило частково компенсувати брак інфраструктури для зберігання зернових і зменшити втрати продукції. Доступ до фінансів і кредитування. Відсутність перешкод у фінансових потоках, а також відкриття нових кредитних ліній для фермерів залишаються наріжним каменем для підтримки функціонування агробізнесу [6, 7].

Адаптація до нових умов та розвиток альтернативних напрямів Переорієнтація виробництва. Аграрії на територіях, які залишаються мирними, активно шукають нові ринки збуту для своєї продукції, паралельно адаптуючи діяльність до актуальних реалій. Через обмеження, пов'язані із блокуванням морських

портів, багато фермерів почали зосереджуватися на вирощуванні нішевих культур із високою маржинальністю, таких як горох, гірчиця, нут та сочевиця. Ці культури вирізняються адаптивністю до транспортування через різні канали. Актуальність бобових культур. Рослини родини бобових набувають великої популярності серед аграріїв завдяки своїм конкурентним перевагам: вони швидко досягають, є найбільшими у врожайності та потребують відносно невеликих витрат на посів і догляд. Роль малого та середнього бізнесу. Разом із великими агрокомпаніями малі фермерські господарства все більше концентруються на культурах, які вимагають значної ручної праці. До них належать овочі, зелень, ягоди та інші нішеві напрями. Такий підхід дозволяє створювати додаткові робочі місця та забезпечувати різноманітність агропродукції [6, 7].

Перспективи розвитку: Фінансова підтримка та стимулювання: Міжнародні організації, такі як ЄБРР та ЄС через ініціативу EU4Business, активно сприяють розвитку малого і середнього агробізнесу в Україні, надаючи фінансову допомогу та гранти для збільшення експортного потенціалу. Інноваційний розвиток і цифровізація: Ключовим напрямком стратегічного прогресу є інтеграція сучасних цифрових рішень, а також активне впровадження інноваційних технологій, включаючи біотехнології, нанотехнології та генетичні розробки. Український «зелений курс»: Центральною ідеєю Плану відновлення виступає створення української версії Green Deal, яка передбачає перехід підприємств на сталу модель функціонування та екологічні принципи. Післявоєнна модернізація: У період після завершення війни акцент буде зроблено на оновленні переробної промисловості, збільшенні доданої вартості продукції та розвитку таких сфер, як садівництво, тваринництво і біоенергетика [6, 7].

Будівництво нових елеваторів в Україні має надзвичайно важливе стратегічне, економічне та соціальне значення, особливо в умовах воєнного стану та у перспективі післявоєнного відновлення аграрного сектору. Війна завдала суттєвих втрат елеваторній інфраструктурі: значна кількість зерносховищ була зруйнована або пошкоджена, частина потужностей опинилася на тимчасово окупованих територіях. Це створило серйозні труднощі для забезпечення безперервного

зберігання, переробки та експорту зернових культур, зокрема пшениці, кукурудзи, ячменю, а також сорго – культури, що набуває дедалі більшого значення в умовах кліматичних змін.

У період війни нові елеватори відіграють роль локальних логістичних хабів, які дозволяють агровиробникам мінімізувати ризики втрати врожаю через відсутність сховищ, перебої в транспортуванні чи руйнування великих зернових терміналів. Такі об'єкти особливо потрібні у центральних і західних регіонах України, де сконцентровано основний потік зерна для експорту через західні кордони. Міні- та середні елеватори забезпечують гнучкість і мобільність зернової логістики, що є надзвичайно важливим у період воєнної нестабільності.

У післявоєнний період будівництво нових елеваторів стане ключовим елементом відновлення агропромислового комплексу. По-перше, це сприятиме збільшенню обсягів експорту зернових культур, що є одним із головних джерел валютних надходжень до державного бюджету. По-друге, сучасні елеватори нового типу (металеві, енергоефективні, автоматизовані) дозволяють підвищити якість зберігання зерна, знизити втрати продукції та оптимізувати витрати енергоресурсів.

Крім того, розвиток елеваторної інфраструктури стимулює малі та середні фермерські господарства, які отримують можливість зберігати і реалізовувати зерно на вигідніших умовах, не залежачи від великих трейдерів. Це сприяє децентралізації аграрного ринку та підвищує економічну стійкість регіонів.

Не менш важливою є соціальна функція таких інвестиційних проєктів: будівництво елеваторів створює нові робочі місця, забезпечує розвиток сільських територій, покращує логістичну інфраструктуру і сприяє поверненню населення у постраждалі громади.

Отже, будівництво нових елеваторів – це не лише технічне завдання, а й стратегічний напрям розвитку аграрного сектору України, що забезпечує продовольчу безпеку держави, відновлення економіки та її інтеграцію у світові ринки. У період війни такі проєкти є проявом стійкості та здатності країни зберігати

продовольчий потенціал, а у післявоєнний – основою для сталого відродження і розвитку сільського господарства.

1.2 Характеристика об'єкту

В кваліфікаційній роботі передбачається будівництво міні-елеватора місткістю 5,3 тис. т, в якому здійснюють наступні технологічні операції: приймання зерна з автотранспорту та відпускання на автотранспорт; очищення зерна; сушіння зерна; зберігання зерна;

Будівництво нового міні елеватора здійснюється з метою розширення потужностей елеваторної промисловості України, а саме Житомирської області. Будівництво міні-елеватора в Житомирській області є доцільним через високу концентрацію малих та середніх фермерських господарств, які потребують сучасних потужностей для доробки та зберігання зерна без значних витрат на логістику до великих терміналів. Крім того, наявність розвиненої залізничної та автомобільної інфраструктури в регіоні дозволяє ефективно формувати партії збіжжя для подальшого експорту або внутрішньої переробки.

Застосування сучасних конструкцій, вузлів під час будівництва, проектування. Використання новітнього обладнання вітчизняного виробництва, що при експлуатації обслуговуючим персоналом, знижує затратну частину, таким чином покращує техніко-економічні показники елеватору.

1.3 Мета і завдання проекту

Метою кваліфікаційної роботи є розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 5,3 тис. тонн у Житомирській області.

Завдання проекту: Створення сучасного високотехнологічного міні-елеватора для оперативного приймання, очищення, сушіння та тривалого зберігання зернових культур. Це дозволить агропідприємству мінімізувати втрати врожаю, підвищити його якість до експортних показників та забезпечити можливість реалізації продукції у період найбільш вигідної ринкової кон'юнктури.

Розділ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Житомирська область є одним із перспективних аграрних регіонів України, де стабільно розвивається виробництво зернових і зернобобових культур, зокрема пшениці, кукурудзи, ячменю та сорго. Проте ефективність зернового виробництва значною мірою стримується недостатнім рівнем розвитку локальної елеваторної інфраструктури, особливо в частині малих і середніх зерносховищ, орієнтованих на обслуговування фермерських господарств.

Будівництво міні-елеватора місткістю 5,3 тис. т у Житомирській області є доцільним з огляду на територіальну розосередженість сільськогосподарських виробників та сезонний характер надходження зерна. Наявність власного або наближеного до виробника елеватора дозволяє зменшити логістичні витрати, скоротити втрати зерна під час транспортування та забезпечити оперативне післязбиральне дороблення зернової продукції.

Міні-елеватор такої місткості оптимально відповідає потребам малих і середніх агропідприємств, оскільки не потребує значних капіталовкладень у порівнянні з великими елеваторними комплексами, водночас забезпечує повний технологічний цикл: приймання, очищення, сушіння, зберігання та відвантаження зерна. Це сприяє підвищенню якості зернової продукції та дає змогу реалізовувати зерно за вигіднішими цінами в період сприятливої ринкової кон'юнктури.

В умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення України будівництво міні-елеваторів набуває особливої актуальності. Децентралізація зерносховищ підвищує стійкість аграрної інфраструктури до ризиків, пов'язаних із логістичними обмеженнями, пошкодженням великих елеваторів та транспортних вузлів.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.V.5.5			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 5,3 тис.т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Барда Т.О.						
Керівник		Соколовська О.Г.					16	8
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

Нами передбачено будівництво нового міні-елеватора у Житомирській області місткістю 5,3 тис. тонн на основі виявлення вільного залишку зерна, який необхідно зберегти.

Власники можуть бути впевнені в якості свого врожаю, контролюючи умови зберігання та маючи змогу швидко реагувати на будь-які проблеми. Міні елеватори дозволяють ефективніше використовувати час, зменшуючи час очікування на чергах до великих елеваторів. Вони можуть бути встановлені на будь-якій території та відносно швидко перенесені, якщо це потрібно. Власники можуть керувати витратами на зберігання та переробку врожаю, не розраховуючи на сторонні послуги.

Отже, будівництво нових елеваторів може мати значення як для розвитку сільськогосподарського сектору, так і для економічного та соціального розвитку країни та регіону в цілому.

Баланс сировини і обґрунтування розвитку потужнісного потенціалу підприємства. Метою цього розрахунку є визначення потенціалу заготівель зернових культур у сировинній зоні підприємства [8]. Розрахунок заснований на інформації про земельні угіддя, на яких вирощують злакові культури, і даних про середню урожайність (дані Державної служби статистики України, URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>) [9].

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

Регіон (область)	Господарства усіх категорій		
	Площа зібрана, ПЛ _{базова} , тис.га	Урожайність, U_1 , ц з 1 га зібраної площі	Обсяг виробництва, ВЗ ₁ , тис. ц
Житомирська	449,2	57,1	25647,7

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

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

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

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

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

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

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

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

Аналогічно, площу вирощування на перспективу розраховуємо за формулою:

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

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

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

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

$$K_{пл} = K_{пл}^t, \quad (2.4)$$

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

t – період часу, пов'язаний з тривалістю здійснення 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 Житомирській області свідчать про те, що останні 5 років щорічно площа оранки приростає на 5 %, а урожайність – на 6 %, то приймаємо до уваги ці тенденції до 2028 року (періоду засвоєння інвестицій) та виконаємо розрахунок наведених показників у перспективі до 2028 року, на основі даних Державної служби статистики України за 2025 р. і коригуючих коефіцієнтів на прогнозні 4 роки (з 2025 до 2028 р.).

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

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

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

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

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

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

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

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

Результати виконаних розрахунків наводимо у табл. 2.2.

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

Регіон (область)	Площа сільськогосподарських угідь, $ПЛ_{\text{прогноз}}$, тис. га	Середня урожайність, $U_{\text{прогноз}}$, ц/га	Валовий збір, $ВЗ_{\text{прогноз}}$, тис. тонн
Житомирська	546,0	72,1	3936,1

У всіх регіонах України існують зерносховища, на яких обробляється та зберігається зерно, вирощене у нашій країні, та на які надходить ввезене з інших

регіонів і країн (імпортне) зерно. Їх прогнозна сумарна місткість ($MZ_{\text{прогноз}}$) має покривати такий обсяг зернових:

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

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

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

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

- споживання зерна всередині сільськогосподарських підприємств Житомирській області дорівнює:

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

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

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

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

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

Отримані дані занесли в табл. 2.3.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\Delta\PiЗ > \PiЗ, \text{ тобто } 1768,5 > 5,3 \text{ тис. тонн,}$$

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

Вантажооборот (B) підприємства елеваторної галузі розраховують за формулою:

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

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

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

$$B = 1 \times 5,3 = 5,3, \text{ тис. тонн,}$$

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

Таким чином, приділено аналізу зернового господарства Житомирської області, зокрема структурі посівних площ, рівню врожайності основних культур, сезонності надходження зерна, а також наявній інфраструктурі зі зберігання та доробки зерна.

Результати дослідження свідчать про зростання валових зборів зернових у регіоні та обмеженість існуючих елеваторних потужностей, що призводить до вимушеного продажу зерна в період пікової пропозиції за зниженими цінами та до додаткових логістичних витрат для сільськогосподарських виробників. У цих умовах будівництво міні-елеватора місткістю 5,3 тис. тонн є економічно обґрунтованим і доцільним, оскільки дозволить забезпечити належне післязбиральне дороблення зерна, зменшити втрати при зберіганні, підвищити якість продукції та створити умови для більш гнучкого управління строками реалізації.

Крім того, реалізація зазначеного інвестиційного проєкту сприятиме підвищенню конкурентоспроможності місцевих агровиробників, стабілізації їхніх доходів та розвитку зернової інфраструктури Житомирської області загалом. Таким чином, нами проаналізовано основні тенденції ринку зернових України, проведено дослідження зернового господарства Житомирській області, і на основі цього обґрунтовано необхідність та доцільність будівництва міні-елеватора місткістю 5,3 тис. тонн в Житомирській області.

Розділ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання

3.1.1 Розрахунок обсягів робіт

При надходженні зерна автомобільним транспортом, загальний річний об'єм приймання зерна складає 5300 т.

При надходженні зерна автомобільним транспортом розрахунковий добовий (A_{nd}^a) і погодинний (A_{ng}^a) об'єми визначаємо для ранніх культур за формулою:

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

Коефіцієнт нерівномірності надходження зерна K_d^a з автомобільного транспорту приймаємо в залежності від об'ємів заготівель і розрахункового періоду заготівель. Таким чином коефіцієнт нерівномірності становить 1,6 для ранніх і 1,7 для пізніх культур [11, 12, 15].

$$A_{пд.р}^a = \frac{0,8 \cdot 3300 \cdot 1,6}{16} = 264 \text{ т/добу}$$

$$A_{пд.п}^a = \frac{0,8 \cdot 2000 \cdot 1,7}{21} = 129,5 \text{ т/добу}$$

Погодинне приймання зерна:

$$A_{пгод}^a = \frac{A_{пд}^a \cdot K_{год}^a}{T}, \text{ т/год} \quad (3.2)$$

Коефіцієнт погодинної нерівномірності $K_{год}^a$ залежить від максимального добового надходження зерна і дорівнює 2,9 для ранніх і для пізніх культур [11].

Погодинне приймання ранніх культур:

$$A_{пг.р}^a = \frac{264 \cdot 2,9}{24} = 31,9 \text{ т/год}$$

Погодинне приймання пізніх культур:

$$A_{пг.п}^a = \frac{129,5 \cdot 2,9}{24} = 15,6 \text{ т/год}$$

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.V.5.5			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Барда Т.О.			Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 5,3 тис. т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					24	38
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

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

При відпуску зерна на автомобільний транспорт приймаємо коефіцієнти місячної, добової і погодинної нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт $K_{вп.м.}^a$, $K_{вп.д.}^a$, $K_{вп.г.}^a$ – визначаємо технологічним пошуком: $K_{вп.м.}^a = 1,3$, $K_{вп.д.}^a = 1,3$; $K_{вп.г.}^a = 1,2$ [11, 12, 15].

При відпусканні зерна на автомобільний транспорт приймаємо:

Розрахункове місячне відпускання:

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

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

$K_{вп.м.}^a$ – коефіцієнт місячної нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт – 1,8. [11, 12, 15].

$$A_{вп.м.}^a = \frac{5300 \cdot 1,8}{5} = 1980 \text{ т/міс}$$

Розрахункове добове відпускання:

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

де $T_{вп.м.}^a$ – тривалість відпускання за місяць – 24 днів;

$K_{вп.д.}^a$ – коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт – 1,7 [11, 12, 15].

$$A_{вп.д.}^a = \frac{1980 \cdot 1,7}{24} = 135 \text{ т/добу}$$

Розрахункове погодинне відпускання:

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

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

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

$$A_{вп.г.}^a = \frac{135 \cdot 1}{8} = 16,9 \text{ т/год}$$

3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання

3.1.2.1 Визначення кількості та продуктивності зерноочисного обладнання

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

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

Сумарну продуктивність скальператорів попереднього очищення сухого зерна $\sum_1^n Q_c$ визначаємо за формулою:

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

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

$K_1^c, K_2^c, \dots, K_n^c$ - коефіцієнти, що залежать від культури, вологості і вмісту віддільних домішок [11, 12, 15]; Приймаємо значення коефіцієнта для пшениці – 1, ячменя – 0,8.

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

$$\sum_1^n Q_{c.p.} = \frac{0,04}{16} \left(\frac{1650}{1} + \frac{1650}{0,8} \right) = 9,2 \text{ т/ГОД}$$

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

де Q_{Π} – паспортна продуктивність сепаратора, т/год

Розрахунки показали, що для здійснення очищення основного зерна необхідно встановити сепаратор з фактичною продуктивністю не менше $Q_c = 9,2$ т/год.

Приймаємо рішення про встановлювання 1-го сепаратора А1-БЦС-50 продуктивністю $Q=50$ т/год.

Місткість бункерів над і під зерноочисними машинами в елеваторах всіх типів повинна забезпечувати зерном їх 2-3 годинну роботу і не повинна бути менше ніж за продуктивність основних норій елеватора.

Для забезпечення можливості швидкого переходу з очищення однієї партії зерна на іншу над і під сепараторами рекомендується передбачити не менше двох бункерів з можливістю подачі зерна на сепаратор з кожного надсепараторного бункера і з сепаратора в кожний під сепараторний бункер. Допускається установка сепараторів без оперативних бункерів.

3.1.2.2 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 [8-10].

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

$$A_{с. під.}^p = 0,8 \cdot A_{пг.}^a \cdot K_B \cdot K_K^3 \cdot K_{п.}, \text{ пл.т.} \quad (3.8)$$

де $A_{пг.}^a$ – маса зерна, що надходить від господарств за період заготівель, т;

K_B – коефіцієнт переведення фізичних тонн маси зерна в планові тонни сушіння (ранні $K_B=0,6$; пізні $K_B=1,0$) [11, 15];

K_K – коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності зерносушарки в залежності від роду культури, що просушується [11-15].

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

$K_{п.}$ – коефіцієнт, що враховує призначення зерна, $K_{п.} = 1,0$. [11-15];

Для ранніх культур:

$$A_{с. р.}^p = 0,8 \cdot 3300 \cdot 0,28 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 739,2 \text{ пл.т.}$$

Для пізніх культур:

$$A_{c.п.}^p = 0,8 \cdot 2000 \cdot 0,35 \cdot 1,54 = 1862,4 \text{ пл.т.}$$

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

$$A_{c.п.}^{3/c} = 20,5 \cdot Q_{з/с п} \cdot K_{пч} \cdot P_p \cdot K_{пр}, \text{ пл.т.} \quad (3.9)$$

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

$K_{пч}$ – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки в залежності від числа партій зерна, що надходять до неї;

$K_{пр} = 1$, коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки при прив'язці зерносушарок до елеваторів;

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

P_p (для ранніх)=10; P_p (для пізніх)=25

Для ранніх культур:

$$A_{c.p.}^{3/c} = 20,5 \cdot 5 \cdot 0,73 \cdot 16 \cdot 10,8 = 956,8 \text{ пл. т.}$$

Для пізніх культур:

$$A_{c.п.}^{3/c} = 20,5 \cdot 5 \cdot 0,73 \cdot 21 \cdot 0,8 = 1257,1 \text{ пл. т.}$$

Розрахунки показали, що 1 зерносушарки продуктивністю 5 т/год достатньо для просушування зерна ранніх і пізніх культур.

Загальну місткість оперативних бункерів для сирого і сухого зерна приймати з розрахунку безперебійної роботи зерносушарки 8 годин, тобто 40 т.

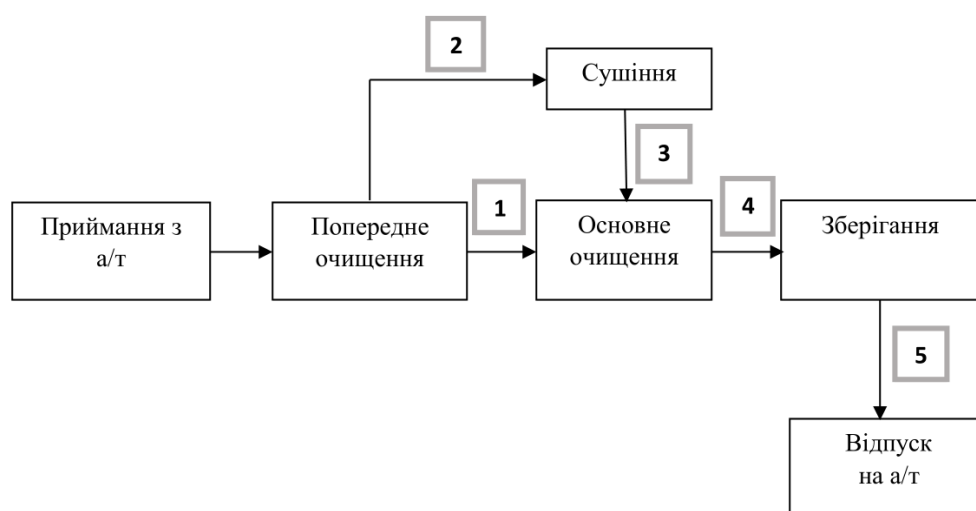
3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу

Залежно від завдань, що вирішуються, виробничий процес підприємств зручно представляти технологічними схемами. Найбільш простою схемою, що дає повне уявлення про технологічні можливості підприємства, є структурна схема [11-15].

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

На даному міні-елеваторі заплановані наступні операції: приймання з автотранспорту, попереднє очищення всього зерна, що надходить, сушіння сирого та вологого зерна, основна очистка, зберігання і відпуск на автотранспорт.

За схемою все зерно в потоці приймання з автотранспорту проходить попереднє очищення. Сухе зерно одразу подається на основне очищення, а вологе та сире зерно з початку подається на сушіння, після якої також направляється на основне очищення. Після основного очищення все зерно потрапляє на зберігання. Відпуск на автотранспорт здійснюється з операції зберігання.



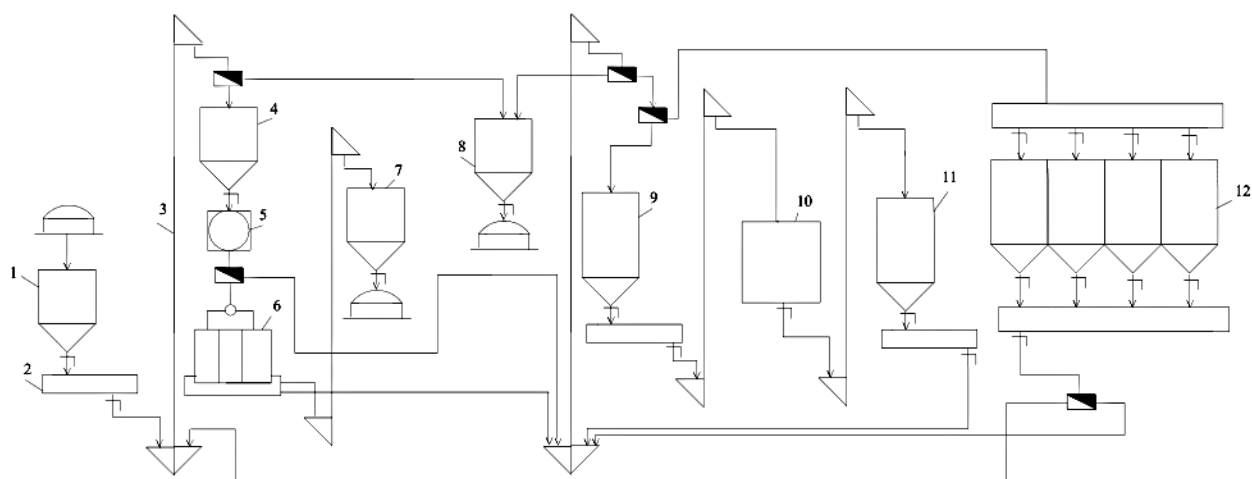
1 – подача сухого зерна в потоці з автотранспорту на зберігання; 2 – подача вологого зерна в потоці приймання з автотранспорту на сушіння; 3 – подача просушеного зерна на зберігання; 4 – подача зерна на відпуск на автотранспорт

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

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.

Принципова схема будується на базі структурної і показує, на якому устаткуванні планується виконувати кожну операцію, де необхідно установити бункери і як здійснити переміщення партії зерна з бункера, що спорожняється, у наповнюваний бункер чи силос [15-17];

У принциповій схемі технологічного процесу проєктованого елеватора відображають розташування і взаємне ув'язування транспортного, вагового, розподільчого, зерноочисного, зерносушильного устаткування і бункерів різного призначення. Принципова схема технологічного процесу міні-елеватора, що проєктується наведено на рис. 3.2



1 – приймальний бункер; 2 – конвеєр ланцюговий; 3 – норія; 4 – надсепараторний бункер; 5 – скальператор попереднього очищення; 6 – сепаратор основного очищення; 7 – бункер відходів; 8 – відпускний бункер; 9 – досушительний бункер; 10 - зерносушарка; 11 – післясушительний бункер; 12 - силоси

Рисунок 3.2 – Принципова схема технологічного процесу

Автомобілі з зерном, після відбору проб для аналізу, розвантажують в приймальний бункер 1, з якого приймальним ланцюговим конвеєром 2 зерно подають на норію 3 механізованої башти. Норія подає зерно в надсепараторний бункер 4, з якого зерно поступає на попереднє очищення в скальператор 5. Після

скальператора, зерно може подаватися в сепаратор основного очищення 6 або на сушіння. Відходи, які залишилися після основного очищення, транспортують у бункер відходів 7. Очищене зерно подають на норію, яка може подавати зерно на зберігання в силоси 12 або в досушительний бункер 9. Після досушительного бункера, зерно подається на сушіння в зерносушарку 10, після якої, поступає в післясушительний бункер 11. Відпуск зерна може здійснюватися після очищення, сушіння або зберігання. Зерно подають в відпускний бункер 8. Відпуск зерна здійснюється автотранспортом.

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 спеціалізовані і основні [11, 12, 15-17]:

а) *спеціалізовані норії* – ті, що беруть участь у зовнішніх операціях (встановлюються у відповідних приймальних і відпускних пристроях, використовуються для розвантаження і завантаження транспортних засобів і для передачі зерна, що надходить із засобів доставки в накопичувальні місткості та на попереднє очищення в потоці приймання), а також обслуговуючі зерносушарки і ті, що транспортують відходи;

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

Для кращого використання основних норій рекомендується передбачати:

а) можливість подачі кожного основного потоку зерна не менш ніж на 2 норії;

б) забезпечення технологічними схемами порівняно однакової тривалості роботи основних норій на протязі доби.

Розрахунок кількості та продуктивності основних норій здійснюють у три етапи [11, 12, 15-17]:

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

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

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

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

Вибір основних норій елеватора проводять, виходячи з умови забезпечення виконання всіх зовнішніх і внутрішніх операцій із зерном, які можуть збігатися в часі в розрахункову добу. При цьому в розрахункову добу повинні бути виконані наступні невідкладні операції [11, 12, 15-17]:

зовнішні

– приймання і відпуск по видах транспорту у розрахункових добових обсягах;

внутрішні

– основне очищення зерна у добовому обсязі

$$A_{\text{очд}} = A_{\text{пд}}^a + 0,5 \cdot (A_{\text{пд}}^z + A_{\text{пд}}^b), \text{ тонн}, \quad (3.10)$$

де $A_{\text{пд}}^a$, $A_{\text{пд}}^z$, $A_{\text{пд}}^b$ – добовий обсяг надходження зерна на підприємство автомобільним, залізничним і водним транспортом, відповідно, т;

0,5 – коефіцієнта, який показує, що у розрахункову добу має бути очищено в потоці приймання 50 % зерна, що надходить на підприємство залізничним і водним транспортом;

$$A_{\text{очд}} = 264 \text{ т}$$

– сушіння зерна у добовому обсязі

$$A_{\text{сд}} = \frac{0,8A_{\text{пр}}^{\text{а}}}{\Pi_{\text{р}}} (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) = A_{\text{пд}}^{\text{а}} (1 - \alpha_0), \text{ тонн}, \quad (3.11)$$

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

$$A_{\text{сд}} = 264(1 - 0,8) = 52,8 \text{ тонн},$$

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

$$Q_{\text{min}}^{\text{а}} = \frac{A_{\text{пгод}}^{\text{а}}}{n_0 \cdot K_{\text{вс}} \cdot K_{\text{ін}}}, \quad \text{т/год} \quad (3.12)$$

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

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

$$Q_{\text{min}}^{\text{а}} = \frac{43,3}{2 \cdot 0,94 \cdot 0,85} = 27,1 \text{ т/год}$$

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

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

$$K_{\text{вс}} = (0,2)0,85 + (1 - 0,1) \cdot 1 = 0,985$$

Приймаємо мінімальну продуктивність основних норій 50 т/год.

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

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

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

Для цього розраховуємо число норіє-годин для виконання кожної з операцій і на основі їх суми визначаємо число норій для двох варіантів продуктивності норій: $Q_1 = Q_{\text{min}}$ та Q_2 , яка приймається рівною наступній більшій зі стандартного ряду продуктивності норій ($Q = 100; 175; 250; 350; 500$ т/год). Розрахунок проводиться у відповідності з табл. 3.2

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

Операції, що співпадають у часі	Розрахункова формула	Число норій при $Q_{\min}=50$ т/год
Приймання зерна з а/т	$n_{\text{на}} = \frac{A_{\text{пг}}}{Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{п}}^a}$	$= \frac{31,9}{50 \cdot 0,9 \cdot 0,987} = 0,72$
Прибирання зерна після очищення і подача на зберігання	$n_{\text{ноч}} = \frac{A_{\text{очд}}}{24 \cdot Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{н}}}$	$= \frac{143}{24 \cdot 50 \cdot 0,85} = 0,14$
Прибирання зерна після основного очищення в силоси	$n_{\text{ноч}} = \frac{A_{\text{сл}}}{24 \cdot Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}}}$	$= \frac{264}{24 \cdot 50 \cdot 0,95} = 0,23$
Всього норій	ΣN	1,13

Таблиця 3.2 – Розрахунок числа норіє-годин

№ п/п	Найменування операцій	Розрахункові формули	Число норіє-годин при продуктивності	
			$Q_1=50$ т/год	$Q_2=100$ т/год
1	Подача сухого зерна в потоці приймання з а/т зберігання	$H_{\Gamma} = \frac{A_{\text{пд}} \cdot \alpha_0}{Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}}}$	$= \frac{264 \cdot 0,82}{50 \cdot 0,9} = 5,8$	$= \frac{264 \cdot 0,82}{100 \cdot 0,85} = 2,64$
2	Подача вологого зерна в потоці приймання з а/т на сушку	$H_{\Gamma} = \frac{A_{\text{пд}} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2)}{Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}}}$	$= \frac{264 \cdot (0,1 + 0,1)}{50 \cdot 0,95} = 1,1$	$= \frac{264 \cdot (0,1 + 0,1)}{100 \cdot 0,9} = 0,6$
3	Подача просушеного зерна на зберігання	$H_{\Gamma} = \frac{A_{\text{пд}} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2)}{Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}}}$	$= \frac{264 \cdot (0,1 + 0,1)}{50 \cdot 0,95} = 1,1$	$= \frac{264 \cdot (0,1 + 0,1)}{100 \cdot 0,9} = 0,6$
4	Подача зерна після сушіння на основне очищення	$H_{\Gamma} = \frac{A_{\text{пд}}}{Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}}}$	$= \frac{264}{50 \cdot 0,95} = 5,6$	$= \frac{264}{100 \cdot 0,95} = 2,8$
5	Подача у відпускні бункери на а/т	$H_{\Gamma} = \frac{A_{\text{впд}}}{Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}}}$	$= \frac{143}{50 \cdot 0,85} = 3,4$	$= \frac{143}{100 \cdot 0,85} = 1,7$
	Усього норіє-годин		$\Sigma = 17,0$	$\Sigma = 8,34$

Необхідне число норій розраховують за формулою:

$$N_{\Gamma} = \frac{\Sigma H_{\Gamma}}{24 K_t}, \text{ шт.} \quad (3.14)$$

де ΣH_{Γ} – сумарне число норіє-годин;

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

$$N_{H50} = \frac{17,0}{24 \cdot 0,65} = 1,25 = 2 \text{ норії}$$

$$N_{H100} = \frac{8,34}{24 \cdot 0,65} = 0,53 = 1 \text{ норія}$$

Отже з розрахунку видно, що для міні-елеватора для зберігання зерна, прийому з автотранспорту і загрузки зерна до силосів, достатньо буде дві норії, також передбачаємо спеціалізовані норії, котрі будуть слугувати для подачі зерна в накопичувальні ємкості, для подачі зерна на попереднє очищення та для забору продукту із зерносушарок і подачі його в післясушильні бункера.

Виходячі з розрахунків ми бачимо, що норій буде дві $Q = 50$ т/год., а інші норії які будуть, являються спеціалізованими.

3.1.4.2 Визначення кількості та продуктивності конвеєрів

На підприємствах елеваторної промисловості для транспортування зернової маси використовуються наступні типи конвеєрів: стрічкові; стрічкові безроликові (волокуші); стрічкові скребкові; ланцюгові з навантаженими скребками; гвинтові.

Продуктивність конвеєрів повинна відповідати продуктивності пов'язаних з ними норій [11-16]:

для приймання зерна з автотранспорту $Q = 50$ т/год;

продуктивність підсилосних конвеєрів $Q = 50$ т/год;

продуктивність надсилосних конвеєрів $Q = 50$ т/год.

Число конвеєрів потрібно визначати:

а) для приймання зерна з автотранспорту за кількістю приймальних потоків та об'ємно-планувальними рішеннями, приймаємо 1 шт.;

б) число підсилосних конвеєрів визначається об'ємно-планувальними рішеннями, але не може бути менше числа відпускних потоків за добу максимальної роботи, приймаємо 1 шт.;

в) число надсилосних конвеєрів визначається об'ємно-планувальними рішеннями, але не може бути менше числа операцій, що одночасно виконуються по завантаженню зерна в силоси, приймаємо 1 шт.

3.1.4.3 Самопливи

Приймаємо за рекомендаціями [11-16]:

- 1) розрахункову теоретичну пропускну спроможність зернопроводів (при куті нахилу самопливної труби до горизонту 36°) і їх деталей (сектори, засувки, перекидні клапани та інші) діаметром 150 мм – для продуктивності транспортуючого обладнання 50 т/год;
- 2) кут нахилу зернопроводу для пшениці або жита в комунікаціях до зерносушарок – 45° , на всіх інших – 36° ;
- 3) перерізи і кути нахилу трубопроводів, що транспортують відходи, потрібно приймати 45° .
- 4) товщину металу для зернопроводів – 5 мм.

3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв

Вивантаження і завантаження зерна в автомобільний транспорт

Необхідне число транспортно-технологічних ліній приймання зерна з автомобільного транспорту визначається за формулою:

$$N_{л} = \frac{1,2 \cdot A_{пт}^a}{Q_{л}^a \cdot K_k^T \cdot K_{вс}^T}, \text{ шт.}, \text{ при } p^c = \sum P_{пт}^c, \quad (3.15)$$

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

K_k^T – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні культур з натурою, відмінною від пшениці [16,23];

$$K_k^T = 0,92$$

$K_{вс}^T$ – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні зерна різного по вологості та засміченості [16, 23];

$$K_{вс}^T = 0,97$$

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

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

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

$$N_{л} = \frac{1,2 \cdot 31,9}{48 \cdot 0,97 \cdot 0,92} = 0,92 \text{ шт.}$$

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

Приймаємо один транспортно-технологічний потік продуктивністю $Q=50$ т/год, що узгоджена з продуктивністю основної норії міні-елеватора, і так як плануємо приймати зерно з автомобілів-самоскидів, то в цьому випадку, не потрібно встановлювати авторозвантажувач, що призводить до економії капіталовкладень на закупівлі коштовного обладнання.

Відпуск на автотранспорт. Приймаємо 1 відпускний потік. У лінії відвантаження зерна на автотранспорт передбачено відпускний накопичувальний бункер місткістю 50 тонн і самопливні труби з перегинами для гасіння швидкості подачі зерна в кузов автомобіля.

3.2 Обробка і зберігання відходів

Після прийняття зерна на зберігання підприємство проводить технологічні операції щодо забезпечення його кількісного та якісного зберігання. Все зерно, що надходить автотранспортом на елеватор підлягає попередньому очищенню від грубих і легких домішок в потоці приймання і основному очищенню від відділюваних домішок до кондицій, що відповідають його цільовому призначенню. При очищенні зерна від смітної домішки утворюються побічні продукти і відходи

Згідно встановленої нормативами класифікації відходи зернових розділяють на 3 категорії, кожна із яких, в свою чергу має свої підгрупи [24].

Відходи 1-ої категорії розділяють за вмістом зерна на місткість від 30 до 50 відсотків, на 10-30%, борошняні витряски і змітки та оббивний пил білого кольору.

Зернові відходи 2-ої категорії розділяють за вмістом зерна від 2 до 10 відсотків, стрижні кукурудзи, лузга, полова та пил оббивний сірого кольору

Зернові відходи 3-ї категорії складаються із відходів з вмістом зерна до 2% із вмістом соломи, лузга рисова, лузга гречки, оббивний пил чорного кольору та кукурудзяні обгортки.

Кожна із культур має свої особливості, при врахуванні в яку із груп віднести відходи. Наприклад, якщо у зернову суміш потрапляє до 10% пшениці, жита або 20% інших культур, то такі відходи підлягають повторній обробці для відділення їх і повернення в товарну групу.

Облік зернових відходів ведуть за їх масою. Ведення бухгалтерського обліку зернових відходів ускладнюється за рахунок того, що вони можуть мати різне цільове призначення. Від списання із балансу не придатних технічних відходів, так званих "мертвих відходів зерна" до проведення їх як сировина для подальшої переробки, чи виготовлення іншої продукції, наприклад гранульованого корму чи паливних пелет [19].

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

При очищенні на зерноочисних машинах партії зерна в потоці прийому її маса визначається за даними бухгалтерського обліку, виходячи з даних про прийом зерна на кожну потокову лінію. У разі очищення частини зерна, що зберігається на складі, маса до доробки визначається шляхом зважування або шляхом обміру. Спосіб визначення маси зерна до доробки вказується в розпорядженні за формою № 34.

До актів на доробку за формою № 34 додаються картки аналізу зерна форми № 47 і 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.

Отримані 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 доопрацьованій партії зерна, списуються з рахунку основної

культури і оприбутковуються за місцем зберігання. Відходи III категорії (некормові) перший міру накопичення зважуються і вивозяться з території підприємства (знищуються) в присутності комісії, призначеної керівником підприємства. До складу комісії повинні входити: матеріально відповідальна особа, і начальник ПТЛ, начальник охорони і підприємства.

Якість відходів III категорії (кормових) перевіряється лабораторією. Вивіз відходів III категорії здійснюється на підставі наказу керівника I підприємства (форма № 16).

Знищення відходів III категорії (кормових) оформляється актом форми № 23, який затверджується керівником підприємства.

Вивіз відходів III категорії (кормових) з території підприємства на нищення проводиться за перепустками форми № 196.

Якщо відходи III категорії (не годуй) використовуються на внутрішні виробничі цілі (як паливо та ін.), їх реалізація оформляється наказом та накладною на внутрішнє переміщення хлібопродуктів (форма № 19).

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

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

До акта форми № 34 додається акт розподілу відходів,. В якому вказується перелік власників зерна, що підлягає доопрацюванню, з показниками якості і кількості в доопрацюванні. Розподіл отриманих відходів проводиться пропорційно кількості та якості очищеного зерна. На підставі актів розподілу відходів результати доробки зазначаються у формі № 36 та особових рахунках зберігається. На вимогу поклаждавця йому надається витяг із акта доробки (згідно з актом розподілу відходів).

Легка органічна домішка, з'являється на поверхні зерна в складах внаслідок його самосортування, відходи, що утворюються при переміщенні зерна

транспортерами (без підвісних сит - легка органічна домішка), і домішки, які утворюються при переміщенні зерна і при вантажно - розвантажувальних роботах, обробляються з метою вилучення нормального зерна, зважуються, списуються з основної культури і оприбутковуються за відповідним місцем зберігання, оформлюються актом на оприбуткування домішок (форма № 22).

Аспіраційні пил, отриманий в процесі вентилявання зерна переміщується механізмами, оформлюються актами довільної форми.

ПТЛ здійснює контроль технологічного процесу очищення згідно з вимогами "Інструкції про роботу виробничих (технологічних) лабораторій підприємств Міністерства заготовок СРСР", затвердженої наказом Міністерства заготівель СРСР від 16.08.79 № 238, веде журнал реєстрації лабораторних аналізів при очищенні зерна на зерноочисних машинах (форма № 81). ВТЛ визначає фактичну якість партій зерна до і після очистки та продуктів, отриманих в процесі очистки. Якість зерна та продуктів, отриманих в процесі очистки, допускається визначати за середньозваженими результатами форми № 81.

Для цього розраховується середньозважена якість зерна по партії до та після очищення, а також якість отриманих продуктів доробки, виписуються картки аналізу зерна форми № 47. Картки аналізу зерна та відомості зважувань побічних продуктів і відходів, отриманих при очищенні, додаються до акта доробки форми № 34 .

В книгах кількісно -Якісний обліку форми № 36 відходи III категорії списуються з рахунку основної культури з вологістю зерна до очищення, вказаною в акті на очищення зерна форми № 34.

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 продуктах після доробки.

Потрібно розуміти, що зернові відходи, особливо першої та другої категорій є цінним активом, як і товарне зерно, хоч із значно меншою вартістю. Цей факт потребує від керівництва елеватора чіткого розуміння процедури зберігання, обліку та переміщення отриманих в результаті доробки, чи інших операцій відходів. Із кожним поклаждавцем повинна бути прописана процедура, яка передбачає розпорядження відходами. І вже на підставі цього, проводити операції із обліку зерновідходів. Якщо ця процедура документально не оформлена і ніяк не прописана, то часто елеватори самі вирішують долю зернових відходів, що може призводити до спірних ситуацій із поклаждавцем. Ідеальним рішенням є ведення електронного обліку зернових відходів, який покаже не тільки їх кількість та розподіл по категоріям, але і подальший їх рух, включно до списання і зняття з обліку.

На проєктованому підприємстві передбачено впровадження екологічного менеджменту за міжнародним стандартом серії ISO 14000.

Міжнародні стандарти серії ISO 14000 - стандарти, які встановлюють вимоги до систем екологічного менеджменту з метою надання підприємствам інструменту для розробки політики і вирішення задачі скорочення негативного впливу на навколишнє середовище.

ISO 14001 не оперує точними величинами та не встановлює будь-яких точних вимог до екологічної ефективності підприємства. Основна вимога, закладена в стандарті - керівництво підприємства зобов'язане прийняти на себе зобов'язання, відповідно до своїх можливостей, постійно поліпшувати екологічну ефективність підприємства. Для цього на підприємстві повинні бути визначені аспекти його діяльності, що впливають на навколишнє середовище, та побудована система управління ними [18-19].

Таким чином, впровадження системи екологічного менеджменту на підприємстві згідно стандарту ISO 14000 передбачає:

- формування та підтримання екологічної політики підприємства;
- визначення та виконання вимог екологічного законодавства;
- наявність організаційної структури екологічного управління;

- визначення екологічних аспектів діяльності підприємства та вимірювання екологічних показників функціонування економічної системи;
 - розробку екологічних програм та планування екологічних заходів;
 - розробку програм роботи з персоналом;
 - налагодження інформаційних зв'язків між підрозділами підприємства,
 - державними органами влади та іншими особами;
 - розробку та управління документацією системи управління якістю;
 - виявлення відхилень та підготовку коригуючих дій;
 - екологічний аудит з боку керівництва підприємства;
- постійне поліпшення системи екологічного менеджменту.

Для забезпечення функціонування ефективної системи управління якістю на основі стандартів ISO 14000 на підприємстві доцільно створити окрему службу (підрозділ) екологічного менеджменту. Головним завданням новоствореної екологічної служби підприємства повинно стати забезпечення виконання вимог природоохоронного законодавства, попередження ускладнень з контролюючими державними органами в сфері екології тощо [29].

Таким чином впровадження сучасних систем управління якістю продукції на основі стандартів ISO 14000 повинно забезпечити ефективне вирішення багаточисельних екологічних проблем національного та міжнародного значення.

3.3 Проектування зерносховищ

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

Тому, було прийнято рішення встановити металеві силоси №1609 з плоским дном, турецької фірми UCELSILO, у кількості 4 шт. Діаметр одного силосу $d=14,66$ м, висота $h = 11,75$ м, місткість $E = 1325$ т - для пшениці, $E = 1144$ т - для кукурудзи.

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

Можливий ряд варіантів розміщення устаткування в робочій башті в плані (різноманітне проектування) [15]:

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

- розташування приводних пристроїв норій також може бути різним (рис.3.3);

- остаточне положення норій на планах поверхів робочої башти вибирають з урахуванням зручності ув'язування його із силосними корпусами;

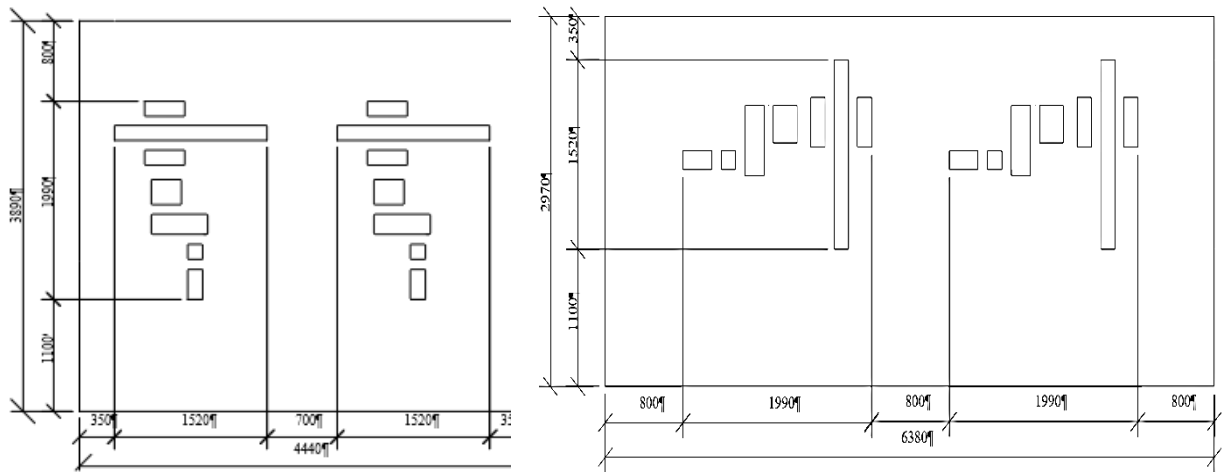
- сепаратори звичайно розміщують на планах поверхів так, щоб їхні приймальні коробки були з боку вікон (рис. 3.4).

При розміщенні устаткування на планах поверхів робочої башти за різними варіантами необхідно враховувати:

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

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: головок норій, вагового, розподільчого і зерночисних машин.

По кожному варіанту розміщення устаткування в робочій башті знаходять диктуючі поверхи, їх довжину, і ширину, і записують можливі варіанти розмірів робочої башти в плані [17].



а) Розташування основних норій
віссю барабана
перпендикулярно довгій вісі
робочої башти

б) Розташування основних
норій віссю барабана вздовж довгої
вісі робочої башти, приводами в
одну сторону

Рисунок 3.3 – Варіанти розташування основних норій робочої башти елеватора

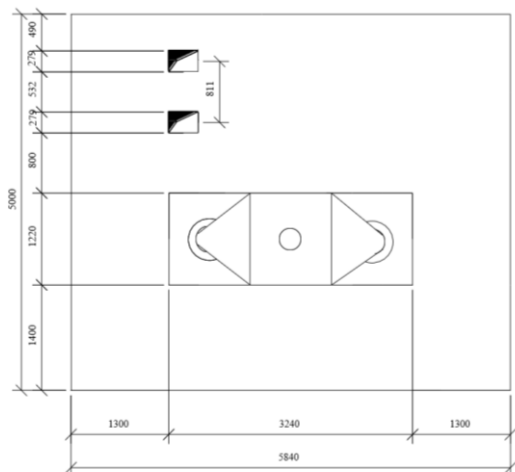
Розташування сепаратора основного очищення А1-БЦС-50

У нашому випадку, за результатами аналізу розмірів планів головок основних норій та сепаратора, побудованих за різними варіантами розташування, нами було прийнято:

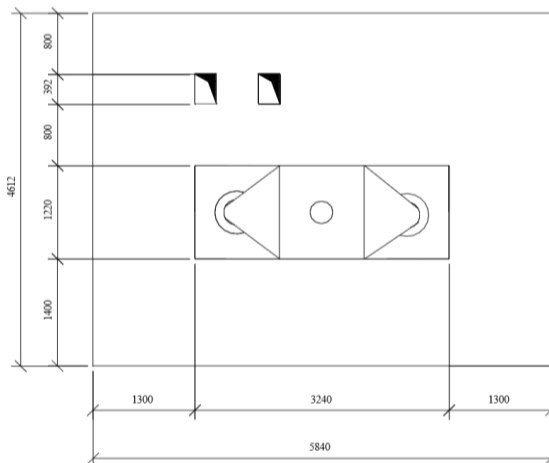
Обираємо варіант розташування основних норій віссю барабана перпендикулярно довгій вісі робочої башти (з розмірами поверху 4440x3890 мм – довжина X ширина);

– обираємо варіант 1б) розташування сепаратора основного очищення А1- БЦС-50 (з розмірами поверху 5840 x 4612 мм).

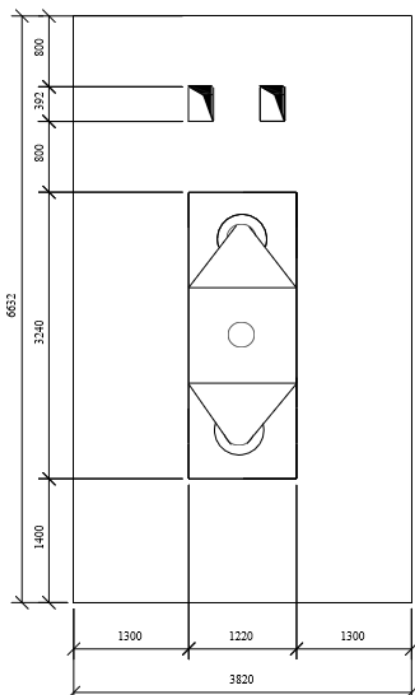
Таким чином довжину та ширину робочої башти буде диктувати поверх сепаратора А1-БЦС-50. Остаточню, з урахуванням будівельних норм та сітки колон, приймаємо розміри робочої башти проєктуємого міні-елеватора у плані 6000 x 6000 мм.



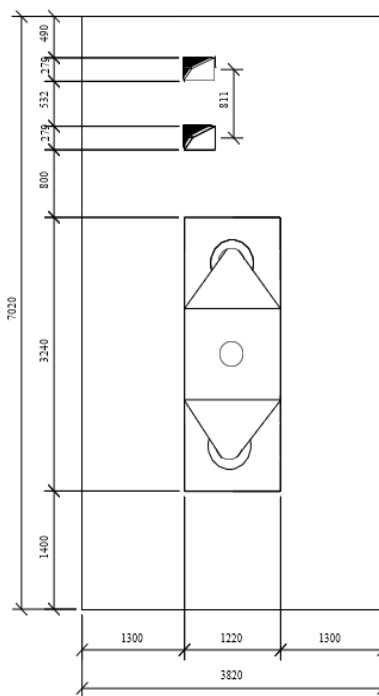
Варіант 1а



Варіант 1б



Варіант 2а



Варіант 2б

Варіант 2 Розташування сепаратора основного очищення прийомними
коробами до вікон

Рисунок 3.4 – Варіанти розташування сепаратора

3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП

Висоту кожного виробничого поверху робочої башти і силосного корпусу обчислюють *по диктуючій лінії*. Вона складається із суми висот:

необхідних для монтажу устаткування; машини, установлені на поверсі; вертикальної проєкції диктуючого самопливу, який подає на неї зерно; деталей самопливу (засувок, перекидних клапанів, секторів, введів, скидних коробок, насипних лотків і ін.).

Висота встановлюваного на поверсі устаткування вибирається за каталогом заводів-виробників. [16,17].

При установці норій паралельно довгій осі робочої башти, коли самоплив, що подає зерно з норії на надсилосний конвеєр, розташований під прямим кутом до подовжньої осі норії, висота поверху головок норій складається (рис. 3.5) [16]:

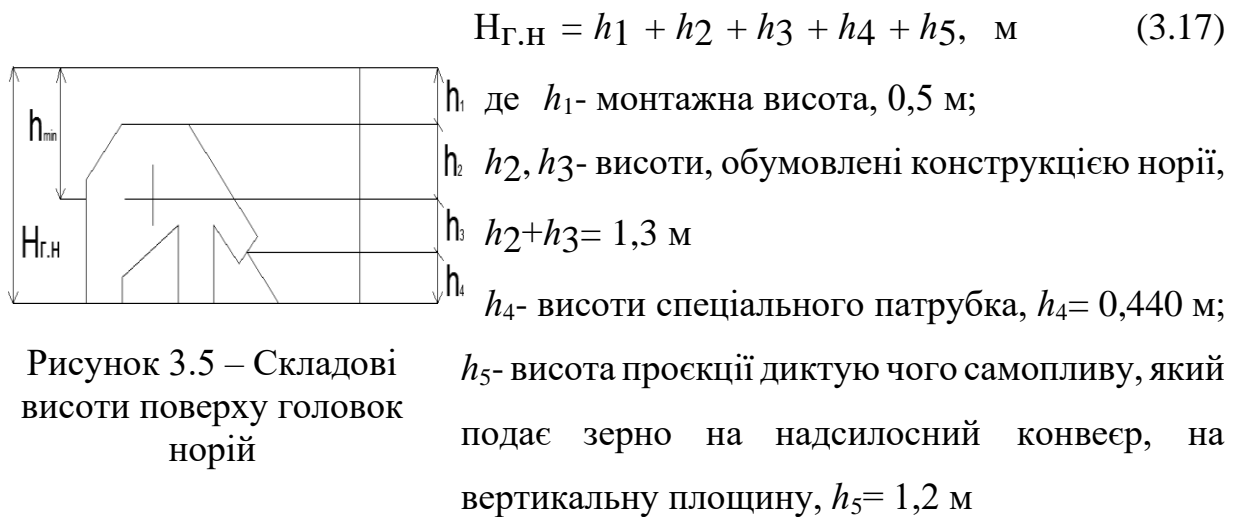


Рисунок 3.5 – Складові висоти поверху головок норій

$$H_{Г.Н} = 0,5 + 1,3 + 0,440 + 1,2 = 3,44 = 3,5 \text{ м}$$

Розрахунки показали, що для металевої башти збірної конструкції висота по- верху головок норій 3500 мм.

Розрахунок висоти поверху башмаків норій робочої башти елеватора

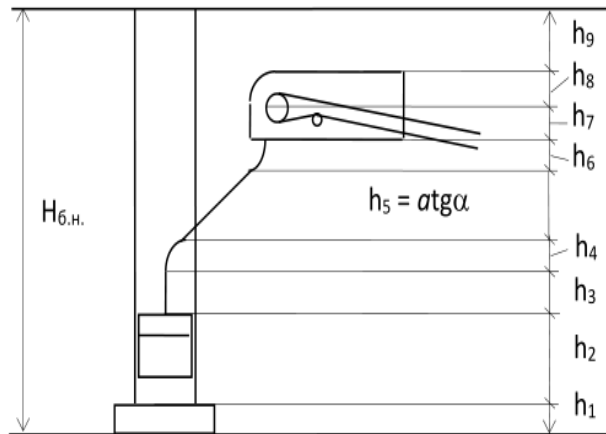
Висота поверху башмаків норій $H_{Б.Н}$, якщо немає поперечних конвеєрів, розраховується згідно рис. 3.6 [16,17]:

$$H_{Б.Н} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9, \text{ м} \quad (3.18)$$

де h_1 - висота підставки під башмак, призначеної для зручності спорожнювання норії при завалі, $h_1 = 0,1$ м;

h_2 - відстань від нижньої крайки до приймального носка норії, $h_2 = 0,8$ м;

h_3 - висота введення самопливу в приймальний носок норії, $h_3 = 0,44$ м;



h_5 - висота проєкції диктуючого самопливу, який подає зерно в приймальний носок норії з підсилоного конвеєра, на вертикальну плоскість, $h_5 = 1,55$ м;

h_4, h_6 - висоти секторів, що входять в диктуючу лінію, $h_4 + h_6 = 0,12$ м;

h_7, h_8 - висоти, обумовлені конструкцією скидальної коробки

Рисунок 3.6– Складові висоти поверху башмаків норій підсилоного конвеєра, $h_7 + h_8 = 0,6$ м;

h_9 - висота необхідна для монтажу і ремонту скидальної коробки підсилоного конвеєра, $h_9 = 0,5$ м.

$$H_{6.n} = 0,1 + 0,8 + 0,44 + 1,55 + 0,12 + 0,6 + 0,5 = 4,11 = 4,2 \text{ м}$$

Розрахунки показали, що для металевої башні збірної конструкції висота поверху башмаків норій 4200 мм.

Розрахунок висот поверхів зерноочисних машин робочої башти елеватора

Висота поверху сепаратора основного очищення складається (рис.3.7) [16]:

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

де h_1 - висота розташування приймальної коробки сепаратора, $h_1 = 3,55$ м;

h_2 - висота введення самопливної труби в приймальну коробку, $h_2 = 0,4$ м;

h_3, h_5 - висота секції самопливної труби, $h_3 = h_5 = 0,12$ м;

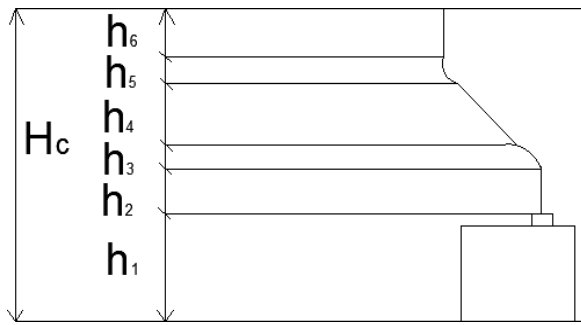


Рисунок 3.7 – Складові висоти поверху скальператора

h_4 - величина проєкції диктуючої самопливної труби, на вертикальну площину, $h_4 = 1,307$ м;

h_6 - висота косої патрубк під бункером, $h_6 = 0,4$ м.

$$H_c = 3,55 + 0,4 + 0,12 + 1,307 + 0,4 = 5,8 = 6 \text{ м}$$

Розрахунки показали, що для металевої башні збірної конструкції

висота по-верху сепараторів основного очищення $H_c = 6000$ мм.

Висота поверху скальператора попереднього очищення складається:

$$H_c = h_1 + h_2 + h_3, \text{ м} \quad (3.20)$$

де h_1 - висота розташування приймальної коробки сепаратора, $h_1 = 1,665$ м;

h_2 - величина проєкції диктуючої самопливної труби, на вертикальну площину, $h_2 = 1,709$ м;

h_3 - висота необхідна для монтажу і ремонту, $h_3 = 0,5$ м

$$H_c = 1,665 + 1,709 + 0,5 = 3,955 = 4 \text{ м}$$

Розрахунки показали, що для металевої башні збірної конструкції висота по-верху скальператора попереднього очищення $H_c = 4000$ мм.

3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів

Після розрахунку і вибору основного обладнання, зерноочисних машин, зерносушарок і транспортуючого обладнання, було прийняте рішення встановити приймальний бункер місткістю $E = 30$ т, досушільний і післясушільний бункер СМВУ.46.05 К45.В12 місткістю кожен по $E = 43$ т, відпускний бункер СМВУ.37.02 К45.В12 місткістю $E = 50$ т (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Таблиця місткостей

Найменування	Умовні позначення	Кількість	Місткість, т	
			одного	всіх
Приймальний бункер	ПБ	1	30	30
Надсепараторний бункер	НСБ	1	50	50
Досушительний бункер	ДС	1	43	43
Післясушительний бункер	ПС	1	43	43
Силоса	С	4	1271	5084
Відпускний бункер	ВНБ	1	50	50
Всього				5300

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

РСРЗіВ показує, на якому устаткуванні повинна бути виконана операція і місце між операційних бункерів [11,13].

Схема виконується без масштабу. Величина зображуваних позицій визначається індивідуально з урахуванням насиченості схеми позиціями. У зображенні обладнання слід відображати його технологічну схему, не допускати надмірностей, враховувати відносні (по відношенню один до одного) розміри. Її будують за принципом послідовної обробки зерна в потоці від моменту його приймання до завантаження в силосу на зберігання. Технологічна схема на всіх етапах повинна включати кількісно-якісний облік. Ступінь гнучкості схеми повинна дозволяти виконувати одночасно всі види операцій, передбачені завданням по переміщенню зерна. Силос – це зерносховище вертикального типу.

Маршрут – це повністю механізована транспортна лінія, яка включає технологічне, вагове, транспортне, розподільче та самопливне обладнання і бункера, яка показує переміщення партій зерна із ємності, що випорожняється до ємності, що наповнюється.

Партія – це маса зерна, що переміщується по маршруту без його перебудови. Перебудова маршруту – це зміна напрямку руху зерна, яка супроводжується пуском та зупинкою окремих машин, переміщенням

скидаючих візків в нове положення, переміщення поворотних труб в нове положення, відкривання та закривання засувки перед чи після бункерів та силосів, зміною положення перекидного клапану.

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

3.7.1 Опис РСРЗіВ

Лінія приймання з автотранспорту

Приймання зерна здійснюється одним потоком. Зерно з автомобілів-самопливів подається у приймальний бункер з $E=30$, з якого поступає на башмак приймальної норії НЦ-50 №1 $Q=50$ т/год, з якої зерно надходить у надсепараторний бункер НСБ $E=50$ т., після якого воно подається на попередню очистку на скальператорі А1-БЗО-50, $Q=50$ т/год для видалення грубих і легких домішок. За допомогою перекидного клапану ПК-2 попередньо очищене сухе зерно може подаватися у сепаратор А1-БЦС-50 для основного очищення, а вологе та сире попередньо очищене зерно одразу ж подаватися на норію НЦ-50 №2 $Q=50$ т/год, яка подає зерно на лінію сушіння.

Лінія сушіння

Якщо зерно потребує сушіння, то його після попереднього очищення направляють у досушительний бункер ДС $E=43$ т., з якого за допомогою скребкового конвеєра КСЛ №3 $Q=10$ т/год зерно подається на спеціалізовану норію НЦ-10 №3 $Q=10$ т/год і направляється у зерносушарку "Україна-5" $Q=5$ пл.т/год. Просушене зерно надходить у післясушительний бункер ПС $E=43$ т за допомогою норії НЦ-10 №4 $Q=10$ т/год. З ПС бункера зерно за допомогою скребкового конвеєра КСЛ №4 $Q=50$ т/год подається у норію УН-50 №2 $Q=50$ т/год і далі - на зберігання.

Лінія зберігання

Зберігання зерна здійснюється в 4-ох силосах №1, №2, №3, №4 кожен місткістю $E=1271$ т, які обслуговуються над- і підсилосними конвеєрами КСЛ №1 і №2 $Q=50$ т/год., відповідно.

Лінія відпуску на автотранспорт

Зерно, що зберігається у силосах, вивантажується на підсилосний скребковий конвеєр №1 Q=50 т/год, з якого воно може бути подане за допомогою перекидного клапану ПК №5 на норії №1 або №2. За допомогою цих норій відбувається подача зерна у відпускний накопичувальний бункер ВНБ, з якого воно самопливом подається у кузов автомобілів.

3.7.2 Аналіз РСРЗіВ

Виконаний нами аналіз РСРЗіВ наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Характеристики технологічних ліній та рекомендації з усунення виявлених недоліків

Назва технологічної лінії	Характеристики і рекомендації з усунення виявлених недоліків
Приймання з а/т	Недоліком є відсутність автомобілерозвантажувача, так як це не дозволяє механізувати процес вивантаження. Значним недоліком є те, що точка прийому сировини лише одна. Бажано організувати другий пункт прийому з а/т для можливості одночасного приймання зерна різної якості або культур.
Приймальний бункер	Місткість приймального бункера дорівнює 30 т, що є оптимальним для приймання зерна з автотранспорту
Попередня очистка	Наявність скальператора А1-БЗО-50 є перевагою, адже можливо виконати попередню очистку зерна безпосередньо в потоці приймання його з автотранспорту.
Основна очистка	На виробничій дільниці наявний сито-повітряний сепаратор А1- БЦС-50 з надсепараторним бункером ємністю 50 т. Наявність цього бункера є перевагою, так як це дозволяє рівномірно завантажувати сепаратор. Також ємність цього бункера відповідає нормативним вимогам (достатня для 1 години роботи норії та сепаратора).
Сушіння зерна	Для виконання процесу сушіння використовують зерносушарку Україна-5. Перевагою є наявність досушального і післясушального бункерів, ємність яких відповідає нормативним вимогам, тобто 8 годинам роботи зерносушарки.
Зберігання	Зерно зберігається у чотирьох металевих силосах, що забезпечує збереженість його кількості та якості.
Відпуск на а/т	Відпуск виконується через ВНБ, ємність якого складає 50 т. Це дозволяє відокремити внутрішню роботу елеватора від зовнішньої та накопичувати достатньо велику партію зерна для відвантаження.

3.8 Зведений графік роботи міні-елеватора в першу зміну

Графо-аналітичний метод, що лежить в основі оперативного розрахунку зерносховищ – це метод, який дозволяє оцінити ефективність технологічного процесу, виявити диспропорції в ньому і впровадити наукову організацію праці на елеваторі.

Він лежить в основі побудови експлуатаційного зведеного добового графіка роботи елеватора або його роботи в першу, найбільш напружену зміну.

Зведений графік дозволяє проаналізувати завантаження основного транспортного, зерноочисного і зерносушильного устаткування, оцінити роботу приймально-відпускних ліній елеватора і його оперативних бункерів.

Приймання з автомобільного транспорту

Визначаємо об'єм надходження зерна автомобільним транспортом у першу зміну:

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

$$A_{n I зм} = \beta_{I зм} \cdot A_{n \partial}^a, \text{ т}, \quad (3.21)$$
$$A_{пд I зм}^{a I п.п} = 0,5 \cdot 264 = 132 \text{ т/добу};$$

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

β – частка зерна, що надходить у першу зміну ;

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

$$A_{п I зм}^x = A_{п I зм} \cdot \alpha, \quad (3.22)$$

$$A_{п I зм}^x = A_{п I зм} \cdot (\alpha_0 + \alpha_1 + \alpha_2),$$

де α_1 – частки зерна різної вологості, що надходить автотранспортом. У відповідності із завданням приймаємо частки вологого і сирого зерна: $\alpha_1 = 0,2$; $\alpha_2 = 0,2$; та сухого зерна $\alpha_0 = 0,6$.

$$A_{\text{пд}}^{\text{а 1п.п}} = 132 * 0,8 = 108,24 \text{ т (сухе зерно)}$$

$$A_{\text{пд}}^{\text{а 1п.п}} = 132 * 0,2 = 23,76 \text{ т (вологе та сире зерно)}$$

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

$$N_{\text{сух}} = \frac{A_{\text{пр (ранні)}}^{\text{а}}}{E_{\text{пб}}}$$

$$N_{\text{сух}} = \frac{108,24}{30} = 3,6 \text{ партій (3 партій х 30 т + 1 х 18,24т)}$$

$$N_{\text{вол}} = \frac{A_{\text{пр (пізні)}}^{\text{а}}}{E_{\text{пб}}}$$

$$N_{\text{вол}} = \frac{23,76}{30} = 0,8 \text{ партій (1 х 23,76 т)}$$

Розраховуємо продуктивність наповнення приймального бункера у першу зміну:

$$Q_{\text{н I зм}} = \frac{A_{\text{п I зм}}}{n_{\text{б}} \cdot t_{\text{зм}}}, \text{ т/год}, \quad (3.23)$$

де $n_{\text{б}}$ – 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 $n_{\text{б}} = 1$;

$t_{\text{зм}}$ – кількість годин у змінах; приймаємо $t_{\text{зм}} = 8 \text{ год}$.

$$Q_{\text{I зм}}^{\text{In.n}} = 132 / (1 * 8) = 16,5 \text{ т/год};$$

Час наповнення приймального бункера в 1 зміну:

$$t_{\text{н I зм}} = \frac{60 \cdot E_{\text{п}}}{Q_{\text{н I зм}}}, \text{ хв}, \quad (3.24)$$

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

60 – коефіцієнт для переведення годин у хвилини.

$$t_{\text{н.I зм.ПА}}^{\text{In.n}} = 60 * 30 / 16,5 = 109,1 \text{ хв};$$

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

$$\text{сухого } t_{\text{нІЗМ}}^{\text{сух}} = \frac{60 \cdot 18,24}{16,5} = 66,3 \text{ хв.}$$

$$\text{вологого } t_{\text{нІЗМ}}^{\text{вол}} = \frac{60 \cdot 23,76}{16,5} = 86,4 \text{ хв.}$$

Розрахуємо час випорожнення приймального бункеру ($t_{\text{в}}^{\text{ПБ}}$).

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

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

$$Q^{\Phi} = Q^{\text{п}} \cdot K_{\text{ін}}, \quad (2.5)$$

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

$K_{\text{ін}}$ – коефіцієнт використання відповідного обладнання;

$$t_{\text{в}}^{\text{ПБ}} = \frac{60 \cdot E_{\text{н}}}{Q^{\text{ск}} \cdot K_{\text{ін}}^{\text{ск}}} \text{ хв.}, \quad (3.25)$$

$$t_{\text{в}}^{\text{ПБ}} = \frac{60 \cdot 30}{50 \cdot 0,9} = 40 \text{ хв}$$

Час випорожнення з приймального бункера неповних партій зерна:

$$\text{сухого } t_{\text{в}}^{\text{сух}} = \frac{60 \cdot 18,24}{50 \cdot 0,9} = 24,32 \text{ хв.}$$

$$\text{вологого } t_{\text{в}}^{\text{вол}} = \frac{60 \cdot 23,76}{50 \cdot 0,87} = 31,68 \text{ хв.}$$

Розрахунок внутрішній роботи елеватора з очищення зерна

Час попереднього очищення зерна ($t_{\text{оч}}^{\text{нонер.}}$) буде дорівнювати часу випорожнення підскальператорного бункера ($t_{\text{в}}^{\text{ПСБ1}}$)

$$t_{\text{оч}}^{\text{нонер.}} = t_{\text{в}}^{\text{ПБ}} = \frac{60 \cdot E_{\text{н}}}{Q^{\text{ск}} \cdot K_{\text{ін}}^{\text{ск}}} \text{ хв.} \quad (3.26)$$

$$t_{\text{оч}}^{\text{порер}} = t_{\text{в}}^{\text{ПСБ1}} = \frac{60 \cdot 30}{50 \cdot 0,6} = 60 \text{ хв}$$

Час попереднього очищення зерна неповних партій зерна

$$t_g^{НСБсух} = \frac{60 \cdot 18,24}{50 \cdot 0,6} = 36,5$$

$$t_g^{НСБв} = \frac{60 \cdot 23,76}{50 \cdot 0,6} = 47,52$$

Розрахунок внутрішній роботи елеватора з сушіння зерна

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

$$t_n^{ДС} = \frac{60 \cdot E_n}{Q^{СК} \cdot K_{in}^{СК}} = t_g^{ПБ} \quad (3.27)$$

$$t_n^{ДС} = t_B^{ПС} \frac{60 \cdot 23,76}{50 \cdot 0,6} = 47,52 \text{ хв}$$

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

$$t_g^{ДС} = t_{суш} = t_n^{ПС} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_{3/c} / K_{срзв}} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_{3/c}^{ф.м}}; \quad (3.28)$$

де $Q_{3/c}$ – продуктивність зерносушарки у планових тонах на годину;
 $Q_{3/c}^{ф.м}$ – продуктивність зерносушарки в фізичних тонах на годину, яку розраховують наступним чином:

$$Q_{физ.м} = Q_{3/c} / K_{срзв} \quad (3.29)$$

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

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

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 0,2 від добового приймання. Тоді $K_{срзв}^{суш}$ буде дорівнювати:

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

$$Q^{\phi.m}_{з/с} = 5/1,16 = 4,3 \text{ фіз.т./Год,}$$

$$t_{\delta c} = \frac{60 \cdot 23,76}{4,3} = 331,5$$

Так як випорожнення післясушильного бункера здійснюється через конвеєри на основну норію, то час його випорожнення ($t_6^{ПС}$) розраховуємо з урахуванням її продуктивності

$$t_6^{ПС} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_n \cdot K_{ін}}; \quad (3.30)$$

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

$K_{ін}$ – коефіцієнт використання норії на даній операції

$$t_6^{ПС} = \frac{60 \cdot 23,76}{50 \cdot 0,8} = 35,64 \text{ хв}$$

Розрахунок зовнішній роботи елеватора з відвантаження зерна на автомобільний транспорт

Час наповнення відпускнуго бункера ($t_n^{ББ}$)

$$t_n^{ББ} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_n \cdot K_{ін}}; \quad (3.31)$$

де E_n – маса партії зерна, що подається у відпускнуий накопичувальний бункер; звичайно дорівнює місткості самого бункера (30), т.

$$t_n^{ББ} = \frac{60 \cdot 30}{50 \cdot 0,9} = 40 \text{ хв}$$

Час випорожнення відпускнуго бункера ($t_6^{ББ}$)

$$t_6^{ББ} = \frac{60 \cdot E_n}{A_{впг}^a}; \quad (3.32)$$

$$t_6^{ББ} = \frac{60 \cdot 30}{17,9} = 101 \text{ хв}$$

де $A_{впг}^a$ – продуктивність відпускнуго потоку, т/год (дорівнює погодинному обсягу відпускання зерна на автотранспорт $A_{впг}^a = 17,9$).

Умовні позначення, прийняті на зведеному графіку

ПО – партії сухого зерна, що подаються на очищення.

ПС – партії вологого і сирого зерна, що подаються на сушіння.

СО – партії зерна, що подаються з сушіння на очищення.

ВА – партії зерна, що подаються на відпуск на автотранспорт.

ЗПС – партії зерна, що забираються після сушіння.

ОЗ – партії очищеного зерна, що подаються в силоса на зберігання.

Про досконалість технологічної схеми на елеваторі та ефективність його роботи за змінами можна судити, аналізуючи зведений графік його роботи і чисельні значення двох показників:

- коефіцієнта використання основних норій елеватора за часом K_t , який розраховують за формулою:

$$K_t = \sum T / (60 * n * t) \quad (3.33)$$

де $\sum T$ – сумарний фактичний час роботи всіх n основних норій елеватора на всіх m операціях в розглянутий період, хв ($\sum T = 511$ хв);

60 – коефіцієнт для переведення годин у хвилини;

n – кількість основних норій елеватора ($n = 2$);

t – максимально можлива кількість годин роботи елеватора в розглянутий період (зміна – 8 год).

$$K_t = 511 / (60 * 2 * 8) = 0,53.$$

Для зручності виконання розрахунків вищезазначених коефіцієнтів ми використовуємо табл. 3.5, у якій наведені зведені показники роботи міні-елеватора у першу зміну.

Коефіцієнта використання основних норій елеватора за продуктивністю K_Q , який є узагальнюючим (інтегральним) показником їхньої роботи, котрий розраховують за формулою:

$$K_{Q1} = \sum E / (Q * n * t), \quad (3.34)$$

де $\sum E$ – сумарна фактична маса зерна, піднятого всіма n основними норіями на всіх m операціях протягом розглянутого періоду, т ($\sum E = 387$ т);

Q – паспортна продуктивність основних норій, т/год ($Q = 50$ т/год).

$$K_Q = 387 / (50 * 2 * 8) = 0,48.$$

Таблиця 3.5 – Зведені показники роботи норій по операціях в зміну
максимальної роботи (у 1 зміну)

№ норії	ПС	ПО	ВА	ЗПС	СО	ОЗ	Всього
	$K=0,9$	$K=0,9$	$K=0,9$	$K=0,6$	$K=0,6$	$K=0,6$	
1	$\frac{23,76}{31,68}$	$\frac{3 \times 30 + 18,24}{3 \times 40 + 24,32}$	-	-	-	-	$\frac{132}{176}$
2	-	-	$\frac{40 + 30 + 38}{54 + 40 + 50}$	$\frac{23,76}{31,68}$	$\frac{8 + 7}{10 + 5}$	$\frac{3 \times 30 + 18,24}{3 \times 40 + 24,32}$	$\frac{255}{335}$
Всього	$\frac{23,76}{31,68}$	$\frac{108,24}{144,32}$	$\frac{108}{144}$	$\frac{23,76}{31,68}$	$\frac{15}{15}$	$\frac{108,24}{144,32}$	$\frac{387 \text{ т}}{511 \text{ хв.}}$

Для перевірки правильності розрахунку коефіцієнтів K_t та K_Q користуються співвідношенням:

$$K_Q = K_{в.с.зв} * K_t \quad (3.35)$$

де $K_{в.с.зв}$ – середньозважене значення коефіцієнта використання основних норій, який розраховується за формулою:

$$K_{в.с.зв} = (K_{в1} * E_1 + K_{в2} * E_2 + \dots + K_{вm} * E_m) / (E_1 + E_2 + \dots + E_m) \quad (3.35)$$

$$K_{в.с.зв} = (0,9 * 23,76 + 0,95 * 108,24 + 0,9 * 108 + 0,6 * 23,76 + 0,6 * 15 + 0,6 * 108,24) / 387 = 0,88$$

Перевірка:

$$0,48 = 0,88 * 0,53 = 0,47$$

Оскільки розбіжності у межах допустимого (тобто права і ліва частини рівності не відрізняються більше ніж на 0,02), то можна зробити висновок про те, що зведений графік виконаний вірно.

3.9 Система управління роботою елеватора

У теперішній час навіть міні-елеватор можна (і потрібно) комплектувати автоматичною системою управління технологічними процесами (АСУ ТП),

що, безумовно, спростить управління хоча і невеликим, але не менше технологічно складним елеваторним комплексом. Звичайне середньостатистичне зерносковище або елеватор, як правило, містить більше сотні одиниць технологічного та транспорт- ного обладнання. Для кожної одиниці обладнання необхідно постійно контролю- вати мінімум 2-3 параметри або сигнали. При такому потоці інформації оператор не зможе в ручному режимі без помилок контролювати і управляти технологічними процесами. АСУ ТП може кардинально поліпшити ефективність роботи невеликих елеваторів і зерносковищ. Використання автоматики дозволяє мінімізувати кіль- кість обслуговуючого персоналу, що знижує витрати при експлуатації малого елеватора або зерносковища [11].

АСУ ТП елеватора призначена для реалізації комплексу функцій, що забезпечують оперативний контроль та управління технологічним процесом, збирання та зберігання інформації про перебіг технологічного процесу, діагностики роботи обладнання процесів приймання, очищення, сушіння, зберігання та відвантаження. Основний обсяг проєктування АСУ ТП елеватора, хлібоприймальних підприємств охоплює [20]:

-управління маршрутами (конвеєрно-транспортними лініями) переміщення сировини;

-система управління та контролю технологічним процесом сушіння зерна (автоматизація зерносушарки);

-системи термометрії та вимірювання рівня при зберіганні та переробці зерна;

-автоматизована система управління обліку руху зерна (силосна дошка).

Цілі АСУ ТП:

- забезпечити програмний захист від змішування культур;
- забезпечити облік продукції відвантаженої на річковий транспорт;
- зменшення матеріальних та енергетичних витрат;
- запобігання аварійним ситуаціям;

- підвищення якості та оперативності процесів управління технологічним процесом за рахунок структурного та територіального розподілу обчислювальних та керуючих ресурсів;
- покращення умов роботи оперативного персоналу за рахунок централізації контролю та управління технологічним процесом, забезпечення
 - операторів достатньо повною, достовірною та своєчасною інформацією;
- підвищення технологічної дисципліни оперативного персоналу з допомогою протоколювання дій диспетчерів;
- забезпечення керівників та спеціалістів інструментальними засобами та необхідною інформацією для підтримки прийняття рішень;
- підвищення надійності систем контролю та управління за рахунок застосування сучасних засобів розподіленого контролю, цифрових ліній зв'язку та наявності функцій самодіагностики.

Ключовим критерієм якості системи є стабільність заданих характеристик технологічного процесу.

Режими функціонування АСУ ТП [20-21]:

- дистанційний (автоматичний) з оптимізацією управління технологічними процесами за заданими критеріями. У цьому режимі оператор здійснює за- пуск та зупинення технологічних ліній в автоматичному режимі та контролюють роботу системи за допомогою АРМ оператора;
- місцевий (ручний). Цей режим застосовується при пусконаладжувальних та ремонтних роботах. Управління здійснюється з СР (місцеві посади управління) під контролем оперативного персоналу.

Для забезпечення безпеки передбачено передпускову світлову та звукову сигналізацію запуску транспортного обладнання елеваторного комплексу, а також аварійну світлову та звукову сигналізацію.

Організований ієрархічний доступ до системи з поділом повноважень (під паролем) за 3 рівнями доступу: «адміністратор», «інженер», «оператор».

Система автоматизації елеватора забезпечує [21]:

- стабілізацію заданих режимів технологічного процесу шляхом контролю технологічних параметрів, візуального представлення та видачі керуючих впливів на виконавчі механізми, як у режимі налагодження, так і в автоматичному режимі;
- автоматизоване керування технологічними маршрутами переміщення зерна;
- виключення змішування культур зерна, що приймається (маршрутна карта елеватора);
- виключення можливості введення даних за межами їх допустимих значень;
- контроль стану технологічного обладнання елеватора із забезпеченням світлової та звукової сигналізації при спрацьовуванні аварійних захистів;
- формування повідомлень диспетчера;
- візуалізацію стану обладнання у вигляді мнемосхем та трендів;
- надання інформації персоналу у вигляді звітів та діаграм за різні періоди часу;
- обмін даними із системами управління підприємством верхнього рівня.

Розділ 4 ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

4.1 Заходи для економії електроенергії та енергозбереження

За проектом будівництва електропостачання підприємства буде здійснюватися від районної енергосистеми з напругою 10 кВ з частотою змінного струму 50 Гц від окремої електричної трансформаторної підстанції з силовими трансформаторами типу ТМ.

Компенсація реактивної потужності підприємства буде здійснюватися конденсаторними установками.

У відповідності з проектом будівництва електропостачання підприємства буде здійснюватися від двох незалежних джерел енергії основної та резервної кабельної лінії з напругою 10 кВ, а на електричній підстанції буде встановлено два силових трансформатори.

Живлення силових установок та електроприводів робочих машин в цехах підприємства здійснюється трифазною системою напруг з номінальним значенням напруги 380/220 В 50 Гц, а мережа освітлення однофазною напругою 220 В 50 Гц [22-24].

Задачею теперішнього розрахунку є визначення розрахункової потужності трансформаторної підстанції, вибір потужності силових трансформаторів та установок для компенсації реактивної потужності, а також переріз і тип кабелів системи внутрішнього електропостачання підприємства.

4.2 Визначення розрахункової активної і реактивної потужності підприємства

Розрахункову активну потужність електричної трансформаторної підстанції приймачів підприємства визначаємо методом питомого споживання електроенергії за формулою:

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.V.5.5			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Барда Т.О.			Розробка проекту міні-елеватора місткістю 5,3 тис.т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					62	10
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

$$P_P = \frac{W_{ПИТ} \cdot M_{ЕЛ}}{T_{МАХ}}, \quad (4.1)$$

де P_P – розрахункова активна потужність підприємства, кВт;

$W_{ПИТ}$ - питома витрата електроенергії для обробки 1 т зерна складає

$W_{ПИТ} = 18 \dots 30$ кВт год/т, приймаємо $W_{ПИТ} = 30$ кВт·год /т;

$M_{ЕЛ}$ – місткість елеватора, $M_{ЕЛ} = 5300$ т;

$T_{МАХ}$ – кількість годин використання підприємством розрахункової активної потужності на протязі року для елеваторів складає $T_{МАХ} = 3000 \dots 5000$ год, приймаємо $T_{МАХ} = 3000$ год.

Визначимо розрахункову активну потужність для підприємства:

$$P_P = \frac{W_{ПИТ} \cdot M_{ЕЛ}}{T_{МАХ}}, \quad (4.2)$$

$$P_P = \frac{30 \cdot 5300}{3000} = 53 \text{ кВт.}$$

Визначимо розрахункову активну потужність на освітлення приміщень лампами розжарювання:

$$P_{ОСВ} = 0,1 \cdot P_P, \quad (4.3)$$

Тоді $P_{ОСВ} = 0,1 \cdot P_P = 0,1 \cdot 53 = 5,3$ кВт.

4.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції

Повна потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності визначається за формулою [22-24].:

$$S_{ТП} = \sqrt{(P_P + P_{ОСВ})^2 + (Q_P - Q_{КНОМ})^2}, \quad (4.4)$$

де Q_P – розрахункова реактивна потужність приймачів:

$$Q_P = P_P \operatorname{tg} \varphi, \quad (4.5)$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ – коефіцієнт реактивної потужності, який знаходять по середньозваженому коефіцієнту потужності $\cos \varphi$ підприємства.

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\arccos \varphi), \quad (4.6)$$

для елеваторів $\cos \varphi = 0,80$,

тоді $\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\arccos 0,80) = 0,75$,

$$Q_P = P_P \cdot \operatorname{tg} \varphi = 53,0 \cdot 0,75 = 39,75 \text{ квар.}$$

Потужність пристроїв для компенсації реактивної потужності визначають за формулою:

$$Q_K = Q_P - Q_E, \quad (4.7)$$

де Q_E – оптимальна реактивна потужність, яка задається енергосистемою РЕС та звичайно складає:

$$Q_E = 0,3 \cdot (P_P + P_{OCB}). \quad (4.8)$$

Тоді потужність компенсуючих пристроїв складає:

$$Q_E = 0,3 \cdot (53,0 + 5,3) = 17,5 \text{ квар},$$

$$Q_K = Q_P - Q_E = 39,75 - 17,5 = 22,25 \text{ квар}.$$

Вибираємо потужність, тип та кількість пристроїв для компенсації реактивної потужності [24, 25] з умови:

$$\sum Q_{K \text{ ном}} = n \cdot Q_{\text{ном}} \geq Q_K. \quad (4.9).$$

Таблиця 4.1 Технічні дані конденсаторних компенсуючих установок

Тип	Номинальна напруга $U_{\text{ном}}$, кВ	Номинальна потужність $Q_{\text{ном}}$, квар	Номинальна ємність $C_{\text{ном}}$, мкФ	Число ступенів регулювання	Маса, кг
КСК1-0,4- 26-3УЗ	0,4	26	190	1	52

Сумарна потужність компенсуючих пристроїв складає:

$$\sum Q_{K \text{ ном}} = n \cdot Q_{\text{ном}},$$

де n – кількість компенсуючих пристроїв, $n = 1$;

$Q_{\text{ном}}$ – номінальна потужність компенсуючого пристрою, $Q_{\text{ном}} = 36$ квар.

Тоді:

$$\sum Q_{K \text{ ном}} = n \cdot Q_{\text{ном}} = 1 \cdot 26 = 26 \text{ квар} > Q_K = 22,25 \text{ квар},$$

тобто умова (4.9) виконується.

Повна потужність трансформаторної підстанції складає:

$$S_{\text{ТП}} = \sqrt{(P_P + P_{OCB})^2 + (Q_P - Q_{K \text{ ном}})^2} = \sqrt{(53,0 + 5,3)^2 + (39,75 - 26)^2} = 59,9 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

Потужність одного трансформатора S_{TP} повинна забезпечувати навантаження не менш ніж 60...80% повної потужності ТП $S_{ТП}$ і складає:

$$S_{TP} = (0,6 \dots 0,8) \cdot S_{ТП}, \quad (4.10)$$

тоді $S_{TP} = 0,6 \cdot 59,9 = 35,9 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$

Вибираємо [25,26] тип силового трансформатора з умови:

$$S_{TP \text{ НОМ}} \geq S_{TP}. \quad (4.11)$$

Таблиця 4.2 Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номинальна потужність $S_{НОМ}$, кВ А	Номинальна напряга, кВ		Струм холостого ходу, $I_x\%$	Втрати потужності, кВт		Напряга короткого замикання, $U_K\%$
		Первинне, $U_{1НОМ}$	Вторинне, $U_{2НОМ}$		холостого ходу, P_x	короткого замикання, P_K	
ТМ40/10	40	10	0,4	3,0	0,19	0,88	4,5

Тоді:

$$S_{TP \text{ НОМ}} = 40 \text{ кВ}\cdot\text{А} \geq S_{TP} = 35,9 \text{ кВ}\cdot\text{А},$$

тобто умова (4.11) виконується.

4.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здатності

За графіком добового навантаження елеватора [35-37], визначимо коефіцієнт завантаження трансформаторів:

$$K_{ЗТ} = \frac{\sum S_i \cdot t_i}{24 \cdot 100}, \quad (4.12)$$

де $K_{ЗТ}$ – коефіцієнт завантаження трансформаторів;

S_i – навантаження ТП на i -тій ділянці часу, %;

t_i - тривалість i -тої ділянки часу, год.

Тоді:

$$K_{ЗТ} = \frac{\sum S_i \cdot t_i}{24 \cdot 100} = \frac{20 \cdot 6 + 30 \cdot 2 + 100 \cdot 4 + 70 \cdot 2 + 80 \cdot 4 + 50 \cdot 6}{24 \cdot 100} = 0,61.$$

Максимальна потужність навантаження підприємства з 8 до 12 годин ($t_{M1} = 4$ год.) для ранкового часу, та для вечірнього часу з 14 до 18 годин ($t_{M2} = 4$ год.), тоді загальна тривалість максимального навантаження за добу:

$$t_M = t_{M1} + t_{M2} = 4 + 4 = 8 \text{ год.}$$

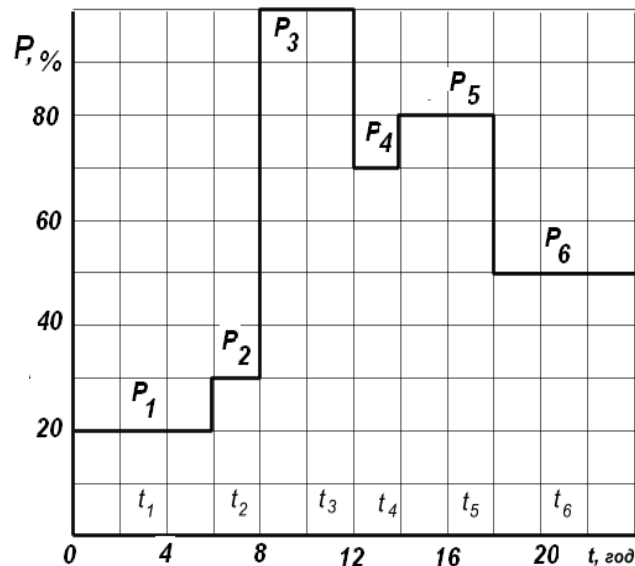


Рисунок 4.1 - Графік добового навантаження елеватора

Визначаємо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора $K_{ДП}$ з графіку допустимих перевантажень силового трансформатора(рис. 4.2):

$$K_{ДП} = 1,15 \text{ при } K_{ЗТ} = 0,61 \text{ та } t_M = 8 \text{ год.}$$

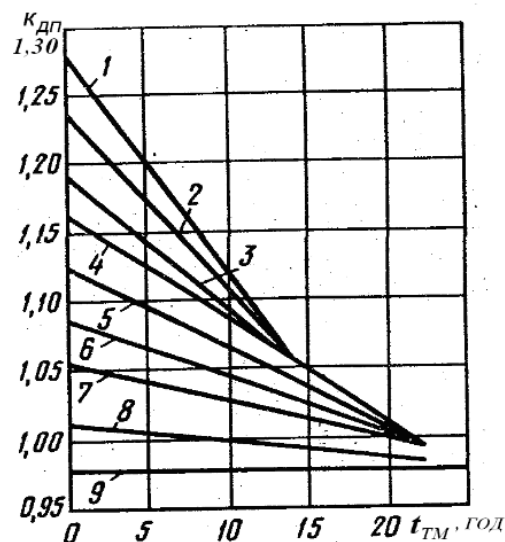


Рисунок 4.2 - Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів

$K_{ДП}$:

1 - 0,60; 2 - 0,65; 3 - 0,70; 4 - 0,75; 5 - 0,80; 6 - 0,85; 7 - 0,90; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

Потужність кожного з двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажень складає:

$$S_{TP} \geq \frac{S_{ТП}}{2 \cdot K_{ДП}}, \quad (4.13)$$

де $S_{ТП}$ – повна розрахункова потужність трансформаторної підстанції, кВ А;
 $K_{ДП}$ – коефіцієнт додаткового перевантаження трансформаторів.

Тоді:

$$S_{TP} \geq \frac{S_{ТП}}{2 \cdot K_{ДП}} = \frac{35,9}{2 \cdot 1,15} = 15,6 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Уточнимо тип та номінальну потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здатності.

Таблиця 4.3. Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номінальна потужність $S_{НОМ}$, кВ·А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу, $I_x\%$	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання, $U_K\%$
		Первинне, $U_{1НОМ}$	Вторинне, $U_{2НОМ}$		холостого ходу, ΔP_x	короткого замикання, ΔP_K	
ТМ25/10	25	10	0,4	3,2	0,14	0,60	4,5

Таким чином, урахувавши допустиме перевантаження трансформаторів, потужність кожного з них може бути знижена від 40 кВ·А до 25 кВ·А.

4.5 Техніко-економічне порівняння роботи силових трансформаторів

Визначимо приведені втрати у трансформаторі за формулами [22-24].:

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + K_E \cdot \Delta Q_X, \quad (4.14)$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_E \cdot \Delta Q_K, \quad (4.145)$$

де ΔP_X , ΔP_K – втрати трансформатора в режимах Х.Х. та К.З. кВт;

K_E – коефіцієнт економічного еквіваленту реактивної потужності, він залежить від потужності енергосистеми РЕС, він звичайно складає:

$$K_E = 0,05 \text{ кВт / квар};$$

ΔQ_X – реактивні втрати трансформатора у режимі Х.Х:

$$\Delta Q_X = \frac{S_{НОМ} \cdot I_X \%}{100}. \quad (4.16)$$

ΔQ_K – реактивні втрати трансформатора у режимі К.З:

$$\Delta Q_K = \frac{S_{НОМ} \cdot U_K \%}{100}, \quad (4.17)$$

тоді
$$\Delta Q_X = \frac{S_{НОМ} \cdot I_X \%}{100} = \frac{25 \cdot 3,2}{100} = 0,8 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_K = \frac{S_{НОМ} \cdot U_K \%}{100} = \frac{25 \cdot 4,5}{100} = 1,125 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + K_E \cdot \Delta Q_X = 0,19 + 0,05 \cdot 0,8 = 0,23 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_E \cdot \Delta Q_K = 0,88 + 0,05 \cdot 1,125 = 0,86 \text{ кВт}.$$

Потужність, при якій економічно виправдано відключати від паралельної роботи один з двох трансформаторів визначають за формулою:

$$S_{ЕК} = S_{НОМ} \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta P'_X}{\Delta P'_K}}, \quad (4.18)$$

де $S_{НОМ}$ – номінальна потужність одного трансформатора, кВ·А.

Тоді:
$$S_{ЕК} = 25 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{0,23}{0,86}} = 18,3 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Коефіцієнт навантаження двох трансформаторів $m = 2$ при цьому складає:

$$S \% = \frac{S_{ЕК}}{m \cdot S_{НОМ}}, \quad (4.19)$$

Тоді:
$$S \% = \frac{S_{ЕК}}{m \cdot S_{НОМ}} = \frac{18,3}{2 \cdot 25} \cdot 100 = 36,6 \%$$

Таким чином, при навантаженні підстанції менш ніж $S \% = 36,6\%$ один з трансформаторів можна відключити.

З графіку добового навантаження (рис. 4.1) робимо висновок, що на протязі доби один з двох трансформаторів можна відключити у перебігу $\sum t = 8$ годин, що складає:

$$\Delta T_{МАХ\%} = \frac{\sum t}{24} \cdot 100\%, \quad (4.20)$$

тоді: $\Delta T_{MAX\%} = \frac{8}{24} \cdot 100 = 33,3\%$.

При цьому тривалість використання розрахункової активної потужності на протязі року зменшиться і складає:

$$T'_{MAX} = T_{MAX} \cdot \frac{100 - \Delta T_{MAX\%}}{100}, \quad (4.21)$$

тоді: $T'_{MAX} = 3000 \cdot \frac{100 - 33,3}{100} = 2000$ год.,

де T_{MAX} – річний фонд годин роботи підприємства, для елеватора приймаємо $T_{MAX} = 3000$ год.

4.6 Вибір перерізу жил та марки кабелю

Визначаємо розрахунковий струм ТП без компенсації реактивної потужності:

$$I_P = \frac{1000 \cdot S_P}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}}, \quad (4.22)$$

де S_P – повна розрахункова потужність ТП без урахування компенсації реактивної потужності, $S_P = S_{ТП} = 59,9$ кВ·А:

$$I_P = \frac{59,9 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 91 \text{ А.}$$

З літератури [26, 27] знаходимо стандартний переріз жил кабелю $S_K = 25$ мм², марка кабелю: АВРГ- чотирижильний з алюмінієвими жилами і полівінілхлоридною ізоляцією, кабель прокладений у землі $I_{ДОП} = 125$ А.

Перевіряємо вибраний переріз жил кабелю на допустиму втрату напруги:

$$\Delta U \% = \frac{10^5 \cdot (P_P + P_O)}{U_{НОМ}^2} \cdot R_L, \quad (4.23)$$

$$R_L = \rho \cdot \frac{L}{S_K}, \quad (4.24)$$

де ρ – питомий погонний опір алюмінію, $\rho = 0,032$ Ом мм²/м;

L – довжина кабелю, $L = 120$ м;

S_K – переріз жил кабелю, $S_K = 25$ мм².

Тоді:

$$R_L = 0,032 \cdot \frac{120}{25} = 0,15 \text{ Ом,}$$

$$\Delta U_P \% = \frac{10^5 \cdot (53 + 5,3)}{380^2} \cdot 0,15 = 4,0 \%$$

Допустима втрата напруги $\Delta U_{\text{ДОП}} \% = 5,0\%$, тоді умова $\Delta U_{\text{ДОП}} \% \geq \Delta U_P \%$ виконується:

$$\Delta U_{\text{ДОП}} \% = 5,0\% \geq \Delta U_P \% = 4,0\%$$

4.7 Річні витрати електроенергії та їх вартість

Річна витрата електроенергії на виробництво продукції та освітлення підприємства складає:

$$W_A = (P_P + P_{\text{ОСВ}}) \cdot T_{\text{МАХ}}, \quad (4.25)$$

$$W_A = (53 + 5,3) \cdot 3000 = 174900 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Вартість електроенергії складає:

$$S_0 = d_0 \cdot W_A, \quad (4.26)$$

де d_0 – тариф на електроенергію, $d_0 = 2,64$ грн./кВт·год.,

тоді: $S_0 = 2,64 \cdot 174900 = 461736$ грн.

Втрати електроенергії у трансформаторах складають:

- при паралельній роботі двох трансформаторів у перебігу $T_{\text{МАХ}}$:

$$W_{\text{ТР}} = 2 \cdot \Delta P'_K \cdot T_{\text{МАХ}} = 2 \cdot 0,86 \cdot 3000 = 5160 \text{ кВт}\cdot\text{год.},$$

- при паралельній роботі двох трансформаторів у перебігу $T'_{\text{МАХ}}$:

$$W'_{\text{ТР}} = 2 \cdot \Delta P_K \cdot T'_{\text{МАХ}} = 2 \cdot 0,88 \cdot 2000 = 3520 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Витрати електроенергії на освітлення складають:

- для ламп розжарювання:

$$W_{\text{ОСВ}} = \frac{k}{a} \cdot P_0 \cdot T_{\text{МАХ}} = \frac{0,63}{0,46} \cdot 5,3 \cdot 3000 = 21776 \text{ кВт}\cdot\text{год.},$$

- для люмінесцентних ламп:

$$W'_{\text{ОСВ}} = k \cdot P_0 \cdot T_{\text{МАХ}} = 0,63 \cdot 5,3 \cdot 3000 = 10017 \text{ кВт}\cdot\text{год.},$$

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

a – коефіцієнт, що враховував економію електроенергії люмінесцентними лампами, для ламп розжарювання $a = 0,46$.

Результати розрахунків по економії електроенергії зведені у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4. Витрати та економія електроенергії

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт·год.		Економія електроенергії, кВт·год.
	До впровадження заходів по економії	Після впровадження заходів по економії	
Трансформатори	$W_{TP} = 5160$	$W'_{TP} = 3520$	$\Delta W_{TP} = 1640$
Освітлення	$W_{OCB} = 21776$	$W'_{OCB} = 10017$	$\Delta W_{OCB} = 11759$
	Всього		$\Delta W = 13399$

Загальна річна економія електроенергії на підприємстві за розрахунками складає $\Delta W = 17165$ кВт·год, а річна вартість економії електроенергії дорівнює:

$$\Delta S_0 = d_0 \cdot \Delta W = 2,64 \cdot 13399 = 35373 \text{ грн.},$$

що складає:

$$\Delta S\% = \frac{\Delta S_0}{S_0} \cdot 100\% = \frac{35373}{461736} \cdot 100 = 7,6 \%$$

від річної вартості електроенергії $S_0 = 461736$ грн.

Висновки

Впроваджені заходи до компенсації реактивної потужності електрообладнання, зниження номінальної потужності силових трансформаторів та відключення одного з них в години зниження споживання електроенергії на підприємстві, заходи що до вибору раціонального перерізу жил кабельних ліній живлення і заміні ламп розжарювання на люмінесцентні енергозберігаючі лампи дають щорічну економію електроенергії на суму $\Delta S_0 = 461736$ грн/рік, що складає $\Delta S\% = 7,6\%$ від річної вартості електроенергії.

Розділ 5. АСПІРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА

5.1 Мета і задачі аспіраційних установок

Виробничі процеси зберігання, транспортування, обробки та переробки зерна на елеваторі завжди супроводжуються утворенням великої кількості пилу. Пил, що накопичується всередині обладнання, може досягти вибухонебезпечної концентрації, а в разі потрапляння в довкілля — стати шкідливим для здоров'я людей. З іншого боку, пил, що шаром осідає на поверхні обладнання та підлозі виробничого майданчика, є ризиком виникнення пожежі на елеваторі. А його видалення потребує значних витрат робочого часу. Здебільшого керівництво елеватора додатково бере робітників, які прибирають його.

Тому завдяки сучасним системам аспірації на елеваторах можна забезпечити основні вимоги до виробництва:

- безпека технологічного процесу (пожежна та вибухова);
- безпека здоров'я персоналу;
- дотримання екологічних і санітарних вимог;
- збереження обладнання від передчасного зношення;
- зменшення витрат на прибирання пилу;
- за потреби повернення вловленого пилу у виробництво.

Причиною масштабних руйнувань елеваторів є вторинний вибух пилу. Він призводить до набагато тяжких наслідків, ніж початкова «бавовна». Аналіз технічних аварій свідчить, що основними причинами є:

- порушення правил експлуатації обладнання та пожежної безпеки;
- порушення технологічного регламенту;
- відсутня або не діюча система аспірації.

Важливим є вплив пилу на стан здоров'я персоналу елеваторів. На жаль, відвідуючи елеватори країни, часто бачимо, що їх працівники зовсім не

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.V.5.5			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Барда Т.О.			Розробка проекту міні-елеватора місткістю 5,3 тис.т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					71	15
Консультант		Гончарук Г.А.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

користуються засобами індивідуального захисту. Навіть коли працюють в умовах значного рівня запилення, персонал і його керівництво ігнорують обов'язкове застосування респіраторів. Речовини рослинного походження є сприятливим середовищем для розвитку різного виду цвілевих грибів, що за певних умов можуть стати джерелом професійного захворювання працівників елеваторів — пневмоконіозу. Розвиток пневмоконіозу можливий і через 10–20 років після припинення роботи в умовах нетривалого (до п'яти років) впливу високих концентрацій пилу.

Відповідно до нормативів гігієнічних регламентів України щодо допустимого вмісту речовин у повітрі робочої зони (наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони» від 14.07.2020 №1596), гранично допустима концентрація пилу становить не більше як 4 мг/м. Основним способом боротьби з пилом на елеваторі є аспірація, і для дотримання цих показників застосовують ефективні аспіраційні системи. Розуміючи динаміку вимог до українського виробництва та екологічних нормативів з урахуванням євроінтеграції країни, припускаємо, що в будівництві нових елеваторів потрібно проектувати тільки вискоєфективне пилоочисне обладнання.

Основні аспекти у виборі аспіраційного обладнання

Сучасне аспіраційне обладнання для елеваторів із різними технологіями транспортування, обробки та доробки зерна передбачає такі вимоги:

- простота обслуговування;
- енергоефективність;
- індивідуальні проектні рішення;
- надійність обладнання;
- низькі експлуатаційні витрати.

Рукавні фільтри мають основні особливості:

- робочий елемент — рукава фільтрувальні;
- регенерація — імпульсом стисненого повітря або механічна;
- обладнаний системою автоматичного керування для роботи в автоматич-

ному режимі;

- ефективність фільтрації — понад 99%.

5.2 Основні принципи компоновки аспіраційних установок

Перед проектуванням АУ виконується аналіз технологічних режимів транспортування та обробки матеріалопотоків. Виявляються можливості зниження інтенсивності взаємодії сипучих матеріал з повітрям шляхом зменшення кута нахилу матеріалопроводів до $36...54^\circ$, кінцевої швидкості матеріалу до 4м/с та використанням гальмуючих пристроїв та інше [25- 27].

Компоновку АУ проводять за транспортно-технологічними лініями з врахуванням аеродинамічних зв'язків окремих машин та місткостей через матеріалопроводи.

При об'єднанні кількох транспортно-технологічних ліній в одну АУ слід передбачати використання окремих знепилювачів повітря для кожної транспортно-технологічної лінії з системою автоматизованого вимкнення непрацюючих ділянок дросельними клапанами АТ-30, АТ-31.

Протяжні укриття транспортного обладнання (норій, ланцюгових та шнекових конвеєрів) можуть бути використані як повітропроводи аспіраційної системи.

Суміжне обладнання циклічної дії (ваги, змішувачі) додатково з'єднуються повітропроводами(бай пасами) для перетоку повітря.

Матеріалопроводи сипучих матеріалів слід використовувати як аспіраційні канали при прямоточних, протиточних і комбінованих режимах аспірації.

При визначенні місць відсосу повітря необхідно враховувати взаєморозташування обезпилювача повітря, вентилятора, аеродинамічні зв'язки через протяжні укриття, інтенсивність пилоутворення та напрямки переміщення пилоповітряних потоків.

Трасировка повітропроводів і швидкість пилоповітряних потоків повинні забезпечувати надійне переміщення пилу до знепилювача. Кут нахилу повітропроводів повинен складати не менше 60° , а швидкість повітря в горизонтальних ділянках в межах 14...18м/с.

Пил з-під фільтрів чи циклонів слід направляти у матеріалопотоки транспортно-технологічної лінії або в окремі місткості.

Вентилятори і знепилювачі слід розташовувати в доступних місцях для нагляду та обслуговування.

Бункери для не кормового пилу, як правило, слід виносити за межі основних виробничих приміщень підприємства.

Для запобігання розповсюдження можливих пилоповітряних вибухових хвиль в окремих трубопроводах АУ машин ударної дії та норій доцільно створювати легкокорозивні чи легкоскидні отвори, зв'язані з навколишнім середовищем.

При транспортуванні матеріалів (борошно та інше) потрібно використовувати пневмотранспортні установки, що забезпечують знепилення місць і виключають викиди пилоповітряних потоків у виробничі приміщення та навколишнє середовище.

5.3 Особливості проектування аспіраційних установок на елеваторах

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

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

Основні вимоги до обладнання елеваторів [11,25- 27]:

- застосовувати допоміжні укриття входних отворів відкритих зернових потоків у скидальних коробках, візках та самопливах;
- знижувати швидкість стрічок відкритих транспортерів до 2...2,5м/с;
- використовувати подвійні кожухи для рухомих елементів, натяжних барабанів, місць виходу валів барабанів через укриття машин, насипних лотків;
- використовувати фільтрувальні тканини для укриття місць з нестабільними аеродинамічними режимами: ваги, окремі бункери;

- розташовувати самопливи під нахилом 56° - 70° ;
- встановлювати гальмуючі коліна;
- не допускати зворотного висипання зерна в норіях;

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

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

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

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 Огляд основних методів розрахунку аспіраційних мереж

Основні особливості різних методів розрахунків вентиляційних мереж. Відомі в наш час методи розрахунків розгалужених повітропроводів вентиляційних установок розрізняються:

- видом тиску (повного, статичного або динамічного), що переміщується в якості основної величини у всіх розрахункових операцій;
- видом основного вираження коефіцієнта опору одиниці відносної довжини повітря, величини λ ;
- способами врахування шляхових і місцевих втрат тиску в ділянках повітропроводу (довжина повітропроводу, еквівалентним місцевим опором, приведений коефіцієнт опору ділянка повітропроводу і інші способи);
- способами визначення діаметрів розгалужень від магістралі;
- видом і побудовами посібників, що полегшує виконання визначений багаторазово повторюваних при розрахунку вентиляційних мереж.

Найбільш відомі методи розгалужень повітропроводів вентиляційних установок:

- метод втрат тиску на одиницю абсолютної довжини повітропроводу;
- метод еквівалентних отворів;
- метод динамічних тисків.
- метод повних тисків.

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

5.5 Проєктування, підбір та установка локальних фільтрів за аеродинамічними показниками

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

На рис. 1 (методичні вказівки) наведені принципіальні схеми роботи фільтра циклона ZEO-FC і локальних фільтрів горизонтального і вертикального виконання.

5.6 Режим очистки

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

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

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

При розрахунку опору фільтра циклона ZEO-FC, який використовується для знепилювання повітря від однієї або декількох машин, користуємось графічною залежністю $H_\phi=f(q)$, який наведено на рис. 4 (методичних вказівок).

На виході з повітропроводу, як правило встановлюють факельний викид (рис. 3 методичних вказівок), і втрати тиску на удар визначають за виразом

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

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

$v_{вих}$ – швидкість очищеного повітря на виході з вентилятора при факельному викиді $v=20\dots22 \text{ м/с}$.

При наявності в аспіраційній мережі окремих ділянок (обладнання, повітропроводів та пиловловлювачів) розраховують також втрати тиску на ділянках за магістральним напрямком – $H_{нов}$.

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

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.

Тоді опір мережі

$$H_{мер} = H_m + H_{нов} + H_\phi + H_{y\delta}, \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначається

$$H_e = 1,1 \cdot H_{мер}, \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор

$$Q_e = Q_\phi.$$

Враховуючи те, що, при розрахунку втрат тиску в фільтрі, коефіцієнт a і показник ступеня n залежать від багатьох факторів і, в тому числі, від

характеристики пилу, що ускладнює визначення цих параметрів втрати тиску у фільтрах типу ZEO-FG(FV) знаходять за узагальненою формулою

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

де A і B – коефіцієнти рекомендовані заводом виробником: $A = 670$, $B = 360$;

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

Для таких фільтрів розраховуємо опір аспіраційної мережі за виразом

$$H_{\text{мер}} = H_{\text{м}} + H_{\phi} + H_{\text{уд}}, \text{ Па,}$$

де $H_{\text{м}}$ – опір технологічного обладнання (машини, яка аспірується), (табл. 1, додаток методичних вказівок);

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

При встановленні вихідного дифузора, $H_{\text{уд}}$ розраховуємо за формулою

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

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

n – відношення площі вихідного отвору $F_{\text{вих}}$ до площі перерізу повітропроводу, розташованого перед дифузором $f_{\text{нов}}$, $n = \frac{F_{\text{вих}}}{f_{\text{нов}}}$.

За аеродинамічними параметрами $Q_{\text{в}}$ і $H_{\text{в}}$ (додаток, табл. 4 і 5) підбираємо вентилятор.

Число обертів вентилятора та його ККД визначають за точкою перетину характеристики вентилятора і характеристики мережі $H = f(Q)$

Потужність вентилятора і на валу електродвигуна визначають за формулою:

$$N_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{в}} \cdot H_{\text{в}}}{1000 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт,}$$

де $\eta_{\text{в}}$ – ККД вентилятора;

$\eta_{\text{пер}}$ – ККД передачі (0,98);

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

Фактичну потужність електродвигуна $N_{ел.дв.}$ визначають з урахуванням коефіцієнта запасу потужності електродвигуна:

$$N_{ел.дв.} = K_3 \cdot N, \text{ кВт},$$

де K_3 – коефіцієнт запасу потужності електродвигуна.

Для електродвигунів потужністю до 5кВт $K_3=1,15$, а для електродвигунів з $N>5$ кВт $K_3=1,1$.

Остаточну потужність електродвигунів слід приймати за комплектацією заводів–виготовлювачів.

5.7 Аспірація норій НЦ-І №1.1, №1.2 та №1.3

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

При виборі фільтра враховуємо підсоси повітря

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

Вибираємо фільтр ZEO-FV-800.

Розраховуємо опір фільтра за виразом

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

Визначаємо втрати тиску на удар при виході повітря з дифузора

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

n – приймаємо $n=2,0$

$$H_{\partialин} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2} = \frac{1,2 \cdot 12^2}{2} = 86,4 \text{ Па}.$$

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

Розраховуємо опір мережі

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

$$H_с = 1,1 \cdot H_{мер} = 1,1 \cdot 815 = 897 \text{ Па}.$$

По $Q_в$ та $H_в$ підбираємо вентилятор MN 602 – $N=1,1$ кВт, $Q_в=800$ м³/год, $H_в=1200$ Па.

Корисна потужність на валу вентилятора

$$N_в = \frac{Q_в \cdot H_в}{1000 \cdot \eta_в \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{II} \cdot 3600} = \frac{735 \cdot 897}{1000 \cdot 0,72 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 3600} = 0,3 \text{ кВт.}$$

$$N_{ел.дв.} = K_з \cdot N = 1,15 \cdot 0,3 = 0,35 \text{ кВт.}$$

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

5.8 Аспірація конвеєрів № 2.2 та № 2.3

За додатком методичних вказівок (табл. 1) знаходимо, що для аспірації конвеєра даного типу необхідно відібрати повітря $Q_к=700$ м³/год. При цьому опір конвеєра $H_к=50$ Па.

При виборі фільтра враховуємо підсоси повітря

$$Q_ф = 1,05 \cdot Q_к = 1,05 \cdot 700 = 735 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Вибираємо фільтр ZEO-FG-800.

Розраховуємо опір фільтра за виразом

$$H_ф = A + B \cdot Q_ф^2 = 670 + 360 \cdot 735 / 3600 = 743,5 \text{ Па.}$$

Визначаємо втрати тиску на удар при виході повітря з дифузора

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

n – приймаємо $n=2,0$

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

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

Розраховуємо опір мережі

$$H_{мер} = H_к + H_ф + H_{уд} = 50 + 743,5 + 21,6 = 815 \text{ Па}$$

$$H_в = 1,1 \cdot H_{мер} = 1,1 \cdot 815 = 897 \text{ Па.}$$

По $Q_в$ та $H_в$ підбираємо вентилятор MN 602 – $N=1,1$ кВт, $Q_в=800$ м³/год, $H_в=1200$ Па.

Корисна потужність на валу вентилятора

$$N_в = \frac{Q_в \cdot H_в}{1000 \cdot \eta_в \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{II} \cdot 3600} = \frac{735 \cdot 897}{1000 \cdot 0,72 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 3600} = 0,3 \text{ кВт.}$$

$$N_{ел.дв.} = K_з \cdot N = 1,15 \cdot 0,3 = 0,35$$

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

5.9 Аспірація скальператора А1-БЗО-100

Спочатку виконуємо компоновку аспіраційної мережі та визначаємо витрати повітря $Q_ф$, що необхідно відібрати від технологічного обладнання $Q_{ТО}$, 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 $Q_ф$, що необхідно відібрати від технологічного або транспортуючого обладнання визначаємо за формулою:

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

По $Q_ф$ вибираємо необхідний типорозмір фільтра.

Тобто для скальператора беремо фільтр ZEO-FC-1000.

Складаємо площинну схему (див. рисунок 4.1).

Розрахункову площу поверхні тканини фільтрів $F_{фр}$ визначають за формулою:

$$F_{фр} = Q_ф \cdot q^{-1}, \text{ м}^2$$

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

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

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

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

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

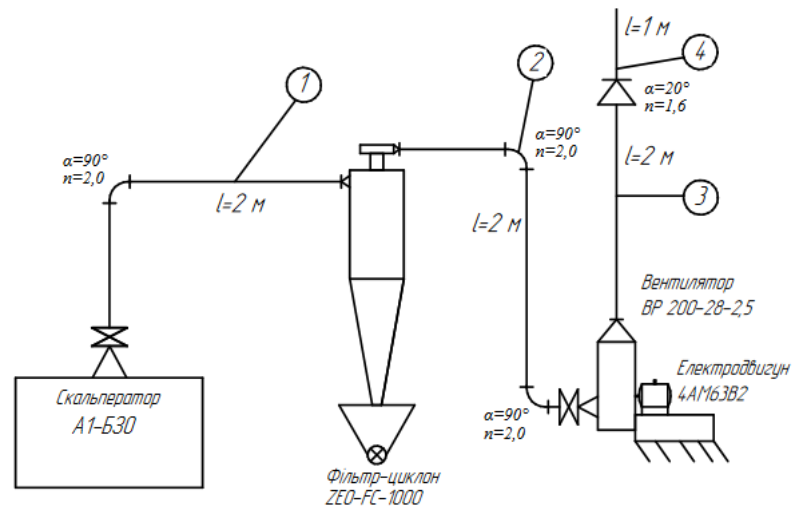


Рисунок 4.1 – Площинна схема

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:

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

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

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

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

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

де $v_{вих} = \frac{4Q}{\pi D_{вих}^2}$ – 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 – $H_{пов}$.

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

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

Знаходимо за витратами повітря і рекомендованою швидкістю його – $(13 \dots 14 \text{ м/с}) - \lambda/D, D, v$;

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

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м;

D – діаметр повітропроводу, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

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

Розраховуємо опір аспіраційної мережі за формулою:

$$H_{\text{мер}} = H_{\text{м}} + H_{\text{пов}} + H_{\text{ф}} + H_{\text{уд}}, \text{ Па}$$

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

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначається за формулою:

$$H_{\text{в}} = 1,1 \cdot H_{\text{мер}}, \text{ Па}$$

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

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{ф}}$$

тобто

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{ф}} = 0,21 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Вибираємо вентилятор за аеродинамічними параметрами $Q_{\text{в}}$ і $H_{\text{в}}$ за додатком методичних вказівок (табл. 4 і 5).

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 $Q_{\text{в}}$ і $H_{\text{мер}}$, а необхідну потужність на валу електродвигуна визначають за формулою:

$$N = \frac{Q_{\text{в}} \cdot H_{\text{в}}}{1000 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт}$$

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

де $\eta_{\text{в}}$ – ККД вентилятора; (0,61)

$\eta_{\text{пер}}$ – ККД передачі (0,98);

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

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

$$N_y = K_3 \cdot N, \text{ кВт}$$

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

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,

Коеф. потужності - 0,86.

Розділ 6 ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД

6.1 Опис генплану

Генеральний план підприємства являє собою виконане в масштабі креслення промислового об'єкту в його границях, з ув'язуванням всіх основних, допоміжних і підсобних будівель та споруд, всіх можливих під'їзних шляхів, всіх над- і підземних комунікацій (тобто ліній енерго-, тепло-, водопостачання та ін.) [11, 13].

На аркуші 6 графічної частини проекту на генплані міні-елеватора вказано:

- експлікація всіх будівель і споруд (див. табл. 6.1);
- прийняті умовні позначення;
- орієнтація будівель до рози вітрів і сторін світу;
- техніко-економічні показники генплану.

При проектуванні генеральних планів підприємств галузі хлібопродуктів враховують наступні вимоги:

- будівлі і споруди розміщують і взаємно пов'язують згідно вимогам виробничого процесу, дотримуючись технологічної послідовності, без поворотних і зустрічних переміщень сировини і готової продукції;

- відстань між будівлями і спорудами повинні відповідати протипожежним нормам і санітарним нормам промислових підприємств;

- транспортні шляхи розміщують на території у відповідності з рухом вантажних потоків, забезпечуючи їх мінімальну протяжність та відсутність перетинів;

- розташовують будівлі і споруди на території підприємства, розділив його на окремі зони: передзаводську, виробничу, підсобну і складську;

будівлі і споруди розміщують з урахуванням напрямку переважаючих вітрів, з вітряної сторони по відношенню до масивів житлової забудови з розривом не менш 100 м.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.V.5.5			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Барда Т.О.			Розробка проекту міні-елеватора місткістю 5,3 тис.т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					86	9
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

На території проєктованого міні-елеватору у відповідності з нормами проєктування розміщені мережі каналізації, водопостачання, енергопостачання, паливо- постачання.

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

Передзаводська зона (за межами огорожі підприємства) призначена для розміщення контрольно-пропускних пунктів, прохідних, допоміжних будівель, перед- заводської площі, площадки стоянки автомобілів і ін. Ми встановлюємо пост охорони.

У виробничій зоні розташовуємо робочу башту, силоси, приймально-відпускні пристрої міні-елеватора, бункери відходів.

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

Санітарно-гігієнічні вимоги проєктування генерального плану обумовлюють розташування будівель і споруд відносно сторін світу і рози вітрів так, щоб були забезпечені умови природного освітлення та провітрювання. Промислові підприємства з джерелами виробничих факторів (шум, пил, запах, дим і т.д.), які несприятливо впливають на навколишнє середовище, до яких відносять і елеватори, повинні мати між підприємством і жилою зоною санітарно-захисну зону не менш 100 м. Санітарні розриви між будівлями для нормальної природної освітленості приймають не менше ніж висота протистоячої будівлі [11,13, 14].

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

Вимоги пожежної безпеки обумовлюють необхідність встановлення необхідних розмірів між будівлями та спорудами, а також забезпечення зручного і

швидкого переміщення пожежних автомобілів до всіх об'єктів підприємства На території встановлюємо закільцьований пожежний водопровід, який має невичерпне джерело водопостачання чи запасні баки для води об'ємом 500 куб.м з трьох годинним запасом гасіння пожеж. На кільцевому водопроводі встановлюють пожежні гідранти на відстані 50...100 м, для того щоб було можливо подавати воду до об'єкта гасіння не менш ніж з двох гідрантів [11,13, 14].

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

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

На проєктуємому міні-елеваторі передбачено один в'їзд на територію для автомобілів з шириною воріт не менше 4,5 м.

Пожежні гідранти розміщують уздовж автомобільних доріг на відстані 2,5 м від краю проїжджої частини, але не ближче від стін будівлі.

Підземні мережі зернопереробних підприємств, що будуються, прокладають поза проїжджою частиною автомобільних доріг. Вентиляційні шахти, входи і інші пристрої каналів і тунелів розміщуємо поза проїжджою частиною і в місцях, вільних від забудови.

Розміщення силових кабелів зв'язку над і під трубопроводами у вертикальній площині не допускається.

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

Впорядкування території підприємства передбачає озеленення території, яке дозволяє забезпечити захист будівель і споруд від пилу, вітру, створити необхідну

чистоту повітря. Озеленення виконане вздовж огорожі груповою посадкою дерев листових порід, стійких до впливу шкідливих речовин, які виділяє підприємство. Впорядкування території забезпечує рішення комплексу санітарно-гігієнічних, експлуатаційних і естетичних умов всього персоналу. Впорядковані площадки для відпочинку працюючих розташовують з повітряного боку по відношенню до будівель з виробництвами, які виділяють викиди в атмосферу. Розміри площадок приймають із розрахунку не більше 1 м^2 на одного працюючого в найбільш чисельній зміні [11,13, 14].

Про доцільність розміщення будівель і споруд на генеральному плані судять за його техніко-економічними показниками [25].

Економічність використання території показує коефіцієнт забудови K_3 (%) :

$$K_3 = (\sum f_i / F_o) \cdot 100 = 30,3\%, \quad (6.1)$$

де $\sum f_i$ – площа, займана всіма будівлями і спорудами, кв.м або га; F_o – загальна площа території, кв.м або га.

Допускається мінімальна щільність забудови 42-44 %.

У площу забудови входять і завантажо-розвантажувальні майданчики в автодорожніх приймально-відпускних спорудах. Відношення довжини території до її ширини не має бути більше трьох.

Визначають коефіцієнт озеленення $K_{оз}$ (%)

$$K_{оз} = (F_{оз} / F_3) \cdot 100 = 10 \%, \quad (6.2)$$

де $F_{оз}$ – площа організованих насаджень, кв.м або га;

F_3 – загальна площа території, кв.м або га.

Визначають коефіцієнт мощення K_m (%)

$$K_m = (F_m / F_3) \cdot 100 = 32 \%, \quad (6.3)$$

де F_m – площа мощення, кв.м або га;

F_3 – загальна площа території, кв.м або га.

На аркуші 7 графічної частини проекту представлений розроблений нами генеральний план міні-елеватора з експлікацією. Експлікація до генерального плану також наведено у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Експлікація до генерального плану

№ позиції	Назва будівлі, споруди
1	Пост охорони
2	Лабораторія, адміністрація, побутові приміщення
3	Вагова
4	Автомобільні ваги
5	Естакада для відбору проб
6	Майстерня
7	Трансформаторна
8	Зерносушарка
9	Досушительний бункер
10	Післясушительний бункер
11	Приймальний пристрій з а/т
12	Робоча башта елеватора
13	Підземна транспортна галерея
14	Силоси елеватора
15	Надсилосна галерея
16	Бункери для аспіраційних відносин
17	Відпускний бункер на а/т
18	Бункер для відходів
19	Склад ПММ
20	Компресорна
21	Водонапірна вежа
22	Артезіанська свердловина
23	Пожежне водоймще
24	Пожежний щит
25	Туалет дворовий
26	Норійні вежі

6.2 Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору

Згідно рекомендаціям СНиП П-М-2-72, а також СН 463-74 «виробничі споруди елеватора відносяться:

- за ознаками вогнестійкості основних будівельних конструкцій – другого ступеня;
- за ступенем капітальності робочої башти і приймального пристрою відносять до 1 класу (з підвищеними вимогами);
- по системах опалення – до неопалюваних;
- за умовами повітрообміну – з природною вентиляцією, кондиціонуванням

повітря.

Відповідно до будівельних норм і за принципом об'ємно-планувальної компоновки робочої башти елеватора відносять до другої групи і проєктують багатоповерховими з укрупненими сітками колон та уніфікованими висотами приміщень з використанням металевих збірних та залізобетонних уніфікованих елементів. Це пояснюється вертикальним розташуванням технологічного процесу, можливістю його зміни і перекомпоновки технологічного обладнання [26].

До основних виробничих споруд проєктуємого міні-елеватора, у яких відбуваються основні технологічні процеси, відносяться: металева робоча башта елеватора, металеві силоси для тривалого зберігання зерна, вузол приймання зерна з автотранспорту, станція відпуску зерна на автомобільний транспорт, зерносушильний агрегат з оперативними бункерами та додатковим транспортним обладнанням. Основними будівельними параметрами робочої башти прийнято прольоти,

сітка колон і висотні габарити, прив'язку елементів конструкцій до координатних осей, розміри вставок у місцях температурних швів і перепадів висот, ухили покрівель з різних матеріалів, виробничі навантаження і впливи на несучі конструкції.

Робоча башта – це споруда, в якій розміщено підйомно-транспортне (норії) і аспіраційне встаткування. Вона є сполучною ланкою між станціями приймання зерна з автомобільного транспорту, складом силосного типу, зерносушарним агрегатом і станцією навантаження зерна на автомобільний транспорт. З усіма перерахованими вище станціями робоча башта з'єднана галереями, естакадами й самопливами: з розвантажувальною станцією автомобільного транспорту робоча башта з'єднана транспортною галереєю; зі складом силосного типу – підземною підсилосною та повітряною надсилосною транспортерними галереями; подача зерна у відпускний накопичувальний бункер станції завантаження автомобілів здійснюється з-під головки норії по самопливній трубі. З післясушильних бункерів зерно у робочу башту на башмаки норій транспортується конвеєром.

Входи в робочу башту є із транспортної підсилої галереї, а також з боку станції приймання зерна з автотранспорту.

Виробничі споруди проєктуємого елеватора уявляють собою будівельну систему, що складається з несучих, огороджувальних конструкцій, що утворюють певні умови для виконання виробничих процесів. Проєктуєма робоча башта представляє собою багатоповерхову споруду, що має каркасну конструкцію, основні частини котрої є металеві колони, балки та перекриття зі сварних двутаврів. Будівля комплектується із збірних металевих елементів заводського виготовлення. Колони встановлюються на фундаменти анкерного типу, що забезпечують зниження тиску на одиницю площі основи, за рахунок застосування суцільної залізобетонної фундаментної плити. Фундамент норійної башти – монолітний залізобетон, він будується на відмітці нижчу за 0,000. Для гідро- ізоляції і уникнення потрапляння ґрунтових вод у виробничі приміщення встановлюється відмостка заввишки 250 мм.

Будівельні параметри норійної башти має 6х6х21,8 м (довжина х ширина х висота), головки основних норій знаходяться на даху будівлі. 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.

Вікна забезпечують освітлення у межах допустимих норм, а також під час вибуху знижують тиск на металеву конструкцію робочої башти елеватора.

Приймальний пристрій для прийому зерна з автотранспорту виконується в монолітному залізобетоні. Конструкція автоприйому передбачає пристрій навісу для захисту автомобіля із зерном від атмосферних опадів. Фундаменти стійок навісу виконуються монолітно з конструкцією автоприйому. Стійки навісу і покриття виконуються з прокатних профілів, покрівля – з панелей профільованого настилу. Для забезпечення міцності і стійкості конструкція пандуса автоприйому виконується в залізо-бетонному «кориті», стіни якого служать підпирними стінами, прий- мають навантаження від великовантажних автомобілів, які виїжджають на

конструкцію автоприйому для розвантаження зерна. «Корито» засипається щебенем по ухилу з подальшим влаштуванням по щебеню асфальтобетонного дорожнього покриття. Перекриття каналу, який перетинає проїжджу частину майданчика, виконуване в монолітному залізо-бетоні, також розраховане на навантаження від автомобілів. Силос металевий з плоским днищем на бетонній основі використовують для тривалого надійного зберігання кондиційного зерна і тимчасового зберігання пар- тій зерна. Циліндр силосу утворюється з металевих оцинкованих панелей, хвилястого профілю, збираних на болтових з'єднаннях з ущільнюючими прокладеннями. Тобто застосовуються спеціальні ущільнювачі для стиків листів: горизонтальне і подвійне вертикальне ущільнення з'єднань аркушів циліндричної частини. 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 з кутом нахилу 30 градусів, 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. Для зручності обслуговування силосу є внутрішні і зовнішні сходи, інспекційний люк на даху і сервісні двері.

Фундамент під металевий силос може бути виконаний у кількох варіантах. Здебільшого 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. Також можливі варіанти створення складної монолітної конструкції, яка об'єднує як сам фундамент, так і приміщення для розміщення систем керування, енергозабезпечення, виконавчих механізмів і бункерів для навантаження зерна в транспортні засоби. У цьому разі платформа, яка бере на себе тиск від зерна, являє собою монолітний майданчик, що є одним цілим із кільцевим фундаментом під стінки силосу. Залежно від типу ґрунту фундамент для силосу й елеватора може заливатися як на подушку, так і на попередньо встановлені палі [11].

Кріплення силосів здійснюється за допомогою анкерних болтів, які закладаються в бетон при влаштуванні платформ. У середині платформи виконується прохідний тунель (тобто підсилосна галерея), висотою 2,0 м в чистоті, з монолітним залізобетонним перекриттям, товщиною 300 мм. У тунелі встановлюються підсилосні конвеєри для розвантаження силосів. Дно каналу підсилосної галереї виконується з монолітного залізобетону.

Розділ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Умови та безпека праці, їх стан та поліпшення – самостійне і важливе завдання соціальної політики будь-якої сучасної промислово розвиненої держави. Щоб краще усвідомити, на якому рівні перебуває стан охорони праці в сучасній Україні, необхідно зважити на те, що 1991 року розпочалася не лише розбудова нової держави, а й те, що країна, опинившись у стані економічної кризи, водночас вирішувала (та ще й зараз продовжує вирішувати) завдання зміни соціального, економічного та державного устрою. Рівень безпеки будь-яких робіт у суспільному виробництві великою мірою залежить від рівня правового забезпечення цих питань, тобто від якості та повноти викладення відповідних вимог у законах та інших нормативно-правових актах. 1992 року вперше в Україні було ухвалено Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності та принципи державної політики у цій сфері, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в країні.

Заявивши про свій намір приєднатися до Європейського Союзу, Україна взяла на себе зобов'язання щодо приведення національного законодавства у відповідність до законодавства ЄС. Для цього прийнято нову редакцію Закону «Про охорону праці» та розроблено проект Закону «Про безпечність промислової продукції», розробляються нові нормативно-правові акти, триває робота щодо внесення змін до чинних нормативних актів за такими напрямками: загальні вимоги безпеки праці та захисту здоров'я працівників на робочих місцях, безпека машин, безпека електрообладнання, засоби індивідуального захисту, використання вибухових речовин, гірничі роботи, захист від шуму тощо

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.V.5.5			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Барда Т.О.			Розробка проекту міні-елеватора місткістю 5,3 тис.т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					95	10
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

7.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ)

Виробничі фактори залежно від наслідків, до яких може привести їх дія, прийнято підрозділяти на небезпечні та шкідливі [28-31].

Небезпечний виробничий фактор - фактор, вплив якого на працюючого у певних умовах приводить до травми або різкого погіршення здоров'я.

Шкідливий виробничий фактор - фактор, вплив якого на працюючого у певних умовах приводить до захворювання або зниження працездатності.

В залежності від рівня та тривалості впливу шкідливий фактор може стати небезпечним. За природою дії на організм людини небезпечні та шкідливі виробничі фактори підрозділяються на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

До фізичних небезпечних та шкідливих виробничих факторів відносяться фактори, що характеризують технологічний процес (рухомі машини та механізми, рухомі частини обладнання, вироби, заготовки та матеріали, що пересуваються, гострі кромки, заусениці; підвищена або знижена температура поверхонь обладнання або матеріалів; підвищене значення електричної напруги, підвищений рівень статичної електрики), та фактори, що характеризують повітря виробничих приміщень [28-31].

Хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори підрозділяються [28-31]:

- за характером впливу на людину на: токсичні (викликають отруєння організму), дратівні, сенсibiliзуючі (викликають алергію), канцерогенні (викликають злоякісні утворення), мутагенні (впливають на зміну спадковості), репродуктивні;

- за шляхом проникнення у організм людини: проникаючі через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкіру та слизові оболонки.

Біологічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори містять такі біологічні об'єкти: мікроорганізми (бактерії, віруси та ін.) та продукти їх життєдіяльності, макроорганізми.

Психофізіологічні - фізичні та нервово-психічні перевантаження.

Таблиця 7.1 – Фізичні небезпечні та шкідливі фактори

Фактор	Конкретні прояви (Джерела)	Нормативні вимоги
Рухомі частини	Рухливі машини і механізми, рухомі частини обладнання, вироби	Потребує огороження та блокування.
Запиленість Загазованість	Спостерігається у силосах, головках норій, сепараторі.	ГДК пилу у повітрі робочої зони - не більше 4,0 мг/м ³ (НАОП 8.1.00-1.01-88).
Температура повітря та поверхонь	Підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів чи повітря	Холодний чи перехідний період: Температура повітря 15–21°C (постійні робочі місця), 13–24 °C (поза постійних місць) (ГОСТ 12.1.005-88).
Шум	Утворюється на поверсі головок та башмаків норій, сепаратору.	85 дБа на робочих місцях, у робочих зонах (ГОСТ 12.1.003-83).
Вібрація	Сепаратори, норії	Допустимі параметри визначаються згідно з ДСН 3.3.6-039-99.
Вологість та рухомість повітря	Підвищена або знижена вологість, рухомість.	Відносна вологість: 75 % не більше. Швидкість руху повітря: 0,4 м/с не більше (ГОСТ 12.1.005-88).
Електромагнітні фактори	Підвищений рівень іонізуючих випромінювань, напруги в електромережі, статичної електрики, електромагнітних випромінювань.	Необхідність контролю.
Освітлення (недостатність)	Відсутність чи нестача світла, знижена контрастність, блискотіння, пульсація світлового потоку.	КПО при боковому освітленні: 1,5 % мінімум (СНИП 11-4-79). Норми електроосвітлення: 30 Лк (лампи розжарення), 75 Лк (газорозрядні) для головок норій, сепараторів.
Травмонебезпека	Гострі краї, шорсткість, задирки; розташування робочого місця на значній висоті.	Вимагає огороження, використання ЗІЗ та безпечної організації праці.

Таблиця 7.2 – Хімічні, біологічні та психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори

Категорія	Перелік факторів (згідно з текстом)	Класифікація дії на організм
Хімічні	Хімічні речовини.	Загальнотоксичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні, такі, що впливають на репродуктивну функцію.
Біологічні	Патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, гриби) та продукти їх життєдіяльності, а також макроорганізми (рослини та тварини).	Ці фактори можуть викликати у працівників інфекційні, алергічні та токсичні захворювання. Можуть мати загальнотоксичну чи подразнюючу дію при потраплянні в організм.
Психофізіологічні	Фізичні (статичні та динамічні) і нервово-психічні перевантаження розумове перенапруження, перенапруження органів чуття, монотонність праці, емоційні перевантаження).	Психологічна втома, зниження уваги, збільшення часу реакції, стрес, професійне вигорання. Монотонність (характерна для автоматизованих процесів, де потрібно лише стежити) призводить до нудьги та втрати пильності, що підвищує ризик аварій та помилок.

7.2 Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ

Заходи розділені на технічні, організаційні та індивідуальні. Заходи з виробничої санітарії поділяються на технічні та організаційні. Мета цих заходів запобігання дії шкідливих виробничих чинників [25-31].

Таблиця 7.3 – Заходи щодо усунення впливу на працюючих

Тип заходу	Конкретні заходи
Заходи з виробничої санітарії	
Інженерно-технічні	Герметизація устаткування. Аспірація устаткування (головки та башмаки норій, сепаратор А1-БЦС-100, конвеєри). Раціональна вентиляція (аспірація, аварійна вентиляція). Раціональне розміщення обладнання.

Організаційні	Механізація й автоматизація виробничих процесів. Графік прибирання пилу (2 рази на день). Раціональний режим праці і відпочинку.
Індивідуального захисту	ЗІЗ: респіратори, рукавиці, взуття, захисні костюми, каски.
Забезпечення нормованих значень шуму і вібрації	
Технічні	Використання фундаментів і віброізоляторів для віброактивного устаткування. Звукоізоляція (вентилятору аспірації). Віброзвукопоглинання (облицювання, звукопоглиначі). Ізоляція віброактивного устаткування від комунікацій. Використання глушників шуму.
Організаційні	Експлуатація устаткування відповідно до паспорта, своєчасні профілактичні роботи. Розміщення шумного устаткування в окремих приміщеннях. Дистанційне керування устаткуванням (силос, норії, сепаратор). Санітарно-профілактичні заходи (режим праці/відпочинку, медогляди).
Індивідуального захисту	ЗІЗ від шуму і вібрації: зовнішні/внутрішні антифони, протишумні каски, навушники, беруші.

Забезпечення нормованої освітленості

Тип освітлення: Проектом передбачене природне, штучне або суміщене освітлення.

Природне освітлення: Бічне (однобічне, двобічне); нормується КПО - 1,5 %. Віконні блоки з внутрішнім відкриттям стулок.

Штучне освітлення: Робоче (загальне), аварійне (5 % від робочого, але не менше 2 Лк), евакуаційне (від незалежної мережі), ремонтне.

Заходи з техніки безпеки (протидія травматизму) Захист від рухомих механізмів (конвеєри, норії)

Огородження: Усі рухомі частини конвеєрів огорожені.

Блокування: Огорожі зблоковані з приводом конвеєра (вимикання при знятті огорожі).

Аварійні вимикачі: Встановлені в головній і хвостовій частинах конвеєрів, а також аварійний дріт уздовж проходу.

Сигналізація: Двостороння запобіжна передпускова та світлова сигналізація.

Гвинтові конвеєри: Обладнуються блокуванням, яке вимикає конвеєр при відкритті кришки/люка.

Просторова організація:

Ширина проходів для обслуговування конвеєрів – не менше 0,75 м.

Між паралельними конвеєрами – 1,0 м.

При довжині конвеєрів понад 20 м – містки з поручнями

Таблиця 7.4 – Загальні технічні та організаційні заходи

Тип заходу	Конкретні заходи
Технічні	Розроблення та впровадження безпечного устаткування. Механізація та автоматизація. * Використання запобіжних пристосувань, автоматичних блокувальних засобів. Правильне розташування органів керування. Впровадження систем автоматичного регулювання, контролю.
Організаційні	Навчання, контроль та нагляд з охорони праці. Дотримання трудового законодавства. Проведення оглядів, лекційної та наочної агітації. Організація планово-попереджувального ремонту устаткування, технічних оглядів.

Таблиця 7.5 – Заходи з електробезпеки

Умова	Заходи, що необхідно виконувати
При роботах зі зняттям напруги	Вимкнення установки від джерела живлення. Механічне блокування приводів апаратів, зняття запобіжників (унеможливлення випадкової подачі напруги). Встановлення знаків безпеки та захисних огорож. Встановлення заземлення (заземлювальних ножів чи переносних заземлень). Огородження робочого місця та вивішування плакатів.
При роботах на струмовідних частинах під напругою	Виконання робіт не менш ніж двома працівниками за нарядом. Застосування електрозахисних засобів. Робота під постійним наглядом.

7.3 Заходи щодо пожежної безпеки

Пожежна небезпека зерносклади характеризується [11, 13, 28-31]:

- наявністю великої кількості горючих матеріалів – зерно в великих кількостях, зерновий пил, який виділяється у великих кількостях при очищенні, транспортуванні, завантаженні та розвантаженні зерна, горючі конструкції споруд, транспортерні стрічки та інше;
- наявністю джерел запалювання – електроприводи транспортерних стрічок, механізми з обертовими частинами;
- можливістю утворення вибухонебезпечної суміші всилосах, надсилосних та підсилосних поверхах;
- наявністю шляхів поширення пожежі – горючі будівельні конструкції, розгалужена мережа повітроводів, технологічних каналів;
- умовами, що ускладнюють гасіння пожежі – великі площі зерносклади, руйнування конструкцій і устаткування при вибуху.

Горючим середовищем в зерноскладах є зерно у великих кількостях, зерновий пил, конструкції будівель, транспортерні стрічки. Найбільшу небезпеку представляє зерновий пил, що виділяється у великих кількостях при очищенні, транспортуванні, завантаженні і вивантаженні зерна. Горючий пил, що знаходиться в завислому стані, характеризується такими показниками пожежовибухонебезпеки:

Зерновий пил - легкогорючий матеріал. У завислому стані вибухонебезпечний. Нижня межа вибуху пилу зернових елеваторів багато в чому залежить від обладнання, в якому вони накопичуються. Так, для пшеничного пилу, відібраних з аспіраційної системи - $C_{нмв}=12,6-30,2\text{г/м}^3$; з пилової камери - $C_{нмв}=22,7-68\text{ г/м}^3$; з устаткування - $C_{нмв}=35-170\text{г/м}^3$. Максимальний тиск вибуху для пшеничного елеваторного пилу $0,735\text{МПа}$, мінімальна енергія займання 50 МДж .

Для знищення шкідників зерна і знезараження зерносклади застосовуються такі ЛЗР, як сірковуглець, дихлоретан, суміш дихлоретану з хлорпікрином і зеленою олією. Сірковуглець CS_2 - одна з найбільш

пожежонебезпечних рідин, температура спалаху-43 °С, самозаймання+90°С; межа поширення полум'я 1 - 50%. Пара CS₂, змішана із зерновим пилом, при нагріванні лише до 100 °С вибухає. Сірковуглець отруйний, схильний до електризації. Дихлоретан C₂H₄Cl₂ має температуру спалаху 9°С, самозаймання 413°С. Температурні межі займання 8- 31 °С. Суміші дихлоретану з хлорпікриномі концентратом зеленої олії мають приблизно такі ж пожежонебезпечні властивості, що і дихлоретан.

Основними причинами й умовами поширення пожежі по виробничих приміщеннях і технологічних комунікаціях зерносховищ є: - наявність великої кількості горючих речовин і матеріалів; - відсутність вогнезатримуючих пристроїв на механічних комунікаціях;- розгалужена мережа повітропроводів, технологічних каналів сприяє швидкому поширенню пожежі; - руйнування конструкцій і устаткування при вибуху.

Потужні руйнівні вибухи, як правило, відбуваються в силосах, надсилосних і підсилосних поверхах. Наприклад, виходячи зі статистики вибухів на підприємствах збереження і переробки зерна вони в основному відбуваються: - у силосах (бункерах) – до 50%; - у виробничих приміщеннях – до 40%; - у системах аспірації – до 10%. Склади зерна, м'якої тари, елеватори за вибухопожежноюнебезпекою відносяться до категорії В. Разом з цим, вибухи зернових елеваторів іноді відбуваються і супроводжуються руйнацією силосів, галерей. Цехи і склади відходів і пилу, дільниця сортування і витріпування м'якої тари відносяться до категорії Б.

Інструктажі з пожежної безпеки поділяються на п'ять видів: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий. Вони проводяться для ознайомлення працівників з правилами пожежної безпеки, шляхами евакуації, а також для навчання діям у разі виникнення пожеж.

На елеваторах застосовується комплекс первинних та стаціонарних засобів пожежогасіння, оскільки ці об'єкти мають високий ризик вибухопожежної небезпеки через наявність великої кількості горючого пилу (зерно, цукор, крохмаль).

Таблиця 7.6 – Види інструктажів з пожежної безпеки [28-31]

Вид інструктажу	Хто проходить	Коли проводиться	Періодичність Умови проведення
Вступний	Усі новоприйняті працівники, відряджені особи, практиканти	До початку роботи	Одноразово, при прийомі на роботу
Первинний	Новоприйняті (на робочому місці), переведені до іншого підрозділу, практиканти	До початку самостійної роботи	Одноразово (на конкретному робочому місці)
Повторний	Усі працівники	На робочому місці	1 раз на 3 місяці (для робіт підвищеної небезпеки) або 1 раз на 6 місяців (для інших робіт)
Позаплановий	Працівники, яких стосуються зміни	При зміні обставин	При зміні технологій, порушеннях правил, тривалій перерві в роботі (понад 30 або 60 днів)
Цільовий	Працівники, залучені до конкретних робіт	Перед виконанням робіт	Перед проведенням вогневих робіт, ліквідацією аварій, екскурсіями

Основні засоби пожежогасіння, які повинні бути наявні та справні на елеваторі:

Первинні засоби пожежогасіння. Ці засоби призначені для ліквідації невеликих вогнищ загоряння на початковій стадії. Вони повинні бути розміщені у легкодоступних місцях, відповідно до норм належності.

Вогнегасники. Використовуються, як правило, порошкові (ВП), вуглекислотні (ВВК) або спеціалізовані пінні (ВПП) для гасіння твердих, рідких та газоподібних речовин, а також електрообладнання (якщо це дозволено типом вогнегасника).

Вода та пісок: Бочки з водою та пожежні відра. Ящики з піском (використовуються для локалізації розлитих горючих рідин або гасіння невеликих загорянь). Покривала з негорючого теплоізоляційного матеріалу

(кошма, протипожежне полотно). Пожежний інструмент: Совкові лопати, гаки, ломи, відра.

Стационарні та спеціалізовані системи. Ці системи використовуються для оперативного гасіння пожежі у великих об'ємах та на висоті, характерних для елеваторів (силоси, галереї, норійні вишки).

Внутрішній протипожежний водогін. Мережа трубопроводів із пожежними кранами, обладнаними рукавами та стовбурами. Це основний засіб подачі води на висоту та в приміщення.

Системи автоматичного пожежогасіння. Автоматичні системи водяного або пінного пожежогасіння (спринклерні або дренчерні) можуть встановлюватися в найбільш пожежонебезпечних приміщеннях (наприклад, у норійних вежах, приміщеннях з обладнанням).

Тонкорозпилена вода (змочувач): Вважається ефективним засобом гасіння пожеж у зернових складах та елеваторах, оскільки має високу охолоджуючу здатність і краще проникає у вогнище горіння.

Повітряно-механічна піна: Може застосовуватися для гасіння у великих об'ємах та для покриття горючих поверхонь.

Гасіння пожеж у силосах вимагає спеціальної тактики, яка включає подачу водяних стволів як з підсилосного, так і з надсилосного приміщень, а також захист з'єднувальних галерей.

Вибухорозрядні панелі. Хоча це, засіб запобігання руйнуванню, а не гасіння, вибухорозрядна панель може опційно комплектуватися вогнегасником, що допомагає запобігти поширенню вогню та вибухової хвилі.

Пожежна безпека на елеваторах значною мірою залежить не лише від наявності засобів гасіння, але й від організаційних заходів:

Наявність та справність систем дистанційного контролю температури зерна в силосах (для виявлення самозаймання).

Суворе дотримання графіків прибирання пилу у виробничих приміщеннях (для зниження ризику вибуху пилоповітряної суміші).

Облаштування блискавкозахисту на дахах.

Розділ 8. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА (НДЧ)

«Розробка та впровадження системи НАССР при прийманні та зберіганні ячменю»

8.1 Стан питання

Ячмінь разом із пшеницею, рисом і кукурудзою є однією з важливих світових зернових сільськогосподарських культур продовольчого і фуражного значення, що користується значним попитом на аграрному ринку. Поряд з цим інтерес вітчизняного агробізнесу до вирощування ячменю останніми роками дещо знизився, про що свідчить динаміка зменшення посівних площ під цією сільськогосподарською культурою.

Ячмінь є однією з найбільш відомих стародавніх зернових культур і першим окультуреним злаком близько 10 тис. років тому назад на Близькому Сході, що відіграв надзвичайно важливу роль у становленні і розвитку світового сільського господарства та загалом людської цивілізації.

Зерно ячменю зазвичай досить широко використовують передусім як для продовольчих і технічних, так і кормових цілей. Зокрема, ячмінь входить до групи найцінніших концентрованих кормів для тварин, оскільки містить повноцінний білок. Зокрема, 1 кг корму із зерна ячменю має у середньому 100–120 г перетравного білка, в якому міститься весь набір незамінних амінокислот, включаючи особливо цінні з них лізин, триптофан.

На продовольчі цілі ячмінь здебільшого використовують у пивоварній промисловості, а також при виробництві перлової і ячної круп.

На відміну від загальносвітових тенденцій зростання виробництва ячменю, інтерес вітчизняного агробізнесу до його вирощування дещо знизився, про що свідчить динаміка скорочення посівних площ під цією зерновою культурою.

Як відомо, ячмінь посівний (*Hordeum sativum* лат) - однорічна трав'яниста рослина. Може бути ярою та озимою. Вона поширена в Європі, Азії, Америці,

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.V.5.5			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 5,3 тис.т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Барда Т.О.						
Керівник		Соколовська О.Г.					105	27
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

Північній Африці. В Україні домінує виробництво ярого ячменю. Попри те, що ячмінь використовують на продовольчі, кормові та технічні цілі, він вважається цінною зернофуражною культурою. В 1 кг цього зерна міститься 1,2 к.од. і 100 г перетравного протеїну, а також понад 12% білка, близько 77% вуглеводів, майже 2% жиру, до 3% зольних елементів. Білок ячменю насичений амінокислотами, а за вмістом у ньому лізину і триптофану переважає решту злакових культур. Тому при збільшенні в раціонах ячмінної дерті чи висівок тварини швидко набирають масу і стають більш стійкими до несприятливих умов.

Ячмінь вирощують на зелений корм і сіно у сумішах з ярою викою, горохом, чиною, урожай яких досягає 250-300 ц/га. Солома ячменю використовується як грубий корм у тваринництві; 1 ц такого продукту прирівнюється до 36 к.од [32,33]. Ячмінь є важливою продовольчою культурою. Із зерна скловидного крупнозерного ячменю виробляють перлову та ячмінну крупу, яка містить 9-11% білка, 82-85% крохмалю, а також борошно, яке застосовують як домішку при хлібопеченні.

Ячмінь використовують для виробництва пива. Найбільш цінними в пивоварінні є сорти дворядного ячменю, що мають понижену плівчастість, а саме 8-10%, підвищений вміст крохмалю - не нижче 63-65% і понижений вміст білка - не більш як 9-10%. Проте для пивоваріння має значення не вміст, а якість білка. Якщо в ньому багато сірки, то негативний вплив на якість пива не спостерігається. [34].

Наразі товарний ячмінь має відповідати технічним умовам, відображеним у ДСТУ 3769-98. Саме цей документ розподіляє ячмінь залежно від критеріїв його якості на пивоварний (1 та 2 класи), продовольчий (1), технічний (2) та фуражний (3 клас). Менш ризикованим є виробництво та збут ярого ячменю, що відповідає вимогам 3 класу державного стандарту.

Більшу частину ячменю вирощують на корм для тварин та для приготування продуктів харчування для людей. У такому зерні більший вміст білку. Крім того, кормовий ячмінь може бути голозерним або вкритим

оболонкою. Деякі нові голозерні сорти відрізняються кращою засвоюваністю та більшим вмістом білку, що має особливе значення для годування свиней та птиці [32-35].

Зерно ячменю можна обробляти різними способами: розмелювання, виготовлення пластівців чи пелет для корму, тощо. Побічний продукт, що отримують в процесі пивоваріння (також відомий як «пивне зерно») також можна використовувати в якості корму. І нарешті, ячмінь можна використовувати як зелений корм для випасу худоби чи заготівлі сіна чи сінажу. Ячмінь є важливою продовольчою культурою. Із зерна скловидного крупнозерного дворядного ячменю виробляють перлову та ячмінну крупу, у складі якої міститься 9 – 11 % білка, 82 – 85 % крохмалю. До XVI століття, ячмінне борошно було основним інгредієнтом хлібобулочних виробів.

Попит на ячмінь є одним із найстабільніших у світі. Це досить поширена й універсальна сільськогосподарська культура, яку вирощують на всіх континентах планети. Світовий ринок ячменю є досить об'ємним завдяки його різноманітним застосуванням у харчових продуктах, напоях і кормах для тварин. Розуміння трендів і ринкової кон'юнктури має важливе значення для експорту ячменю на світовий ринок продовольства

Глобальний ринок ячменю в останні роки суттєво трансформується й очікує на значні зміни. Ячмінь, що є однією з провідних зернових культур, є не лише важливим харчовим продуктом, а й незамінною сировиною для різних галузей агропромислового комплексу. Підвищення попиту на ячмінь для виробництва кормів, крафтового пива та продуктів здорового харчування забезпечує значні обсяги виробництва. Крім того, в умовах стрімких глобальних змін на світових аграрних ринках ячмінь вирізняється своєю адаптивністю та широким спектром застосування, що робить його досить вагомим товарним активом у міжнародній торгівлі продовольством. Традиційно ця агрокультура також є досить посухостійкою для вирощування в умовах глобальної кліматичної кризи.

Основні чинники підвищення попиту на ячмінь зумовлено тим, що він є важливим інгредієнтом у раціоні худоби та птиці, а отже, це додатково сприяє популярності його вирощування серед фермерів в усьому світі. По-друге, підвищення попиту на ячмінь преміумкласу з боку крафтових пивоварів зміцнює його продажі. Особливо швидко підвищується попит на спеціальні сорти ячменю.

По-третє, ячмінь має багато корисних ознак для здоров'я та харчування. Насамперед продукти на основі ячменю, такі як цілісні зерна, борошно та пластівці, стають усе популярнішими завдяки їх поживним перевагам. Ця продовольча і кормова культура характеризується високою поживною цінністю, вмістом білка та клітковини, що робить зерно та продукти його переробки оптимальним вибором для тих, хто прагне здорового способу життя [32-36].

Крім того, ячмінь відіграє досить важливу роль у стійкому сільському господарстві. Його здатність рости на різних типах ґрунту й в несприятливих кліматичних умовах робить цю агрокультуру цінним попередником у сівозміні для фермерів по всьому світу як страхової сільськогосподарської культури.

Також в умовах кліматичної кризи та збільшення чисельності населення ячмінь демонструє свою значущість й адаптивність, сприяючи забезпеченню продовольчої безпеки та формуванню сталого розвитку сільського господарства. Ці чинники впливають на кон'юнктуру ринку ячменю, ціни та стимулюють його вирощування.

Однак останні п'ять років у світі фіксується зниження світового виробництва та споживання ячменю (табл. 8.1). Зокрема, у сезоні 2024/25 років обсяги виробництва ячменю становитимуть близько 142,470 млн тонн проти 161,502 млн тонн у 2020/21 маркетинговому періоді. Останніми роками спад його виробництва спостерігається майже в усіх основних країнах, де його вирощують, що пояснюється різними причинами.

Таблиця 8.1 — Світове виробництво і споживання ячменю, млн тонн

Світові ринки / МР	2020/21	2021/22	2022/23	2023/24	2024/25 оцінка в січні	2024/25 оцінка в лютому
ВИРОБНИЦТВО						
ЄС	54,235	52,065	51,829	47,813	50,400	50,400
РФ	20,629	17,505	21,500	20,500	16,250	16,250
АВСТРАЛІЯ	14,649	14,337	14,137	10,800	11,700	11,700
КАНАДА	10,741	6,984	9,987	8,905	8,144	8,144
ВЕЛИКА БРИТАНІЯ	8,117	6,961	7,385	6,963	7,200	7,200
ТУРЕЧЧИНА	8,100	4,500	7,400	8,000	7,000	7,000
УКРАЇНА	7,947	9,923	6,100	6,350	5,900	5,900
АРГЕНТИНА	4,035	5,300	4,695	5,100	4,900	5,100
КАЗАХСТАН	3,659	2,367	3,287	2,614	3,600	3,840
ІРАН	3,600	2,700	3,000	3,000	3,100	3,100
ЕФІОПІЯ	2,261	2,350	2,184	2,450	2,485	2,485
КИТАЙ	2,036	2,134	2,192	2,000	2,000	2,000
ІНДІЯ	1,720	1,656	1,371	1,913	1,699	1,699
ІРАК	1,850	0,360	0,235	0,200	1,400	1,400
АЛЖИР	1,213	0,950	1,400	1,025	1,200	1,200
ІНШІ	12,993	12,488	10,484	11,689	11,920	11,920
ПРОМІЖНІ ПІДСУМКИ	157,785	142,580	147,186	139,322	138,898	139,338
США	3,717	2,626	3,787	4,052	3,132	3,132
СВІТОВИЙ ПІДСУМОК	161,502	145,206	150,973	143,374	142,030	142,470
ЗАГАЛЬНЕ СПОЖИВАННЯ						
ЄС	48,250	45,450	46,700	43,300	45,950	46,150
РФ	14,400	14,300	16,700	14,700	14,100	14,100
КИТАЙ	12,600	11,600	11,000	16,400	12,700	12,700
ТУРЕЧЧИНА	9,000	7,400	8,700	7,300	8,000	8,000
КАНАДА	7,747	5,399	6,698	6,269	6,600	6,600
ВЕЛИКА БРИТАНІЯ	7,215	6,380	6,046	6,434	6,600	6,600
АВСТРАЛІЯ	6,500	6,000	6,000	5,800	5,900	5,900
ІРАН	6,900	4,700	5,300	4,300	4,300	4,300
УКРАЇНА	4,100	4,100	3,450	3,800	3,800	3,600
САУДІВСЬКА АРАВІЯ	7,025	4,225	4,325	2,025	2,625	2,625
ЕФІОПІЯ	2,325	2,375	2,200	2,500	2,450	2,450
МАРОККО	1,165	3,120	1,586	2,350	2,300	2,200
Казахстан	2,550	2,300	2,450	1,900	2,050	2,100
ІНДІЯ	1,900	1,700	1,600	1,880	1,950	1,950
АРГЕНТИНА	1,700	1,550	1,800	1,850	1,650	1,850
ІНШІ	24,671	21,530	20,365	19,689	21,943	22,087
ПРОМІЖНІ ПІДСУМКИ	158,174	144,521	145,093	138,872	142,704	142,682
США	3,860	3,532	3,628	3,962	3,484	3,485
СВІТОВИЙ ПІДСУМОК	162,034	148,053	148,721	142,834	146,188	146,167

Виробництво ячменю у світі знижується насамперед через зміни у кліматі й негативні погодні явища, такі як посухи, екстремальні температури та непередбачувані умови для вегетації, що досить негативно впливають на його врожайність. Другим чинником є скорочення посівних площ. У деяких регіонах світу фермери скорочують площі, відведені під ячмінь, на користь прибутковіших культур, таких як кукурудза та соя. Є також інші економічні чинники й причини. Останнім часом коливання цін на ячмінь і їх висока волатильність на світових біржах, а також збільшення витрат на виробництво зробили цю сільськогосподарську культуру менш привабливою. Сукупно ці чинники разом створюють досить складні умови для виробництва ячменю, що призводить до зниження його пропозиції на світовому рівні [36].

Разом із тим ячмінь має безліч різноманітних конкурентних переваг, що дозволяє зберігати його світовий попит на досить високому рівні, попри всі негаразди. Ячмінь використовують у різних галузях — харчовій промисловості, виробництві кормів для тварин і пивоваріння. У харчовій промисловості ячмінь шліфується для виробництва ячної або перлової круп, а потім проходить подальшу обробку для отримання крупи грубого помелу, пластівців і борошна. У пивоварінні ячмінь є головним інгредієнтом у процесі пивоваріння. Крім того, він містить вдвічі більше жирних кислот, ніж пшениця, що пояснює його на 10% вищу поживну калорійність. Ця агрокультура також містить більше клітковини, вітаміну Е, тіаміну, рибофлавіну та лізину, ніж пшениця, що робить його більш поживним. Незаперечною перевагою ячменю є його висока пристосовуваність до вирощування в складних умовах й адаптивність.

Світова торгівля ячменем має важливе значення для розвитку агробізнесу багатьох країн як експортерів, так й імпортерів. Існує кілька головних моментів. У світі ЄС є одним із найбільших експортерів ячменю, особливо виділяється Франція та Німеччина. Також Австралія є значним гравцем на світовому ринку ячменю, експортуючи значні обсяги в Азію та на Близький Схід (табл. 8.2). [36].

Таблиця 8.2 – Світова торгівля ячменем, млн тонн

Світові ринки / МР	2020/21	2021/22	2022/23	2023/24	2024/25 оцінка в січні	2024/25 оцінка в лютому
ЕКСПОРТ						
АВСТРАЛІЯ	8,007	8,233	7,084	7,909	6,200	6,200
ЄС	8,559	6,355	6,614	6,694	6,200	6,200
АРГЕНТИНА	2,458	3,765	2,908	2,843	3,400	3,300
РФ	5,691	3,100	5,400	5,800	2,600	2,600
УКРАЇНА	5,053	2,710	2,559	3,176	2,400	2,400
КАНАДА	3,520	1,973	2,899	2,470	2,100	2,100
КАЗАХСТАН	1,028	0,563	1,253	1,399	1,600	1,600
ВЕЛИКА БРИТАНІЯ	1,280	0,785	1,061	0,653	0,750	0,750
ТУРЕЧЧИНА	0,122	0,215	0,121	0,149	0,150	0,250
УРУГВАЙ	0,185	0,317	0,127	0,350	0,250	0,250
ІНШІ	1,120	0,403	0,311	0,348	0,339	0,339
ПРОМІЖНІ ПІДСУМКИ	37,023	28,419	30,337	31,791	25,989	25,989
США	0,349	0,068	0,057	0,152	0,100	0,125
СВІТОВИЙ ПІДСУМОК	37,372	28,487	30,394	31,943	26,089	26,114
ІМПОРТ						
КИТАЙ	12,049	8,282	8,582	15,898	9,500	9,500
САУДІВСЬКА АРАВІЯ	6,100	4,700	3,100	2,600	2,200	2,200
ІРАН	3,700	1,700	1,300	1,400	1,500	1,500
ЄС	1,150	1,237	2,157	1,625	1,400	1,400
ЯПОНІЯ	1,132	1,184	1,228	1,203	1,200	1,200
БРАЗИЛІЯ	0,398	0,734	0,652	0,759	0,825	0,825
ЙОРДАНІЯ	0,484	1,166	1,261	0,847	0,800	0,800
МАРОККО	0,456	0,760	0,734	1,462	0,850	0,750
ТУНІС	1,008	0,845	0,766	0,701	0,750	0,750
АЛЖИР	0,778	0,688	0,180	0,900	0,600	0,600
ЛІВІЯ	1,043	0,535	0,750	0,450	0,600	0,600
МЕКСИКА	0,499	0,363	0,544	0,471	0,500	0,500
В'ЄТНАМ	0,747	0,553	0,622	0,297	0,500	0,500
КАТАР	0,358	0,292	0,394	0,155	0,450	0,450
КОЛУМБІЯ	0,336	0,333	0,353	0,329	0,350	0,350
КУВЕЙТ	0,507	0,551	0,410	0,300	0,300	0,300
ОБ'ЄДНАНІ АРАБСЬКІ ЕМІРАТИ	0,453	0,337	0,260	0,320	0,300	0,300
ІРАК	0,351	0,141	0,059	0,150	0,100	0,250
ІНДІЯ	0,014	0,101	0,253	0,100	0,200	0,200
ІЗРАЇЛЬ	0,463	0,317	0,260	0,200	0,200	0,200
ІНШІ	4,555	4,013	4,620	2,098	2,001	1,950
ПРОМІЖНІ ПІДСУМКИ	36,581	28,832	28,485	32,265	25,126	25,125
США	0,137	0,458	0,458	0,214	0,300	0,250
СВІТОВИЙ ПІДСУМОК	37,372	28,487	30,394	31,943	26,089	26,114

Протягом багатьох років суттєво нарощує імпорт ячменю Китай, який за прогнозними оцінками 2024/25 маркетингового сезону придбає його близько 9,5 млн тонн. Дещо менше становить імпорт ячменю в Саудівську Аравію, що становитиме 2,2 млн тонн. Найбільшим світовим імпортером після Ірану є також Японія, що загалом заковує 1,2 млн тонн ячменю для виробництва кормів і власної індустрії пивоваріння.

Вимоги до імпорту ячменю, про які варто знати, варіюються залежно від країни чи співтовариства країн. Однак загалом ці вимоги містять кілька головних і спільних аспектів. По-перше, імпортований ячмінь повинен обов'язково відповідати певним стандартам якості, зокрема вологості, вмісту домішок і пошкоджених зерен. По-друге, ячмінь має бути вільним від шкідників і хвороб і проходити фітосанітарний контроль. Крім того, зерно ячменю, яке спрямовується на експорт, має додатково супроводжуватись відповідними сертифікатами, що підтверджують його якість і безпеку. Зокрема, це фітосанітарні сертифікати й сертифікати походження зерна. На імпорт ячменю можуть накладатися мита та податки, що варіюється залежно від торгових угод і політики країни світу. Також важливо, щоб ячмінь був упакований і маркований відповідно до вимог країни-імпортерки із зазначенням повної інформації про виробника, країну походження, дату виробництва й термін придатності. Ці загальні міжнародні вимоги допомагають забезпечити якість і безпеку імпортованого ячменю, а також захистити місцеве сільське господарство від шкідників та хвороб.

У підсумку варто вказати, що глобальна торгівля ячменем є важливим аспектом розвитку світової економіки, забезпечуючи продовольчу безпеку та підтримуючи різні галузі харчової промисловості. Серед чинників, що окремо впливають на світову торгівлю ячменем, можна виділити сільськогосподарську політику. Аграрна політика окремих держав щодо субсидій, тарифів і квот може суттєво впливати на світову торгівлю ячменем, а отже, і на ціни, ринки збуту, витрати й ефективність його вирощування. Другим чинником є якість урожаю.

Якість і кількість урожаю ячменю у провідних країнах — його експортерах безпосередньо впливає на обсяги торгівлі, доступ на ринки та ціну. Третє визначальне значення має логістика, яка відіграє у сучасному світі дуже важливу роль у забезпеченні стабільного надходження ячменю на міжнародні ринки продовольства в рамках розвитку глобальних ланцюгів

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

Метою роботи є аналіз процедур, заснованих на принципах системи НАССР, для визначення небезпек та їхнього запобігання при післязбиральній доробці та зберіганні ячменю на зерновому елеваторі.

Для досягнення поставленої мети виконувалися наступні завдання:

- 1) надати характеристику продукту – зерна ячменю – відповідно до чинної нормативної документації;
- 2) проаналізувати технологічну схему післязбиральної доробки зерна ячменю, визначити етапи технологічного процесу, на яких можливе виникнення дефектів і здійснення фальсифікації, запропонувати способи їх попередження;
- 3) ознайомитися з технохімічним контролем процесів доробки та зберігання ячменю на зерновому елеваторі;
- 4) провести ідентифікацію та аналіз потенційно небезпечних чинників технології, розробити план НАССР виробничого процесу;
- 5) ознайомитися з організацією заходів щодо охорони праці та навколишнього середовища на виробництві.

Об'єкт дослідження: технологія післязбиральної доробки та зберігання зерна ячменю.

Предмет дослідження: зерно ячменю, принципи системи НАССР, показники якості та безпечності.

Етапи та методи

Аналіз якості та безпечності сировини:

Контроль сировини під час приймання партії ячменю (вхідний контроль) на відповідність фізичних, технологічних та безпекових показників встановленим стандартам (наприклад, ДСТУ 3769:2019).

Розмежування та аналіз державного контролю (сфокусований на безпечності зерна, здійснюється Держпродспоживслужбою) та внутрішньогосподарського контролю (відповідальність виробника/покупця, фокусується на якості).

Оцінка якості за чотирма групами показників: фізичні (вологість, натура, маса 1000 зерен, домішки); технологічні (крупність, дрібні зерна); біохімічні (вміст білка, здатність до проростання); та безпечність (токсичні елементи, мікотоксини, пестициди, радіонукліди).

Ідентифікація та аналіз небезпечних чинників (НАССР):

Виявлення потенційних небезпечних чинників біологічного, хімічного та фізичного походження на різних етапах технологічного ланцюга (від збирання до зберігання).

Визначення Критичних Точок Контролю (КТК) та встановлення граничних значень для усунення або мінімізації небезпечних чинників.

Розробка Плану: Розробка Плану НАССР та Операційних програм-передумов (ОПП) для керування виявленими небезпеками та контролю на КТК.

8.3 Результати досліджень

Контроль сировини відбувається під час приймання партії ячменю на елеватор або завод. Мета — підтвердити відповідність фізичних, технологічних та безпекових показників встановленим стандартам (наприклад, ДСТУ 3769:2019).

Якість зерна контролюють як в процесі післязбиральної обробки, так і на стадії зберігання. У першому випадку застосовують внутрішньогосподарський контроль якості, на стадії зберігання – державний контроль готової продукції.

Зерно продовольчо–кормове і технічне контролюють за показниками, встановленими ДСТУ.

Державний контроль – це діяльність уповноважених органів державного нагляду, що передбачає визначення сортових і посівних якостей насіння шляхом використання єдиних методів та лабораторно-технічних засобів, єдиної термінології і нормативної документації. Державний контроль якості зерна в Україні здійснюється відповідно до законодавства, спрямованого на забезпечення безпеки харчових продуктів, захисту прав споживачів та виконання міжнародних зобов'язань.

Головну роль у державному контролі якості та безпечності зерна виконують такі органи:

Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів (Держпродспоживслужба). Це основний контролюючий орган, який здійснює державний нагляд за дотриманням санітарного законодавства, ветеринарно-санітарних норм та вимог щодо безпечності харчових продуктів (зокрема, зерна).

Контролює показники безпечності (мікотоксини, важкі метали, пестициди, радіонукліди) на всіх етапах обігу зерна.

Міністерство аграрної політики та продовольства України (Мінагрополітики). Формує державну політику у сфері якості зерна та зернового ринку.

Державні лабораторії та органи сертифікації:

Проводять незалежну лабораторну експертизу зразків зерна відповідно до вимог ДСТУ (Державні стандарти України).

Ключові Нормативні Документи:

Закон України «Про зерно та ринок зерна України».

Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів».

ДСТУ (ДСТУ 3769:2019 «Ячмінь. Технічні умови»): Встановлюють вимоги до якісних показників (вологість, натура, домішки, білок, проростання).

Санітарні норми та правила: Регламентують максимально допустимі рівні (МДР) шкідливих речовин.

Державний контроль якості та безпечності зерна здійснюється на кількох ключових етапах:

1. Контроль при вирощуванні та збиранні

Контроль застосування пестицидів: Перевірка дотримання регламентів використання хімічних засобів захисту рослин (ЗЗР), щоб уникнути перевищення МДР їх залишків у зерні.

Радіаційний контроль: Проводиться в районах, де є ризик радіаційного забруднення.

2. Контроль при прийманні та зберіганні (Елеватори)

Вхідний контроль: Зерно має супроводжуватися документами, що підтверджують його якість та безпечність.

Лабораторний контроль: Держпродспоживслужба може проводити вибіркові перевірки якості зерна на елеваторах (вологість, зараженість шкідниками) та його безпечності (мікотоксини, пестициди).

Сертифікація: Для партій, призначених на експорт, обов'язковим є отримання Міжнародного сертифіката якості, що підтверджує відповідність міжнародним вимогам.

3. Контроль при реалізації та експорті

Ветеринарно-санітарний контроль: Зерно, призначене на експорт або для внутрішнього споживання, проходить перевірку на відсутність карантинних шкідників та хвороб. Фітосанітарний контроль: Орган Держпродспоживслужби видає фітосанітарний сертифікат, який підтверджує, що партія зерна не містить карантинних об'єктів (шкідників, хвороб) і є придатною для відправки до іншої країни.

Таким чином, державний контроль сфокусований насамперед на безпечності зерна, забезпечуючи, що воно не є небезпечним для споживання, тоді як контроль якості є переважно відповідальністю виробника та покупця, що регулюється договірними відносинами та стандартами ДСТУ.

Внутрішньогосподарський контроль – це діяльність спеціалістів господарств (підприємств) на різних ланках виробництва зернової продукції, в процесі його вирощування, збирання, обробки та зберігання. У зв'язку з чим контроль може бути вхідним (на стадіях вирощування, дозрівання та збирання зерна), технологічним (у процесі обробки), систематичним (на стадії зберігання зерна).

Таблиця 8.3 – Державний контроль якості зерна

Аспект контролю	Що контролюється	Хто контролює	Наслідки невідповідності
Якість	Фізичні та технологічні показники (вологість, натура, білок, крупність).	Власник зерна (акредитовані лабораторії).	Зниження ціни, зміна класу зерна, неможливість використання для певних цілей (наприклад, пивоваріння).
Безпечність	Вміст токсичних елементів, мікотоксинів, радіонуклідів, пестицидів.	Держпродспоживслужба (державний контроль).	Заборона реалізації, конфіскація або знищення партії, штрафи, кримінальна відповідальність (у разі фальсифікації).

До якості зерна ячменю, залежно від його призначення, висувають різні вимоги. У зерні, яке використовують для продовольчих цілей і виготовлення солоду у спиртовому виробництві, нормовані натура і вміст дрібних зерен. Такі показники, як здатність до проростання та життєздатність, для ячменю, що призначений для виготовлення солоду в спиртовому виробництві, повинні бути не нижчими від 92% (в стандарті наведено норми за здатністю до проростання і життєздатністю тільки для зерна, поставленого не раніше як за 45 діб після його збирання).

Ячмінь поділяють на класи залежно від його використання відповідно до вимог зазначених у таблиці 8.4 згідно з ДСТУ [38]. Стан зерна ячменю, запах та інші показники визначають у кожній партії. Якість зерна ячменю оцінюється за чотирма основними групами показників, які комплексно характеризують його придатність для зберігання та подальшого використання.

Таблиця 8.4 – Вимоги до зерна ячменю (ДСТУ 3769:2019 «Ячмінь. Технічні умови»)

Показники	Вимоги до зерна ячменя, який використовують				
	Для про- дольчих цілей	Для виробництва солоду в спиртовому виробництві	Для кормових цілей	Для пивоваріння	
	1 клас	2 клас	3 клас	1 клас	2 клас
Колір	Жовтий з різними відтінками	Властивий здоровому зерну. Допускаються зерна	потемнілі	Світло-жовтий або жовтий	Світло-жовтий, жовтий
Вологість, %, не більше ніж	14,5	15,5	15,5	14,5	15,0
Натура, г/л, не менше ніж	600	570	Не обмеж	Не обмежується	
Маса 1000 зерен, г, не менш ніж	Не обмежується			40,0	38,0
Масова частка білка, %, не більше ніж	Не обмежується			11,0	11,5
Сміттева домішка, %, не більше ніж	2,0	3,0	5,0	1,0	2,0
Зернова домішка, %, не більше ніж	7,0	3,0	15,0	2,0	5,0
Дрібні зерна, %, не більше ніж	5,0	5,0	Не обмеж	5,0	7,0
Крупність, %, не менше ніж	Не регламентується			85,0	70,0
Здатність до проростання, % не менше ніж (для зерна постачаємого не раніше, ніж через 45 днів після збирання)	Не регламентується	92,0	Не регламентується	95,0	92,0
Життєздатність, %, не менше ніж	Не регламентується	92,0	Не регламентується	95,0	95,0
Зараженість шкідниками	Не допускається, окрім зараженості кліщем не вище за I ступень				

Контроль технологічного процесу. Під час зберігання контролюють температуру, вологість, ураженість шкідниками і хворобами, колір, запах, чистоту зерна. У партіях ячменю для пивоваріння визначають також схожість і життєздатність зерна.

Вологість – це показник, який характеризує стан зерна і насіння. Контроль за вологістю насіння, що зберігається насипом, здійснюють не рідше двох разів на місяць, а також після кожного його переміщення та обробки.

Особливо ретельно спостерігають за вологістю некласного насіння. Вологість визначають у зразках, які відбирають з кожної засіки або секції, в силосах – у верхньому шарі насипу на глибині до 3 м [36-38].

Схема контролю технологічних операцій наведена у табл. 8.5:

Таблиця 8.5 – Етапи та показники технологічного контролю якості ячменю

Етап технологічного процесу	Місце контролю	Основні показники якості, що перевіряються
Приймання (під час збирання/надходження на елеватор)	Виробнича лабораторія, приймальний пункт	Обов'язкові: Вологість, натура (маса 1 л зерна), сміттева домішка, зернова домішка, зараженість шкідниками.
Первинна обробка (очищення, сушіння)	Виробничий цех (потоківий контроль)	Вологість (після сушіння), рівень домішок (після очищення), температура зерна.
Зберігання	Зерносховища, силос (періодичний контроль)	Вологість, температура, запах, колір, наявність шкідників, життєздатність (для насінневого ячменю).
Відвантаження/Переробка	Пункт відвантаження, вхідний контроль переробного підприємства	Відповідність усім показникам якості, зазначеним у контракті або вимогам подальшого використання (наприклад, вміст білка, крупність, здатність до проростання для пивоварного ячменю).

За показниками безпеки ячмінь повинен відповідати вимогам, зазначеним у табл. 8.6

Таблиця 8.6 – Показники безпеки ячменя [39]

Група показників	Назва показника	Одиниця виміру	Нормативне значення (максимально допустимий рівень - МДР)
Токсичні елементи	Свинець (Pb)	мг/кг	Не більше 0,5
	Кадмій (Cd)	мг/кг	Не більше 0,1
	Ртуть (Hg)	мг/кг	Не більше 0,05
	Арсен (As)	мг/кг	Не більше 0,2
Мікотоксини	Афлатоксин B_1	мг/кг	Не більше 0,005
	Дезоксініваленол (ДОН)	мг/кг	Не більше 1,0 (для продовольчого) / 1,25 (для пивоварного)
	Т-2 токсин	мг/кг	Не більше 0,1
	ЗЕА (Зеараленон)	мг/кг	Не більше 0,1
Радіонукліди	Цезій-137 (^{137}Cs)	Бк/кг	Не більше 40 (для продовольчого)
	Стронцій-90 (^{90}Sr)	Бк/кг	Не більше 20 (для продовольчого)
Пестициди	Гексахлорциклогексан (α , β , γ -ізомери)	мг/кг	Не більше 0,05
	ДДТ та його метаболіти	мг/кг	Не більше 0,02
	Залишкова кількість інших пестицидів	мг/кг	Згідно з чинними гігієнічними нормативами
Зараженість шкідниками	Зараженість кліщами	ступінь	Не вище I ступеня
	Живі шкідники	-	Не допускаються

Показники безпеки є обов'язковими для всіх видів використання ячменю (продовольчий, пивоварний, кормовий) і встановлюються державними стандартами та санітарними нормами (наприклад, ДСТУ 3769:2019 або санітарні норми України). Вони обмежують вміст шкідливих речовин, які можуть становити небезпеку для здоров'я людини чи тварин.

Токсичні елементи: Важкі метали, які можуть накопичуватися в зерні з ґрунту або внаслідок промислових викидів. Їх вміст суворо лімітується.

Мікотоксини: Токсичні сполуки, що виробляються пліснявими грибами (наприклад, *Fusarium*, *Aspergillus*). Вони є небезпечними для здоров'я і часто

виникають при зберіганні зерна з підвищеною вологістю або внаслідок ураження рослин у полі.

Радіонукліди: Речовини, що виділяють радіацію. Їхній вміст контролюється, особливо для зерна, що вирощується на забруднених територіях.

Пестициди: Залишкові кількості хімічних засобів захисту рослин. Обмежуються, щоб уникнути шкоди для споживача.

Усі партії ячменю, що реалізуються для споживання людиною чи тваринами, повинні відповідати цим показникам безпеки.

Інформація щодо методів контролю показників якості та безпеки зерна

Контроль якості та безпеки зерна – це комплекс лабораторних та експрес-методів, спрямованих на підтвердження відповідності зерна державним стандартам (ДСТУ) та санітарним нормам.

Методи контролю поділяються на арбітражні (референтні), які є найбільш точними, але тривалими, та експрес-методи, які забезпечують швидкий, але менш точний результат для оперативного контролю на елеваторах.

В лабораторії контролюють показники якості та безпеки готової продукції, користуючись загальноприйнятими та стандартизованими методами. Сутність методів контролювання наведена в табл. 8.7

Таблиця 8.7 – Методи контролю показників якості та безпеки

Категорія показника	Назва показника	Метод контролю	Основний ДСТУ
Фізичні	Відбір проб	Ручний або механічний (пробовідбірниками)	ДСТУ ISO 24333 (Зернові та продукти їх переробки. Відбирання проб)
	Вологість	Термогравіметричний (сушильна шафа)	ДСТУ 4111-2002 (Визначення вологості)
	Натура	Зважування у літровій пурці	ДСТУ 4117:2007 (Зерно і продукти його переробки. Визначення натури)
	Домішки	Ручний розбір проби, просіювання	ДСТУ 4608:2006 (Визначення смітної та зернової домішок)
	Маса 1000 зерен	Підрахунок, зважування	ДСТУ ISO 520:2008 (Визначення маси 1000 зерен)

Технологічні	Крупність Вирівняність	Просіювання на лабораторних ситах	ДСТУ 3769:2019 (Ячмінь. Технічні умови, для пивоварного)
Біохімічні	Вміст білка (протеїну)	Метод К'ельдаля (референтний)	ДСТУ ISO 20483 (Визначення вмісту азоту/протеїну)
	Здатність до проростання	Лабораторне пророщування	ДСТУ ISO 8468 (Солод. Визначення життєздатності та здатності до проростання)
Органолептичні	Запах, Колір	Оцінка фахівцем за органами чуття	ДСТУ 3769:2019 (Ячмінь. Технічні умови)
Безпечність	Мікотоксини (ДОН, Зеараленон)	Імуноферментний аналіз (ІФА) або ВЕРХ	ДСТУ ISO 14757 (Визначення мікотоксинів)
	Токсичні елементи	Атомно-абсорбційна спектрометрія (ААС)	ДСТУ ISO 22031 (Визначення токсичних елементів)
	Радіонукліди	Гамма-спектрометрія	ДСП 6.6.1-6.5.001-03 (Державні санітарні правила, що регламентують норми)

Аналіз потенційних небезпечних чинників технології післязби- ральної дробки та зберігання зерна

Отримання безпечної харчової продукції забезпечується впроваджен- ням та дотриманням процедур, заснованих на принципах НАССР (англ. Hazard Analysis and Critical Control Points – Система аналізу небезпек і конт- ролю (регулювання) в критичних точках).

Вимоги до системи НАССР визначено у міжнародному кодексі САС/РСР 1-1969, який створено Продовольчою та сільськогосподарською організацією (FAO) та Всесвітньою організацією охорони здоров'я (WHO) та видано Комісією Кодекс Аліментаріус (Commission Codex Alimentarius). З 1 липня 2003 р. в Україні введено державний стандарт ДСТУ 4161-2003 «Системи управління безпекою харчових продуктів», який базується на концепції НАССР [37,38].

Система НАССР ґрунтується на належній виробничій практиці (GMP) і належній гігієнічній практиці (GHP), стандартних санітарних робочих процедурах та розроблена для того, щоб харчові продукти вироблялися,

перероблялися, упаковувалися та зберігалися в санітарних умовах для запобігання їх контамінації, що буде гарантувати безпечність харчового продукту на всьому харчовому ланцюзі. Постійно діючі процедури, розроблені згідно з принципами системи, спрямовані на виявлення та усунення або зведення до мінімуму небезпек, що загрожують випуску доброякісної продукції [37].

Згідно з нормативними документами, для досягнення виконання вимог Системи і налагодження випуску безпечної продукції, виробник повинен виконувати наступний алгоритм:

Аналіз небезпечних чинників – перший принцип НАССР – ідентифікація потенційних небезпечних чинників, пов'язаних з виробництвом продукції рослинництва (починаючи з показників якості зерна після збирання і закінчуючи якістю і безпечністю продукції після доробки і зберігання).

Детальний опис продукту є ідентифікацією можливих небезпек і ризиків, які можуть перебувати в інгредієнтах або додаткових матеріалах.

Визначення критичних точок контролю (КТК) – другий принцип НАССР – виявлення явищ або технологічних операцій, які треба контролювати для усунення небезпечних чинників або мінімізації ймовірності їхнього виникнення.

Встановлення граничних значень – третій принцип НАССР – визначення граничних значень, яких мають дотримуватися для забезпечення контролю в КТК.

Встановлення системи моніторингу для КТК – четвертий принцип НАССР – проведення моніторингових спостережень параметрів КТК відповідно до встановленого плану-графіку.

Здійснення коригувальних дій для тих випадків, коли результати моніторингу свідчать про втрату контролю в КТК – п'ятий принцип НАССР.

Здійснення процедури перевірки (аудиту) для підтвердження ефективності функціонування системи НАССР – шостий принцип НАССР.

Встановлення процедур ведення записів – сьомий принцип НАССР. Останній етап розробки НАССР-плану передбачає створення документації, яка підтверджує виконання всіх попередніх кроків.

Результати досліджень свідчать про те, що в зерновій продукції можуть бути виявлені майже всі сполуки та шкідливі субстанції, що містяться у воді, повітрі, ґрунті в результаті застосування агрохімікатів, здійснення технологічних процесів вирощування та обробки рослин. Джерелом первинного забруднення зерна найчастіше стає вода та природні добрива. В процесі одержання, переробки і зберігання відбувається вторинне забруднення.

В процесі післязбиральної доробки та зберігання зерна контрольні заходи, що застосовуються виробниками повинні бути спрямовані на усунення, попередження або зменшення до прийняттого рівня небезпечних чинників, що загрожують безпеці готової продукції, наприклад шляхом попередження вторинного забруднення або перехресного забруднення в процесі переробки, стримування розвитку мікрофлори і продукування патогенною мікрофлорою токсинів тощо [39, 40].

Зерновим масам можуть загрожувати небезпечні чинники біологічного, хімічного та фізичного походження. Їхнім джерелом може бути сировина, або вони можуть виникати на певних етапах технологічної обробки, що застосовується для виробництва кінцевого продукту, а також залежать від стану обладнання, персоналу.

До фізичних ризиків відноситься мінеральні домішки, потрапляння сторонніх предметів в зерно. З фізичних небезпек являють собою металодошки та сміттєва домішка, яка може містити насіння отруйних рослин. Це можна виявити на етапі приймання. Щоб запобігти цим ризикам, потрібний ретельний вхідний контроль сировини, необхідно стежити за обладнанням – перевіряти решітки в завальних ямах, сита, за якими проходить відсів каменів і скла, тощо.

Причинами виникнення хімічних ризиків може бути неправильне застосування засобів захисту рослин і довілля, з якого в зерно потрапляють

радіонукліди, важкі метали тощо. Щоб запобігти цим ризикам, також необхідно простежувати ланцюжок виробництва зерна на етапі вхідного контролю. Крім того, хімічні ризики можуть виникнути, наприклад, при сушінні зерна.



Рисунок 8.1 – Схема технологічного процесу

До біологічних ризиків відносяться: шкідники хлібних запасів (клопи-черепашки, довгоносики та інші); плісняви. Причинами їх виникнення є використання зараженого насіннєвого матеріалу та заражені поля для вирощування [40]. Мікробіологічні ризики можуть з'явитися при недотриманні гігієнічних вимог на підприємстві (зачистка стін, стель, цілісність даху, вікна, двері, підлоги, від персоналу, який не дотримується гігієнічних вимог: брудні робочий одяг, руки, взуття; порізи, інфекційні захворювання, і т.д.), при неправильній сушці або неправильному зберіганні зерна (утворення конденсату, ігнорування температурного режиму і вологості).

Фітопатогенні мікроорганізми викликають хвороби зерна – мікози (сажка, ріжки, фузаріози та ін.). Мікроскопічні гриби виробляють токсини, які спричиняють забруднення харчових продуктів і не завжди руйнуються під час температурної обробки. Крім цього, вони можуть спричинити самозігрівання та втрату здатності зерна до проростання. Причиною зростання грибів, характерних для процесу зберігання, є вміст вологи в зернових понад 14,5% [29]. Отже, регулювання вмісту вологи в зерні є контрольним заходом для цього небезпечного фактора.

Мікробіологічний небезпечний чинник є найсерйознішою загрозою безпечності зерна та продуктів його переробки. Навіть при середній ймовірності виникнення, ступінь ризику для цього чинника високий. Тому він віднесений до суттєвих чинників.

Розвиток патогенної мікрофлори має наслідком продукування небезпечних для здоров'я людини мікотоксинів, які можуть викликати отруєння, і які не руйнуються навіть при тривалій тепловій обробці. Разом із забруднювачами хімічної природи з оточуючого середовища мікотоксини становлять хімічний небезпечний чинник при зберіганні зерна.

У зв'язку з виявленими небезпечними чинниками до технологічних операцій, які будуть контрольними точками керування післязбиральної обробки

та зберігання зерна ячменю, віднесли: приймання зерна ячменю, очищення та зберігання зерна.

Оцінювання суттєвості ризику проводили згідно до шкали, за якою ризик може бути високим, середнім, низьким. Якщо розраховане значення для небезпечного чинника виходило не менше 0,6, то цей фактор вважався значимим.

Дії чи комплекс дій, які можуть бути застосовані для запобігання чи усунення небезпечного чинника, або зменшення його до прийнятого рівня називаються заходами керування. При складанні плану НАССР визначають, чи є окремий технологічний етап контрольною точкою керування (КТК).

Розподіл критичних точок за операціями на елеваторі визначають, виходячи з ступеня ризику небезпечного чинника, шляхом використання «дерева прийняття рішень» (табл. 8.8)

Приймання зерна, попереднє визначення якості зерна для формування однорідних партій. При надходженні зерна до елеватора виникають біологічні, хімічні та фізичні небезпечні чинники (НЧ). За вмістом небезпечних хімічних речовин, який не можна зменшити на наступних стадіях, хімічний чинник визначає віднесення цієї операції до КТК (табл. 8.9)

Очищення. Наявність фізичних НЧ на цьому етапі зумовлена неналежним виконанням попереднього очищення. При високому ступені ризику можливе повторення цього процесу. На цьому етапі процес очищення виконує роль ОПП (табл. 8.10).

Накопичення у силосних ємностях – довгострокове зберігання. Причинами виникнення хімічного НЧ є неналежне виконання попередніх стадій з ймовірністю розвитку фітопатогенів. Біологічні небезпечні чинники також виникають у зв'язку з зберіганням зерна в забруднених силосах. Ступінь ризику – суттєвий, операція вирішальна для формування показників якості кінцевого продукту, тому цей етап віднесено до КТК.

Висновки дослідження стосуються ідентифікації найбільш суттєвих загроз безпечності зерна ячменю під час післязбиральної доробки та зберігання, а також визначення методів управління ними в рамках системи НАССР.

Найсерйозніша загроза: Мікробіологічний небезпечний чинник (особливо плісняві гриби та мікотоксини) є найсерйознішою загрозою безпечності зерна, оскільки має високий ступінь ризику. Головною причиною зростання грибів є вміст вологи понад 14,5%.

Контрольний захід для біологічних загроз: Регулювання вмісту вологи в зерні (до 14,5%) є критичним контрольним заходом для запобігання зростанню грибів та продукуванню мікотоксинів.

Критичні Точки Контролю (КТК):

КТК 1: Приймання зерна визначена як критична точка для керування хімічними небезпеками (пестициди, мікотоксини, токсичні елементи). Контроль здійснюється через перегляд сертифікатів та висновків лабораторії на відповідність критичним межам.

Управління фізичними ризиками:

До фізичних ризиків відносяться мінеральні домішки та металодомішки (сторонні предмети), а також смітцева домішка, що може містити насіння отруйних рослин.

Для запобігання цим ризикам необхідний ретельний вхідний контроль сировини та належний стан обладнання (перевірка сит, металодетекторів).

Фокус державного контролю: Державний контроль сфокусований насамперед на безпечності зерна, забезпечуючи, що воно не є небезпечним для споживання, тоді як контроль якості є переважно відповідальністю виробника та покупця, що регулюється договірними відносинами та стандартами ДСТУ.

Таблиця 8.8 – Протокол розподілу заходів керування за категоріями

Номер та назва стадії (операції) процесу	Суттєві небезпечні чинники	Заходи керування та їхні комбінації	Питання 1: Чи існують на цій стадії процесу заходи керування, здатні запобігти небезпечним чинникам, або усунути чи зменшити їх до прийнятного рівня? НІ- змінити процес, ТАК – перейти до питання 2	Питання 2: Чи є на подальших стадіях процесу заходи керування, здатні запобігти небезпечному чиннику, або усунути чи зменшити їх до прийнятного рівня? ТАК – віднести до ОПП, НІ – перейти до питання 3	Питання 3: Чи можливо установити показник і його критичні межі для здійснення моніторингу? НІ – віднести до ОПП, ТАК – перейти до питання 4	Питання 4: Чи можливо установлення адекватних програм моніторингу, щоб своєчасно виконувати коригування та коригувальні дії? НІ – віднести до ОПП, ТАК – віднести до плану НАССР	Розподілення за категоріями	
							ОПП	план НАССР
1.Приймання зерна	Х (Пестициди, мікотоксини, токсичні)	Обов'язкова наявність посвідчень з якості та сертифікатів	ТАК	НІ	ТАК	ТАК		КТК 1
5.Очищення	Ф (сторонні та рослинні домішки)	ПП-02 «Контроль попадання сторонніх предметів» Визначення смітної та зернової домішок	ТАК	НІ	НІ		ОПП 2	
6.Довготривале зберігання	Б (вологість, зараженість шкідниками, пліснява) Х (мікотоксини)	Проведення етапів сушіння, вентилявання, охолодження Регулярний вивіз відходів. Запобігання розмноження, контроль, боротьба з шкідниками. Контроль температурних режимів зберігання культури	ТАК	НІ	ТАК	ТАК		КТК 2

КРБ.ТЗІК.1.679-03.V.5.5

Таблиця 8.9 – План НАССР

КТК № /стадія процесу	Небезпечний(-і) чинник(и), яким(и) керують у КТК	Захід (-оди) керування	Критична межа	Процедура моніторингу				Протоколи	Коригування та коригувальні дії (відповідальність) протоколи
				Вимірювання або спостереження	Прилади, використані для моніторингу	Частота	Хто виконує моніторинг/ оцінює результат		
КТК 1 Приймання зерна	X (Пестициди, Мікотоксини, токсичні елементи)	Переглядання сертифікатів та висновків лабораторії	Токсичні елементи, мг/кг, не більше: свинець – 0,5 кадмій – 0,1 миш'як – 0,2 ртуть – 0,03 мідь – 10,0 цинк – 50,0 Мікотоксини, мг/кг, не більше: афлатоксин В - 0,005 зеараленон – 1,0 Т-2 токсин – 0,1 дезоксиніваленон – 1,0	Вміст токсичних елементів, мікотоксинів	Згідно з вимогами методичних вказівок та діючих стандартів	Кожна партія	Атестовані та акредитовані спеціалізовані лабораторії	Висновки лабораторії, журнал приймання	При перебільшенні нормативних показників партія не приймається
КТК 2 КТК 3 Довготривале зберігання	Б (зараженість шкідниками, пліснява) X (мікотоксини)	Дотримання температурних режимів, правил зберігання	Не дозволяється Мікотоксини, мг/кг, не більше: афлатоксин В - 0,005 зеараленон – 1,0 Т-2 токсин – 0,1 дезоксиніваленон – 1,0	Зараженість Вимірювання температури та вологості зерна	Візуально Датчиками температури, термоципами	1 раз на тиждень 2 рази на місяць	Лаборант Лаборант	Чек-лист, журнал контролю умов зберігання	Журнал «Верифікації» знезараження, активне вентильовання

КРБ.ТЗІК.1.679-03.У.5.5

Таблиця 8.10 – Операційні програми-передумови

ОПП №_ /стадія процесу	Небезпечний (- і) чинник(и), яким(и) керують у КТК	Захід (-оди) керування	Процедура моніторингу				Протоколи	Коригування та коригувальні дії (відповідальність) протоколи
			Вимірювання або спостереження	Прилади, викоист. для моніторингу	Частота	Хто виконує моніторинг/оці нює результат		
ОПП 1 Очищення	Ф (сторонні та рослинні домішки)	Належний стан обладнання, дотримання технологічних режимів	Наявність скла, металевих, дерев'яних включень, пластика	Сита, детектори метало	Кожна партія	Головний механік	Журнал Контролю потрапляння сторонніх домішок	Процедури щодо контролю від сторонніх домішок, ремонт та заміна обладнання

КРБ.ТЗІК.1.679-03.У.5.5

Адк

Розділ 9 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

9.1 Розрахунок чисельності працюючих

Існує декілька методів розрахунку чисельності працюючих на стадії проектування, основним з яких є визначення чисельності через сумарну трудомісткість та ефективний фонд робочого часу.

Але через відсутність у цей час даних про трудомісткість одиниці робіт та послуг в статистичній звітності підприємств галузі запропоновано робити розрахунок чисельності основних робітників ($Ч_p^o$) на основі питомого показника, який характеризує чисельність робітників на 1000 тонн місткості зерносховища ($Ч_{TM}$) [8]:

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

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

$$Ч_p^o = 5300 \times 0,55 = 2,3 \text{ осіб, приймаємо 3 осіб}$$

Чисельність допоміжних робітників виробництва ($Ч_p^d$) визначають на зерносховищах як 25 % від чисельності основних робітників:

$$Ч_p^d = Ч_p^o \times 0,25. \quad (9.2)$$

Чисельність допоміжних робітників для нашого проекту дорівнюватиме:

$$Ч_p^d = 3 \times 0,25 = 0,75 \text{ осіб, приймаємо 1 особу}$$

Сумарна чисельність робітників виробництва (основних і допоміжних) ($Ч_p$) дорівнюватиме:

$$Ч_p = Ч_p^o + Ч_p^d. \quad (9.3)$$

Сумарна чисельність основних і допоміжних робітників для проектуемого елеватора буде дорівнювати:

$$Ч_p = 3 + 1 = 4 \text{ осіб.}$$

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

Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	КРБ.ТЗіК.1.679-03.V.5.5			
Розробив		Барда Т.О.			Розробка проекту міні-елеватора місткістю 5,3 тис.т у Житомирській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					132	13
Консультант		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

На основі такого підходу розрахуємо сумарну чисельність всіх працюючих – робітників і адміністративного персоналу проєктуемого елеватору складає 5 людей.

Таблиця 9.1 – Структура чисельності працівників

Категорії чисельності працівників	Питома вага, %	Кількість, осіб
Робітники (основні та допоміжні)	80	4
Керівники, фахівці	20	1
ВСЬОГО	100	5

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/тону.

Таблиця 9.2 – Тарифи на обробку зернових вантажів

Назва робіт та послуг	Вартість, Трп, грн/тонну.
Приймання з накопиченням у зерноскладах:	
з автотранспорту	172,6
Відпуск зерна	215,8
Зберігання (грошових од. за зберігання 1 тонни протягом 1 доби	5,2
Очищення зерна, грошових од./тонну/відс.	38,8
Сушіння зерна, грошових од./тонну/відсоток	43,2
Лабораторний аналіз зерна, грошових од. за один аналіз	1249,5
Оформлення складської квитанції (свідоцтва), грошових од./партия зерна	113,9

9.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства

Дані розрахунки виконують на основі специфічних для кожного підприємства тарифів на роботи та послуги. Розрахунки за даними нашого проекту зводимо у табл. 9.3. Зазначимо, що в даному нами передбачено зберігання зерна поклажодавця та власного зерна, придбаного міні-елеватором у сільськогосподарських виробників.

Таблиця 9.3 – Обсяг реалізації послуг міні-елеватору

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, 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:	5,3	-	
- ранніх культур:	3,3	-	
власного, в тому числі:	2,0	-	
- пшениця	1,0	132,8	132,8
- ячмінь	1,0	132,8	132,8
поклажодавця, в тому числі:	1,3		0
- пшениця	1	172,6	172,6
- ячмінь	0,3	172,6	51,78
- пізніх культур:	2,0		0
власного, в тому числі:	1,0		0
- кукурудза	1,0	132,8	132,8
поклажодавця, в тому числі:	1,0		0
- кукурудза	1,0	172,6	172,6

Відпуск зерна на автомобільний , в тому числі:	5,3	--	
- ранніх культур:	3,3	-	
власного, в тому числі:	2,0	-	
- пшениця	1,0	166,0	166
-ячмінь	1,0	166,0	166
поклажодавця, в тому числі:	1,3	-	
- пшениця	1	215,8	215,8
-ячмінь	0,3	215,8	64,74
- пізніх культур:	2,0	-	
власного, в тому числі:	1,0	-	
- кукурудза	1,0	166,0	166
поклажодавця, в тому числі:	1,0	-	
- кукурудза	1,0	215,8	215,8
Зберігання зерна ($C_{\text{ел}} \times 330$ діб): в тому числі:	5,3	-	
власного	3,0	4,0	12
поклажодавця	2,3	5,2	11,96
Очищення зерна:	5,3	-	
власного	3,0	29,9	89,7
поклажодавця	2,3	38,8	89,24
Сушіння зерна ранніх культур:	2,64	-	
від вологості 17 % до 14 %	1,32	-	
власного	0,82	33,2	27,224
поклажодавця	0,5	43,2	21,6
від вологості 22 % до 14 %:	1,32	-	
власного	0,82	33,2	27,224
поклажодавця	0,5	43,2	21,6
Сушіння зерна пізніх культур	1,4	-	
від вологості 17 % до 14 %	0,7	-	
власного	0,4	33,2	13,28
поклажодавця	0,3	43,2	12,96
від вологості 22 % до 14 %:	0,6	-	
власного	0,6	33,2	19,92
Всього	-	-	2136,43
- власного	-	-	1085,75
- поклажодавця	-	-	1050,68

При визначенні кількості аналізуємих проб при прийманні зерна слід визначити кількість транспортних одиниць, що доставляють вантажі. Розрахунок роблять окремо для автомобілів, залізничних вагонів, барж і суден.

Кількість транспортних одиниць буде відповідати кількості середніх проб, які складають на кожну одиницю транспорту.

Таким чином кількість середніх проб (Т) визначають за формулою:

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

де $A_{\text{пр}}$ – річний обсяг зерна, доставлений на підприємство одним видом транспорту, тонн

$E_{\text{т}}$ – вантажопід'ємність однієї одиниці транспорту, тонн. Приймаємо розрахункову вантажопід'ємність автомобіля 20 тонн.

$$T_{\Pi} = 5300 / 20 = 265 \text{ одиниць (аналізів).}$$

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

$$T_{\text{вп}} = 5300 / 20 = 265 \text{ од.}$$

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.

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (265 + 265) \times 1,10 = 583 \text{ од.},$$

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:	0,583	-	-
- власного	0,330	961,1	317,16
- поклажодавця	0,253	1249,5	316,12
Оформлення складського свідоцтва:	0,990	-	
- власного	0,560	87,6	49,06
- поклажодавця	0,430	113,9	48,98
Всього, в тому числі:	-	-	731,32
- власного зерна	-	-	366,22
- зерна поклажодавця	-	-	365,10

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства як при здійсненні різних операцій з зерном, так і при виконанні послуг лабораторією дорівнюватиме 2867,75 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:	2136,43
- власного зерна	1085,75
- зерна поклажодавця	1050,68
Послуги лабораторії, всього в тому числі:	731,32
- власного зерна	366,22
- зерна поклажодавця	365,10
Всього	2867,75
- власного зерна	1451,97
- зерна поклажодавця	1415,78

9.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік

На першому етапі розраховують собівартість одиниці кожного виду робіт та послуг за наступною формулою[8, 41]:

$$C_{P}^{OD} = T_{PI} / (1 + P), \text{ грн}, \quad (9.10)$$

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:	5,3	-	
- ранніх культур:	3,3	-	
власного, в тому числі:	2,0	-	
- пшениця	1,0	132,8	132,8
- ячмінь	1,0	132,8	132,8
поклажодавця, в тому числі:	1,3		0
- пшениця	1	132,8	132,80
- ячмінь	0,3	132,8	39,84
- пізніх культур:	2,0		0
власного, в тому числі:	1,0		0

- кукурудза	1,0	132,8	132,8
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	1,0		0
- кукурудза	1,0	132,8	132,8
Відпуск зерна на автомобільний , в тому числі:	5,3	--	
- <i>ранніх культур:</i>	3,3	-	
<i>власного, в тому числі:</i>	2,0	-	
- пшениця	1,0	166,0	166
-ячмінь	1,0	166,0	166
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	1,3	-	
- пшениця	1	166,0	166,0
-ячмінь	0,3	166,0	49,8
- <i>пізніх культур:</i>	2,0	-	
<i>власного, в тому числі:</i>	1,0	-	
- кукурудза	1,0	166,0	166,0
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	1,0	-	
- кукурудза	1,0	166,0	166,0
Зберігання зерна (Є _{ел} x 330 діб): в тому числі:	5,3	-	
<i>власного</i>	3,0	4,0	12,0
<i>поклажодавця</i>	2,3	4,0	9,2
Очищення зерна:	5,3	-	
<i>власного</i>	3,0	29,9	89,7
<i>поклажодавця</i>	2,3	29,9	68,7
Сушіння зерна <i>ранніх культур:</i>	2,64	-	
від вологості 17 % до 14 %	1,32	-	
<i>власного</i>	0,82	33,2	27,2
<i>поклажодавця</i>	0,5	33,2	16,6
від вологості 22 % до 14 %:	1,32	-	
<i>власного</i>	0,82	33,2	27,2
<i>поклажодавця</i>	0,5	33,2	16,6
Сушіння зерна <i>пізніх культур</i>	1,4	-	
від вологості 17 % до 14 %	0,7	-	
<i>власного</i>	0,4	33,2	13,28
<i>поклажодавця</i>	0,3	33,2	9,96
від вологості 22 % до 14 %:	0,6	-	
<i>власного</i>	0,6	33,2	19,92
Лабораторний аналіз зерна, од./рік:	0,583	-	-
- <i>власного</i>	0,330	961,1	317,16
- <i>поклажодавця</i>	0,253	961,1	243,16
Оформлення складського свідоцтва:	0,990	-	
- <i>власного</i>	0,560	87,6	49,06
- <i>поклажодавця</i>	0,430	87,6	37,67
Всього	-	-	2541,16
- власного	-	-	1451,97
- поклажодавця	-	-	1089,20

9.5 Розрахунок прибутку

Прибуток від реалізації робіт та послуг (Π_P) нового елеватора визначають за формулою [8, 41]:

$$\Pi_P = \Sigma O_{RP} - \Sigma C_{P^P}, \text{ тис. грн,} \quad (9.12)$$

де ΣO_{RP} – сумарний річний обсяг реалізації послуг підприємства, тис. грн

ΣC_{P^P} – сумарна річна собівартість робіт та послуг, тис. грн.

Таким чином річний прибуток від реалізації робіт та послуг (Π_P) поклаждодавцям на новоствореному міні-елеваторі буде дорівнювати:

$$\Pi_P = 2867,75 - 2541,16 = 326,58 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток від продажу власного зерна (Π_P^B) нового міні-елеватора дорівнюватиме:

$$\Pi_P^B = \Sigma(O_{RP}^H_{\text{відпуску } i} \times \Pi_i) - \Sigma C_{P^B}, \text{ тис. грн,} \quad (9.13)$$

де $O_{RP}^H_{\text{відп.}}$ – сумарний річний обсяг робіт з відпуску власного зерна всіх культур з елеватора в натуральному виразі, тис.тонн. Це річний об'єм відпуску власного зерна на автотранспорт ранніх та пізніх культур, якій загалом складає 4,5 тис. тонн.

Π_i – ціна 1 тонни зерна i -тої культури, грн/тонну. Так, для Житомирській області середня ціна купівлі складає 8241 грн за 1 тонну зерна у 2025 р.

ΣC_{P^B} – собівартість річного обсягу власного зерна у вартісному вигляді, тис. грн. Визначаємо її, аналогічно сумарній річній собівартості робіт та послуг. Умовно приймемо, що для власного зерна собівартість на 30 % нижче обсягів реалізації послуг підприємства, а саме:

$$\Sigma C_{P^B} = 3 \times 8241 / 1,3 = 19017,7 \text{ тис. грн.}$$

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.

$\Pi_{\text{ср}}$ – середня ціна 1 тонни зерна, грн/тонну.

$$\Pi_p^B = 3 \times 8241 - 19017,7 = 5705,31 \text{ тис. грн.}$$

В результаті, загальний (балансовий) прибуток підприємства (Π) дорівнюватиме:

$$\Pi = \Pi_p + \Pi_p^B, \text{ тис. грн.} \quad (9.15)$$

Підставимо у формулу (9.15) значення:

$$\Pi = 326,58 + 5705,31 = 6031,89 \text{ тис. грн.}$$

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:

$$\text{ЧП} = 6031,89 - 0,18 \times 6031,89 = 4946,15 \text{ тис. грн.}$$

9.6 Розрахунок інвестицій

У загальному вигляді суму інвестицій (капітальних вкладень) визначають за формулою [8, 41]:

$$I = I_{\text{буд}} + I_{\text{уст}} + T + M + V_H + V_3 + D - L + \Delta OK, \text{ тис. грн.,} \quad (9.17)$$

де $I_{\text{буд}}$ – витрати на будівельні роботи, тис. грн;

$I_{\text{уст}}$ – вартість придбання устаткування, тис. грн;

T – транспортно-заготівельні (транспортно-складські) витрати по устаткуванню (3 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

M – вартість монтажу устаткування (15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн [8];

V_H – невраховані витрати (10-15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн [8];

V_3 – залишкова вартість устаткування, яке демонтують, тис. грн;

D – вартість демонтажу (5 % від первісної вартості устаткування, яке демонтують), тис. грн;

Л – ліквідаційна вартість устаткування, яке демонтують (у дійсних розрахунках дорівнює 0), тис. грн;

ΔОК – приріст власних оборотних коштів, тис. грн.

У практиці проектування використовують також інший, простіший метод визначення обсягу інвестицій, який можна розрахувати за формулою [8,41]:

$$I = ПЗ \times I_{\text{ПИТ}}, \text{ грн.}, \quad (9.18)$$

де ПЗ – передбачена проектом місткість нового елеватора, тонн;

$I_{\text{ПИТ}}$ – питомі інвестиції на одиницю місткості, грн/тонну місткості.

Цей укрупнений метод рекомендовано для практичного застосування в дипломному проєкті.

В нашому випадку потрібний для будівництва міні-елеватора обсяг інвестицій визначаємо укрупненим методом.

Питомі інвестиції у будівництво ($I_{\text{ПИТ}}$) прийемо на рівні 3080,0 грн на тонну місткості міні-елеватору [42].

В результаті інвестиції на будівництво дорівнюватимуть:

$$I = 5,3 \times 3021,2 = 16012,36 \text{ тис. грн}$$

9.7 Розрахунок рентабельності інвестицій

Рентабельність інвестицій на будівництво нового елеватору знаходять за формулою [8,41]:

$$R = (\text{ЧП} : I) \times 100, \%, \quad (9.19)$$

$$R = (4946,15 : 16012,36) \times 100 = 30,9 \%$$

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.

$$T = 16012,36 / 4946,15 = 3,2 \text{ роки.}$$

Строк окупності інвестицій у будівництво нового елеватору дорівнює 3,2 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	5,3
2.	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн	2867,75
3.	Чисельність працівників, осіб	3
4.	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу (п. 2 : п. 3)	955
5.	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн	2541,16
6.	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн (п.2-п.5)	326,58
7.	Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн	5705,31
8.	Чистий прибуток, тис. грн ((п. 6+п.7) x 0,82)	4946,15
9.	Інвестиції, тис. грн	16012,36
10.	Строк окупності інвестицій, роки	3,2
11.	Рентабельність інвестицій, %	30,9

Висновки

Виявлений в Житомирській області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна робить доцільним будівництво нового міні-елеватора місткістю 5,3 тис. тонн.

Аналізуючи представлені техніко-економічні показники проєкту будівництва нового міні-елеватора, можна зробити кілька ключових висновків щодо його фінансової спроможності та ефективності. Міні-елеватор має місткість 5,3 тис. тонн, що характерно для об'єктів фермерського типу. При цьому штат складається

лише з 3 осіб, що свідчить про високий рівень автоматизації процесів. Середньорічна виручка на одного працівника становить 955 тис. грн, що вказує на ефективне використання людських ресурсів.

Проект генерує прибуток як від надання послуг іншим суб'єктам (326,58 тис. грн), так і від продажу власного зерна (5705,31 тис. грн).

Продаж власного зерна забезпечує переважну частину чистого прибутку, що підкреслює стратегічне значення елеватора для підвищення доданої вартості власної продукції.

Після врахування податків (коефіцієнт 0,82 в розрахунку вказує на врахування податкового навантаження), чистий прибуток становить 4946,15 тис. грн.

Показник рентабельності інвестицій складає 30,9%, що є дуже високим результатом для аграрного сектору і значно перевищує ставки по банківських депозитах чи середню ринкову прибутковість.

Інвестиції у розмірі 16 млн грн окупаються за 3,2 роки. Це свідчить про низький рівень фінансового ризику та швидке повернення капіталу.

Проект є економічно доцільним та високоефективним. Він демонструє збалансоване співвідношення між витратами на будівництво та майбутніми доходами. Короткий термін окупності (трохи більше 3 років) робить цей проєкт привабливим як для власних інвестицій, так і для залучення кредитних коштів.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено проєкт міні-елеватора місткістю 5,3 тис. т для Житомирської області. За результатами аналізу та розрахунків зроблено наступні висновки:

Україна є ключовим гарантом світової продовольчої безпеки, експортуючи близько 75% виробленого зерна. В умовах війни будівництво нових потужностей є критично важливим для збереження врожаю та відновлення агропромислового комплексу

Встановлено, що в Житомирській області спостерігається гострий дефіцит елеваторних потужностей обсягом 1768,5 тис. тонн. Будівництво об'єкта місткістю 5,3 тис. т дозволить місцевим виробникам уникнути продажу зерна за заниженими цінами в пік сезону та зменшити логістичні витрати.

Запропоновано гнучку технологічну схему, де понад 80% операцій виконуються двома основними норіями.

Для очищення зерна обрано ефективну каскадну систему: скальператор А1-БЗО-50 для попереднього очищення та сепаратор А1-БЦС-50 для основного. Процес сушіння забезпечується зерносушаркою «Україна-5» продуктивністю 5 пл.т/год, а зберігання – у 4-х силосах місткістю 1271 т кожен.

Розраховані коефіцієнти використання норій за часом $Q_t = 0,53\%$ та за продуктивністю $Q_Q = 0,48\%$ свідчать про збалансованість технологічних ліній та наявність необхідного резерву потужності для стабільної роботи в пікові періоди.

Завдяки впровадженню заходів із компенсації реактивної потужності, оптимізації роботи трансформаторів та використанню енергоефективного освітлення, досягнуто річну економію у розмірі 461736 грн, що становить 7,6% від загальної вартості електроенергії.

Запроектована система аспірації забезпечує очищення повітря від зернового пилу, що мінімізує екологічне навантаження та вибухопожежонебезпеку.

Розроблене компонування об'єктів на генеральному плані забезпечує оптимальну логістику руху автотранспорту та мінімальну протяжність конвеєрних

ліній між основними вузлами (прийманням, очищенням та зберіганням). Для тривалого зберігання зерна обрано металеві силоси на плоскому дні, конструкція яких відповідає кліматичним та геологічним умовам Житомирської області. Запроєктовані будівлі робочої башти та приймально-відпускних пристроїв інтегровані в єдиний технологічний ланцюг, що забезпечує герметичність процесів та захист зерна від зовнішніх факторів.

У ході розробки заходів із безпеки життєдіяльності та охорони праці на підприємстві ідентифіковано ключові небезпечні та шкідливі виробничі фактори такі як підвищена запиленість повітря, шум від роботи сепараторів та норій, а також небезпека рухомих механізмів. Запропоновано заходи для мінімізації небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Враховуючи високу вибухонебезпечність зернового пилу запропоновано заходи з пожежо- та вибухобезпеки.

Розраховано основні техніко-економічні показники проєкту будівництва нового міні-елеватору:

Річний обсяг реалізації робіт та послуг – 2867,75 тис. грн

Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника – 955 тис. грн/особу

Собівартість робіт та послуг за рік – 2541,16 тис. грн

Прибуток від наданих робіт та послуг за рік – 326,58 тис. грн

Чистий прибуток – 4946,15 тис. грн

Інвестиції 16012,36 тис. грн

Строк окупності інвестицій – 3,2 роки

Рентабельність інвестицій 30,9 %

Реалізація проєкту будівництва міні-елеватора сприяє створенню нових робочих місць та відповідає сучасним екологічним стандартам, що підтверджує позитивний соціально-екологічний вплив об'єкта. Зазначені чинники в сукупності з розрахованими показниками свідчать про високу економічну ефективність та виробничу доцільність розгортання потужностей зі зберігання зерна місткістю 5,3 тис. т у Житомирській області».

Список літератури

1. Величко О.П., Луцевич О.М, Ставрат С.С. Управління проектами в системі логістичного забезпечення елеваторного агробізнесу Інвестиції: практика та досвід № 6/2023 с. 44-51 <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/7765/1/%d0%a1%d1%82%d0%b0%d1%82%d1%82%d1%8f%20%d0%92%d0%b5%d0%bb%d0%b8%d1%87%d0%ba%d0%be%20%d0%9e.%d0%9f.%d0%9b%d1%83%d1%86%d0%b5%d0%b2%d0%b8%d1%87%20%d0%9e.%d0%9c.%d0%a1%d1%82%d0%b0%d0%b2%d1%80%d0%b0%d1%82%20%d0%a1.%d0%a1.2023.pdf>
2. Бойко Л.О. Бойко В.О. СУЧАСНИЙ СТАН АГРОБІЗНЕСУ В УКРАЇНІ ТА ЙОГО РЕВІТАЛІЗАЦІЯ У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД «Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка». Випуск 16, 2023 55-61
- 3.Крюкова І.О., Степаненко С.В. Ефективність вітчизняного агробізнесу у призмі пріоритетів сталого розвитку. Агросвіт. 2022. № 9-10. С. 3–12. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2022.9-10.3>
- 4.Мірошник, Р., & Баглай, І. (2022). Проблеми ринку зернових культур в Україні та шляхи їх вирішення. Економіка та суспільство, (39). DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-39-24>
5. Савенко І., Седікова, І., & Седіков, Д. (2022). Російсько-український конфлікт: виклики для зернового ринку. Food Industry Economics, 14(2). DOI: <https://doi.org/10.15673/fie.v14i2.2320>.
6. Побоченко Л. М., Татаренко Н.О. , Прокоп'єва А.А., СУЧАСНІ ТРЕНДИ РОЗВИТКУ СВІТОВОГО РИНКУ ЗЕРНА В УМОВАХ ВІЙНИ В УКРАЇНІ ЕКОНОМІКА ТА СУСПІЛЬСТВО Випуск # 48 / 2023
7. Півторак. М. В Шпичко Д.О. , АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВИРОБНИЧОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗЕРНОВОЇ ГАЛУЗІ В УКРАЇНІ Інвестиції: практика та досвід № 12/2025 с.129-135 file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Inv+12-2025_St19.pdf
8. 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.

9. 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: 20.04.2026).

10 Дослідження ринків [Електронний ресурс] / pro-consulting.ua (дата звернення: 28.04.2026).

11. Післязбиральна обробка зерна та зерносховища [Текст] : навч. посіб. / Г. М. Станкевич, А. К. Кац, Т. В. Страхова та ін. ; за ред. Г. М. Станкевича. — Одеса : КП ОМД, 2022. – 154 с.

12. 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.

13. 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.

14. Лозовський А.П., Іванов О.М., Самойленко Т.В. Основи технологічного проектування промислових підприємств переробних галузей Університетська книга 2023.320 с

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. Обліковуємо вирощене зерно: усе, що необхідно знати <https://i.factor.ua/ukr/journals/bn/2016/october/issue-40/article-22095.html>

19. 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).

20. Проектування систем автоматизації технологічних процесів: Навч. посібник / В.І. Тошинський, М.О. Подустов та ін. – Харків: НТУ "ХПІ", 2006. 412 с.

21 Автоматизація виробничих процесів : підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — Вид. 2-ге виправлене — К.: Вид. Ліра-К, 2015. — 378 с.

22. Електропостачання промислових підприємств : Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей / В.І. Мілих, Т.П. Павленко. – Харків : ФОП Панов А. М., 2016. – 272 с.

23. Електропостачання промислових підприємств : Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей / В.І. Мілих, Т.П. Павленко. – Харків : ФОП Панов А. М., 2016. – 272 с.

24. 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

25 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

26. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Вентиляційні установки» при проектуванні або реконструкції підприємств по збереженню і переробці зерна. Укладачі О.І. Гапонюк, Г.А. Гончарук, А.В. Ульяницький: ОНАХТ, 2014р. с.28.

27. Правила проектування аспіраційних установок підприємств по збереженню та переробці зерна / Міністерство сільського господарства та продовольства України. – Київ, 1995. – 190 с

28. 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.

29. 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

30. Основи охорони праці: підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов та ін. – Харків: Стиль-Издат, 2017. 341с.

31. 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

32. Ячмінь - ключові факти <https://www.yara.ua/crop-nutrition/barley/barley-key-facts/barley-classifications/>

33. Ринок ячменю: підсумки та перспективи <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7828-rynok-iachmeniu-pidsumky-ta-perspektyvy.html>

34. Кернасюк Ю. Кон'юнктура світового ринку ячменю <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/32538-koniunktura-svitovoho-rynku-iachmeniu.html>

35. Стрельбіцький М. Ячмінь в Україні: сьогодення й перспективи вирощування <https://consumerhm.gov.ua/2189-yachmin-v-ukrajini-sogodennya-i-perspektivi-viroshchuvannya-2>

36. Гаврилюк А. Які вимоги до якості зерна ячменю для різних потреб <https://agrotimes.ua/agronomiya/yaki-vymogy-do-yakosti-zerna-yachmenyu-dlya-riznyh-potreb/>

37. Системи управління безпекою харчових продуктів (ХАССП) за ДСТУ 4161 або ISO 22000 / Науково-технічний центр № 14 ДП «Укрметртестстандарт». 2014. URL: <http://www.certsystems.kiev.ua>.

38. Hazard Analysis and Critical Control Point (НАССР) System and Guidelines for its Application, Annex to HAC/RCP 1-1969, Rev. 3 (1997), Amd. (1999).

39. ДСТУ ISO 22000:2007 Системи управління безпечністю харчових продуктів. К., Держспоживстандарт України, 2007.

40. Новожилова Е.В. Ключова концепція системи якості та безпеки зернової продукції <https://www.zerno.org.ua/articles/quality/377-%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%BE%D0%B2%D0%B0-%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%BF%D1%86%D1%96%D1%8F-%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8-%D1%8F%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96-%D1%82%D0%B0->

%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B8-
%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%97-
%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%86%D1%96%D1
%97

41 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.

42. 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/>