

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

на тему:

***«Розробка проєкту фермерського міні-елеватора місткістю
2,3 тис. т. в Тернопільській області»***

Здобувача Драгомир Н.Д.
(прізвище, ініціали)
IV курсу ТЗХ-41 б групи

Керівник доц. Борта А.В.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: проф. Басюркіна Н.Й.
доц. Штепа Є.П.
доц. Гончарук Г.А.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 08.06 2026 р., протокол № 9.

Завідувачка кафедри ТЗіК Алла МАКАРИНСЬКА
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса 2026 р.

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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»
Освітньо-професійна програма	«Технології зберігання і переробки зерна»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри ТЗіК

Алла МАКАРИНСЬКА

«__» _____ 202__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Драгомир Наталія Дмитрівна

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Розробка проєкту фермерського міні-елеватора місткістю 2,3 тис.т. в Тернопільській області»

Затверджена наказом закладу вищої освіти від 01.12.2025 № 629-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої кваліфікаційної роботи 08.06.2026 р.

3. Вихідні дані; Місткість зерносховища 2300 тонн; Річний об'єм приймання з автотранспорту 2300 тонн, у тому числі: річний обсяг приймання ранніх культур =1610тонн (пшениці – 885,5 тонн, ячменю – 724,5 тонн), пізніх культур (соняшнік) – 690 тонн. Період заготівлі: ранніх культур 30 діб, пізніх – 24 доби. Частки зерна різної вологості: ранніх культур – $a_0 = 0,75$; $a_1 = 0,25$, пізніх – $a_0 = 0,6$; $a_1 = a_2 = 0,2$. Річний об'єм відпуску зерна на авто тр-т 2300 тонн. Тривалість відпуску на а/т: $N=7$ міс.; $T_m=21$ діб; $T_d= 16$ год. Коефіцієнти нерівномірності відпуску на а/т: $K_m=1,5$; $K_d=1,1$; $K_t=1,15$.

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 робота. Техніко-економічні розрахунки. Список літератури.

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

Всього – 6 аркушів формату А1, у тому числі: плани і розрізи робочої башти, силосних корпусів та приймально-відпускних пристроїв (3 арк.); Загальний вид (1 арк.); РСРЗіВ (1 арк.); генеральний план (1арк.).

6. Консультанти по кваліфікаційній роботі, із зазначенням розділів, 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>Доц. Борта А.В.</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: 01.12.2025

Керівник

(підпис)

Борта А.В.

(прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Драгомир Н.Д.

(прізвище, ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів	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>21.05-22.05</i>	
14	<i>Оформлення креслень на аркушах формату А1</i>	<i>23.05-25.05</i>	
15	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>26.05-27.05</i>	
16	<i>Затвердження роботи</i>	<i>08.06</i>	
	<i>Захист</i>	<i>18.06.-19.06.</i>	

Здобувач (ка)

(підпис)

Драгомир Н.Д.

(прізвище, ініціали)

Керівник

(підпис)

Борта А.В.

(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 (ка)

(підпис)

Драгомир Н.Д.

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему: «Розробка проекту фермерського міні-елеватора місткістю 2,3 тис. т. в Тернопільській області». Робота представлена розрахунково-пояснювальною запискою на 123 сторінках, 20 таблиця, 47 джерел посилання, 14 рисунків та графічною частиною – 6 аркушах.

В відповідності із завданням на проектування передбачено зовнішню операцію з приймання зерна з автомобільного транспорту в об'ємі річного приймання $A_{пр}^a = 2300$ т (ранніх культур - 1610 т, пізніх культур - 690 т), відпуску зерна на автомобільний транспорт в об'ємі $A_{від}^a = 2300$ т; операції по очищенню, сушінню, формування партій зерна за цільовим призначенням.

В склад кваліфікаційної роботи входять наступні графічні листи: Генеральний план; Загальний вид; Плани і розрізи елеватору; Робоча схема руху зерна і відходів;

Під час розроблення проекту враховано вимоги НТД з охорони праці, технологічні вимоги, норми генпроекування та запровадження новітніх технологій в галузі зберігання та переробки зерна

Розрахунок техніко-економічних показників показав доцільність будівництва міні-елеватору для фермерського господарства місткістю 2,3 тис тонн. Інвестиції у розмірі 9107 тис грн окупується за 2,04 років, чиста приведена вартість проекту на кінець третього року складає 4475,3 тис грн.

Перелік ключових слів: металевий силос, пізні культури, елеватор, період заготівель, транспортне і технологічне обладнання, принципова та структурна схеми.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	4
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ.....	8
1.1 Літературний і патентний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми.....	8
1.2 Характеристика об'єкту	12
1.3 Мета і завдання проекту.....	12
РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПРОЄКТУ ФЕРМЕРСЬКОГО МІНІ-ЕЛЕВАТОРА МІСТКІСТЮ 2300 ТОНН В ТЕРНОПІЛЬСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	14
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	22
3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання.....	22
3.1.1 Розрахунок обсягів робіт.....	22
3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання.....	24
3.1.2.1 Визначення кількості та продуктивності зерноочисного обладнання.....	24
3.1.2.2 Визначення кількості та продуктивності зерносушарок.....	25
3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу.....	27
3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання	29
3.1.4.1 Розрахунок основних норій.....	29
3.1.4.2 Визначення кількості та продуктивності конвеєрів.....	32
3.1.4.3 Самопливи.....	33
3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв.....	33
3.2 Обробка і зберігання відходів	34
3.3 Проектування зерносховищ	37
3.4 Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані.....	38

3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП.....	40
3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів	45
3.7 Проектування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз.....	45
3.8 Система управління роботою елеватора.....	48
РОЗДІЛ 4 ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	51
РОЗДІЛ 5 АСПІРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА.....	61
РОЗДІЛ 6 ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД.....	75
6.1 Опис генплану	75
6.2 Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору.....	77
РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ	86
7.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ).....	86
7.2 Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ.....	89
7.3 Заходи щодо пожежної безпеки.....	92
РОЗДІЛ 8 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА (НДЧ)	94
8.1 Вступ	94
8.2 Стан питання.....	95
8.3 Мета і завдання роботи; об'єкти і методи досліджень та аналізів...	97
8.4 Результати досліджень.....	97
РОЗДІЛ 9 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	103
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	119

ВСТУП

Зернове господарство України є стратегічною і найефективнішою галуззю народного господарства. Зерно і вироблені з нього продукти завжди ліквідні, оскільки становлять основу продовольчої безпеки держави.

Природно-кліматичні умови та родючі землі України сприяють вирощуванню всіх зернових культур і дають змогу отримувати високоякісне продовольче зерно в обсягах, достатніх для забезпечення внутрішніх потреб і формування експортного потенціалу.

Зерновий ринок являє собою систему товарно-грошових відносин, що виникають між його суб'єктами в процесі виробництва, зберігання, торгівлі та використання зерна на засадах вільної конкуренції, вільного вибору напрямів реалізації зерна та визначення цін, а також державного контролю за його якістю і зберіганням. Суб'єктами ринку зерна є товаровиробники зерна, підприємства із зберігання зерна, суб'єкти заставних закупок зерна і проведення інтервенційних операцій, акредитовані біржі та інші [1].

Зерновий елеватор є ключовим елементом інфраструктури сільськогосподарського сектора та виконує важливу роль у зберіганні та обробці зернових культур. Його будівництво – це складний технологічний процес, який вимагає гнучкості та легкості в адаптації до необхідних змін, використання високоякісних матеріалів та дотриманні всіх стандартів якості та безпеки [2].

Уже кілька років поспіль на елеваторному ринку відзначають тенденцію – фермери масово будують власні зерносховища. Дрібні і середні аграрії навчилися рахувати економіку своїх підприємств і вважають за краще самотужки обробляти власне зерно й зберігати його в себе до «гарної» ціни.

Ті ж фермери, у кого землі трохи більше, а відтак і ширші фінансові можливості, будують елеватори вже з прицілом співпраці з іншими хліборобами, зокрема, одноосібниками. Виробники елеваторного обладнання відзначають – серед їхніх замовників останні два роки зростає частка фермерських господарств [3].

Розділ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1 Літературний і патентний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми

Щоб зрозуміти, які проблеми сьогодні переживає елеваторна галузь України, потрібно докладніше поглянути на її поточний стан. На сьогодні загальна наявність у країні складських місткостей зі зберігання сільськогосподарських культур становить приблизно 50-55 млн тонн в зерні. До того ж зернові склади можна умовно розділити на три групи [4].

Перша з них — сертифіковані лінійні зернові склади. Їхня загальна кількість нині становить приблизно 900 одиниць, а загальна місткість коливається в межах 38–40 млн тонн. Ці підприємства внесено до державного реєстру сертифікованих складів і мають право надавати послуги третім особам із приймання, доробки, зберігання та відвантаження зернових, бобових й олійних культур. Робота цих підприємств регламентується Законом України «Про зерно та ринок зерна в Україні», Технічним регламентом зернового складу тощо. На сертифікованих підприємствах існує достатня висока культура зберігання й доробки сільськогосподарської продукції — працює спеціально навчений персонал, усі технологічні операції із зерном чітко регламентуються відповідними інструкціями, здійснюється державний контроль за ваговимірювальною технікою та лабораторним обладнанням підприємства [4].

Друга група зберігальних потужностей — несертифіковані зернові склади, що належать сільгоспвиробникам. Це внутрішні склади аграрних підприємств, які не мають права надавати платні послуги зі зберігання й доробки продукції третім особам. Облік цих місткостей утруднено, тому що для зберігання зерна аграрії часто користуються непристосованими складськими приміщеннями. За приблизними оцінками, їхня загальна місткість становить близько 5–7 млн тонн.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.13			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Драгомир Н.Д.			Розробка проекту фермерського міні-елеватора місткістю 2,3 тис. т. в Тернопільській області	<i>Літ.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Борта А.В.					8	123
<i>Консультант</i>		Борта А.В.				ОНТУ, гр. ТЗХ-416		
<i>Рецензент</i>								
<i>Зав. кафедр.</i>		Макаринська А.В.						

Водночас через зростання вартості послуг сертифікованих складів аграрії активно нарощують власні зернозберігальні потужності. До того ж нові складські місткості аграріїв за своїм технічним оснащенням доволі часто не поступаються сертифікованим складам і навіть їх перевершують [4].

Нарешті, остання група — складські місткості припортових зернових терміналів. Приблизна потужність припортових елеваторів з одночасного зберігання зерна становить 3,5–4 млн тонн. Це високотехнологічні підприємства, що оснащені сучасним надпродуктивним обладнанням [4].

Друге питання, що постає після кількісного й структурного аналізу наявних елеваторних потужностей, полягає в тому, чи достатньо їх для зберігання того обсягу зерна, яке виробляється в країні? Загалом за наявності в Україні зернових складів на 48–50 млн тонн одночасного зберігання і з урахуванням прогнозованого зростання врожаю зерна до 100 млн тонн на рік потреба в додаткових потужностях становить близько 14–18 млн тонн.

Однак крім загального дефіциту місткостей для зберігання зерна елеваторна галузь має сьогодні й інші насущні проблеми. Серед головних варто зазначити застарілу, технічно відсталу базу наявних елеваторів [4].

Утім, елеватори мають не лише власні внутрішні проблеми. Певна проблематика наявна і у відносинах елеваторів зі своїми клієнтами — зерновиробниками, власниками зерна та його покупцями, і вона полягає як у прозорості роботи підприємств, так і якості, а також адекватній ціні послуг, які надає елеватор [4].

Найперше — це щорічне зростання ціни послуг елеваторів і запровадження ними додаткових оплачуваних послуг. На сьогодні основні послуги, що надають елеватори, складаються з технологічних операцій — приймання, доробки (очищення, сушіння) зерна, його зберігання, відвантаження. Є також адміністративні послуги — оформлення складської квитанції, переоформлення, сертифікація зерна за якістю тощо.

По-друге, про втрати на прийманні й відвантаженні зерна з елеваторів через розбіжності у якісних показниках зерна, спричинених умисними діями персоналу. Нормативні втрати зерна під час транспортування — це такі втрати,

за які ані вантажовідправник, ані вантажоотримувач, ані перевізник не несуть жодної відповідальності, і вони в повному обсязі лягають на власника вантажу. Нормативні втрати ділять на дві групи: за кількістю та за якістю [4].

Нормативні втрати (розбіжності) за якістю зерна — це більшою мірою наслідки умисних дій як персоналу лабораторій елеватора-вантажовідправника, так і персоналу лабораторій терміналу-вантажотримувача. Працівники лабораторій навмисне фальсифікують якісні показники зерна в межах припустимої похибки. Це відбувається так:

- під час відвантаження зерна з елеватора працівники лабораторії занижують фактичні показники вологості та смітної домішки в рамках допустимої похибки, через що власнику вантажу замість зерна частково відвантажують воду й сміття;

- під час приймання зерна на терміналі або елеваторі працівники лабораторій, навпаки, завищують показники вологості та смітної домішки, тим самим кваліфікують частину партії, що надійшла, як воду й сміття [4].

В обидвох випадках лабораторії стежать за тим, щоб не вийти за рамки припустимої похибки, адже в іншому разі вони будуть змушені провести комісійне визначення якості. Таким нехитрим способом на елеваторах і терміналах створюється надлишок у розмірі 1–2% річного обороту зерна. Це величезні гроші, які зернові склади отримують від маніпуляції з якісними показниками зерна [4].

Тому міні елеватори для зерна стають все більше затребуваними серед українських аграріїв. Вони не тільки здатні забезпечити зберігання річного врожаю господарства, але й допоможуть у вирішенні багатьох проблем, із якими стикаються фермери, не маючи власного зерносховища [5].

Безумовно, майбутнє України за малими фермерськими елеваторами. Здебільшого комплектація таких елеваторів містить [6]:

- зерносушарку;
- зерноочистку;
- декілька силосів для довготривалого зберігання зерна місткістю 1000-3000 т;

– пункт відвантаження на автомобільний або залізничний транспорт.

Бізнес ідея зернового міні-елеватора дає кілька видів доходів. Нові підходи до елеваторного зберігання зернових та олійних культур не потребують великих інвестицій. Проста технологія робить зерновий банк доступним для організатора малого бізнесу [7].

Перше, що приваблює в даному бізнесі – це продаж затребуваного товару, який завжди має попит і довго покупців шукати не доводиться. Перший вид прибутку від зернового міні елеватора – перепродаж. Здійснюється купівля зерна в сезон урожаю за мінімальними цінами і зберігається кілька місяців до найвигіднішої пропозиції для продажу.

Ціни зернових культур змінюються подібно до курсу акцій, але мають свої певні тенденції зростання після врожаю. За ціновим графіком продовольчих культур не складно визначити циклічні моменти спаду цін під час сезонів урожаю. Аналізуючи історію цін зернового ринку, складно передбачити, скільки конкретно можна заробити наступного року. Видно лише одне – прибуток буде суттєвим. Не варто забувати про додаткові корисні фактори зберігання пшениці, що впливають на клас, який підвищується завдяки зберіганню на зерновому елеваторі [7].

Кожен бізнесмен зможе ефективно аналізувати та прогнозувати ринки зернових, олійних культур не гірші від зернотрейдера. Але спочатку потрібен зерновий міні елеватор за доступною ціною. А ціну визначає не лише ефективність та якість обладнання, а й сама технологія, яка має знижувати витрати за рахунок інноваційних нововведень [7].

Тобто наявність власного міні-елеватора дозволить вирішити ряд певних проблем: втрат прибутку через продаж «з поля» по низькій ціні; переплати за зберігання, сушіння, очищення та відвантаження на сторонніх елеваторах: у період збору врожаю ціни особливо високі; неправильного визначенням: вологості, смітєвої домішки, класу та навіть ваги врожаю, який ви здаєте на зберігання на сторонній елеватор; збільшення втрат і травмування зерна при додатковому транспортуванні на зберігання; втрата можливості отримання додаткового прибутку за послуги зі зберігання, сушіння та очищення зерна на

вашому елеваторі; великий ризик втрати якості продукції при зберіганні у старих підлогових складах, високі витрати за обслуговування старого елеватора [4].

Отже, можна зробити висновок, щ нові елеватори працюють ефективніше та економніше.

1.2 Характеристика об'єкту

Елеватор, що проектується знаходиться в Тернопільській області, займає 1,8 га ділянки неправильної форми. Основний вид діяльності підприємства - вирощування сільськогосподарських культур (пшениці, ячменю та соняшник).

Дане підприємство виконує наступні важливі операції: приймання зерна з автомобільного транспорту; доведення до базисних кондицій (очищення, сушіння); зберігання та відпуск зерна.

На території знаходиться 4 силоса з плоским днищем зі стандартного ряду марки СМВУ місткістю 600 тонн кожний; 1 робоча башта, в якій розміщені дві основні норії продуктивністю 50 т/год, продуктивністю 50 т/год.; сепаратор марки А1-БИС-50 продуктивністю 50 т/год. Зерносушарка шахтного типу «Україна»; продуктивністю 10 пл. т/год, укомплектована досушільним та після досушільним бункерами, місткістю 200 тонн кожен.

В плані передбачені такі будівлі: лабораторія, котельня, вагова, пост охорони, адміністративна будівля, побутові приміщення, майстерні, трансформаторна, компресорна.

1.3 Мета і завдання проекту

В сьогоденні елеватор – не просто об'єкт для зберігання зерна, а цілий багатофункціональний комплекс, який в більшості випадків інтегрований у сільськогосподарське виробництво. Завдяки цьому він став невід'ємною частиною розгалуженої інфраструктури агровиробництва [8].

Елеваторні потужності нарощують як великі холдинги, середні за потужністю компанії, так і фермери. У кожного для цього свої причини. Холдинги збільшують свої земельні площі, відтак, валові збори, і для зберігання

свого збіжжя будують нові зерносховища. Фермери намагаються зменшити витрати на послуги сторонніх зерносховищ, тому теж будують власні зерносховища [9].

Мета нашої роботи – спроектувати новий сучасний міні-елеватор, який буде задовольняти сучасні вимоги будівництва, буде економічно вигідним та потужним для збільшення зернового обігу в країні.

В проекті планується встановлення обладнання закордонного та вітчизняного виробництва: лінія приймання та завантаження зерна з автотранспорту буде забезпечувати розвантаження та завантаження автомобілів без простоїв; скальператор та сепаратор забезпечать очищення всього прийнятого зерна в потоці приймання, а зерносушарка буде справлятися із сушінням вологого зерна та працювати впродовж найбільш навантаженої зміни без простоїв, оскільки оснащена досушильними та післясушильними силосами.

Розділ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Нами передбачено будівництво нового міні-елеватора в Тернопільській області місткістю 2,3 тис. тонн на основі виявлення вільного залишку зерна, який необхідно зберегти.

Будівництво – створення нових виробничих потужностей, які не існували раніше, на виділеній промисловій площадці у визначеному регіоні.

При будівництві нового міні-елеватора створюються нові робочі місця, підвищується експортний потенціал України, до того ж, виробництво не є шкідливим з точки зору екології. Внаслідок цього прийнято рішення розробити проєкт будівництва такого підприємства з метою отримання додаткового прибутку, охоплення більшого сегменту ринку, просування продукції на експорт, постачання високоякісної продукції на внутрішній ринок, що сприятиме укріпленню іміджу підприємства і покращенню соціально-економічної ситуації в регіоні [10].

Починаємо розрахунки із розробки балансу сировини в Тернопільській області, в якому визначаємо наявні та перспективні обсяги сировинних ресурсів. Метою цього розрахунку є визначення потенціалу заготівель зернових культур у сировинній зоні підприємства. Розрахунок заснований на даних Державної служби статистики України про земельні угіддя, на яких вирощують злакові культури, і даних про середню урожайність (див. табл. 2.1).

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.13		
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Драгомир Н.Д.			<i>Лит.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Борта А.В.				14	123
<i>Консультант</i>		Басюркіна Н.Й.			ОНТУ, Гр. ТЗХ – 41 б		
<i>Зав.кафед.</i>		Макаринська А.В.					
					Розробка проєкту фермерського міні-елеватора місткістю 2,3 тис. т. в Тернопільській області		

Таблиця 2.1 – Площі та середня урожайність всіх культур, які вирощують в регіоні, станом на 2025 рік [9, 10].

Регіон (область)	Господарства усіх категорій		
	Площа зібрана, ПЛ _{базова} , тис.га	Урожайність, У ₁ , ц з 1 га зібраної площі	Обсяг виробництва, ВЗ ₁ , тис. ц
1	2	3	4
Тернопільська	383,4	60,3	1707,9

Тому що площа вирощування і урожайність – показники, які варіюють у бік збільшення, то ми повинні це врахувати і розрахувати їх значення на перспективу. Так, урожайність на перспективу розраховують за формулою:

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

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

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

K_y – коригуючий коефіцієнт, що враховує зростання урожайності, який розраховують за формулою [11 - 16].

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

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

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

Аналогічно, площу вирощування на перспективу розраховують за формулою:

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

де $ПЛ_{\text{прогноз}}$ – площа вирощування у поточному році (тобто – році розробки проєкту будівництва нового елеватора, у даному прикладі – у 2025 році), га;

$ПЛ_{\text{базова}}$ – площа вирощування у перспективі (тобто – у рік завершення нормативного терміну окупності будівництва нового елеватора, у даному прикладі це через 4 роки – у 2028 році), га;

$K_{\text{пл}}$ – коригуючий коефіцієнт, що враховує зростання площі вирощування, який розраховують за формулою [10]:

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

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

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

Через те, що існуючі тенденції нарощування площ під зернові культури та врожайності у Тернопільській 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 2028 році, розрахована за формулою (2.1), становить:

$$У_{\text{прогноз}} = 60,3 \times (1,08)^4 = 82,0 \text{ ц/га,}$$

а прогнозована площа під культивування всіх культур в Тернопільській області у 2028 році за формулою (2.3), буде дорівнювати:

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = 383,4 \times (1,08)^4 = 385,4 \text{ тис. га.}$$

Результати розрахунків зводимо у табл. 2.2 та використовуємо для розрахунків прогнозованого валового збору (ВЗ) зернових культур в Тернопільській області у 2021 році, який визначаємо за формулою:

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

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (385,4 \times 82,0)/10 = 3160,28 \text{ тис. т}$$

Результати виконаних розрахунків наводимо у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Річний потенціал заготівель всіх культур в Тернопільській області у 2028 р.

Регіон (область)	Площа сільськогосподарських угідь, ПЛ _{прогноз} , тис. га	Середня урожайність, У _{прогноз} , ц/га	Валовий збір, ВЗ _{прогноз} , тис. т
1	2	3	4 = 2х3
Тернопільська	385,4	82,0	3160,28

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. В даному випадку їх прогнозна сумарна місткість (МЗ_{прогноз}) має покривати такий обсяг зернових (формула 2.6):

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

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

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

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

Далі виконаємо необхідні розрахунки:

- споживання зерна всередині сільськогосподарських підприємств Тернопільської області дорівнює:

$$C_{CG} = 0,20 \times 3160,28 = 632,06 \text{ тис. т.};$$

- імпорт (ввезення) зернових культур в Тернопільську область з інших регіонів та із закордону у 2025 р. займав 0,5 % у структурі валового збору пшениці в Тернопільській області. В результаті в прогнозованому періоді він дорівнюватиме:

$$I_p = 0,005 \times 3160,28 = 15,80 \text{ тис. т.}$$

У нашому випадку прогнозна сумарна місткість зерносховищ в Тернопільській області у 2028 р. має покривати такий обсяг зерна:

$$MЗ_{\text{прогноз}} = 3160,28 - 632,06 + 15,80 = 2544,02 \text{ тис. т}$$

Отримані дані зводимо в табл. 2.3.

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

Регіон (область)	Прогнозний валовий збір у 2028 році, $VЗ_{\text{прогноз}}$	Споживання всередині сільського господарства, C_{CG}	Ввезення з інших регіонів та із за кордону, I_p	Сумарна місткість зерносховищ, $MЗ_{\text{прогноз}}$
1	2	3	4	5 = 2-3+4
Тернопільська	3160,28	632,06	15,80	2544,02

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

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

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

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

Так, за даними на початок 2026 року в Тернопільській області існують зерносховища загальною місткістю 2315 тис. т, тому можна визначити $\Delta ПЗ$:

$$\Delta ПЗ = 2544,02 - 2315 = 229 \text{ тис. т}$$

На основі аналізу показника $\Delta ПЗ$ можна зробити висновки про дефіцит зерносховищ в Тернопільській області, про що свідчать і показники.

$$\Delta ПЗ = 229 \text{ тис. т} > 0,$$

$$\Delta ПЗ \geq ПЗ, \text{ тобто } 229 > 2,3 \text{ тис. т,}$$

тому будівництво нового міні-елеватора запланованої місткості 2,3 тис. т є доцільним та обґрунтованим.

Оскільки розрахунки підтвердили доцільність побудови зерносховища в даному регіоні, далі потрібно за допомогою значення коефіцієнта обороту (K_o) місткості для елеватора, що проектується, розрахувати вантажооборот. В дипломному проєкті зерносховище повинно мати місткість 2,3 тис. т.

Вантажооборот (B) підприємства елеваторної галузі розраховують за формулою:

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

де $ПЗ$ – запланована потужність (місткість) елеватора, що проектується, тис. т;

K_0 – коефіцієнт обороту місткості зерносховища, який являє собою число його оборотів протягом року; для хлібоприймального підприємства з зерносховищами складського типу $K_0 = 0,8 \dots 1,0$.

$$B = 1 \times 2,3 = 2,3 \text{ тис. т}$$

Для даного прикладу вихідні дані для розробки проекту будівництва міні-елеватора є наступними (табл. 2.4):

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

Показники	Значення
Місткість проєктуємого елеватора, тон	2300
Область	Тернопільська
Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту, $A^{a_{пр}}$, тонн/рік, у тому числі:	2300
Річний об'єм приймання ранніх культур, $A^{a(p)_{пр}}$, т/рік	1610
Пшениці (% від обсягу ранніх культур)	55
Ячменю (%)	45
Частки зерна ранніх культур різної вологості, що надходить а/т:	
Сухе (W до 15%) α_0	0,75
Вологе (W понад 15-17 вкл. %) α_1	0,25
Період заготівель ранніх культур, P_r , діб	30
Річний об'єм приймання пізніх культур, $A^{a(n)_{пр}}$, тонн/рік	690
Соняшник (% від обсягу пізніх культур)	100
Частки зерна пізніх культур різної вологості, що надходить а/т:	
Сухе (W до 15%) α_0	0,60
Вологе (W понад 15-17 вкл. %) α_1	0,20
(W понад 17-22 вкл. %) α_2	0,20
Період заготівель пізніх культур, P_r , діб	24
Тривалість роботи підприємства у добу, T_d , год.	16
Загальний річний об'єм відпуску зерна на автотранспорт, $A^{a_{впр}}$, т/рік	2300
Кількість місяців відпуску зерна на а/т на рік, N, міс.	7
Тривалість відпуску зерна на а/т за місяць, $T_{вп м}^a$, діб	21
Тривалість відпуску зерна на а/т за добу, $T_{вп д}^a$, год.	16
Коефіцієнт місячної нерівномірності відпуску на а/т, $K_{вп м}^a$	1,5
Коефіцієнт добової нерівномірності відпуску зерна на а/т, $K_{вп д}^a$	1,1
Коефіцієнт погодинної нерівномірності відпуску зерна на а/т, $K_{вп г}^a$	1,15

Таким чином, нами проаналізовано основні тенденції ринку зернових України, проведено дослідження зернового господарства Тернопільської області, і на основі цього обґрунтовано необхідність та доцільність будівництва міні-елеватора місткістю 2,3 тис. т в Тернопільській області.

ЛІТЕРАТУРА

10. 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/ Укл. Басюркіна Н.Й., Дмитренко Л.Д., Свистун Т.В. – Одеса: ОНАХТ, 2019. – 30 с.

11. Станкевич Г.Н. Динаміка і періоди надходження зерна автомобільним транспортом на підприємства південних та центральних регіонів України/ Г.Н.Станкевич, Т.В.Страхова, Л.Ф. Будюк // Наукові праці ОНАХТ. – Вип. 40 – Т.1. – С. 92-95

12. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах у 2024 році [Електронний ресурс] /дані Державної служби статистики України // <URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>>.

13. Державної служби статистики України. Головне управління статистики. Інтернет ресурс. Доступ: <URL:<http://www.ukrstat.gov.ua/>>. <http://www.km.ukrstat.gov.ua>

14. Опря А.Т. Статистичні методи аналізу урожаю й урожайності: особливості комплексного використання при концептуальному визначенні урожайності як економічної категорій. Інтернет ресурс. Доступ: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/nppdaa/2011/01/181.pdf>

15. Як розрахувати врожайність. Інтернет ресурс. Доступ: <https://blog.agrokebety.com/yak-rozrakhuvaty-vrozhaynist>

16. Дослідження ринків [Електронний ресурс] / <pro-consulting.ua>

Розділ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Основні розрахункові положення

3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання

Паспортна місткість і об'єми приймання зерна елеватора визначається ситуацією, яка виникає із співвідношення обсягів перехідного залишку зерна на початок заготівель, надходження зерна за період заготівель автомобільним транспортом і відвантаження зерна з підприємства за той же період.

Зерно, що поступає залізницею та автотранспортом з глибинних пунктів, підлягає прийому з урахуванням якості, вказаної у документах на відвантаження. Зерно в силосах залежно від його якості, стану та засміченості, вологості та цільового призначення розміщують відповідно до розробленого на елеваторі плану прийому, обробки і розміщення зерна.

3.1.1 Розрахунок обсягів робіт

Приймання зерна автомобільним транспортом

При надходженні зерна автомобільним транспортом розрахунковий добовий і погодинний об'єми для пізніх та ранніх культур (1610 т – надходження ранніх культур, 690 т – надходження пізніх культур) визначається окремо за формулою

$$A^{a_{\text{пд}}} = \frac{0,8 \cdot A^a \cdot K^d}{P_p}, \text{ т/добу} \quad (3.1)$$

де, P_p – період заготівель, діб, приймаємо 30 діб для ранніх та пізніх культур;

$A^a_{\text{пд}}$ – річний об'єм надходження зерна автомобільним транспортом, т;

K^d – коефіцієнт добової нерівномірності надходження зерна з автотранспорту, що дорівнює 1,6 – для ранніх культур, 1,7 – для пізніх культур.

Для ранніх культур

$$A^{a_{\text{пдран}}} = \frac{0,8 \cdot 1610 \cdot 1,6}{30} = 73 \text{ т/добу};$$

Для пізніх культур:

$$A^{a_{\text{пдпізн}}} = \frac{0,8 \cdot 690 \cdot 1,7}{35} = 32 \text{ т/добу}.$$

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.13			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробила</i>		Драгоми Н.Д.			Розробка проекту фермерського міні-елеватора місткістю 2,3 тис. т. в Тернопільській області	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Борта А.В.					22	123
<i>Консультант</i>		Борта А.В.				ОНТУ, Гр. ТЗХ – 416		
<i>Зав. кафедри</i>		Макаринська А.В.				1		

$$A^{a_{пч}} = \frac{A^{a_{пд}} * K^{a_{г}}}{T} \text{ т/добу,} \quad (3.2)$$

де $K^{a_{г}}$ - коефіцієнт погодинної нерівномірності надходження зерна автомобільним транспортом;

T - кількість годин у добі.

Для ранніх культур:

$$A^{a_{пч}_{ран}} = \frac{73 * 2,0}{24} = 6 \text{ т/добу;}$$

Для пізніх культур:

$$A^{a_{пч}_{пізн}} = \frac{32 * 2,0}{24} = 3 \text{ т/добу.}$$

Відпуск зерна на автомобільний транспорт

– розрахунковий місячний відпуск :

$$A^{a_{впм}} = \frac{A^{a_{впр}}}{N} * K^{a_{впм}}, \text{ т/міс,} \quad (3.3)$$

де $K^{a_{впм}}$ - коефіцієнт місячної нерівності відпуску зерна на автомобільний транспорт;

N – кількість місяців відпуску зерна на автомобільний транспорт:

$$A^{a_{впм}} = \frac{16}{6} * 1,6 = 4 \text{ т/міс;}$$

– розрахунковий добовий відпуск:

$$A^{a_{впд}} = \frac{A^{a_{впм}}}{T^{a_{впм}}} * K^{a_{впд}} \text{ т/добу,} \quad (3.4)$$

де $K^{a_{впд}}$ – коефіцієнт місячною нерівності відпуску зерна на автомобільний транспорт;

$T^{a_{впм}}$ - тривалість відпуску за добу.

$$A^{a_{впд}} = \frac{4}{24} * 1,4 = 0,2 \text{ т/добу;}$$

– розрахунковий погодинний відпуску :

$$A^{a_{впг}} = \frac{A^{a_{впд}}}{T^{a_{впд}}} * K^{a_{впг}}, \text{ т/год,} \quad (3.5)$$

де $K^{a_{впг}}$ – коефіцієнт місячної нерівності відпуску зерна на автомобільний транспорт.

$$A_{\text{вп г}}^a = \frac{0,2}{8} * 1,2 = 0,1 \text{ т/год.}$$

Коефіцієнти місячної, добової і погодинної нерівномірності відпуску зерна на автомобільний транспорт $K^{\text{авп м}}$, $K^{\text{авп д}}$, $K^{\text{авп г}}$, — визначаємо технологічним пошуком [17-18].

3.1.2. Розрахунок основного технологічного обладнання

3.1.2.1 Визначення кількості та продуктивності зерноочисного обладнання

Все зерно, що надходить автотранспортом на заготівельні елеватори і хлібоприймальні підприємства, підлягає попередньому очищенню від грубих і легких домішок в потоці приймання і основному очищенню від виділюваних домішок до кондицій, що відповідають його цільовому призначенню [17-18].

Основне очищення зерна від домішок, що не впливають на його збереження, може здійснюватися після заготівельного періоду. Необхідне число і продуктивність машин для очищення зерна (полово очисників, скальператорів або сепараторів) повинні відповідати продуктивності ліній приймання зерна.

Сумарну продуктивність сепараторів основного очищення сухого зерна ($\sum Q_c$) визначаємо за формулою:

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

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 (ДодатокД) [17].

$$\sum_1^n Q_{\text{ср}} = \frac{0,04}{30} \left(\frac{759}{1} + \frac{552}{0,8} \right) = 1,5 \text{ т/год;}$$

$$\sum_1^n Q_{\text{сп}} = \frac{0,04}{35} \left(\frac{989}{0,56} \right) = 2,0 \text{ т/год}$$

Число сепараторів основного очищення (N_c) визначаємо за формулою:

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

$$N_{cp} = \frac{2,0}{50} = 0,13;$$

$$N_{сп} = \frac{0,13}{50} = 0,12; \text{ приймаємо } 1.$$

Приймаємо один сепаратор марки А1-БІС-50, який справляється з даним об'ємом робіт.

3.1.2.2 Визначення кількості та продуктивності зерносушарок

Кількість зерносушарок і їх продуктивність повинні забезпечувати сушіння всіх партій вологого і сирого зерна, що надходять за весь період заготівель. При виборі зерносушарки орієнтуються на прогресивні високоефективні зерносушарки, а при визначенні їх кількості – враховують необхідність своєчасного сушіння партій різних культур, що надходять одночасно.

Розрахунок необхідної кількості зерносушарок і їх потрібної продуктивності має враховувати наступні вимоги:

- сушку зерна необхідно забезпечити в обсязі середньодобового надходження;
- зерносушильне обладнання проєктованого підприємства має забезпечувати своєчасну сушку одночасно надходять різноякісних партій зерна;
- вибір типу і продуктивності зерносушарки повинен бути заснований на фактичній кількості зерна, яке може просушити зерносушарка за період заготовок;
- кількість типорозмірів зерносушарок на підприємстві слід приймати мінімальним (не більше трьох).

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

$$A_{ср} = 0,8 \cdot A^{апг} \cdot K_{в} \cdot K_{к^3} \cdot K_{п}, \text{ пл. т,} \quad (3.8)$$

де $A^{апг}$ - маса зерна, що надходить від господарств за весь період заготівель, т;

$K_{в}$ - коефіцієнт переведення фізичних тонн маси зерна в планові тонни сушіння;

$K_{кспв}$ - середньозважений коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності зерносушарок в залежності від культури, що просушується.

Його чисельне значення визначаємо за формулою:

$$K_{\text{крв}} = (A_1 K_{\text{к}^3_1} + A_2 K_{\text{к}^3_2} + \dots + A_n K_{\text{к}^3_n}) / A, \quad (3.9)$$

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

$K_{\text{к}^3_1}, K_{\text{к}^3_2}, \dots, K_{\text{к}^3_n}$ - коефіцієнти, що враховують зміну продуктивності зерносушарки в залежності від роду культури, що просушується .

$$K_{\text{крв}} = \frac{(3000+2200)*1+(2400+1400)*1}{3000+2200+2400+1400} = 1.$$

$$A_{\text{српід}} = 0,8 \cdot 12550 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 1 = 956 \text{ пл. т.}$$

Об'єм сушіння соняшнику по підприємству:

$$A_{\text{с сон}} = 0,8 \cdot A_{\text{сон}} \cdot K_{\text{к}} \cdot K_{\text{в}}, \quad (3.10)$$

де $A_{\text{с сон}}$ - маса насіння сирого і вологого соняшнику, що надходить на підприємство за весь період заготівель, т;

$K_{\text{к}}, K_{\text{в}}$ – добуток коефіцієнтів приймати за Додатком Е [17], виходячи з середньозваженої початкової і кінцевої вологості партій соняшника, що визначається технологічним пошуком [17].

$$A_{\text{с сон}} = 0,8 \cdot 989 \cdot 2,46 = 1946 \text{ т.}$$

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

$$A_{\text{с}^{3/c}} = 20,5 \cdot Q_{\text{з/с п}} \cdot K_{\text{пер}} \cdot \text{Пр} \cdot K_{\text{д}}, \text{пл. т.}, \quad (3.11)$$

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

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

$K_{\text{д}} = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки при роботі із зерноскладами;

$K_{\text{д}} = 1,0$ – коефіцієнт при прив'язці зерносушарок до елеваторів;

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

$$A_{\text{с}^{3/c}} = 20,5 \cdot 20 \cdot 1 \cdot 35 \cdot 1 = 1560 \text{ пл. т.}$$

Встановлюємо зерносушарку шахтного типу марки «Україна» продуктивністю 10 т/год, яка призначена для сушіння зерна основних зернових культур, а також кукурудзи, рису, насіння бобових та олійних культур.

Сушарка є одним з найбільш досконалих методів консервування зерна. Зерно, просушене відповідним чином, можна практично зберігати без кількісних та якісних втрат довгий час. Продовольче і посівне зерно просушується дотримуючись правил гігієни, так як агентом сушіння є чисте нагріте повітря.

Визначена на вологому матеріалі – зерно продовольчої пшениці при постійному сушінні та зниженні вологості з 20% до 14%, при умовах: температура повітря = +10°с, вологість повітря = 60%.

Кількість випареної вологи = 1400 кг/год.

Зерносушарки потрібно проектувати в комплексі з накопичувальними і оперативними бункерами. Загальну місткість накопичувальних бункерів приймати з розрахунку роботи зерносушарки не менш трьох діб.

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

Загальну місткість накопичувальних бункерів для розміщення сирого і вологого зерна однієї зерносушарки рекомендується приймати 200 т. кожен.

3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу

Структурна схема технологічного процесу показує послідовність виконання операцій з зерном. Для проектуваного зерносховища структурна схема наведена на рис. 3.1.

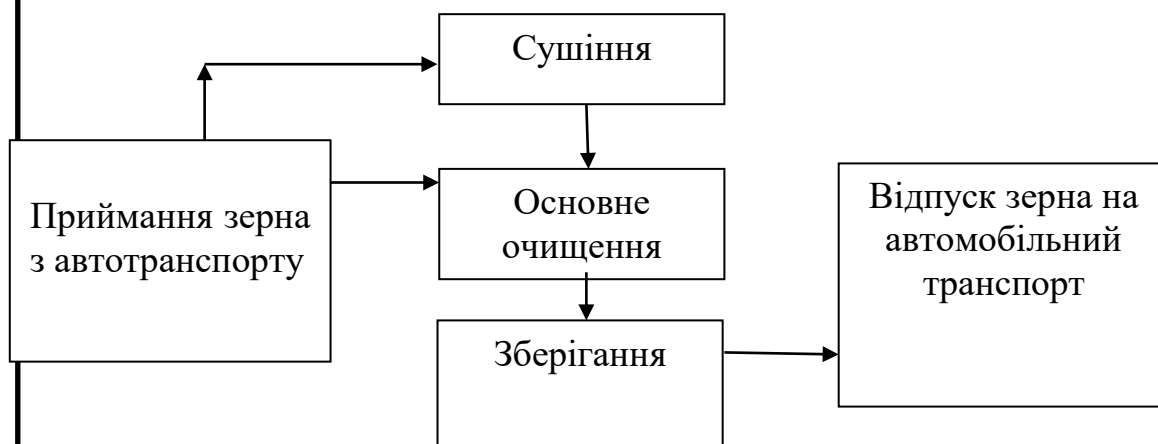
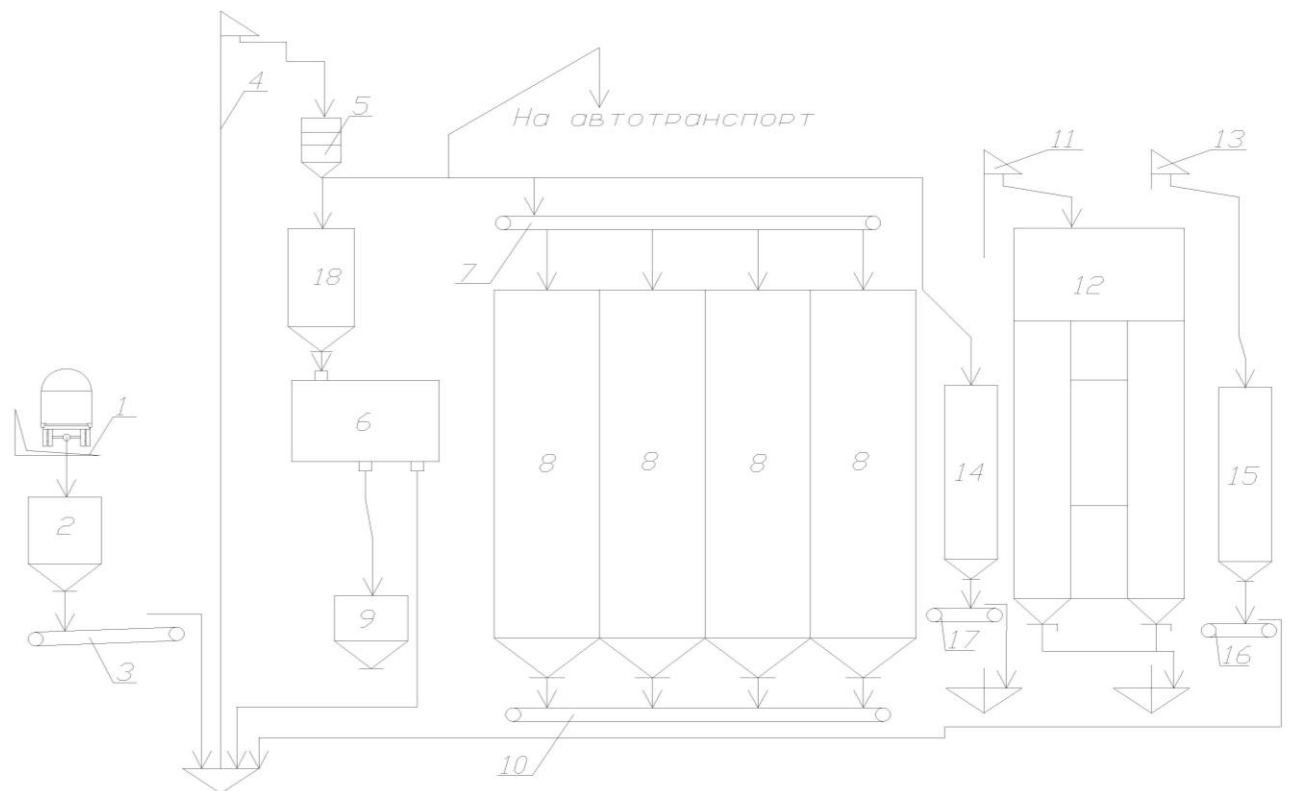


Рис. 3.1 - Структурна схема технологічного процесу проектуемого міні елеватору

Принципова схема роботи зерносховища – це схема, на якій наведено технологічне обладнання та операції, які виконуються на виробничій ділянці. (рис. 3.2). Ця схема, що відображає зв'язок між транспортно-технологічним обладнанням, оперативними та накопичувальними бункерами та рухом зерна з ємності, що спорожнюється, в ємність, що накопичує зерно. Принципова схема проєктованого зерносховища базується на базі структурної і показує, на якому устаткуванні планується виконувати кожну операцію, де необхідно установити між операційні бункери і як здійснити переміщення зерна з бункера, що спорожнюється, у наповнювальний бункер.

Технологічний процес виробничої ділянки передбачає: зважування автотранспорту на автомобільних вагах, взяття проб за допомогою пробовідбірника або щупів і подачу автотранспорту на розвантаження за допомогою системи розвантаження самосипом в бункер, а потім на стрічкові конвеєри. Норією зерно подається на попереднє очищення, або відразу на сушіння, або на норію завантаження силосів. Після попереднього очищення зерно подається на сушку в зерносушарку, звідки воно йде на доочищення або на норію завантаження силосів. Відходи прибираються за допомогою автотранспорту. Сухе очищене зерно подається на зберігання в склад з допомогою норії. Вивантаження зерна із складу здійснюється на нижній конвеєр і далі на норію.

При розробці принципової схеми потрібно прагнути до того, щоб виконання всіх намічених операцій із зерном проходило з мінімальним числом його піднімань, тобто вона була одноступінчастою.



1 - автомобілерозвантажувач; 2 - приймальний бункер; 3 - приймальний конвеєр; 4 - основна норія робочої башти; 5 - ваги; 6 - сепаратор; 7 - надсилосний конвеєр; 8 - металеві силоса; 9 - бункер для відходів; 10 - підсилосний конвеєр; 11, 13 - спеціалізована норія; 12 - зерносушарка; 14 - досушільний силос; 15 - післясушільний силос; 16, 17 - спеціалізований конвеєр; 18 - надсепараторний бункер.

Рис. 3.2 – Принципова схема технологічного процесу елеватору

3.1.4 Розрахунок транспортуючого обладнання

3.1.4.1 Розрахунок основних норій

Норії, що встановлюються в робочій башті, в залежності від технологічного призначення поділяються на основні і спеціалізовані. Визначення продуктивності і кількості спеціалізованих норій проводимо виходячи із розрахункової продуктивності відповідних технологічних потоків. Необхідна кількість основних норій потрібно визначати з розрахунку забезпечення виконання всіх операцій із зерном, що збігаються у часі.

Остаточним кроком в розрахунку норій є визначення їх кількості для виконання всіх технологічних операцій. Для цього розраховуємо кількість норіє-годин для виконання кожної з операцій і на основі їх суми визначаємо кількість норій при двох варіантах продуктивності норій $Q_1 = Q_{\min}$, яка приймається рівною

наступній більшій із стандартного ряду продуктивності норій: ($Q = 50, 100; 175; 250; 350$ т/год.)

Необхідно прийняти до уваги наступне:

1. Норії, що беруть участь у зовнішніх операціях, а також обслуговуючі зерносушарки, є спеціалізованими, їх встановлено у відповідних приймальних і відпускних пристроях, біля зерносушарок.

2. Норії, що виконують внутрішні операції, як правило, є універсальними (основними) норіями, їх встановлено в робочій башті, які виконують наступні функції:

- а) для приймання зерна із автомобільного транспорту;
- б) для відпускання зерна на автомобільний транспорт;
- в) подача і забирання зерна після очищення;
- г) продуктивність підсилованих конвеєрів повинна відповідати продуктивності пов'язаних з ними норій;

3. Кут підйому похилої частини стрічкових конвеєрів допускається не більше за 14° , а для підприємств, де передбачається приймання, обробка і зберігання проса або гороху, не більше за 10° . Радіус кривих підйому конвеєрів приймаємо 85 м. На відрізках стрічки зі схилом більше за 10° установка насипних лотків не допускається.

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

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

Розрахунок числа норій для виконання операцій, які збігаються у часі наведено у табл. 3.1.

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

№ п/п	Операції, що співпадають у часі	Розрахункова формула	Число норій при Q _{min}
1	Приймання зерна з автотранспорту	$N_{H^a} = \frac{A_{пр}}{Q_{нор} \cdot K_v \cdot K_n}$	$N_{H^a} = \frac{32}{50 \cdot 0,85 \cdot 0,8} = 0,47$
2	Відпуску зерна на авто транспорт	$N_{H^a} = \frac{A_{отп}}{Q_{нор} \cdot K_v}$	$N_{H^a} = \frac{37}{50 \cdot 0,85} = 0,44$
3	Прибирання зерна після основного очищення в силоси	$N_H = \frac{A_{прсут}}{Q_{нор} \cdot K_v \cdot 24}$	$N_H^{оч} = \frac{384}{50 \cdot 0,8 \cdot 24} = 0,2$
4	Подача зерна після сушіння на основне очищення	$N_{H^e} = \frac{A_{пр} \cdot 0,4}{Q_{нор} \cdot K_v \cdot 24}$	$N_{H^e} = \frac{0,4}{50 \cdot 0,8 \cdot 24} = 0,08$
	Всього норій	ΣN	1,19

Примітки:

A_{пр} - погодинний об'єм надходження зерна з автотранспорту;

A_{від} - об'єм відпуску зерна на залізницю;

A_{пр доб} - добові об'єми очищення і сушіння зерна;

A_{від} - добовий відпуск зерна на залізничний транспорт;

K_v - коефіцієнт використання норій в залежності від виконуваної операції;

K_n - коефіцієнт, який враховує зниження продуктивності норій при прийманні сирого та вологого зерна з автотранспорту. K_n = 0,8;

Q - паспортна продуктивність норій, т/год.

Таблиця 3.2 – Розрахунок числа норіє – годин

№ №	Найменування операцій	Розрахункові формули	Число норій годин при продуктивності	
			$Q_1=50$ т/год	$Q_2=100$ т/год
1	Випорожнення накопичувальних бункерів з авто	$H_{ч} = \frac{A * n_{п}}{Q * K_{и}^T * K_{вз}^П * K_{кн}}$	$H_{ч} = \frac{384 * 1}{50 * 0,85 * 0,7 * 0,9} = 7,2$	$H_{ч} = \frac{384 * 1}{100 * 0,85 * 0,7 * 0,9} = 4,1$
2	Прибирання очищеного зерна	$H_{ч} = \frac{A * n_{п}}{Q * K_{и}^T * K_{вз}^П * K_{кн}}$	$H_{ч} = \frac{384 * 1}{50 * 0,85 * 0,7 * 0,9} = 7,2$	$H_{ч} = \frac{384 * 1}{100 * 0,85 * 0,7 * 0,9} = 4,1$
3	Відпуск на автомобільний транспорт	$H_{ч} = \frac{A * n_{п}}{Q * K_{и}^T * K_{вз}^П * K_{кн}}$	$H_{ч} = \frac{37 * 1}{50 * 0,85 * 0,7 * 0,9} = 0,7$	$H_{ч} = \frac{37 * 1}{100 * 0,85 * 0,7 * 0,9} = 0,4$
4	Прибирання просушеного зерна	$H_{ч} = \frac{A * 1}{Q * K_{и}^T * K_{кн}}$	$H_{ч} = \frac{153,6}{100 * 0,85 * 0,7 * 0,9} = 2,9$	$H_{ч} = \frac{153,6}{175 * 0,85 * 0,7 * 0,9} = 1,7$
	Усього норіє-годин	$\sum H_{ч}$	18	10,2

$$N_{H50} = 18 / (24 * 0,65) = 1,15;$$

$$N_{H100} = 10,2 / (24 * 0,65) = 0,7.$$

Розрахунки показали, що кількість встановлених норій на підприємстві достатньо для виконання операцій. Приймаємо дві норії продуктивністю 50 т/год для основних операцій.

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.

Кут підйому похилої частини стрічкових конвеєрів допускається не більше за 14°, а для підприємств, де передбачається приймання, обробка і зберігання проса або гороху, не більше за 10°.

Радіус кривих підйому конвеєрів приймаємо 85 м. На відрізках стрічки зі схилом більше за 10° установка насипних лотків не допускається. Лінійну швидкість стрічок конвеєрів приймаємо не більше за $v=2,8$ м/с.

Для виконання всіх операцій на елеваторі приймаємо конвеєри з продуктивністю 50 т/год.

3.1.4.3 Самопливи

1. Розрахункову теоретичну пропускну спроможність зерно проводу (при куті нахилу самопливної труби до горизонту 36°) і їх деталей (сектори, засувки, перекидні клапани і ін.) приймаємо 200 мм.

2. Кут нахилу зернопроводу для пшениці або жита в комунікаціях до зерносушарок приймаємо 45°, на всіх інших - 36°.

3. Перерізи і кути нахилу трубопроводів, що транспортують відходи, приймаємо 54°, кут перерізу – 200 мм. [17-18].

4. Товщину металу для зернопроводів приймаємо 5 мм.

3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв

Вивантаження зерна з автомобільного транспорту

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

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

$$N_{л} = \frac{1,2 * A_{пт}^a}{Q_{ал} * K_k^T * K_{сзв}^T}, \text{ штук,} \quad (3.16)$$

де $Q_{ал}$ - 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.

Визначимо середньозважений $K_{сзв}^T$ за допомогою коефіцієнтів зміни продуктивності обладнання в залежності від культури [17-18].

$$K_{сзв}^T = (759 * 1 + 552 * 0,8 + 989 * 0,56) / 3200 = 0,55;$$

$K_{ТВЗ}$ - коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні зерна різного по вологості та засміченості $K_{ТВЗ}=1,0$ [17];

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

$$N_{л} = \frac{1,2 \cdot 32}{81 \cdot 0,76 \cdot 1} = 0,6 \text{ приймаємо } 1 \text{ шт}$$

Відпускні пристрої зерна на автотранспорт

Число відпускних потоків визначається за формулою

$$n_{ен}^n = \frac{A_{ен.год}}{Q_{мп1}} \quad (3.17)$$

$$n_{ен}^n = \frac{0,1}{50} = 0,002 = 1 \text{шт.}$$

де $A_{ен.год}$ – погодинний об'єм відпуску зерна на автотранспорт, т/год;

$Q_{мп1}$ – продуктивність вантажних механізмів, т/год.

Приймаємо один відпускний потік на автотранспорт продуктивністю 50 т/год.

3.2 Обробка і зберігання відходів

Зменшенню втрат зерна під час зберігання сприяє добре поставлений облік.

Мета кількісно-якісного обліку полягає в тому, щоб з'ясувати закономірності втрат, які виникають при перевезенні, зберіганні і переробці зерна, сировини та продукції. Обліковують не тільки фізичну масу зерна та інші види сировини, а й показники якості – вологість та наявність смітних домішок, кількість яких прямо впливає на збільшення або зменшення маси зерна. Зниження вологи і кількості смітних домішок при обробці та зберіганні зерна в результаті видалення вологи, переходу смітних домішок у відходи сприяє поліпшенню якості та зменшенню фізичної маси зерна. Підвищення вологості внаслідок поглинання вологи зерном призводить до погіршення його якості та збільшення фізичної маси залишків. Збільшення кількості смітних домішок у зерні внаслідок потрапляння зерен інших культур також призводить до погіршення якості насіння та появи залишків [19].

Отже, закономірності зміни зернової маси під час зберігання зерна визначають як за кількісними, так і за якісними показниками.

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

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

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

Акти зачистки складаються при вивільненні складу, витрати окремих культур, якщо вони обліковувались відокремлено, при інвентаризації і передаванні складів від одного завідувача іншому. Не складаються такі акти на відходи другої і третьої категорій, на продукцію паковану у мішки стандартної маси, і у тих випадках, коли при повній витраті партії зерна та продуктів його переробки або при перевірці їх наявності шляхом переважування, надлишків і нестач не виявляється і відсутні зволоження або збільшення смітєвої домішки [19].

Комісія складає акт зачистки в двох примірниках і передає його керівнику підприємства на затвердження.

Розпорядження-акт на доробку зерна, насіння олійних культур типової форми № 34.

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

Матеріально-відповідальна особа зобов'язана забезпечити виконання дорученої їй роботи і оформити її результати актом за типової форми № 34 не пізніше наступного дня після закінчення роботи. Акти доробки на очищення і сушку зерна за типовою формою №34 складають у міру проведення робіт, але не рідше одного разу на місяць. Підписують Акт матеріально-відповідальна особа та начальник ВТЛ, перевіряє бухгалтер і затверджує керівник підприємства.

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

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

Складські звіти по окремих видах зернових культур проводять тільки щодо культур і зерноскладах, які перебувають у віданні однієї матеріально відповідальної особи. Разом з первинними документами звіти щодня здають до бухгалтерії. Тут на кожен партію зерна заводять особовий рахунок у книзі

кількісно-якісного обліку ф. № 36, де фіксують дані про його масу та якість (вологість, вміст смітних домішок). Дані про надходження і витрати зерна записують у книгах щодня на основі відповідних документів.

У кожному документі на надходження і витрати зерна вказують масу його в кілограмах, вологість та кількість смітних домішок у процентах (з точністю до 0,1 %). Бухгалтер з кількісно-якісного обліку при визначенні залишків у книзі ф. № 36 звіряє їх із залишками складського обліку ф. № 37. Матеріально відповідальна особа щодня звіряє залишки. Зіставлення даних складського і кількісно-якісного обліку, які ведуть матеріально відповідальна особа і бухгалтерія, є засобом контролю за обліком [19].

3.3 Проектування зерносховищ

Зберігання зерна – це складний процес, забезпечити незмінність кількісних і якісних показників зерна при тривалому зберіганні можливо лише у спеціально пристосованих для цього зерносховищах.

Силосний корпус (силкорпус) – частина елеватора, споруда, що складається з системи силосів, забезпечена механізмами переміщення зерна. Форму і розміри силосів вибираємо відповідно до місткості елеватора, максимального числа партій зерна, що одночасно зберігаються, їх величиною, будівельним матеріалом і способом проведення будівельних робіт.

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

$$E_c = \Psi \cdot \gamma \cdot S \cdot h, \quad (3.18)$$

де S – площа поперечного перерізу силосу круглого типу

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} = 78,5 \text{ м}^2, \quad (3.19)$$

Ψ – коефіцієнт використання обсягу силосу;

γ – об'ємна маса зерна;

$$E_c = 0,58 \cdot 0,75 \cdot 78,5 \cdot 17,2 = 587 \text{ т.}$$

Розрахунок кількості силосів і їх компонування

Приймаємо 10 силосів марки СМВУ 275.16.В12 місткістю по 5500 т, розміщення однорядне.

Оскільки Еел. складає 2300 т., то згідно розрахунків обираємо металеві силоса зі стандартного ряду марки СМВУ. Для забезпечення даного об'єму необхідно 4 силоси по 600 т. кожний, розміщення однорядне

Силоси типу СМВУ обладнані системами активного вентилявання та пошарового контролю температури зберігання продукту. А також шнековим зачисним механізмом, для зачистки силосу від залишкового насипу (після розвантаження силосу самопливом). Системи активного вентилявання забезпечують витрату повітря не менше 6 м³/год. на тонну місткості при повністю завантаженому зерном силосі. Силоси забезпечують накопичення та збереження кондиційного зерна з вентиляцією і охолодженням, з найменшими втратами і витратами, а також проведення наступних операцій із зерном:

- пошаровий контроль температури зберігання зерна;
- охолодження зернової маси і низькотемпературне досушування зерна;
- знезараження зерна та дезінсекція конструкцій силосу;
- прийом зерна, його зберігання та вивантаження;
- відбір проб зерна;
- контроль верхнього граничного рівня зернового насипу.

Наявні люки (верхній і нижній) і сходи дозволяють проводити обслуговування, очищення і ремонт конструкцій і обладнання силосної місткості. Силос металевий вентиляований, типу СМВУ, являє собою місткість циліндричної форми, що має дах і встановлюється на задалегідь підготовлену бетонну основу – фундамент в якому влаштовуються канали вентиляції.

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

В умовах зростання постійного попиту на будівництво споруд більш доцільно будувати зі збірних металевих елементів, які виготовляються на заводі за спеціальною технологією.

На цей час це найбільш вигідне рішення цієї проблеми, що дозволяє, значно економити витрати грошей на будівництво.

Обладнання на планах поверхів робочої башти розміщують у відповідності з технологічною схемою руху зерна, розробленої для проектного зерносховища. Вибір того або іншого способу розміщення обладнання зумовлений необхідністю вирішення різнопланових завдань:

- технологічних – раціональна організація виробничого процесу, виконання запланованого обсягу робіт з операцій приймання, очищення, сушіння, відвантаження, досягнення заданого технологічного ефекту;

- економічні – мінімальна вартість будівельних робіт, мінімальна витрата трудових і матеріальних засобів на монтаж обладнання;

- будівельних – оптимальний спосіб компонування і зведення основних будівель і споруд, відповідність нормованих величин габаритних розмірів будівель, можливість застосування уніфікованих будівельних конструкцій, тощо;

- безпеки праці та виробничої санітарії – зручність і безпеку обслуговування технологічного обладнання, зручність і безпеку проходу на сходову клітку, або в суміжне приміщення.

Металеві силоси компонуються по парно – по чотири штуки у модулі. Це пов'язано з подачею зерна норією, а також врахуванням впливу фундаментів одного силосу на інші.

Для визначення розмірів робочої будівлі необхідно провести компонування транспортного та технологічного обладнання проектуемого елеватора. Розміри в плані робочої башти залежать від габаритних розмірів та кількості технологічного обладнання. Найбільш впливає на розмір башти поверх головок норій (рис. 3.3; 3.4), поверх сепараторів (рис.3.5). Найбільш ефективним використанням робочої башти буде встановлення головок норій, як вказано на рис.3.3, отже обираємо варіант компонування головок норій за рис. 3.3.

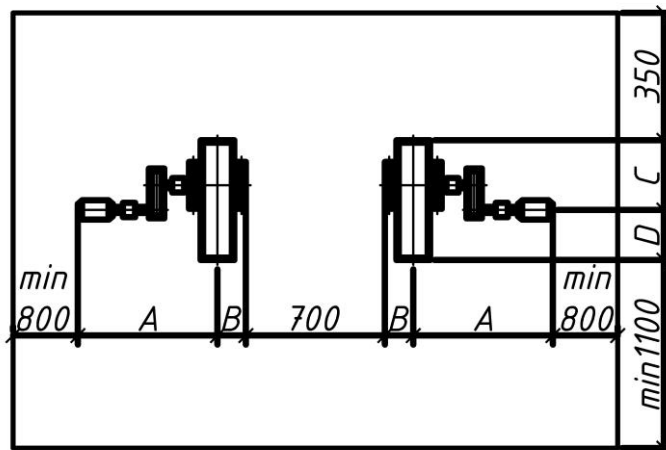


Рис. 3.3 – Розташування основних норій приводами в одну сторону

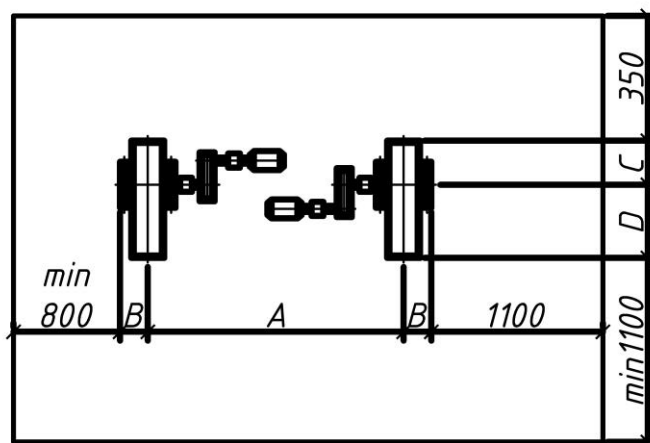


Рис. 3.4 – Розташування основних норій приводами на зустріч один одному

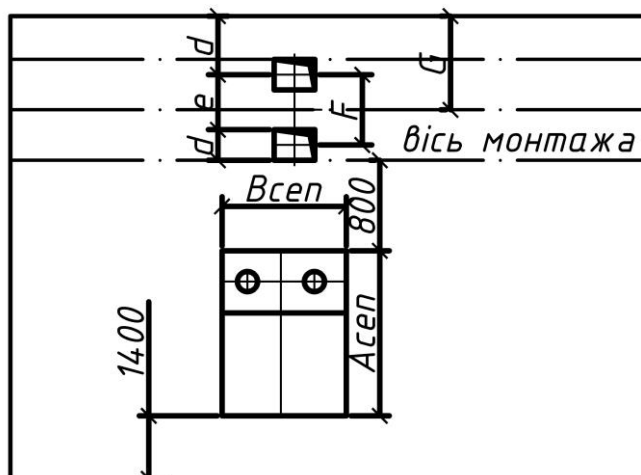


Рис. 3.5 – Розташування сепараторів основного очищення на плані поверху

Для більш зручного обслуговування сепаратору основного очищення обираємо варіант компонування плану поверху (Рис 3.5). Після визначення компоновки планів поверхів, встановлюємо довжину та ширину робочої башти

проектуемого елеватора. Крок осі башти повинен не відповідати кратності 0,3, тому для зручності обираємо крок 3,0 м.

3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП

Висота зерносховища складається з висот поверхів, які в свою чергу залежать від габаритних розмірів обладнання, яке обираємо, місткостей бункерів та диктуючих самопливі [17].

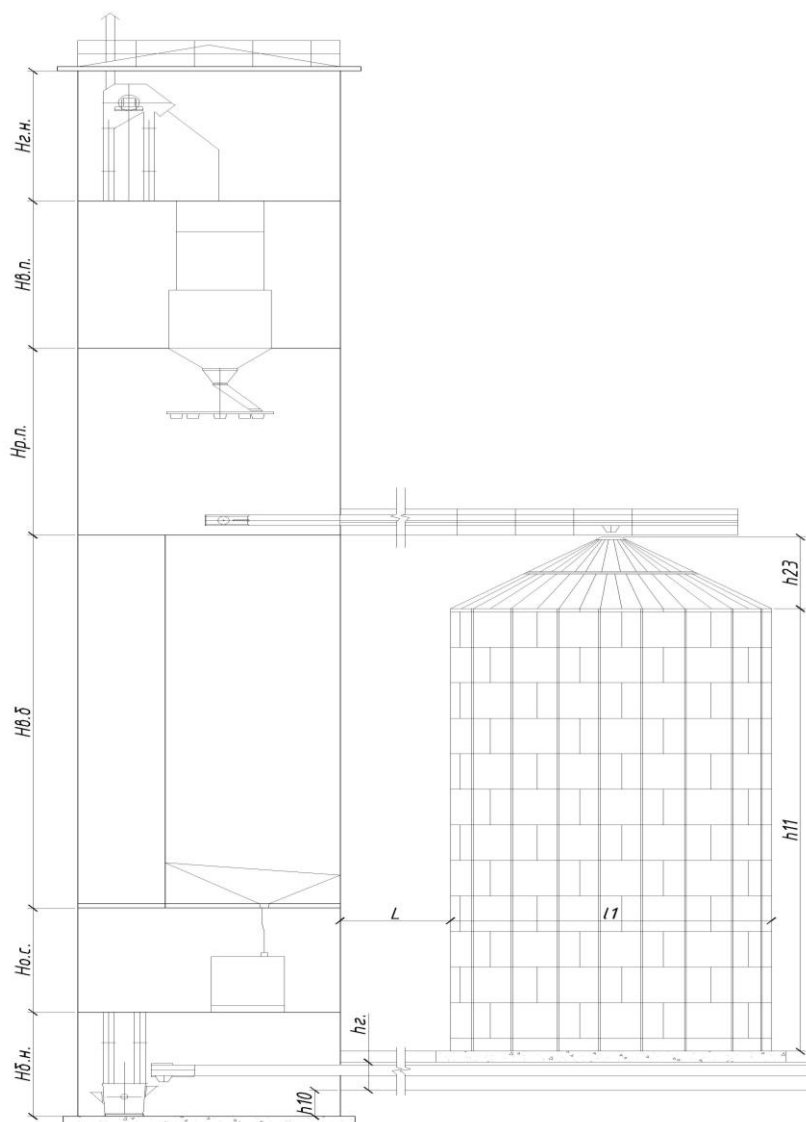


Рис. 3.6 – Визначення висот поверхів та розривів між робочою баштою та силосними корпусами.

Висота поверхів робочої башти повинна бути достатньою для монтажу і обслуговування обладнання, що розміщується на поверсі, і, крім того, повинна забезпечувати нормальну подачу зерна на машини і вивантаження з них. Будівельними нормами передбачена мінімальна висота приміщень 3600 мм при

висоті виступаючих конструкцій 2400 мм. Висоти поверхів повинні бути кратними 0,2 м.

Розрахунок висоти поверху башмаків норій робочої башти міні-елеватора

$$H_{б.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9 \quad (3.20)$$

де h_1 – висота підставки під башмак, призначений для зручності спорожнення норії при завалі, м.;

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

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

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

$h_5 = a \cdot \operatorname{tg} \alpha$ – величина проекції диктуючого самопливу, м.;

$$h_5 = 1,8 \cdot \operatorname{tg} 45 = 1,8 \text{ м.}$$

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

$h_4 = 0,5 \dots 0,6$ м. – висота, необхідна для монтажу і ремонту скидальної коробки, м.

$$H_{б.н.} = 0,1 + 0,3 + 0,4 + 1,8 + 0,4 + 0,2 + 0,6 = 3,8 \text{ м.}$$

Розрахунок висоти поверху зерноочисних машин

Висота поверху сепараторів основного очищення розраховуємо за формулою

$$H_{с.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 \quad (3.21)$$

де h_1 – висота розташування приймальної коробки сепаратора, м.;

h_2 – висота введення самопливної труби в приймальну коробку, м.;

h_3, h_5 – висоти секторів самопливної труби, м.;

$h_4 = a \cdot \operatorname{tg} \alpha$ – величина проекції диктуючого самопливу, м.;

$$h_4 = 0,3 \cdot \operatorname{tg} 45 = 0,3 \text{ м.}$$

h_6 – висота косоного патрубку під бункером, м.

$$H_{с.} = 2,5 + 0,4 + 0,2 + 0,5 + 0,3 + 0,3 = 4,2 \text{ м.}$$

Розрахунок висоти поверху розподільчого поверху робочої башти елеватора

$$H_{р.п.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9 + h_{10} + h_{11} + h_{12} \quad (3.22)$$

$$H_{р.п.} = 0,6 + 0,5 + 0,3 + 0,8 + 0,5 + 0,5 + 0,3 + 0,8 + 0,3 + 0,2 + 0,6 + 0,9 = 6,3 \text{ м,}$$

де $h_1 = 0,6$ м. – висота верхньої стрічки надсилосного конвеєра над підлогою [17].;

h_2 – висота насипного лотка, м;

h_3, h_9 – висоти секторів, м;

h_5 – висота нижньої частини скидальної коробки поперечного конвеєра, м;

h_6 – радіус барабана поперечного конвеєра, м;

h_7 – висота насипного лотка поперечного конвеєра, м;

$h_8 = a \cdot \operatorname{tg} \alpha$ – величина проекції диктуючого самопливу, який подає зерно на поперечний конвеєр, м;

$$h_8 = 0,8 \cdot \operatorname{tg} 45 = 0,8 \text{ м.}$$

h_{10} – висота поворотної труби, м;

h_{11} – висота підвагової засувки, м;

h_{12} – висота частини підвагового бункера, м.

Розрахунок висоти вагового поверху робочої башти елеватора

$$H_{\text{в.п.}} = h_1 + h_2 + h_3, \quad (3.23)$$

$$H_{\text{в.п.}} = 1,35 + 1,35 + 0,7 = 3,4 \text{ м.}$$

Висоту надвагового бункера при установці ваг типу ВАП визначають

$$h_{\text{нвб}} = E_{\text{нвб}} / \Psi \cdot \gamma \cdot A \cdot B \quad (3.24)$$

$$h_{\text{нвб}} = 3,0 / 0,5 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,44 = 0,7 \text{ м,}$$

де Ψ – коефіцієнт використання обсягу бункера ($\Psi = 0,46 \dots 0,6$);

γ – об'ємна маса зерна, т/м^3 ;

A, B – розміри бункера в плані, м;

$E_{\text{нвб}}$ – ємність надвагового бункера, т.

Висоту підвагового бункера при установці ваг типу ВАП визначаємо

$$h_{\text{пвб}} = E_{\text{пвб}} / \Psi \cdot \gamma \cdot A' \cdot B' \quad (3.25)$$

$$h_{\text{пвб}} = 7,3 / 0,6 \cdot 0,75 \cdot 1,5 \cdot 1,9 = 1,35 \text{ м.,}$$

де Ψ – коефіцієнт використання об'єму бункера ($\Psi = 0,46 \dots 0,6$);

γ – об'ємна маса зерна, т/м^3 ;

A', B' – розміри підвагового бункера в плані, м;

$E_{\text{пвб}}$ – ємність підвагового бункера, т.

Розрахунок висоти поверху верхніх бункерів робочої башти елеватора

$$H_{в.б} = (h_{10} + h_{11}) - (H_{б.н.} + H_{б.с}) \quad (3.26)$$

де h_{10} – висота силосів, м;

h_{11} – різниця заглиблення робочої башти і силосів, м;

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

$H_{в.б}$ - висота поверху верхніх бункерів, м;

$H_{к.с}$ - висота поверху контрольних сепараторів, м;

$H_{б.с}$ - висота поверху сепараторів основного очищення, м.

$$H_{в.б} = (18,1+3,6)-(3,8+4,2) = 13,7 \text{ м,}$$

$$H_{в.б} = 13,7 \text{ м.}$$

Розрахунок висоти поверху головок норій елеватора

$$H_{г.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (3.27)$$

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

h_2, h_3 – висоти обумовленні конструкцією норії, м.;

h_4 – висота спеціального патрубку, м.;

$h_5 = a \cdot \operatorname{tg} \alpha$ – величина проекції диктуючого самопливу

$$h_5 = 1,8 \cdot \operatorname{tg} 45 = 1,8 \text{ м.}$$

$$H_{г.н.} = 0,6+0,7+1,8 = 3,0 \text{ м.}$$

Визначення протипожежних розривів

Згідно з ДБН В.2.2-8-98 «Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна» пожежні розриви між металевими зерносховищами та робочою баштою приймають рівними не менш 7,0 м. У зв'язку з можливістю під'їзду пожежної техніки та зменшенням впливу фундаментів однієї будівлю на іншу.

Визначення висоти верхньої та підземної транспортної галереї

Верхня галерея металевих силосів обладнується самопливом з норій №1,1-1,3 та огорожуючими засобами на рівні 1,2 м. від рівня підлоги поверху, для підвищення безпеки пересування обслуговуючого персоналу.

Нижня галерея розташовується в підземній частині робочої башти та автоприймання, повинна мати згідно з ДБН В.2.2-8-98 «Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна» висоту поверху не менше за 2,2 м від рівня підлоги, а також технологічний прохід не менш 0,8 м. У місяцях звуження

технологічного проходу дозволяється його залишити меншим за норму, якщо звуження по довжині у плані не більше за 1м.

3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів

Для продуктивної роботи приймального потоку встановлюємо приймальний бункер місткістю 60 т та надсепараторний бункер $E = 60$ т.

Зерносушарку проектуємо в комплексі з накопичувальними і оперативними бункерами. Загальну місткість оперативних бункерів для сирого і сухого зерна необхідно приймати з розрахунку безперебійної роботи зерносушарки не менш 8годин. Так як проектом передбачаємо встановити зерносушарку марки «УКРАЇНА» продуктивністю 10 пл.т/год, тому для забезпечення її безперервної роботи встановлюємо один досушительний бункер місткістю 200 т та післясушительний бункер місткістю 200 т.

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

Робоча схема руху зерна і відходів (РСРЗіВ) – це конкретизована принципова схема, що відображає зв'язок між усім транспортним, технологічним устаткуванням, що є в господарстві, оперативними і накопичувальними бункерами із зазначенням:

- номери, типу, кількості і продуктивності машин, які беруть участь у технологічному процесі;
- номери і місткості оперативних і накопичувальних місткостей. При транспортуванні зерна, керуючий персонал складає маршрут [17].

РСРЗіВ будується за принципом послідовної обробки зерна в потоці від його приймання до подачі в склад на зберігання. Вона повинна забезпечувати мінімальною кількістю одиниць устаткування виконання всіх запланованих операцій, безперервність технологічного процесу при ефективному використанні устаткування, бути гнучкою.

Маршрут – це ув'язування всього технологічного, транспортного, аспіраційного обладнання, при переміщенні зерна на різних операціях(сушіння, очищення, приймання відпускання [17-18].

До РСРЗіВ обов'язково додається таблиця місткостей і таблиця ходів норій.

В таблиці місткостей вказано габарити бункерів та складу, а також їх місткість.

Таблиця ємностей – це зображення ємностей зерносховища. В таблиці вказано габарити бункерів та силосів, а також їх ємність. Таблиця ходів – це умовне позначення норій та звідки норії приймають зерно. Таблиця складається з двох частин, норії подають – це наступне після норії обладнання в яке транспортується зерно, норії приймають – обладнання, яке встановлено перед норією, яке вивантажує зерно на неї.

Гнучкість схеми – це можливість скласти маршрут таким чином, щоб транспортуюча ланка однієї і той ж операції, складалась з двох або декількох альтернативних шляхів транспортування зерна.

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.

При характеристиці технологічного процесу зерносховищ використовують три види схем: структурну, принципову і робочу (технологічну). Ці схеми в названій послідовності в міру конкретизації впливають одна з іншої.

Структурною схемою називається визначена технологічним процесом зерносховища послідовність і взаємозв'язок операцій.

Принципова схема – це конкретизована структурна схема, що показує взаємозв'язок транспортного, технологічного устаткування,

накопичувальних і оперативних бункерів, вагового устаткування, що забезпечує поопераційну обробку зерна в потоці.

Ця схема показує, на якому устаткуванні повинна бути виконана операція і місце між операційних бункерів.

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 [17-18].

Опис РСРЗіВ:

У даному елеваторі зерно приймається з автомобільного транспорту і відпускається на автомобільний транспорт. Технологічна схема передбачає можливість очистки на сепараторі А1-БИС-50 і сушіння на зерносушарці Україна 10 ($Q=10$ т/год) зерна, що надходить. На схемі представлено 2 основні норії з продуктивністю $Q=50$ т/год, які встановлені в РОБ. Зберігання зерна здійснюється в 4 силосах ємністю $E = 600$ т. кожний

Приймання зерна з автомобільного транспорту

Проводиться одним потоком. Він включає в себе автомобілерозвантажувач У-АРГ-21, з нього на приймальний бункер ($E = 60$ т), з яких подається через стрічковий конвеєр 2.1-2.2 ($Q = 50$ т/год), до основної норії 1.1. З основної норії 1.1 зерно може бути подане на надсепараторний бункер та основне очищення в сепаратор А1-БИС-50 або в досушільний бункер.

Очищення зерна на сепараторі

Зерно з приймальних накопичувальних бункерів з автотранспорту може бути подано на основну очистку. З них зерно поступає на основну норію 1.1. З основної норії 1.1 зерно поступає в надсепараторний бункер ($E=60$ т), після проходить очистку в сепараторі А1-БИС-50, з якого основною норією 1.2 може бути на над силосні конвеєри 2.4-2.5 ($Q = 50$ т/год), з яких в силоси. Вологе

подається на сушіння в Україна 10 ($Q = 10$ т/год). Відходи, отриманні при очищенні зерна, самопливом подаються в бункер для відходів БВ.

Сушіння зерна

Вологе і сире зерно з автомобільного транспорту (на норію 1.1) або після очищення (на норію 1.2), подається допоміжною норією 1.3 в досушільний бункер ДСБ, з якого на конвеєр 2.6 та допоміжною норією 1.4 подається у зерносушарку «Україна - 10». Після чого просушене зерно подається стрічковим конвеєром 2.7 до допоміжної норії 1.5 і подається в післясушільний бункер ПСБ з якого на конвеєр 2.8 та в робочу башту елеватора на основну норію №1.2, з якої зерно може бути направлено на конвейер 2.4 для завантаження силосів для зберігання зерна, або на відвантаження на автотранспорт.

Відпуск зерна на автомобільний транспорт

Зерно з основної норії № 1.2 подається на ваги типу ВАП-1000, де зважується та через стрічковий конвеєр № 2.9 подається на відпуск.

Аналіз робочої схеми руху зерна і відходів і рекомендації з її удосконалення

З даного огляду всіх операцій на підприємстві можна зробити висновок, що фермерський елеватор зможе приймати, очищати, сушити, зберігати та відпускати зерно автомобільним транспортом.

3.8 Система управління роботою елеватора

Автоматизація – комплекс заходів щодо заміни розумової й інтелектуальної діяльності людини при керуванні виробничими процесами «діяльністю» технічних засобів, наділеними такими здатностями. Ефективність автоматизації тем вище, чим вище рівень «інтелекту» технічних засобів керування.

Основні переваги автоматичного керування перед ручним:

- відсутність суб'єктивних факторів (утома, неуважність), що викликає помилки в керуванні, які приводять до зниження ефективності роботи об'єкта керування, а грубі помилки можуть привести до важких наслідків;

- підвищуючи «інтелектуальний рівень» технічних засобів керування можна управляти об'єктом, тому що це могла би робити ідеально підготовлена людина-оператор, що усвідомлює всі особливості об'єкта [20].

3.8.1 Мета і призначення системи дистанційного автоматизованого керування

На проектуємому елеваторі використовують дистанційне автоматизоване керування технологічними процесами, яке здійснюється ЦПК(центральним пультом керування) або з пультів керування операторських на різних точках роботи елеватора.

Система дистанційного автоматизованого керування (СДАК) елеватором призначена для автоматизації процесів зберігання, переміщення, завантаження, розвантаження, просушування зернопродуктів на елеваторах. Система забезпечує автоматичний контроль роботи обладнання, облік необхідних технологічних затримок, дотримання технологічних алгоритмів.

Застосування СДАК дозволяє значно підвищити продуктивність роботи елеватора і знизити економічні втрати за рахунок виключення помилок персоналу при роботі з обладнанням, зниження енергоспоживання в результаті автоматичного вибору найменш енергоємних маршрутів переміщення зернопродуктів і скорочення до мінімуму технологічних затримок, скорочення часу реакції системи в разі виникнення аварійної ситуації.

СДАК забезпечує можливість введення оператором маршруту переміщення зерна, контроль правильності маршруту і автоматизований запуск, зупинку маршруту з необхідними блокуваннями, інформаційне обслуговування оператора по роботі технологічного обладнання та аспіраційних мереж. У разі виникнення аварійної ситуації буде поданий сигнал тривоги. У разі поломки обладнання система запропонує новий маршрут. Крім того СДАК здійснює автоматичний контроль переміщення культур зернопродуктів, не допускаючи їх помилкового перемішування.

Програма включає транспортне обладнання за маршрутами, що обирається оператором. При цьому оператор вносить в систему обладнання початку і кінця

маршруту, а при необхідності, проміжне обладнання. Включення механізмів в маршрут виконується в зустрічному напрямку потоку зерна, а вимикання в попутному. Подача зерна в маршрут можлива при працюючому транспортному обладнанні.

Обладнання технологічних ліній блокується між собою у послідовності, протилежній ходу технологічних процесів.

Зерносклад має датчики верхнього і нижнього рівня. При спрацюванні датчика верхнього рівня на ЦПК подається звуковий та світловий сигнал через 10-15 секунд. При цьому подача зерна на транспортне обладнання зерноскладу припиняється. Сигнали датчика нижнього рівня також ідуть на ЦПК.

Для вивантаження зерна із зерноскладу передбачені автоматичні засувки. Керування електродвигунами дистанційне.

3.8.2 Дистанційне вимірювання температури зерна в складах

Зерно – живий організм, якому властиво дихати та виділяти тепло. Але коли зерно псується, незалежно від причини, його температура завжди підвищується. Саме температура є найточнішим показником якості зерна, яке зберігається на елеваторі.

Тому постійний контроль за змінами температури зерна необхідний на підприємстві, щоб запобігти псуванню великих партій зернових культур внаслідок самозігрівання. Аналізуючи отримані дані, технологи приймають відповідне рішення щодо подальшого зберігання зерна.

Для отримання достовірної інформації про температуру зернового насипу в сучасних зерноскладах використовують переносні зонди. Це безпроводний пристрій вимірювання температури, що складається зі стержня висотою до 4 м, трьох датчиків, коробки пристрою та розумного пристрою «EltrumSystems», яке зчитує дані датчиків та відправляє їх в центральну систему керування.

Строк експлуатації без підзарядки становить 1 рік, достатньо заряджати один раз в сезон. Точність кожного датчика 0,5°C [21].

РОЗДІЛ 4

ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

4.1. Заходи для економії електроенергії і енергозбереження

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

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

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

У виробничих механізмах слід застосовувати трифазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором серії 4А або АИР, які відрізняються надійністю, простотою конструкцій і невисокою вартістю.

Економія електроенергії і енергозбереження може бути досягнуто за рахунок:

- правильного вибору потужності трансформаторів і компенсуючих пристроїв;
- визначення потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності;
- узгодження режиму роботи трансформаторів з добовим графіком електричних навантажень підприємства;
- зменшення втрати в лініях живлення за рахунок компенсації реактивної потужності;

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.13			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Драгомир Н.Д.			Розробка проекту фермерського міні-елеватора місткістю 2,3 тис. т. в Тернопільській області	<i>Літ.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Керівник</i>		Борта А.В.					51	123
<i>Консультант</i>		Штепа Є.П.				ОНТУ, Гр. ТЗХ – 416		
<i>Рецензент</i>								
<i>Зав. кафедр.</i>		Макаринська А.В.						

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

4.2. Розрахування активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії

Розрахункову активну потужність методом питомих витрат електроенергії

визначають за формулою:

$$P_p = \frac{W_{\text{норм}} M_{\text{рiч}}}{T_{\text{max}}}, \quad (4.1)$$

де $W_{\text{норм}} = 78,2$ кВт.год/т - нормована питома витрата електричної енергії для елеватора;

$M_{\text{рiч}}$ – річна продуктивність підприємства 2300 т;

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

$$P_p = \frac{78,2 \cdot 2300}{3000} = 60 \text{ кВт}$$

Розрахункову активну потужність освітлення лампами розжарювання приймаємо $P_{\text{осв}} = 0,1 P_p = 0,1 \cdot 60 = 6$ кВт.

Розрахункову активну потужність освітлення лампами розжарювання приймаємо $P_{\text{осв}} = 0,1 P_p = 0,1 \cdot 70 = 7$ кВт.

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

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

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

Реактивну розрахункову потужність знаходять за формулою:

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

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

Тоді $Q_p = 60 \cdot 0,75 = 45$ квар.

Потужність компенсуючого пристрою визначають за формулою:

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

де Q_E - оптимальна реактивна потужність, що задається енергосистемою:

$$Q_E = 0,25 \cdot (P_p + P_{\text{осв}}) = 0,25 (60 + 6) = 17 \text{ квар.}$$

Тоді $Q_k = 45 - 17 = 28$ квар.

Вибираємо за допомогою таблиці ([22], табл. Д.3) конденсаторну установку типу КМП2-0,4-26-2У3 номінальною потужністю $Q_{\text{кном}} = 26$ квар.

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

$$S_{\text{ТП}} = \sqrt{(60+6)^2 + (45-26)^2} = 69 \text{ кВ.А.}$$

Потужність одного трансформатора знаходять так:

$$S_{\text{тр}} = (0,6 \dots 0,8) S_{\text{ТП}} = 0,8 \cdot 69 = 55 \text{ кВ.А.}$$

За одержаною потужністю, користуючись [22, табл. Д.4] технічних даних трансформаторів, обираємо номінальну потужність трансформатора

Таблиця 4.1 - Технічні дані трансформаторів

Тип	Номінальна потужність $S_{\text{ном}}$, кВ.А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу I_x , %	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання u_k , %
		первинна $U_{1\text{ном}}$	вторинна $U_{2\text{ном}}$		Холостого ходу P_x	Короткого замикання P_k	
ТМ63/10	63	10	0,4	2,18	0,26	1,28	4,5

4.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

Суть економічного режиму роботи трансформаторів полягає в тому, що

при наявності на підстанції двох паралельно працюючих трансформаторів, навантаження, при якому один трансформатор доцільно відключити, визначається мінімумом електричних втрат в них при заданому графіку навантаження.

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності в визначають за формулою

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}}, \quad (4.5)$$

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

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

$$k_{ЗГ} = \frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + \dots + P_i t_i}{T \cdot 100\%}, \quad (4.6)$$

де P_i – навантаження в відсотках за відрізок часу t_i .

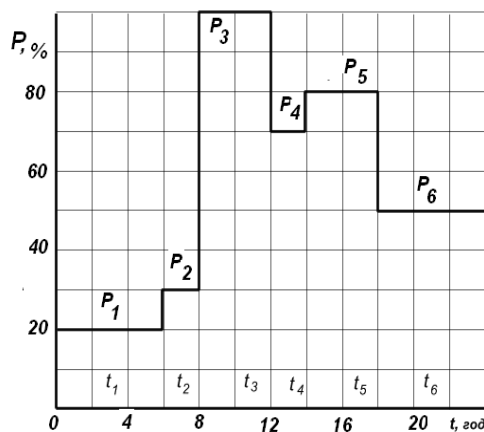


Рис. 4.1- Графік добового навантаження.

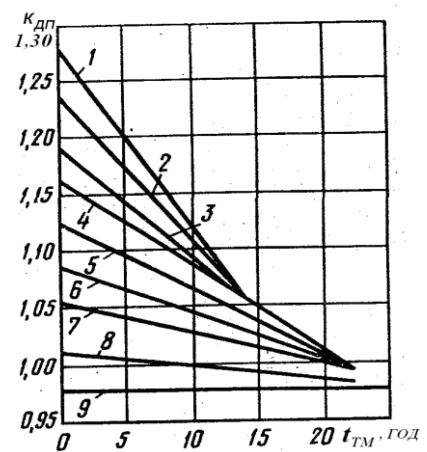


Рис.4.2- Графік допустимих

перевантажень силових трансформаторів

для ; $k_{ЗГ}$: 1 - 0,6; 2 - 0,65; 3 - 0,7; 4 - 0,75;

5-0,8; 6 - 0,85; 7 - 0,9; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

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

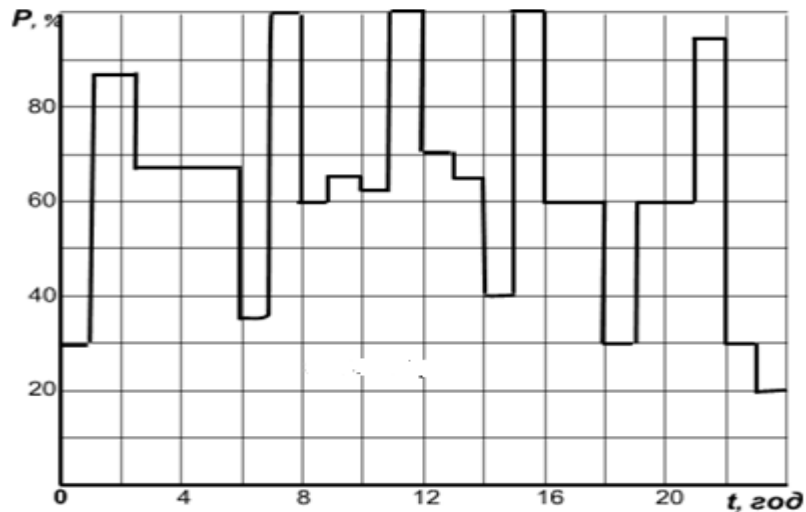


Рис.4.3 - Графік добового навантаження елеватора.

$$k_{3\Gamma} = \frac{30.1+50.2+60.2+40.1+30.1+100.1+60.2+100.2+65.2+40.1+100.1+60.2+30.2+60.1+80.1+30.1+20.1}{24.100\%} = 0,6$$

Для графіка добового навантаження (Рис.4.3) тривалість максимального навантаження складає: t_{TM1} з 7 до 8 год; t_{TM2} з 10 до 12); t_{TM3} = 1 год(з 15 до 16 год); Тобто $t_{TM} = t_{TM1} + t_{TM2} + t_{TM3} = 1 + 2 + 1 = 4$ год. Тоді, користуючись графіком допустимих перевантажень силових трансформаторів, (Рис.4.2) знаходимо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора $k_{ДП} = 1,18$.

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

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}}, \quad (4.7)$$

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

$$S_T \geq \frac{69}{2.1,18} = 29 \text{ кВ.А}$$

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

Таблиця 4.2 – Технічні дані трансформаторів

Тип	Номинальна потужність $S_{НОМ}$, кВ.А	Номинальна напряга, кВ		Струм холостого ходу I_x , %	Втрати потужності, кВт		Напряга короткого замикання u_k , %
		первинна $U_{1НОМ}$	вторинна $U_{2НОМ}$		Холостого ходу P_x	Короткого замикання P_k	
ТМ40/10	40	10	0,4	3,0	0,19	0,88	4,5

Таким чином, перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх переважувальної здібності показала, що потужність трансформаторів можна зменшити від 63 кВ.А до 40 кВ.А.

4.5. Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів

Знаходимо приведені втрати в трансформаторі користуючись формулами

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

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

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

Втрати ΔQ_x і ΔQ_k знаходять за формулами:

$$\Delta Q_x = S_{НОМ} \frac{I_x \%}{100} = 40 \frac{3}{100} = 1,2 \text{ квар};$$

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

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

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

$$S_{ЕК} = S_{НОМ} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_x}{\Delta P'_k}} \quad (4.9)$$

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

Оскільки потужність двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності складає: $40 \times 2 = 80$ кВ.А, що відповідає 100% навантаження добового графіка, то 64 кВ.А будуть відповідати $\frac{28,7}{80} \cdot 100\% = 39\%$

Таким чином, при навантаженні підстанції менше 39% один трансформатор можна відключити.

За допомогою графіка навантаження елеватора (Рис.4.3) робимо висновок, що на протязі доби один трансформатор можна виключити з 0 до 1 год; з 18 до 19; з 22 до 24, що разом складає $\Sigma t = 1 + 1 + 2 = 4$ години, що в процентах складає

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

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

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

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

4.6. Вибір перерізу жил і марку кабелю

Вибір необхідного перерізу жил кабелю напругою до 1000 В проводять для підприємства за допустимим струмовим навантаженням і допустимою втратою напруги [23]. Для цього визначають розрахунковий струм за формулою

$$I_p = \frac{1000 S_p}{\sqrt{3} U_{ном}} = \frac{1000 \cdot 80}{\sqrt{3} \cdot 380} = 121 \text{ А,}$$

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

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{осг})^2 + Q_p^2} = \sqrt{(60 + 20)^2 + 45^2} = 80 \text{ кВ.А}$$

де Q_p - реактивна розрахункова потужність.

З урахуванням умов прокладання мереж знаходимо за відповідною таблицею стандартний переріз жил кабеля $S=70 \text{ мм}^2$ [23].

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

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

$$\Delta U = \frac{10^5 (P_p + P_{осв})}{U_{ном}^2} R_{Л} = \frac{10^5 (60+6)}{380^2} 0,0312 = 1,4\%, \text{ що } < 5\% \text{ допустимої втрати.}$$

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

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

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

$$R_{Л} = \rho \frac{L}{S} = 0,0312 \frac{50}{50} = 0,0312 \text{ Ом.}$$

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

L - довжина кабеля, м;

S - площа перерізу жили кабелю, мм^2 .

4.7 Річна витрата електроенергії та її вартість

Річну витрату електроенергії знаходимо за формулою:

$$W_a = (P_p + P_{осв}) T_{\max} = (60+6) 3000 = 198000 \text{ кВт.год.}$$

Річну вартість електроенергії визначаємо за формулою:

$$S_o = d_o W_a = 4,32 * 198000 = 855360 \text{ грн.}$$

4.8. Розрахунки відносно заходів економії електроенергії

Економію електроенергії на підприємстві можна досягнути за рахунок:

- зменшення струму в лінії живлення в результаті компенсації реактивної потужності конденсаторною установкою до I'_p

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

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

Після виконаної компенсації реактивної потужності розрахунковий струм лінії живлення буде

$$I'_P = \frac{\sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + (Q_p - Q_k)^2}}{\sqrt{3}U_{ном}} = \frac{\sqrt{(60+60)^2 + (45-26)^2}}{\sqrt{3} \cdot 380} = 105 \text{ А.}$$

Втрати електроенергії в лінії живлення будуть

- до впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W_{л} = 3I_p^2 R_{л} T_{max} = 3 \cdot 121^2 \cdot 0,0312 \cdot 3000 \cdot 10^{-3} = 1370 \text{ кВт.год,}$$

- після впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W'_э = 3I_p'^2 R_{л} T_{max} = 3 \cdot 105^2 \cdot 0,0312 \cdot 3000 \cdot 10^{-3} = 1031 \text{ кВт.год.}$$

Річна економія електроенергії в лінії живлення буде

$$\Delta W_{л} = W_{л} - W'_{л} = 1370 - 1031 = 339 \text{ кВт.год.}$$

Втрати електроенергії в трансформаторах будуть

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

$$W_{тр} = 2 \Delta P'_к T_{max} = 2 \cdot 0,97 \cdot 3000 = 5820 \text{ кВт.год,}$$

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

$$W'_{тр} = 2 \Delta P'_к T'_{max} = 2 \cdot 0,97 \cdot 2500 = 4850 \text{ кВт.год.}$$

Річна економія електроенергії в трансформаторах буде:

$$\Delta W_{тр} = W_{тр} - W'_{тр} = 5820 - 4820 = 970 \text{ кВт.год.}$$

Витрати електроенергії на освітлення будуть

- лампами розжарювання

$$W_{осв} = k q P_p T_{max} = 0,63 \cdot 0,1 \cdot 60 \cdot 3000 = 11340 \text{ кВт.год;}$$

- люмінесцентними лампами

$$W'_{інá} = k q' P_p T_{max} = 0,63 \cdot 0,046 \cdot 60 \cdot 3000 = 17388 \text{ кВт.год.}$$

В цих формулах приймають для:

$k=0,63$ – коефіцієнт перерахунку добового споживання електроенергії для самого короткого дня в середньодобове [23, с.18];

- ламп розжарювання $q = 0,1$;

- люмінесцентних ламп в залежності від їх типа ([19,табл.Д.6) $q' = (0,035...0,06)$.

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

$$\Delta W_{\text{осв}} = W_{\text{осв}} - W'_{\text{осв}} = 11340 - 5216 = 6124 \text{ кВт.год.}$$

Результати розрахунків з економії електроенергії зводимо в таблицю 4.3

Таблиця 4.3 – Економія електроенергії

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт.год		Економія електроенергії, кВт.год
	До впровадження заходів економії	Після впровадження заходів економії	
Кабельна лінія	1370	1031	339
Трансформатори	5820	4850	970
Освітлення	11340	5216	6124
Разом			7433

Загальна річна економія електроенергії буде:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{л}} + \Delta W_{\text{тр}} + \Delta W_{\text{осв}} = 7433 \text{ кВт.год.}$$

Річну вартість зекономленої електроенергії визначають за формулою

$$\Delta S_o = d_o \Delta W = 4,32 * 7433 = 32110 \text{ грн.}$$

d_o - вартість електроенергії, грн. [24.]

Висновок

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

$$\Delta S = \frac{32119}{855360} \cdot 100\% = 3,8\%$$

Розділ 5

АСПІРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА

5.1 Мета і завдання аспіраційних установок елеваторів

Зерновий елеватор виробляє значну кількість твердих часток під час роботи транспортного обладнання, очищення, сушіння та приймання зерна. Якщо пил у повітрі не контролювати, він створює ризики для здоров'я людей, знижує ресурс техніки, погіршує якість зерна та формує небезпечне пилове забруднення повітря навколо виробничої зони.

Елеватор повинен працювати відповідно до екологічних норм, а сучасні методи визначення запиленості повітря дозволяють точно оцінювати рівень навантаження та обирати правильні технології очищення.

Зерновий пил – це суміш подрібнених частинок оболонок зерна, органічних залишків, мікрочастинок землі, грибних спор, бактерій та алергенів. Такий пил зерновий легко переноситься повітряними потоками, утворюючи як локальні, так і протяжні зони забруднення. На елеваторах він накопичується у транспортних магістралях, сушарках, норіях, силосах та відкритих точках завантаження.

Під час приймання зерна. У завальних ямах та пунктах розвантаження формуються найбільш інтенсивні джерела пилу. Висота вільного падіння зерна та потужність потоків створюють турбулентність, що підіймає дрібні частки у повітря. Ковшові та ланцюгові транспортери є основними джерелами пилового забруднення.

Під час переміщення зерна утворюються дрібні фракції, а рух ковшів підвищує навантаження на повітряний простір. Це одні з найкритичніших джерел пилового забруднення на всіх етапах логістики всередині елеватора зернового. Сепарація виділяє найбільший обсяг легкого сміття, а сушарки продукують пил через агресивний рух повітря. Особливо інтенсивно пил

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.13			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Драгомир Н.Д.			Розробка проекту фермерського міні-елеватора місткістю 2,3 тис. т. в Тернопільській області	<i>Лит.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Борта А.В.					61	123
<i>Консультант</i>		Гончарук Г.А.				ОНТУ, Гр. ТЗХ – 41 б		
<i>Зав.кафед.</i>		Макаринська А.В.						

утворюється у момент переміщення зерна між шахтами та під час виведення відпрацьованого повітря [25].

1.1. Можна визначити ефективні методи контролю пилового забруднення повітря. Наприклад, для зменшення пилу на зерновому елеваторі використовують комплекс заходів, що одночасно знижують його утворення і запобігають поширенню у виробничому середовищі. Основою є аспіраційне обладнання, яке створює стабільний відбір повітря в зонах з найбільшою інтенсивністю пилових потоків – у завальних ямах, на транспортерних лініях, норіях та вузлах очищення. Важливо, щоб продуктивність вентиляційного обладнання та розташування повітрязбірних точок відповідали реальним режимам роботи обладнання.

Суттєвий ефект дає герметизація транспортних вузлів: ущільнення стиків, закриті кожухи та мінімізація щілин зменшують кількість пилу, який потрапляє в приміщення. Локальні відбори повітря доповнюють загальну систему, дозволяючи оперативно знімати надлишкову концентрацію там, де пил утворюється імпульсно.

Фільтраційні модулі високої ефективності – рукавні фільтри, касетні установки або мультициклонні блоки – забезпечують очищення повітря на фінальній стадії й підвищують загальну ефективність відведення. Додатково покращити ситуацію дозволяє оптимізація маршруту руху зерна: зменшення висоти падіння, плавні переходи та коректні швидкості транспортування знижують кількість дрібнодисперсних часток ще на етапі їх утворення.

Можна привести основні принципи компоновання аспіраційних мереж- основними принципами компоновки слід вважати:

- технологічні (об'єднання в загальну мережу повітропроводів і того обладнання, в якому пил достатньо однорідний за якістю);
- одночасності роботи технологічного обладнання;
- спрощення траси повітропроводів ;
- експлуатаційна надійність і зручність автоматизації;
- температурний принцип.

Принципи компоновки аспіраційних установок

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

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

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

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

5. Перед проектуванням АУ виконується аналіз технологічних режимів транспортування та обробки матеріалопотоків. Виявляються можливості зниження інтенсивності взаємодії сипучих матеріалів з повітрям шляхом зменшення кута нахилу матеріалопроводів до 36° - 54° , кінцевої швидкості матеріалу до 4 м/с та використанням гальмуючих пристроїв та інше.

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

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

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

9. Бункери для некормового пилу, як правило, слід виносити за межі основних виробничих приміщень підприємства.

10. Для запобігання розповсюдження можливих пилеповітряних вибухових хвиль в окрема трубопроводах АУ машин ударної дії та норій доцільно створювати легкокорозивні чи легкоскридні отвори, зв'язані з навколишнім середовищем.

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

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

13. 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. [26].

5.2 Особливості проектування аспіраційних установок відповідно елеваторів

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

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

3. Основні вимоги до обладнання елеваторів:

- застосовувати допоміжні укриття вхідних отворів відкритих зернових потоків у скидальних коробках, візках та самопливах;
- знижувати швидкість стрічок відкритих транспортерів до 2...2,5м/с;
- використовувати подвійні кожухи для рухомих елементів, натяжних барабанів, місць виходу валів барабанів через укриття машин, насипних лотків;

- використовувати фільтрувальні тканини для укриття місць з нестабільними аеродинамічними режимами: ваги, окремі бункери;

- розташовувати самопливи під нахилом 56° - 70° ;

- встановлювати гальмуючі коліна;

- не допускати зворотнього висипання зерна в норіях;

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

- розвантаження авто- і залізничного транспорту;

- транспортування зерна до надсепараторних бункерів;

- завантаження силосів;

- розвантаження силосів;

- подача зерна у вагони або у виробничий корпус.

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

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

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

8. Аспірація поворотних труб забезпечується:

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

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

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

5.3 Основні принципи компоновки аспіраційних мереж

Перед проектуванням АУ виконується аналіз технологічних режимів транспортування та обробки матеріалопотоків. Виявляється можливість зниження інтенсивної взаємодії сипучих матеріалів з повітрям шляхом зменшення кута нахилу матеріалопроводів до $36^{\circ}\dots 54^{\circ}$, кінцевої швидкості матеріалу до 4 м/с та використання гальмуючих пристроїв та інше.

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 передбачити використання окремих обезпилювачів 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 (байпасами) 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 несилення p повітря, вентилятора, аеродинамічні зв'язки через протяжні укриття, інтенсивність несилення p_c та напрямки переміщення пилеповітряних потоків.

Трасировка повітропроводів і швидкість несилення $p_{сн}$ потоків повинні забезпечувати надійне переміщення пилу до несилення p . Кут нахилу

повітропровода повинен складати не менше 60°, а швидкість повітря в горизонтальних ділянках в межах 14...18 м/с.

Пил з-під фільтрів чи циклорів 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 несилення р пилу, як правило, слід виносити за межі основних виробничих приміщень підприємства.

Для запобігання розповсюдження можливих пилеповітряних вибухових хвиль в окремих трубопроводах АУ машин ударної дії та норій доцільно створювати несилення рсни чи несилення р отвори, зв'язані з навколишнім середовищем.

При транспортуванні несилення рсних матеріалів (борошно, дріжджі, фосфати та інше) потрібно використовувати пневмотранспортні установки, що забезпечують несилення місць і виключають викиди пилеповітряних потоків у виробничі приміщення та навколишнє середовище.

5.4. Розрахунок і вибір локальних фільтрів горизонтального і вертикального виконання

Розрахунок аспірації сепаратора А1-БІС-50

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

$$Q_{\phi} = 1,05 * Q_{то}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (5.1)$$

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

Встановлюємо фільтр-циклон ZEO-FC-9000 на сепаратор А1-БІС-50. [27]

Враховуючи те, що, при розрахунку втрат тиску в фільтрі, коефіцієнт a і показник ступеня h залежать від багатьох факторів і, в тому числі, від характеристики пилу, що ускладнює визначення цих параметрів втрати тиску у

фільтрах типу ZEO-FC знаходимо за графіком [27] (рис.4) $H_{\phi}=1125$, для цього розрахуємо q .

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

Q_{ϕ} -об'ємні витрати повітря;

$F_{\text{тк}}$ -площа тканини.

$$q = \frac{2,62}{1125} = 0,00233 \text{ м}^3/\text{м}^2 * \text{с}$$

Розраховуємо опір аспіраційної мережі, для чого складаємо площинну схему:

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

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

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

H_{ϕ} - гідравлічний опір фільтра, Па;

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

$$H_{\text{пов}} = \left(\frac{\lambda}{D} l + \Sigma \xi \right) * \frac{q * v^2}{2}, \text{ Па} \quad (5.3)$$

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.

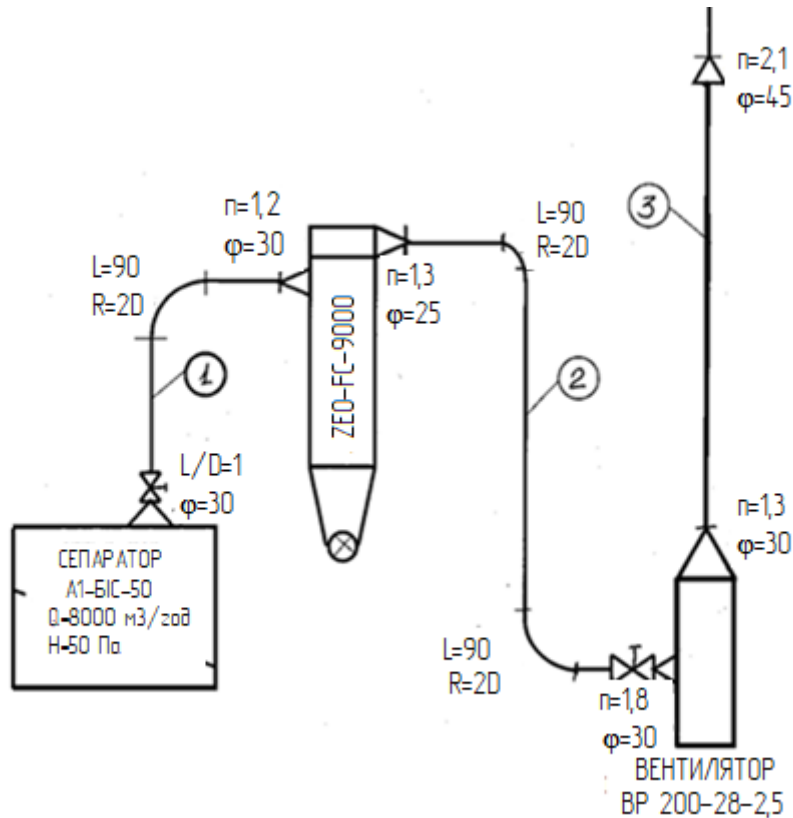


Рис. 5.1 – Площинна схема аспіраційної мережі сепаратора А1-БІС-50

За номограмою О.В. Панченко знаходимо за витратами повітря Q_{ϕ} і його рекомендованою швидкістю (13...14м/с) - λ/D , D , ν , $H_{дин}$. [25]

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

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

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

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

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

Втрати тиску на удар $H_{уд}$ розраховуємо за формулою :

$$H_{уд} = H_{дин} \left(\frac{1}{n}\right)^2, \text{ Па} \quad (5.4)$$

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

$n = 2$.

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

Динамічний тиск розраховуємо за формулою:

$$H_{\text{дин}} = \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па} \quad (5.5)$$

де ρ – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає 1,2 кг/м³;

$v_{\text{вих}}$ - швидкість чистого повітря на виході з вентилятора, яка для вентиляторів марки ВР складає 10...12 м/с. [26]

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

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначаємо :

$$H_{\text{в}} = 1,1 * H_{\text{мер}}, \text{ Па} \quad (5.6)$$

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

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор :

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

Таким чином тип фільтру циклону ZEO-FC-9000 вибираємо вентилятор ВР 89-75-4(ВЦ 4-75 №4) та за графіком знаходимо ККД вентилятора. ККД для цього вентилятора дорівнює 0,8. [27]

Число обертів вентилятора та його ККД визначаємо за точкою перетину характеристик $i_{\text{ев}}$, а необхідну потужність на валу електродвигуна визначають за формулою:

$$N = \frac{Q_{\text{в}} * H_{\text{в}}}{\eta_{\text{ев}} * \eta_{\text{п}} * \eta_{\text{ш}}}, \text{ кВт}, \quad (5.7)$$

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

$\eta_{\text{ев}}$ - ККД передачі (0,98);

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

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

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

$$N_y = K_3 * N, \text{ кВт}$$

Для електродвигунів потужністю більше 5 кВт $K_3 = 1,1$

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

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

Аспірація конвеєра КС №2.6 і норії (башмак) НЦ-1 №1.4, які входять в аспіраційну мережу

Для аспірації із таблиці 1 додатка методичних вказівок [26], (табл. 1 «Аеродинамічні дані технологічного та транспортного обладнання») вибираємо значення втрат повітря для аспірації конвеєра і норії: $Q_k=500\text{м}^3/\text{год}$, $Q_n=500\text{м}^3/\text{год}$; $H_n=50 \text{ Па}$ і $H_k=50 \text{ Па}$ – опір обладнання.

Аспіраційне повітря відбирається одночасно від конвеєра і норії $\Sigma Q_{обл.}$

$$Q_\phi = \Sigma Q_{обл.} + Q_n = Q_n + Q_k + Q_n, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.8)$$

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

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

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

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

Втрати тиску у фільтрі розраховуємо за узагальненою формулою

$$H_\phi = A + B \cdot Q_\phi^2, \quad (5.9)$$

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

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

Розрахувати опір аспіраційної мережі за виразом:

$$H_{мер} = H_n + H_k + H_\phi + H_{уд}, \text{ Па} \quad (5.10)$$

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

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

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

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

$$H_{\text{дин}} = \frac{\rho v_{\text{вих}}^2}{2}, \text{ Па}, \quad (5.12)$$

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

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

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

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

Розраховуємо опір мережі

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

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

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

Витрати повітря, яке повинен переміщувати вентилятор

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{ф}} = 1050 \text{ м}^3/\text{год}$$

Вибираємо вентилятор за параметрами $Q_{\text{в}}$ і $H_{\text{в}}$, використовуючи аеродинамічні характеристики вентилятора $H_{\text{в}} = f(Q_{\text{в}})$ [26, додаток, табл.4 і 5]: вентилятор вітчизняного виробництва ВР-89-75-3,15. Число обертів робочого колеса вентилятора та його ККД визначають за точкою перетину характеристик вентилятора і мережі, а необхідну потужність на валу електродвигуна визначаємо за формулою

$$N_{\text{вент}} = \frac{Q_{\text{в}} \cdot H_{\text{в}}}{1000 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт}, \quad (5.13)$$

де $\eta_{\text{в}}$ – ККД вентилятора (0,72);

$\eta_{пер}$ – ККД передачі (0,98);

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

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

Фактичну потужність електродвигуна N_{ϕ} визначають за виразом:

$$N_{\phi} = K_3 \cdot N_{ел.дв.}, \text{ кВт}, \quad (5.14)$$

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

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

Остаточну потужність електродвигуна приймаємо $N=1,5$ кВт з числом обертів $n=2850$ об/ аб. За комплектацією заводу-виробника.

Розрахунок аспірації однотипних конвеєрів КСЦ№2.4, КСЦ№2.5

Для аспірації із таблиці 1 додатка методичних вказівок (абл.. 1 «Аеродинамічні дані технологічного та транспортного обладнання») вибираємо значення втрат повітря для аспірації конвеєра: $Q_k=700$ м³/год; $H_k=50$ Па – опір обладнання.

Величину підсосів повітря Q_n в конвеєрі, а також загальні витрати повітря, яке повинен знепилити фільтр ZEO-FG будемо розраховувати. Фільтр встановлюють безпосередньо на конвеєрі. Аспіраційне повітря відбирається безпосередньо від конвеєра.

При виборі фільтра враховуємо підсоси повітря

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

Вибираємо фільтр ZEO-FG-800.

Розраховуємо опір фільтра за виразом

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

Визначаємо втрати тиску на удар при виході повітря з дифузора

$$H_{yo} = H_{оун} \left(\frac{1}{n} \right)^2, \quad (5.15)$$

n – приймаємо $n=2,0$

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

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

Розраховуємо опір мережі

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

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

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

Корисна потужність на валу вентилятора

$$N_g = \frac{Q_g \cdot H_g}{1000 \cdot \eta_g \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{II}} \cdot 3600} = \frac{735 \cdot 897}{1000 \cdot 0,72 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 3600} = 0,3 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{ел.дв.}} = K_3 \cdot N = 1,15 \cdot 0,3 = 0,35$$

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

Розділ 6

ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД

6.1. Опис генплану

Площа, яку займає підприємство, складає 1,8 га. Елеватор знаходиться поблизу магістральних шляхів сполучення і зручно з ними пов'язано.

Ділянка, на якій знаходиться підприємство задовольняє вимоги геологічного і гідрологічного порядку.

Генеральний план підприємства – це план, на якому ув'язані усі основні і підсобні споруди, які розташовані на території підприємства. На генеральному плані вказується розташування інженерних комунікацій, силових кабелів, газопроводів, а також схема проїзду автотранспорту по підприємству. На генплані будівлі розподіляються на основні, виробничі та підсобні будівлі. Основні виробничі будівлі – це будівлі, споруди, в яких безпосередньо встановлено технологічне обладнання, підсобні – це ті споруди, які розташовані на території, але обладнання, яке в них розташоване, безпосередньо не приймають участі в технологічному процесі. Виробничі і підсобні будівлі і споруди із обладнанням, що до них відноситься, разом з територією, на якій вони знаходяться, складають технічну базу підприємства [28-29].

Розташування будівель і споруд на території підприємства забезпечує поточність приймання, зважування і відпуску зерна, короткий шлях передачі зерна із приймальних пристроїв в склад силосного зберігання і з них на відпуск на автомобільний транспорт.

При розміщенні будівель і споруд на території підприємства дотримані будівельні, протипожежні і санітарно-гігієнічні вимоги. За санітарними нормами будівлі розташовані згідно господарюючих вітрів.

Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.13			
Розробила		Драгоми Н.Д.			Розробка проекту фермерського міні-елеватора місткістю 2,3 тис. т. в Тернопільській області	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Борта А.В.					75	123
Консультант		Борта А.В.				ОНТУ, Гр. ТЗХ – 416		
Зав. кафедри		Макаринська А.В.				1		

Складають та відмічають графічно напрямки господарюючих вітрів. Це графічне зображення – роза вітрів, яка вказує найбільш вірогідні напрямку руху повітря на протязі роки на місцевості, де розташовано підприємство [29-30].

Мережа автомобільних проїздів в межах елеватора прийнята з урахуванням зовнішніх і внутрішніх вантажопотоків та протипожежного обслуговування, що забезпечують необхідний зв'язок між будівлями та спорудами

У відповідності до вимог ДБН Б.2.4.-3-95 «Планування і забудова сільських поселень. Генеральні плани сільськогосподарських підприємств» визначена конструкція дорожнього покриття та ширина проїжджої частини основних проїздів: 3,5-5 м. Мінімальні радіуси поворотів - 12,00 м, мінімальні поздовжні ухили визначені - 0,5 %. Поперечний профіль доріг по майданчику прийнято односкатний бортовий.

Для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов та мікроклімату на майданчику передбачаються заходи щодо благоустрою й озеленення. Ширину тротуарів прийнято 1,5 м, вони влаштовуються згідно з напрямом руху працівників. Озеленення ділянки передбачає посадку декоративних дерев, засів запланованих поверхонь газонними травами, влаштування квітників, широколистих дерев.

Для повноцінного функціонування об'єктів, розташованих в межах території, передбачається забезпечення їх виробничими мережами водопостачання (на господарські потреби та пожежне гасіння), електропостачання, газопостачання, паливостачання зі складу ПММ. Трасування інженерних мереж пов'язане із загальним рішенням генерального плану, як єдина система інженерних комунікацій. Інженерні мережі розміщено виходячи з умов оптимального обслуговування вводами та випусками будівель та споруд при їх мінімальній протяжності. Опалення будівель і споруд передбачається від електронагрівальних приладів.

Електропостачання здійснюється від мереж, згідно відповідних технічних умов. Водопостачання – від централізованих мереж водопостачання [30, 32].

Основними показниками раціонального використання території підприємства і її благоустрою служать коефіцієнти забудови K_z , мощення K_m і озелення K_{oz} , значення яких у % знаходимо із генерального плану підприємства як співвідношення:

$$K_z = \frac{\sum f}{F} \cdot 100 = \frac{6800}{18000} \cdot 100 = 37,8\%;$$

$$K_m = \frac{F_M}{F} \cdot 100 = \frac{9600}{18000} \cdot 100 = 53,3\%;$$

$$K_{oz} = \frac{F_{oz}}{F} \cdot 100 = \frac{1600}{18000} \cdot 100 = 8,9\%;$$

де F - площа всієї території підприємства, m^2 ;

f - площа будівлі, m^2 ;

F_M - сумарна площа мощення, m^2 ;

F_{oz} - сумарна площа, зайнята зеленими насадженнями, m^2 .

6.2. Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору

Надсилосні естакади, естакада транспортна

Естакади призначені для обслуговування транспортного обладнання. Вони представляють собою відкриті спорудження, виконані з металокаркасних конструкцій. Опорами є металеві решітчасті колони, встановлені між силосами, робочою баштою та силосами для зберігання зерна.

Під опорами монолітні залізобетонні фундаменти, що з'єднуються анкерами та гайками між собою.

Робоча зерноочисна вежа

Робоча башта слугує опором для норій і представляє собою багатоярусні металеві спорудження з розміром в плані 6,5 x 12,7 м, висота 42,15м.

Каркас вежі побудований по зв'язковій схемі, що складається з металевих стійок, балок і системи горизонтальних та вертикальних зв'язків, які забезпечують її стійкість та жорсткість.

Для з'єднання поверхів робочої башти у ній встановлений сходовий марш.

Стіновим огороженням цих приміщень слугує металевий профнастил.

Робоча вежа має 6 поверхів. На відм. -3600 знаходиться натяжна станція (башмаки) норії №1.1, №1.2 продуктивністю 50 т/год, привідні станції скребкових конвеєрів №2.2 та № 2.3. На 0 поверсі знаходиться сепаратор АІ-БІС -50 продуктивністю 50 т/год.

На 6 поверсі знаходяться головки норій №1.1 та №1.2 продуктивністю 50 т/год, бункерні ваги фірми ВАП 1000 розташовані на 5 поверсі, на четвертому - поворотні труби ТП -12 та скребковий конвеєр №2.4. На 3 поверсі знаходяться над сепараторний бункер Е = 60 т.

Автомобілерозвантажувачі УАРГ -21

Автомобілерозвантажувач універсальний гідравлічний типу У-АРГ-21, призначений для розвантаження зерна через відкритий бічний борт з одиночних автомобілів, сідельних тягачів з напівпричепами та автомобілів з причепами без розчіпки з установчою довжиною їх (за зовнішнім розміром коліс) до 22 м. Приймання зерна автотранспортом здійснюється одним потоком. Зерно з автомобілерозвантажувача надходить у приймальний бункер Е = 60 т.

Автомобільні ваги

Після адміністративно-побутового корпусу знаходиться будівля вагової і ваги. На підприємстві встановлено 2 пари ваг для зважування автомобілів брутто, тара.

Виробничо-технологічна лабораторія

Будівля лабораторії знаходиться на другому поверсі адміністративно-побутового корпусу, прямокутна в плані.

Будівля - цегляна з несучими стінами.

На другому поверсі також розташовані 4 кабінети:

- кімната попереднього аналізу;
- кабінет начальника лабораторії;
- кімната технічного аналізу;
- кімната зберігання зразків;
- місце відбору проб;
- вбиральня;
- душова;

Зв'язок між поверхами супроводжується внутрішнім сходовим маршем.

Двері та вікна - металопластикові, металеві протипожежні.

Підлога - з керамічної плитки.

Будівля відноситься до 2-го класу відповідальності та 2-го класу вогнестійкості.

Відповідальний за пожежну безпеку та охорону праці начальник лабораторії.

Пожежне депо та гараж

В будівлі розташована автомобільна зала, кладова пожежного інвентарю та пожежна машина Scania. Автозала заглублена на 1,6 м по відношенню до підлоги кладової пожежного інвентарю.

Двері та вікна - металопластикові, металеві протипожежні.

За своїм призначенням будівля належить до 2-го класу відповідальності та 1 степені вогнестійкості. Це одноповерхова будівля прямокутної форми, що знаходиться в побутовім корпусі. Категорія приміщення по пожежній небезпеці Д.

Відповідальний за пожежну безпеку та охорону праці головний механік.

Резервуари пожежного запасу води ємкістю 300 м³.

На підприємстві встановлено резервуар - 150м³.

Примкнуті резервуари для зберігання запасу води в системі пожежного водопостачання – напівпідземні споруди.

Резервуар відносяться до споруджень 2-го класу відповідальності з ненормуємою степінню вогнестійкості. Це збірно-монолітні залізобетонні місткості, частково заглиблені в ґрунт, з обсіпкою ґрунтом, забезпечуючий теплоізоляцію. Для повідомлення з резервуаром виконано люк- лаз з збірних залізобетонних конструкцій, з металевою драбиною.

Покриття - збірні залізобетонні плити, що спираються на стіни резервуарів. Над покриттям передбачена ґрунтова засипка товщиною 1,0 м.

Резервуар-накопичувач забруднених дощових стоків

Конструкції цих споруджень - це заглиблені спорудження, виконані в монолітному залізобетоні (грязевідстійник) і збірні залізобетонні з круглих кілець. Резервуар-накопичувач призначений для збору дощових стоків.

Трансформаторна підстанція

Це одноповерхова будівля має прямокутну форму. Стіни з керамічної цегли, двері металеві, підлога бетонна. В ній знаходиться два трансформатори ТМ-630 кВ, які перетворює 10 кВ в 0.4 кВ, яка розподіляється на технологічне та транспортне обладнання.

За своїм призначенням відноситься до 2-го класу відповідальності та 1-ї степені вогнестійкості. За степеню пожежної небезпеки відноситься до категорії В.

Відповідальний за допуск в приміщення та за охорону праці і техніку безпеки головний енергетик.

Адміністративний корпус

Адміністративний корпус - це двоповерхова прямокутна будівля.

На першому поверсі розташований торговий відділ, бухгалтерія, реєстрація, прохідна, охорона, кабінет директора, головного інженера, економіста, приймальня, фахівців, санвузол, душова, коридор.

На другому виробничо-технологічна лабораторія.

За призначенням відноситься до 2-го класу відповідальності та 1-го класу вогнестійкості.

Місткості для зберігання зернових та олійних культур

Для зберігання зернових та олійних культур використовують металеві місткості, циліндричні, вертикальні. Фундаменти під всіма місткостями монолітні, залізобетонні. Завантаження місткостей проводиться зверху скребковими конвеєрами продуктивністю 50 т/год, які розміщені на надсилосних галереях. Розвантаження місткостей проводиться знизу за допомогою стрічкових конвеєрів продуктивністю 50 т/год, які розміщені у підземних галереях. На території розміщено в один ряд металеві місткості для зберігання зерна: чотири силоса по 600 тон.

Експлікація споруд

На аркуші №6 графічної частини проєкту представлений розроблений нами генеральний план міні-елеватора з експлікацією:

1. Контрольно – пропускний пункт;
- 2.1 – 2.2. Автомобільні ваги;
3. Газорозподільний пункт;
4. Дільниця приймання зерна з автомобільного транспорту;
5. Майданчик відпуску зерна на автотранспорт;
6. Робоча башта;
7. Траєсформатор;
8. Досушительний бункер;
9. Післясушительний бункер⁴
10. Зерносушарка;
- 11.1-11.4. Силоси зберігання зерна E = 600 т;
- 12 – 12.1. Пожежне депо та гараж, пожежний резервуар;
13. Адміністративно-побутовий корпус, зернова лабораторія;
14. Насосна;
15. Норійна вежа;
16. Бункер відходів.

Металева робоча башта елеватора, вузол приймання зерна з автотранспорту, відпуск на автотранспорт, зерносушарка за призначенням відносяться до виробничих, у яких відбуваються основні технологічні

процеси. Згідно рекомендаціям ДБН А.3.1-5-2009, виробничі споруди елеватора відносяться:

- за ознаками вогнестійкості основних будівельних конструкцій – другого ступеня;
- за ступенем капітальності робочої башти і приймального пристрою відносять до 1 класу;
- 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.

Основними будівельними параметрами робочої башти прийнято прольоти, сітка колон і висотні габарити, прив'язку елементів конструкцій до координаційних осей, розміри вставок у місцях температурних швів і перепадів висот, ухили покрівель з різних матеріалів, виробничі навантаження і впливи на несучі конструкції.

Виробничі споруди проєктуемого елеватора уявляє собою будівельну систему, що складається з несучих, огорожувальних конструкцій, що утворюють певні умови для виконання виробничих процесів.

Робоча башта елеватора складається з окремих частин – фундаментної частини, каркаса, даху, стін, перегородок, перекриттів, дробин, вікон. Всередині будівлі розташовуються будівельні конструкції та встановлюється транспортне і технологічне обладнання.

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 робочої башти – монолітний залізобетон, він будується на відмітці нижчу за 0,000. Для гідроізоляції і уникнення потрапляння ґрунтових вод у виробничі приміщення встановлюється відмостка заввишки 200 мм.

Висоти поверхів мають різне значення, оскільки, вони залежать від встановленого технологічного обладнання, необхідного кута нахилу самопливу. Поверхи робочої башти мають крок 0,2 м для зручності монтажу металоконструкцій, а також їх уніфікації.

Конструктивні металеві будівельні елементи забезпечують зручну подачу зерна на технологічне обладнання, зручне переміщення обслуговуючого персоналу між обладнанням і будівельними конструкціями, а також досягнуто максимальне природне освітлення по поверхах.

Легкі внутрішні стіни з профільованого металу, які не несуть навантажень, служать для захисту від поганих погодних умов. і відповідають основним вимогам, що пред'являються до перегороджень в промислових будівлях.

У робочій башті міжповерховий зв'язок здійснюється за допомогою одномаршевої дробини, з кутом нахилу не більше 60°. Менша кількість ступенів у марші полегшує підйом по сходах. Вона розташована в робочій башти і виконується, як самостійна металева конструкція.

Легкоскидальні конструкції – вікна встановлюються на відмітці від полу поверху 1,2 м. Вікна забезпечують освітлення у межах допустимих норм, а також під час вибуху знижують тиск на металеву конструкцію робочої башти елеватора. Дах будівлі складається зі збірних і покрівельних настилів, багат шарового гідроізоляційного килима і захисного шару. Покриття відповідає основній вимозі – водонепроникності.

Силос металевий на бетонній основі для тривалого надійного зберігання кондиційного зерна і тимчасового зберігання партій зерна. На терміналі встановлено системи активного вентилявання для зберігання партій вологого, свіжозібраного зерна [31 - 32].

Циліндр силосу утворюється з металевих оцинкованих панелей, хвилястого профілю, збираних на болтових з'єднаннях з ущільнюючими прокладеннями. Товщина панелей по ярусах різна, що забезпечує оптимальну міцність при мінімальній металоємності конструкції. На циліндрі силосу монтуються сходи для обслуговування, а також датчик верхнього граничного рівня і облаштування для відбору проб зерна з силосу. Вертикальна стійкість циліндра силосу забезпечується ребрами жорсткості.

Дах силосу є конусною просторовою конструкцією, зібраною з ребер жорсткості і металевих оцинкованих секторів на болтових з'єднаннях з ущільнюючими прокладеннями. Вгорі дах має горловину для завантаження зерна обладнана сходами обслуговування, оглядовим люком і вузлом кріплення термоштанг системи пошарового контролю температури зерна. Конструкція даху виключає попадання в силос атмосферних опадів проникнення птахів і забезпечує максимальну місткість продукту, що зберігається.

Дах силосів мають нахил 30 градусів, що забезпечує оптимальну несучу здатність для надсилосних галерей, транспортерів та іншого обладнання. Нахил даху в 30 градусів також відповідає куту природного укусу зерна при завантаженні, що дозволяє запобігти переповненню ємності і подальше пошкодження даху. Панелі даху силосів монтуються внахлест, утворюючи одне-, двох - або тривірневу конструкцію. Така конструкція даху, поряд з гофруванням панелей, надає додаткову міцність конструкції. За бажанням Замовника виготовляються панелі з попередньо виготовленими отворами для установки воздухоотводів (вентиляційних каналів). Дахи силосів діаметром більше 16,0 м мають розпірне кільце, так як поставляються зі спеціальною конструкцією, яка розроблена для підтримки не тільки власної ваги даху, але й

навантаження від транспортного обладнання, галерей, навантаження від опадів і т. д. Без необхідності зміни конструктиву силосу. Якість оцинковки: 450 г/м² згідно нормі UNE-EN-10326:2004.

Силос металевий виконаний на бетонній основі для тривалого надійного зберігання зерна. Металевий силос має систему завантаження і розвантаження скребковими конвеєрами. При завершенні розвантаження зерна з силосу на плоскому днищі, зернова маса залишається під кутом природного нахилу. Для запобігання цього негативного процесу в силосі встановлені зачисні шнеки, які рівняють партії зерна.

В залежності від навантажень на силос опори можуть бути прості, подвійні або у вигляді колон. При сильних навантаженнях використовуються додатково ригелі, які встановлюються на опори для кращого розподілу навантаження. Всі опори з'єднані з ребрами жорсткості для розподілу навантажень прямо на землю. Якість сталі: S 280 GD відповідно до UNE-EN-10326:2004 Якість оцинковки: 275 г/м² згідно нормі UNE-EN-10326:2004

В силосах використовується автоматична система перфорації вертикальних панелей для забезпечення міцного з'єднання. Кожна панель гофрирується на заводі з листового металу, якість якого ретельно контролюється.

Розділ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Створення системи охорони праці на підприємстві передбачене Законом України «Про охорону праці». У загальному, законодавство про охорону праці складається з цього Закону, Кодексу законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів. В Україні стрімко розвивається зернопереробна промисловість, тому заходи щодо забезпечення охорони праці обов'язкові. Охорона праці в зерновій промисловості має важливе значення, так як на підприємстві встановлене обладнання, яке може негативно вплинути на здоров'я та життя людини, тому передбачені заходи по експлуатації обладнання, нормативні відстані між обладнанням, генеральні проходи, шляхи евакуації в разі надзвичайних ситуацій, заходи що до вирішення.

7.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ)

Аналіз технологічної схеми, що проектується, представленої в технологічній частині даного проекту, показує, що можуть виникнути наступні потенційно небезпечні і шкідливі фактори (НШВФ) [33] спостерігається у:

-- підвищення запиленості повітря робочої зони виробничих приміщеннях при роботі всього технологічного та транспортного обладнання на елеваторі, середньоквадратичне значення коливальної швидкості – 0,2 м/с 10^{-2} ., норії – частота обертання – 80 – 170 об/хв. , частота коливань – 13,3 – 2,8 Гц, віброзміщення – 3,1 – 0,61, середньоквадратичне значення коливальної швидкості – 1,3м/с 10^{-2} .

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.13			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробила</i>		Драгоми Н.Д.			Розробка проекту фермерського міні-елеватора місткістю 2,3 тис. т. в Тернопільській області	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Борта А.В.					86	123
<i>Консультант</i>		Борта А.В.				ОНТУ, Гр. ТЗХ – 416 1		
<i>Зав. кафедри</i>		Макаринська А.В.						

Підвищена або знижена вологість повітря – нормативне значення цих параметрів визначається відповідно нормативних документів, припустимі норми відносної вологості повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року - 75 %, не більше.

Підвищена або знижена рухливість повітря – нормативне значення цих параметрів визначається відповідно нормативних документів, припустимі норми швидкості руху повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року – 0,4 м/с, не більше.

Підвищене значення напруги електричного ланцюга, замикання якого може відбутися через тіло людини – все устаткування підключене до електричної мережі 380 Вт повинне бути заземлене. Опір заземлення не повинен перевищувати 4 Ом.

Відсутність або недостатність природного світла – норми КПО при боковому освітленні у виробничих приміщеннях підприємств по зберіганню та переробці зерна – 1,5 % мінімум відповідно до нормативних документів;

недостатня освітленість робочої зони - робочі місця у разі невірного розрахунку освітлювальної системи і розміщення технологічного обладнання, за рахунок забруднення освітлювальних приладів, відсутності ламп, а також у нічні зміни (норми електроосвітлення поверху головок норій, сепараторів: при лампах розжарення – 30 Лк, газорозрядних – 75 Лк; надсилосний та підсилосний поверхи, приймальні пристрої, галереї ,відповідно до нормативних документів);

Забезпечення нормованих показників мікроклімату і чистоти повітря

Для забезпечення нормованих показників мікроклімату (табл. 7.1):

Таблиця 7.1 - Припустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року

Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %, не більше	Швидкість руху повітря, м/с, не більше	Температура повітря поза постійних робочих місць, °С
15-21	75	0,4	13-24

- **чистоти повітря у робочій зоні** (норма ГДК – 4,0 мг/м³) проектом передбачені наступні заходи:

- раціональне розміщення обладнання з можливістю зручного і безпечного обслуговування і ремонту;

- механізація й автоматизація виробничих процесів – всі процеси механізовані й автоматизовані. Вручну здійснюється очистка верхніх площин сит сепаратора, очистка живлячих механізмів, очистка завалів в башмаках норії і конвеєрах;

- раціональна теплова ізоляція устаткування: дифузори і вентилятори, які розміщені в доступних місцях, покривають шаром теплоізоляції;

- раціональна вентиляція (аспірація, аварійна вентиляція);

- раціональний режим праці і відпочинку забезпечений Законодавством України про охорону праці і відбитий у колективному договорі підприємства.

- герметизація устаткування;

- аспірація устаткування (головки та башмаки норій, сепаратору А1-БИС-50, конвеєри);

- графік прибирання пилу (2 рази на день);

- засоби індивідуального захисту: респіратори, рукавиці, взуття, захисні костюми, каски.

Забезпечення нормованих значень шуму і вібрації [34 - 37]

Допустимі значення показників шуму і вібрації:

- Шум (рівень звуку): 85 дБа;

- Вібрація (віброшвидкості), не більше: сепаратор $-0,2\text{м/с}\cdot 10^{-2}$., норія – $1,3\text{м/с}\cdot 10^{-2}$.

Для забезпечення нормованих значень шуму і вібрації проектом передбачені організаційні і технічні заходи.

Основні організаційні заходи:

- експлуатація устаткування відповідно до вимог його паспорта і проведення своєчасних профілактичних робіт;
- розміщення шумного устаткування в окремих приміщеннях (головки та башмаки норій, сепаратору А1-БИС-50, конвеєри);
- застосування засобів індивідуального захисту від шуму і вібрації (зовнішні і внутрішні антифони, протишумні каски, навушники, м'які шоломи, беруші);
- дистанційне керування устаткуванням – (силос: датчики рівня, контроль температури, головки та башмаки норій, сепаратору А1-БИС-50, конвеєри);
- проведення санітарно-профілактичних заходів (раціональний режим праці і відпочинку, медогляди).

Основні технічні заходи:

- використання фундаментів і віброізоляторів для віброактивного устаткування - головки норій, сепаратору А1-БИС-50, конвеєри, вентилятори ВЦП-5;
- звукоізоляція (вентилятору аспірації);
- віброзвукопоглинання (облицювання, спеціальні звукопоглиначі);
- ізоляція віброактивного устаткування від технологічних комунікацій;
- використання глушників шуму.

7.2 Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ

Забезпечення нормованих показників освітлення

Для забезпечення нормованої освітленості виробничих приміщень і робочих місць проектом передбачене природне, штучне або суміщене освітлення. Згідно з вимогами ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення», у приміщенні із постійним перебуванням у ньому людей повинно бути, як правило, природне освітлення. Для забезпечення необхідного освітлення в нічний час чи при

недостатності природного освітлення або при неможливості його застосування за умов технологічного процесу застосовують штучне освітлення [38, 39].

Природне освітлення. Проектом передбачене бічне (однобічне, двобічне) освітлення. Для бічного освітлення нормується мінімальне значення КПО. Норми КПО при боковому освітленні у виробничих приміщеннях підприємства – 1,5 %

Виробниче устаткування не повинно заслоняти світлові прорізи. Для зручності і безпеки обслуговування проектом передбачені віконні блоки з внутрішнім відкриттям стулок.

Штучне освітлення. Проектом передбачене робоче, аварійне, евакуаційне, ремонтне освітлення.

Робоче освітлення прийняте загальне. З урахуванням категорії приміщення за пожежовибухоне безпекою в електроустановках:

Освітленість (у Лк) ділянок вказано в табл. 7.2

Таблиця 7.2 - Норми електроосвітлення основних виробничих приміщень виробництв по зберіганню та переробці зерна

Приміщення	Розряд зорової роботи	Освітленість, Лк при лампах	
		Розжарення	Газорозрядних
Поверх головок норій, поверх сепараторів	VIIIa	30	75
Інші поверхи робочої будівлі, приймальні пристрої, галереї, сушарка	VIIIб	20	50

Аварійне освітлення запроектовано для продовження роботи у випадку, коли за будь-яких причин перестає працювати робоче освітлення, а небезпечність технологічних процесів вимагає нормального обслуговування (небезпека пожежі або вибуху). Його потужність складає 5 % нормативної робочої освітленості, але не менше 2 Лк.

Евакуаційне освітлення забезпечує нормальну видимість для евакуації людей з приміщень при аварійному вимкненні робочого освітлення. Таке освітлення живиться від мережі, яка не залежить від мережі робочого освітлення.

Для підтримки запроєктованого освітлення передбачається очищення віконних блоків і світильників не менше 2 разів на рік за графіком, який встановлено на підприємстві (вересень, квітень).

Захист працюючих від ураження електричним струмом [40].

Заходи і засоби захисту працюючих від ураження електричним струмом починаються з визначення категорії приміщень з електробезпеки: силос – ППО, приймально-відпускні пристрої – ООП, зерносушарка – ООП, топкове приміщення – ППО, транспортерна галерея – ППО.

Захист працюючих від ураження електричним струмом у проєкті здійснюється наступними заходами:

- недоступність струмоведучих частин – розташування проводки на недосяжній висоті; розташування її на підлозі у металевих трубах із обов'язковим заземленням; застосування захисних огорожень, закритих комутаційних апаратів;

захисне заземлення або занулення корпусів електроустаткування й елементів електроустановок, що можуть виявитися під напругою – (головки норій, сепаратору А1-БІС-50, конвеєри, вентилятори ВЦП-5)

- захисне відключення - відключення електроустановки при пошкодженні ізоляції і переході напруги на неструмовідні елементи;

- застосування знижених напруг для живлення переносних струмоприймачів (в приміщеннях з підвищеною небезпекою – не більше 42 В, в особливо небезпечних, поза приміщенням – не більше 12 В);

- блокування - неможливість відкриття кришки обладнання без попередньої зупинки електродвигуна; написи, плакати («Обережно! Висока напруга», «Не вмикати: працюють люди!»), засоби індивідуального захисту (діелектричні рукавиці, діелектричні калоші і боти, ізолюючі штанги, ізолюючі рукоятки, діелектричні килимки).

7.3 Заходи щодо пожежної безпеки

Приміщення підприємства за категорією пожежовибухонебезпеки наводяться у табл. 7.3 [41, 42].

Таблиця 7.3 – Категорії та класи виробництв за пожежо-вибухо небезпекою

№ п/п	Назва будівель та споруд	Категорія за пожежовибухонебезпекою	Клас за пожежовибухонебезпекою у електроустановках
1	Робоча будівля та силосні корпуси елеватора	В	П-П
2	Приймально-відпускні пристрої	В	П-П
3	Зерносушарка (окрім топкового приміщення)	В	П- П
4	Топкове приміщення	Г	—
5	Транспортерна галерея	В	П- П

Пожежна безпека виробництва у кваліфікаційної роботі бакалавра забезпечується наступними заходами та засобами:

- встановлення блискавкозахисту на будинках і спорудах;
- захист електричних мереж у виробничих приміщеннях від короткого замикання і перевантажень;
- передбачення наступних типів вогнегасників (для приміщень з граничною захищеною площею 36 кв.м передбачені наступні вогнегасники переносні вогнегасники УО-5 із зарядом вогнегасної речовини з вагою 5 кг – 3 одиниці, пересувні вогнегасники ОП-5 із зарядом вогнегасної речовини вагою 5 кг - 4 одиниці).
- передбачення наступних систем пожежогасіння: внутрішня – від пожежних кранів, установлених на мережі внутрішнього протипожежного водопроводу; зовнішня система пожежогасіння – від пожежних гідрантів, установлених на зовнішній мережі протипожежного водопостачання;
- передбачення додаткових первинних засобів пожежогасіння: ящики з піском; бочки з водою; пожежні відра; совкові лопати; пожежний інструмент

(гаки, ломи, сокири) (біля входу в робочу башту елеватору, зерносушарного комплексу, вузла приймання зерна з автотранспорту) [41, 42].

Вибухонебезпечність виробничого устаткування і приміщень

Таблиця 7.4 – Перелік обладнання, яке захищене вибухорозрядними або точковими фільтрами

№ п/п	Назва обладнання	Назва будівлі	Поверх установки
1	Основна норія	Робоча башта	Поверх головок норій

За технологічним рішенням на підприємстві не передбачено магнітний захист.

Шляхи евакуації

Проектом передбачено шляхи евакуації робітників та службовців з виробничих приміщень.

Плани евакуації вивішуються на одному з видних місць біля основного виходу з підприємства.

Шляхи евакуації забезпечуються евакуаційним освітленням, а ті шляхи, що не мають природнього освітлення, постійно освітлюються (при наявності людей).

У проєкті передбачено включення світильників евакуаційного освітлення в нічний час. У світильниках евакуаційного освітлення встановлюються тільки лампи розжарення.

Розділ 8

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА (НДЧ)

Вступ

Сільське господарство — одна з найважливіших галузей виробничої сфери, яка займається вирощуванням сільськогосподарських культур і розведенням тварин для забезпечення населення продуктами харчування, а промисловості — сировиною. Головним засобом виробництва у сільському господарстві є земля. Одночасно вона є і предметом праці, який завдяки родючості дає можливість вирощувати культурні рослини. Зернова галузь в Україні завжди була і залишається провідною в аграрній сфері. Рівень розвитку виробництва зерна є одним із найважливіших показників стану економіки країни. Він безпосередньо впливає на матеріальний добробут населення, є об'єктом зовнішньої торгівлі та визначальним фактором у продовольчій безпеці країни [43].

Зерно є цінним і незамінним кормом у тваринницькій галузі, сировиною для виготовлення спирту, медичних препаратів, крохмалю, паперу, інших цінних видів продукції, тому потреби в зерні постійно зростають. Україна знаходиться в переважно в помірному кліматичному поясі з переважанням найродючіших чорноземних ґрунтів. Ці чинники і зумовлюють зернову спеціалізацію сільського господарства нашої держави [43].

Зернове господарство є основною галуззю землеробства України. Зернове господарство України в свою чергу поділяється на такі галузі: продовольчі хлібні культури – пшениця, жито, кукурудза, овес; круп'яні культури – гречка, рис, просо, ячмінь. Потрібно зазначити, що ряд зернових культур можуть використовуватись для різних потреб, тому, наприклад, кукурудза може бути і продовольчою, і фуражною. Це ж саме стосується пшениці, ячменю і овесу.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.13			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробила</i>		Драгоми Н.Д.			Розробка проекту фермерського міні-елеватора місткістю 2,3 тис. т. в Тернопільській області	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Борта А.В.					94	123
<i>Консультант</i>		Борта А.В.				ОНТУ, Гр. ТЗХ – 416		
<i>Зав. кафедри</i>		Макаринська А.В.						

Стан питання

Україна має всі необхідні передумови для вирощування високих врожаїв зернових культур. Кукурудза — одна з головних зернових культур як в Україні, так і в цілому світі, а її вирощування дозволяє стабільно отримувати добрий прибуток. Тому зростання площі її вирощування та врожайності має велике значення для економіки нашої держави [43].

Кукурудза є основою зернового експорту країни. За рахунок високої врожайності і стійкості до погодних умов, а також затребуваності кукурудзи на міжнародній арені, намітилася тенденція перерозподілу структури виробництва зернових культур на користь кукурудзи. Урожай кукурудзи за останні роки став рекордним в Україні.

Для забезпечення стійкого зберігання зерна і зменшення його втрат (як за кількістю, так і за якістю) проводять певну технологічну підготовку зернових мас до тривалого зберігання. Вона полягає у підготовці т сховищ до приймання зерна нового врожаю, правильному визначенні якості зерна, яке надходить з поля від комбайнів, організації його очищення, сушіння чи охолодження, організації хімічного консервування (при потребі) та боротьбі зі шкідниками і хворобами, контролі за якістю проведення технологічних процесів та зберігання.

Для визначення режиму післязбиральної обробки зернової маси кожен її партію при надходженні на підприємство аналізують за вологістю, смітністю і наявністю зернових домішок з визначенням якості та параметрів кожного компонента. За результатами аналізу роблять висновок про потребу в сушінні, тимчасовому консервуванні зерна, використанні певного набору робочих органів для розділення зернової маси на компоненти (зерно основне, дрібне, бите, смітні домішки сирі, легкі, мінеральні, зерна культурних рослин і т. ін.). Такий аналіз потрібний для того, щоб наладрати зерноочисну машину так, щоб за один пропуск мати зерно потрібної якості [43].

Разом із пшеницею та рисом кукурудза належить до трьох головних зернових культур у світі. За врожайністю кукурудза посідає перше місце серед

цих культур, за валовими зборами прирівнюється до пшениці та посідає третє місце за площею вирощування [44].

Кукурудзу в основному вирощують на зерно і для виробництва кормів. На продовольчі потреби припадає близько 20% зерна кукурудзи, на технічні цілі – близько 15% і приблизно дві третини – на корм. У зерні містяться: білки – 9–12%, жири – 4–8%, БЕР – 80%, зола – 1,3%, клітковина – 2,1%, мінеральні солі та вітаміни. Показники коливаються залежно від ґрунтовокліматичних і погодних умов, окремих елементів вирощування. Із зерна кукурудзи отримують борошно, крупу, пластівці, консерви (цукрова кукурудза), крохмаль, етиловий спирт, декстрин, пиво, глюкозу, цукор, патоку, сироп, олію, вітамін Е, аскорбінову та глютамінову кислоти. Зі стебел, листя і стрижнів качанів виробляють папір, лінолеум, віскозу, активоване вугілля, штучний корок, пластмасу, анестезуючі засоби тощо. У цілому з кукурудзи виготовляють більше 150 харчових і технічних продуктів. Зерно кукурудзи – чудовий корм. В 1 кг зерна міститься 1,34 корм. од. та 78 г перетравного білка. Це цінний компонент комбикормів. Однак білок зерна кукурудзи бідний на незамінні амінокислоти (лізин і триптофан) і багатий на малоцінний у кормовому відношенні білок – зеїн. Завдяки високій продуктивності при вирощуванні кукурудзи на силос (особливо після вирішення проблеми боротьби з бур'янами за допомогою гербіцидів) та її чутливості до факторів інтенсифікації (добрив, засобів захисту рослин), легкій можливості консервування через силосування й чудовій кормовій цінності кукурудзяного силосу ця культура практично витіснила із сівозмін інші кормові культури. Тому вона залишається провідною кормовою культурою. Кукурудза посідає перше місце серед силосних культур. Силос характеризується гарною перетравлюваністю та має цінні кормові властивості. Висока потенційна врожайність і низькі витрати під час вирощування обумовлюють її широке поширення. Кукурудза є цінним енергетичним джерелом. У провідних країнах Європи і США до 12–15% енергоносіїв виробляють із кукурудзи у формі біоетанолу. Одна тонна зерна кукурудзи забезпечує виготовлення 420–480 л біоетанолу для виробництва біодизельного пального [44].

Мета і завдання роботи: об'єкти і методи досліджень та аналізів

Метою досліджень було встановлення динаміки змін посівних площ, врожайності та валових зборів зерна кукурудзи в Україні.

Для досягнення мети були поставлені такі **завдання**:

– на основі статистичних даних скласти таблиці посівних площ, врожайності та валових зборів зерна кукурудзи в Україні за період з 2013 по 2025 роки;

– провести статистичну оцінку зв'язку між площею і урожайністю, площею і валовим збором та між урожайністю і валовим збором зерна;

– на основі отриманих даних побудувати графічні залежності, що дають наочну характеристику динаміки зміни посівних площ, врожайності та валових зборів зерна кукурудзи у досліджуваних роках;

— зробити висновки з проведених досліджень та отриманих результатів.

Програма досліджень полягала у послідовному виконанні поставлених завдань.

Об'єктом дослідження були статистичні дані посівних площ, врожайності та валових зборів зерна кукурудзи в Україні за період з 2013 по 2025 роки.

Методика досліджень. У проведених дослідженнях були використані аналітичні та статистичні.

1.3 Результати досліджень

Порівнюючи врожаї пшениці, ячменю та кукурудзи бачимо, що кукурудза дає максимальні значення в період з 2020 по 2024 роки. В Україні максимальні врожаї кукурудзи було зібрано у 2021 -2022 маркетинговому році (МР), що склало 42,1 млн.т. В наступні роки виробництво кукурудзи скоротилося. У 2024 році на 11% – до 26,3 млн тонн [45].

Кукурудза має високу посухостійкість, і в роки, несприятливі для озимих та ярих зернових, вона є оптимальною страховою культурою. При відповідному агрофоні, чіткій виробничій дисципліні та за сприятливих кліматичних умов вона забезпечує врожайність зерна понад 6 т/га. Хвороби, шкідники, бур'яни завдають

значної шкоди культурі. Для успішної боротьби з ними, попередження їх шкідливої дії необхідні знання біології, своєчасне прийняття рішень про терміни й норми внесення пестицидів, правильний вибір засобів боротьби зі шкідливими організмами [44].

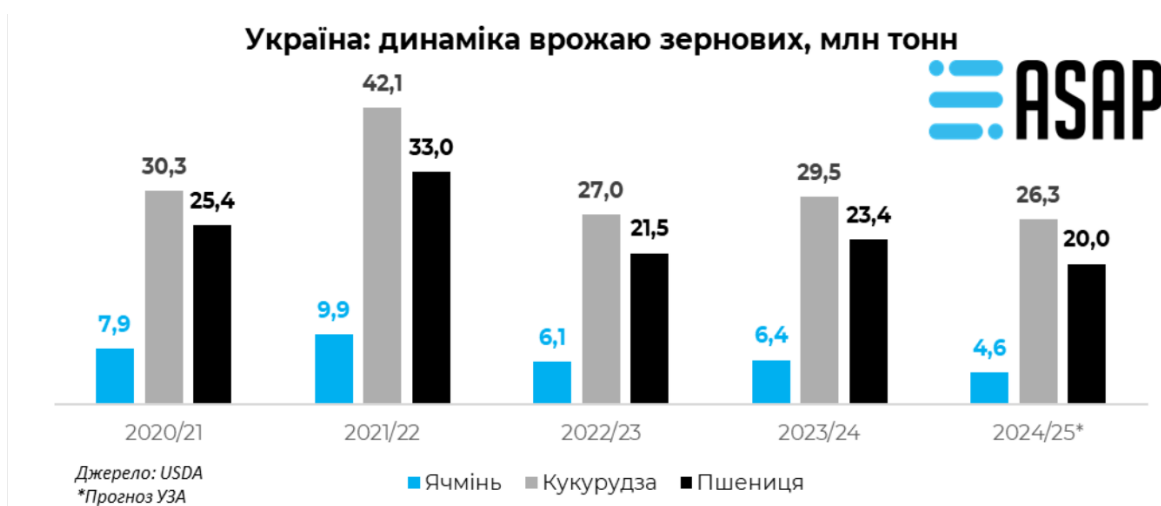


Рис.8.1 - Динаміка врожаю зернових, млн тонн [45]

Важливим та невід’ємним елементом технології вирощування є захист проростків кукурудзи від комплексу ґрунтових шкідників: личинок ковалика, підгризаючих совок, личинок травневого хруща та карантинного шкідника діабротики, які пошкоджують або здатні повністю знищити рослини кукурудзи. При цьому таких шкідників неможливо контролювати за допомогою звичайних інсектицидів [44].

Експорт українського зерна кукурудзи

Якщо казати про ЄС, який є ключовим імпортером української кукурудзи, то він буде потребувати менше її зернової через очікуваний зріст власного виробництва [45].

Європейська комісія прогнозує підвищення врожаю кукурудзи в ЄС у 2024 р. після двох років падіння – до 69 млн тонн (+11% в рік), за рахунок розширення площ та покращення врожайності.

Найбільше збільшення площ очікується у Франції, що дозволить країні зібрати 13,6 млн тонн кукурудзи (+7% в рік) [45].

До того ж, врожаї в Угорщині та Румунії також зростуть – на 12%-13% в рік – до 7 та 12,3 млн тонн відповідно. Болгарія може зібрати 3,5 млн тонн кукурудзи у 2024 р. (2,2 млн тонн у 2023 р.)

У свою чергу, зниження на 6% прогнозується у Польщі – до 8,6 млн тонн через скорочення площ та погіршення врожайності.

Якщо казати про основних європейських імпортерів української кукурудзи, то Іспанія, та Італія можуть збільшити виробництво на 40% – до 4 млн тонн зернової, та на 11% – до 5,9 млн тонн [45].

Експорт української кукурудзи у 2024/25 МР зменшиться

Експортні перспективи української кукурудзи у 2024/25 МР можуть зменшитися, як через знижене виробництво, так і послаблений попит ключових імпортерів та посилену конкуренцію.

За прогнозом літературних даних [45] Україна у новому МР відвантажить на 16% менше кукурудзи – 20,5 млн тонн.



Джерело: ASAP Agri

*На основі прогнозу USDA у 24,5 млн тонн

Рис.8.2 - Динаміка експорту кукурудзи, млн тонн [45].

Світове виробництво кукурудзи

Світове виробництво кукурудзи є найбільшим серед усіх зернових культур, досягаючи понад 1,2 млрд тонн щорічно. Основними виробниками є США, Китай та Бразилія, на які припадає близько 64% світового врожаю. Україна входить до

ТОП-10 світових виробників та є одним з ключових експортерів, забезпечуючи близько 3% світового виробництва [46].

У 2024 маркетинговому році Україна виробила більш ніж половину обсягу кукурудзи, який виробили в ЄС. При цьому частка України у світовому виробництві кукурудзи склала 3%. У 2025 маркетинговому році вона знизиться до 2% за рахунок зменшення врожаю внаслідок посухи і збільшення його у Китаї та Бразилії [46].

Таблиця 8.1 - ТОП-10 виробників кукурудзи

Країна	Виробництво кукурудзи , млн тонн	
	2023	2024
США	389,69	385,73
Китай	288,84	292
Бразилія	122	127
ЄС	61,45	59
Аргентина	50	51
Індія	37,5	37,5
Україна	32,5	27,2
Мексика	22,7	25
ПАР	13,7	17
Канада	15,42	15,2



Рис. 8.3. - Виробництво кукурудзи в Україні

Як можна побачити на рис 8.3. найбільше кукурудзи в Україні виробляють такі області: Полтавська — 13%, Чернігівська — 11%, Сумська — 10%, Вінницька — 10%, Черкаська — 8% [46].

Експорт кукурудзи у 2021/22 МР

По прогнозним оцінкам USDA, в 2021/22 МР експорт кукурудзи поставить новий рекорд 200,1 млн т.

Головними експортерами зерна в цьому сезоні стали:

- США — 63,5 млн т;
- Бразилія — 43,0 млн т;
- Аргентина — 27,5 млн т.

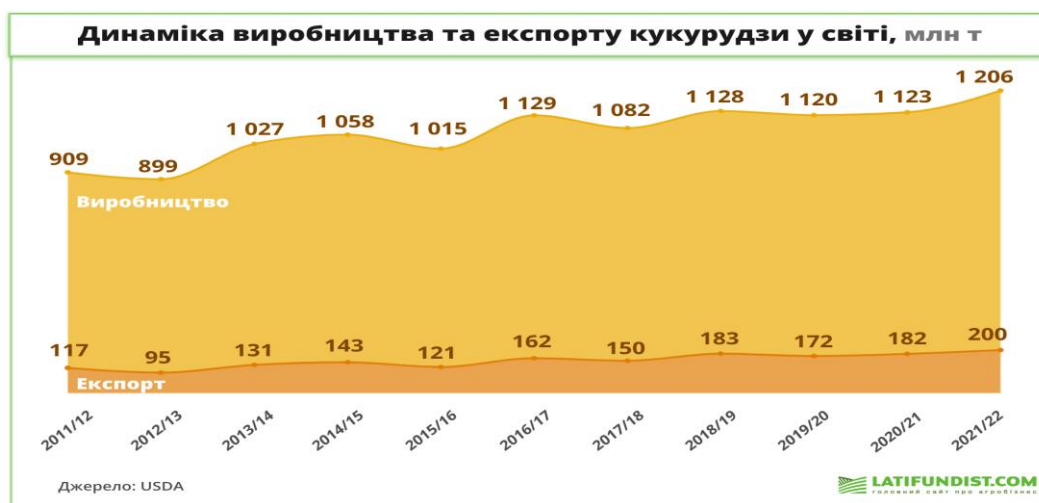


Рис. 8.4. - Динаміка виробництва та експорту кукурудзи у світі, млн т [47].

Протягом березня-квітня 2022 року світові ринки зерна зазнали значного впливу від російського вторгнення в Україну та майже повного припинення українського експорту зерна. Оскільки Україна є основним експортером пшениці та кукурудзи, результатом стало раптове переміщення попиту до інших постачальників. Цей попит компенсується збільшенням експорту з Бразилії, Канади та Індії, але, як наслідок, бачимо значне збільшення експортних цін на зерно [47].

Китай є ключовим рушієм світового попиту на імпорт основних зернових (кукурудзи, ячмінь та сорго), а з минулого року став головним імпортером кукурудзи. Але у цьому сезоні імпорт Китаю знизився майже на 12%, і однією з причин є війна в Україні, а хоча Піднебесна — головний експортер нашої країни з 2014/15 МР [47].

Висновки

На основі статистичних даних сформовано таблиці посівних площ, врожайності та валових зборів зерна кукурудзи в Україні за період з 2013 по 2024 роки. Представлена порівняльна характеристика динаміки врожаю зернових культур в тому числі і кукурудзи та динаміку експорту кукурудзи з 2020 по 2024 роки, де можна побачити відповідальну тенденцію зниження цих показників. Також було охарактеризовано виробництво кукурудзи в Україні по областях де слід зазначити що найбільше кукурудзи в Україні виробляють в Полтавській області (13%) а найменше - Черкаська (8%).

Розглядаючи динаміку виробництва та експорту кукурудзи у світі за період 2011 по 2022 роки можна зробити висновок, що у 2011 був мінімальне виробництво (909 млн.т) та експорт (112 млн.т.), а у 2022 році максимальне значення цих показників виробництво (1206 млн.т) та експорт (200 млн.т.),

Розділ 9 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

9.1 Розрахунок чисельності працюючих на підприємстві

Розрахуємо чисельність основних робітників ($Ч_p^o$) на основі питомого показника, який характеризує чисельність робітників на 1000 тонн місткості зерносховища ($Ч_{TM}$):

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

Чисельність основних працюючих в нашому випадку братимемо за $Ч_{TM} = 0,55$:

$$Ч_p^o = 2,3 \times 0,55 = 2 \text{ особи}$$

Чисельність допоміжних робітників виробництва ($Ч_p^d$) ми визначимо як 25 % від чисельності основних робітників на елеваторі:

$$Ч_p^d = Ч_p^o \times 0,25. \quad (9.2)$$

Чисельність допоміжних робітників для нашого елеватору дорівнюватиме:

$$Ч_p^d = 2 \times 0,25 = 1 \text{ особа}$$

Сумарна чисельність основних і допоміжних робітників ($Ч_p$) дорівнюватиме:

$$Ч_p = Ч_p^o + Ч_p^d. \quad (9.3)$$

Сумарна чисельність основних і допоміжних робітників для підприємства, дорівнюватиме:

$$Ч_p = 2 + 1 = 3 \text{ особи.}$$

Дані про структуру і чисельність працівників підприємства зводимо у табл. 9.1.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.13				
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Лит.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Розроб.</i>		Драгомир Н.Д.			Розробка проекту фермерського міні-елеватора місткістю 2,3 тис. т. в Тернопільській області				
<i>Керівник</i>		Борта А.В.						103	123
<i>Консультант</i>		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ, Гр. ТЗХ – 41 б			
<i>Зав.кафед.</i>		Макаринська А.В.							

Таблиця 9.1 – Структура персоналу і чисельність працівників

Категорії працівників	Питома вага, %	Чисельність, осіб
Робітники – основні і допоміжні	80	3
Керівники, фахівці	20	1
Всього	100	4

9.2 Розрахунок виробничої програми

Виробничу програму, яка в елеваторній галузі представляє собою обсяг робіт та послуг в сфері зберігання зерна, розраховуємо 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);
- зберіганню 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 [10].

Розрахуємо обсяг реалізації послуг підприємства у грошовому виразі ($O_{\text{РП}}$) за формулою:

$$O_{\text{РП}} = \sum(O_{\text{РП}}^{\text{H}} \times T_{\text{РП}}), \text{ тис. грн,} \quad (9.4)$$

де $O_{\text{РП}}^{\text{H}}$ – обсяг робіт та послуг окремого виду у натуральному виразі, тис. тонн;

$T_{\text{РП}}$ – тариф на роботи та послуги окремого виду, грн/тонну.

Згідно вихідних даних до дипломного проекту розрахуємо вартість послуг елеватору в грошовому виразі. Почнемо розрахунок з першої операції, а саме приймання зерна на елеватор з автотранспорту.

Розрахунки за даними нашого проекту вираховуємо і вносимо в таблицю 9.2. Враховуємо, що в нашому проекті ми передбачаємо зберігання зерна поклажодавця та власного зерна, придбаного заготівельним елеватором у сільськогосподарських виробників – по 50 % кожного виду від загального об'єму зерна.

Таблиця 9.2 – Обсяг реалізації послуг міні-елеватору

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, О _{РП} ^Н , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, Т _{РП} , грн/тону	Обсяг реалізації послуг підприємства, О _{РП} , тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	2,3	-	
- ранніх культур:	1,6		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	0,8	-	-
- пшениця (55 % – див.табл.)	0,44	80,62x1,0	35,47
- ячмінь (45 % – див.табл.9.2)	0,36	80,62x1,0	29,02
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	0,8	-	-
- пшениця (55 %)	0,44	104,80x1,0	46,11
- ячмінь (45 %)	0,36	104,80x1,0	37,73
- пізніх культур:	0,69		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	0,345	-	-
- соняшник (100 % – див.табл.)	0,345	80,62x1,0	27,81
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	0,345	-	-
- соняшник (100 % – див.табл.)	0,345	104,80x1,0	36,16
Відпуск зерна на автомобільний транспорт, в тому числі:	2,3	-	-
- ранніх культур:	1,6		

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, О _{РП} ^Н , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, Т _{РП} , грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, О _{РП} , тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	0,8	-	-
- пшениця (55 %)	0,44	100,77x1,0	44,34
- ячмінь (45 %)	0,36	100,77x1,0	36,28
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	0,8	-	-
- пшениця (55 %)	0,44	131,00x1,0	57,64
- ячмінь (45 %)	0,36	131,00x1,0	47,16
- пізніх культур:	0,69		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	0,345	-	-
- соняшник (100 % – див.табл.)	0,345	100,77x1,0	34,79
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	0,345	-	-
- соняшник (100 % – див.табл.)	0,345	131,00x1,0	45,20
Зберігання зерна (Є_{сел} x 330 діб): в тому числі:	2,3x330=759	-	-
- <i>власного</i> (50 %)	379,5	2,41	914,60
- <i>поклажодавця</i> (50 %)	379,5	3,14	1191,63
Очищення зерна:	2,3	-	-
- <i>власного</i> (50 %)	1,15	18,14	20,86
- <i>поклажодавця</i> (50 %)	1,15	23,58	27,12
Сушіння зерна ранніх культур (всього): $A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$	1,6x0,25=0,8	-	-
у тому числі:			
від вологості 17 % до 14 % (50 %): $A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times \alpha_1$	0,4x0,25= 0,1	-	-
- <i>власного</i>	0,05	20,15	1,01
- <i>поклажодавця</i>	0,05	26,20	1,31
від вологості 22 % до 14 %: $A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times \alpha_2$	1,6x0,25= 0,4		

Види работ та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{\text{РП}}^H$, тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, $T_{\text{РП}}$, грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, $O_{\text{РП}}$, тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
- власного	0,2	20,15	4,03
- поклажодавця	0,2	26,20	5,24
Сушіння зерна пізніх культур (всього): $A^a_{\text{пр}}(\text{пізніх}) \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$	$0,69 \times 1 = 0,69$	-	-
у тому числі:			
від вологості 17 % до 14 % (50 %): $A^a_{\text{пр}}(\text{пізніх}) \times \alpha_1$	$0,69 \times 0,2 = 0,138$	-	-
- власного	0,069	20,15	1,39
- поклажодавця	0,069	26,20	1,81
від вологості 22 % до 14 % (50 %): $A^a_{\text{пр}}(\text{пізніх}) \times \alpha_2$	$0,138$	-	-
- власного	0,069	20,15	1,39
- поклажодавця	0,069	26,20	1,81
Всього, в тому числі:	-	-	2649,91
- власного	-	-	1150,99
- поклажодавця	-	-	1498,92

Обсяг послуг зі зберігання зерна розраховується, виходячи з даних табл. 2.4 і терміну роботи елеватора 330 діб на рік. Кількість лабораторних аналізів можна розрахувати, виходячи з даних табл. 2.4.

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.

$$T_{\Pi} = 2300 / 20 = 115 \text{ одиниць (аналізів).}$$

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 на один вид транспорту, тонн

$$T_{\text{вп}} = 2300 / 20 = 115 \text{ од.}$$

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 [10].

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (115 + 115) \times 1,10 = 253 \text{ од.},$$

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, 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;

$\Pi_{\text{пд}}$ – середня кількість різних партій, що надходять у добу на підприємство, од.

Приймаємо $\Pi_{\text{пд}} = 2$ од., в результаті:

$$N_{\text{пс}} = 330 \times 2 = 660 \text{ одиниць (свідоцтв).}$$

Таблиця 9.3 – Річний обсяг реалізації послуг лабораторії міні-елеватора

Види работ та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{\text{РП}}^H$, тис. шт.	Тариф на роботи та послуги окремого виду, $T_{\text{РП}}$, грн/шт	Обсяг реалізації послуг підприємства, $O_{\text{РП}}$, тис. грн
Лабораторний аналіз зерна, шт/рік:	0,253	-	-
- власного	0,1265	583,45	73,81
- поклажодавця	0,1265	758,49	95,95
Подвійне складське свідоцтво:	0,66	-	-
- власного	0,33	53,21	17,56
- поклажодавця	0,33	69,17	22,82
ВСЬОГО, в тому числі:	-	-	210,14
- власного зерна	-	-	91,37
- зерна поклажодавця	-	-	118,77

Дрібні та середні фермери можуть заробляти більше, адже вони вкладають менше ресурсів, ніж агрохолдинги. У своїх дослідженнях ННЦ «Інститут аграрної економіки» вивів дані, який прибуток мають фермер і великий підприємець з 1 ц пшениці, наприклад. У фермерів прибуток складає приблизно 150 грн з 1 ц озимої, у агропідприємств — 90 грн, при цьому врожайність пшениці у фермера 30 ц/га, у підприємства — 50 ц/га. Таким чином прибуток з 1 га як у фермера, так і у підприємства однаковий, але рентабельність у фермера вища, оскільки він менше витрачає та може коригувати, де інвестувати більше, а де можна

зеконотити [16]. Тому лабораторія на даному фермерському елеваторі є доцільним.

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства як при здійсненні різних операцій з зерном, так і при виконанні послуг лабораторією дорівнюватиме 2860,05 тис. грн (табл. 9.4).

Таблиця 9.4 – Загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт міні-елеватора

Види робіт та послуг	Обсяг реалізації послуг та робіт підприємства, О _{рп} , тис. грн
Послуги елеватора при здійсненні різних операцій з зерном, всього, в тому числі:	2649,91
- власного зерна	1150,99
- зерна поклажодавця	1498,92
Послуги лабораторії, всього в тому числі:	210,14
- власного зерна	91,37
- зерна поклажодавця	118,77
Всього	2860,05
- власного зерна	1242,36
- зерна поклажодавця	1617,69

9.3 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік

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

$$C_{P}^{OD} = T_{RP} / (1 + P), \text{ грн}, \quad (9.10)$$

де T_{RP} – тариф за одиницю робіт та послуг, грн/тонну;

P – рентабельність, закладена у тарифі, частки (необхідний рівень рентабельності приймаємо на рівні 0,20-0,30 або 20-30 %).

На другому етапі виконуємо розрахунок собівартості річного обсягу робіт та послуг (C_{PP}) за формулою:

$$C_{PP} = \sum(O_{RP}^H \times C_{P}^{OD}), \text{ тис. грн}, \quad (9.11)$$

де C_{P}^{OD} – собівартість одиниці робіт та послуг, грн.

В нашому проекті закладемо середньогалузеву величину рентабельності у тариф за одиницю робіт та послуг на рівні 30 %.

Отже, собівартість приймання 1 т зерна з автомобільного транспорту:

$$C_1^{OD} = 104,80 / (1,0 + 0,3) = 80,62 \text{ грн /тонну.}$$

Подальші розрахунки собівартості є аналогічними, тому наведемо розрахунки собівартості робіт та послуг у табл. 9.5.

Таблиця 9.5 – 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_p^P , тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	2,3	-	
- ранніх культур:	1,6		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	0,8	-	-
- пшениця (55 % – див.табл.)	0,44	80,62x1,0	35,47
- ячмінь (45 % – див.табл.9.2)	0,36	80,62x1,0	29,02
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	0,8	-	-
- пшениця (55 %)	0,44	80,62x1,0	35,47
- ячмінь (45 %)	0,36	80,62x1,0	29,02
- пізніх культур:	0,69		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	0,345	-	-
- соняшник (100 % – див.табл.)	0,345	80,62x1,0	97,81
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	0,345	-	-
- соняшник (100 % – див.табл.)	0,345	80,62x1,0	97,81
Відпуск зерна на автомобільний транспорт, в тому числі:	2,3	-	-
- ранніх культур:	1,6		

Види работ та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, О _{рп} ^Н , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, Т _{рп} , грн/тону	Обсяг реалізації послуг підприємства, О _{рп} , тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	0,8	-	-
- пшениця (60 %)	0,44	100,77x1,0	44,34
- ячмінь (40 %)	0,36	100,77x1,0	36,28
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	0,8	-	-
- пшениця (60 %)	0,44	100,77x1,0	44,34
- ячмінь (40 %)	0,36	100,77x1,0	36,28
- пізніх культур:	0,69		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	0,345	-	-
- соняшник (100 % – див.табл.)	0,345	100,77x1,0	34,79
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	0,345	-	-
- соняшник (100 % – див.табл.)	0,345	100,77x1,0	34,79
Зберігання зерна (Є_{сел} x 330 діб):	2,3x330=759	-	-
в тому числі:			
- <i>власного</i> (50 %)	379,5	2,41	914,6
- <i>поклажодавця</i> (50 %)	379,5	2,41	914,6
Очищення зерна:	2,3	-	-
- <i>власного</i> (50 %)	1,15	18,14	20,86
- <i>поклажодавця</i> (50 %)	1,15	18,14	20,86
Сушіння зерна ранніх культур :	1,6x0,25 =0,6	-	-
$A^a_{пр(ранніх)} \times (a_1 + a_2 + a_3 + a_4)$			
у тому числі:			
від вологості 17 % до 14 % (50 %):	0,4x0,25 =0,1	-	-
$A^a_{пр(ранніх)} \times a_1$			
- <i>власного</i>	0,05	20,15	1,01
- <i>поклажодавця</i>	0,05	20,15	1,01
Види работ та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого	Тариф на роботи та	Обсяг реалізації

Закінчення табл.9.5

	виду в натуральному виразі, Орп ^Н , тис. тонн	послуги окремого виду, Трп, грн/тонну	послуг підприємства, Орп, тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
- власного	0,2	20,15	4,03
- поклажодавця	0,2	20,15	4,03
у тому числі:			
від вологості 17 % до 14 % (50 %): $A^a_{\text{пр (пізніх)}} \times \alpha_1$	0,69x0,2 =0,138	-	-
- власного	0,069	20,15	1,39
- поклажодавця	0,069	20,15	1,39
від вологості 22 % до 14 % (50 %): $A^a_{\text{пр (пізніх)}} \times \alpha_2$	0,138	-	-
- власного	0,069	20,15	1,39
- поклажодавця	0,069	20,15	1,39
Лабораторний аналіз зерна, всього	0,253	-	-
у тому числі:			
- власного	0,1265	583,45	73,81
- поклажодавця	0,1265	758,49	95,95
Оформлення складського свідоцтва, всього	0,66	-	-
у тому числі:			
- власного	0,33	53,21	17,56
- поклажодавця	0,33	53,21	17,56
Всього, в тому числі:	-	-	2646,86
- власного			1312,36
- поклажодавця			1334,5

9.4 Розрахунок прибутку

Прибуток від реалізації робіт та послуг (P_P) нового елеватора визначаємо за формулою:

$$P_P = \Sigma O_{PII} - \Sigma C_P^P, \text{ тис. грн,} \quad (9.12)$$

де ΣO_{PII} – сумарний річний обсяг реалізації послуг підприємства, тис. грн (табл. 9.3);

ΣC_P^P – сумарна річна собівартість робіт та послуг, тис. грн.

Таким чином річний прибуток від реалізації робіт та послуг (P_P) поклажодавцям на заготівельному елеваторі буде дорівнювати:

$$P_P = 2860,05 - 2646,86 = 213,19 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток від продажу власного зерна (P_P^B) заготівельного елеватора дорівнюватиме:

$$P_P^B = \Sigma(O_{PII}^H_{\text{відпуску}} \times C_i) - \Sigma C_P^B, \text{ тис. грн,} \quad (9.13)$$

де $O_{PII}^H_{\text{відпуску}}$ – річний обсяг робіт з відпуску власного зерна і-тої культури з елеватора в натуральному виразі (маємо на увазі, що відпуск це є продаж зерна), тис. т.

C_i – ціна 1 тонни зерна і-тої культури, грн/тонну.

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:

$$\Sigma C_P^B = 2,3 \times 9000 / 1,3 = 15923,08 \text{ тис. грн.}$$

Можна виконати укрупнений розрахунок прибутку від продажу власного зерна за формулою:

$$P_P^B = \Sigma O_{PII}^H_{\text{відпуску}} \times C_{\text{ср}} - \Sigma C_P^B, \text{ тис. грн,} \quad (9.14)$$

де $\Sigma O_{PII}^H_{\text{відпуску}} \text{ і}$ – сумарний річний обсяг робіт з відпуску власного зерна всіх культур з елеватора в натуральному виразі, тис.т.

$C_{\text{ср}}$ – середня ціна 1 тонни зерна, грн/тонну. Так, для Тернопільської області середня ціна купівлі складає 9000 грн. за 1 тонну зерна у листопаді 2026 р.

$$P_p^B = 2,3 \times 9000 - 15923,08 = 4776,92 \text{ тис. грн.}$$

В результаті, загальний (балансовий) прибуток підприємства (П) дорівнюватиме:

$$P = P_p + P_p^B, \text{ тис. грн.} \quad (9.15)$$

Підставимо у формулу (9.15) значення:

$$P = 213,19 + 4776,92 = 4990,11 \text{ тис. грн.}$$

Чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства (ЧП):

$$ЧП = P - P \times СтП, \text{ тис. грн,} \quad (9.16)$$

де СтП – базова відсоткова ставка податку на прибуток (18 % на момент розрахунків), СтП=0,18.

В нашому проекті чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства, дорівнюватиме:

$$ЧП = 4990,11 - 0,18 \times 2860,05 = 4475,3 \text{ тис. грн.}$$

9.5 Розрахунок інвестицій

У загальному вигляді суму інвестицій (капітальних вкладень) визначають за формулою:

$$I = I_{\text{Буд}} + I_{\text{Уст}} + T + M + V_H + V_3 + D - L + \Delta OK, \text{ тис. грн.,} \quad (9.17)$$

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;

V_H – невраховані витрати (10-15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

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:

$$I = ПЗ \times I_{\text{пит}}, \text{ грн.}, \quad (9.18)$$

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 проекті.

В нашому випадку потрібний для будівництва заготівельного елеватора обсяг інвестицій визначаємо укрупненим методом.

Питомі інвестиції у будівництво ($I_{\text{пит}}$) прийmemo на рівні 90 дол. США (3960 грн) на тонну місткості міні-елеватора. Перераховано за курсом Національного банку України на 12.03.2026 р. 44,00 грн за 1 дол. США.

В результаті інвестиції на будівництво дорівнюватимуть:

$$I = 2,3 \times 3960 = 9108 \text{ тис. грн}$$

9.6 Розрахунок рентабельності інвестицій

Рентабельність інвестицій на будівництво елеватора знаходять за формулою:

$$R = (\text{ЧП} : I) \times 100, \%, \quad (9.19)$$

$$R = (4475,3 : 9108) \times 100 = 49,14 \%$$

9.7 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.

$$T = 9108 / 4475,3 = 2,04 \text{ роки} \approx 2,5 \text{ роки}$$

Строк окупності інвестицій у будівництво заготівельного елеватору дорівнює 2,04 роки, що не перевищує нормативний термін 4 роки.

Величина строку окупності свідчить про економічну ефективність інвестицій.

9.8 Основні техніко-економічні показники проєкту

Техніко-економічні показники проєкту наведені в табл. 9.6.

Таблиця 9.6 – Основні техніко-економічні показники міні-елеватора

	Найменування показника та одиниці його виміру	Величина показника
1	Місткість елеватора, тис. тонн	2,3
2	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн	2860,05
3	Чисельність працівників, осіб	3
4	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу (п. 2 : п. 3)	953,35
5	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн	2646,86
6	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн. (п. 2 – п. 5)	213,19
7	Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн	4776,92
8	Чистий прибуток, тис. грн ((п. 6+п.7) x 0,82)	4475,3
9	Інвестиції, тис. грн	9108
10	Строк окупності інвестицій, роки	2,5
11	Рентабельність інвестицій, %	49,14

Висновки

Виявлений в Тернопільській області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна в кількості 229 тис. т робить доцільним будівництво нового міні-елеватора місткістю 2,3 тис. т.

Нове будівництво потребує інвестицій у розмірі 9108 тис. грн.

Впровадження цього проекту дасть можливість отримати виручку (річний обсяг робіт та послуг) у розмірі 2860,05 тис. грн, собівартість при цьому дорівнюватиме 2646,86 тис. грн.

Потрібна чисельність працівників – 3 особи, а середньорічний обсяг продукції на одного працівника дорівнюватиме 953,35 тис. грн/особу, що є добрим показником в галузі.

Прибуток від наданих робіт та послуг за рік дорівнюватиме 213,19 тис. грн, а прибуток від продажу власного зерна – 4776,92 тис. грн.

Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 4475,3 тис. грн, дозволяє окупити необхідні для розширення місткості перевантажувального комплексу інвестиції в розмірі 9108 тис. грн протягом 2,5 років (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 49,14 %.

При будівництві нового міні-елеватора створюються нові робочі місця, виробництво не є шкідливим з точки зору екології, що відображає соціальний і екологічний ефекти від впровадження проекту.

Все це свідчить про господарську необхідність і економічну ефективність запропонованого проекту будівництва нового міні-елеватора на 2,3 тис.т в Тернопільській області.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Жук В.М. Розвиток зернового ринку / В.М. Жук, М.П. Сичевський // Наукове обґрунтування інтенсифікації виробництва зерна в Україні: виступи науковців на засіданні Президії Національної академії аграрних наук України 27 липня 2011 р. – К.: Аграрна наука, 2011. – 156 с. - С.92-101.

2. Історія та розвиток зернових елеваторів: від минулого до майбутнього.
<https://siydobro.com/bloh-nashoi-kompanii-korysni-statti/istoriia-ta-rozvytok-zernovykh-elevatoriv-vid-mynuloho-do-maybutnoho/>

3. Фермерські елеватори переформатовують ринок.
<https://agrobusiness.com.ua/fermerski-elevatory-pereformatovuiut-rynok>.

4. Елеваторнагалузь: на вістрі проблем.
URL:<https://agrotimes.ua/article/elevatorna-galuz-na-vistri-problem/>(дата звернення: 07.04.2023).

5. Фермерський елеватор. URL:<https://kmzindustries.ua/fermerskij-elevator-pid-kluch> (дата звернення: 08.04.2023).

6. Будуємо власний фермерський елеватор – як уникнути помилок. URL:
<https://sho-tam.com.ua/uk/news/buduyemo-vlasnij-fermerskij-elevator-yak-uniknuti-pomilok/> (дата звернення: 06.04.2023).

7. Як зробитиміні-елеватор для зберігання зерна своїми руками.
URL:<https://businessideas.com.ua/ua/biznes-idei/yak-zrobyty-mini-elevator-svoyimy-rukamy>(дата звернення: 06.04.2023).

8. Практикум «Елеватор-2022: формула ефективності».
URL:<https://infoindustria.com.ua/praktikum-elevator-2022-formula-efektiivnosti/>(дата звернення: 07.04.2023).

9. Куди рухаємося? Проблеми і тенденції елеваторного ринку.URL:<https://agrobusiness.com.ua/kudy-rukhaemosia-problemy-i-tendentsii-elevatornoho-rynku>(дата звернення: 08.04.2023).

10. 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/ Укл. Басюркіна Н.Й., Дмитренко Л.Д., Свистун Т.В. – Одеса: ОНАХТ, 2019. – 30 с.

11. Станкевич Г.Н. Динаміка і періоди надходження зерна автомобільним транспортом на підприємства південних та центральних регіонів України/ Г.Н.Станкевич, Т.В.Страхова, Л.Ф. Будюк // Наукові праці ОНАХТ. – Вип. 40 – Т.1. – С. 92-95

12. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах у 2024 році [Електронний ресурс] /дані Державної служби статистики України // <URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>>.

13. Державної служби статистики України. Головне управління статистики. Інтернет ресурс. Доступ: <URL:<http://www.ukrstat.gov.ua/>>. <http://www.km.ukrstat.gov.ua>

14. Опря А.Т. Статистичні методи аналізу урожаю й урожайності: особливості комплексного використання при концептуальному визначенні урожайності як економічної категорій. Інтернет ресурс. Доступ: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/nppdaa/2011/01/181.pdf>

15. Як розрахувати врожайність. Інтернет ресурс. Доступ: <https://blog.agrokebety.com/yak-rozrakhuvaty-vrozhaynist>

16. Які культури перспективно вирощувати у 2026 році <https://uga.ua/meanings/ne-sonyashnykom-yedynym-yaki-kultury-perspektyvno-vyroshhuvaty-u-2026-rotsi/>>

17. Методичні вказівки до виконання розділу «Технологічна частина» кваліфікаційної роботи для здобувачів СВО «Бакалавр» спеціальності G13 «Харчові технології» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» освітньо-професійної програми «Технології зберігання і переробки зерна» денної і заочної форм навчання /Укл. Г.М. Станкевич, Т.В. Страхова, А.К. Кац, Л.Д. Дмитренко. — Одеса: ОНТУ, 2025. — 50 с.

18. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з освітнього компонента «Проектування підприємств галузі з КП» для здобувачів СВО «Бакалавр» зі спеціальності G13 «Харчові технології» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» освітньо-професійної програми «Технології зберігання і переробки зерна» денної і заочної форм навчання / Укл.: Л.Д.Дмитренко, Т.В.Страхова, А.К.Кац, Г.М.Станкевич. Під. ред. Станкевича Г.М. – Одеса: ОНТУ, 2025 – 63 с.

19. Яковенко А.І., Борта А.В. Технологія зберігання та сушіння зерна: кількісно-якісний облік зерна: навч. посіб. /А.І. Яковенко, А.В. Борта; Одес. нац. акад. харч. технологій. – Одеса, 2016. – 174 с.

20. Конспект лекцій з курсу «Автоматизація виробничих процесів» для бакалаврів спеціальності 181, галузь знань –18, всіх форм навчання/ Укладач Ю. М. Скаковський. – Одеса: ОНАХТ, 2020. – 210 с.

21. Мониторинг температуры показывает все возможные угрозы // EltrumSystems: [Веб-сайт]. URL: <https://eltrum.com/ru/mobilnyj-monitoring-temperatiry-zerna> (дата звернення: 28.03.2026).

22. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проєкту «Електрозабезпечення та енергозбереження» для технологічних спеціальностей / Укладачі П.М. Монтік, Є.П. Штепа. – Одеса: ОНАХТ, 2020. – 15с.

23. Тарифи обленерго у 2026 році зростуть у два етапи. URL: <https://minfin.com.ua/ua/2025/12/08/163857934/> (дата звернення: 04.03.2026).

24. Монтік П.М. Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник.– Львів: ”Новий світ-2000”, 2007. – 500 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. – 2014р. – с. 130

26. Гапонюк О.І. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проєкту "Вентиляційні установки" при проектуванні або реконструкції підприємств по збереженню і переробці зерна для студ.-дипломників спец. 6.051701 та 7.05170101

ден. та заоч. форм навчання [Електронний ресурс] / О.І. Гапонюк, Г.А. Гончарук, А.В. Ульяницький. – О.: ОНАХТ, 2014. – 28 с. тексту.

27 Рекомендації щодо компонування та розрахунків аспіраційних установок
<https://www.metallum.com.ua/ua/blog/rekomendaczii-po-raschetu-aspiracziornyix-ustanovok/rekomendaczii-po-komponovke-i-raschetam-aspiracziornyix-ustanovok>

28. ДБН Б.2.4.-3-95 «Планування і забудова сільських поселень. Генеральні плани сільськогосподарських підприємств»

29. Сучасний стан та шляхи підвищення ефективності логістики зернових перевезень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://urm.media/suchasnijstan-ta-shlyahi-pidvishhennya-efektivnosti-logistikizernovih-perevezen/> (дата звернення 25.10.2021).

30 Шаповаленко О.І., Євтушенко О.О., Янюк Т.І. та ін.. Технологія та проектування елеваторів: навчальний посібник. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015.

31 Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, О.В. Гвоздев; ред.. О.В. Дацишина. Навчальний посібник. – Вінниця: Нова Книга, 2013. – 488 с.

32 Чертков О.Ю., Єрмолович Д.С. Проблема вибору типу силоса та методу його зведення в Україні. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, вип. 35. – 2018. – с. 192-200

33. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. Дата початку дії – 01.12.2007

34. ДСТУ 2325-93 Шум. Терміни та визначення. Дата початку дії – 01.01.1995

35. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

36. ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 Система стандартів безпеки праці. Вібраційна безпека. Загальні вимоги. Дата початку дії – 01.02.2009

37. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації

38. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення»
39. ДСТУ EN 12464-1:2016 Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 1. Внутрішні робочі місця (EN 12464-1:2011, IDT)
40. ДСТУ 7237:2011 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту. Дата початку дії – 01.08.2011
41. НПАОП 0.00-1.64-77 Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в промисловості будівельних матеріалів
42. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Дата початку дії - 01.04.2012
43. Ринок кукурудзи: основні тренди [Електроний ресурс]/- Доступ: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/11796-rynok-kukurudzy-osnovni-trendy.html>
44. Кукурудза польова Одна з найважливіших сільськогосподарських культур: URL: <https://www.agro.basf.ua/uk/Crop-Solutions/%> .
45. Потоки українського зерна у 2024/25 мр: зміна берегів? – asap agri: URL: <https://ua.sudohodstvo.org/potoky-ukrayinskogo-zerna-u-2024-25-mr-zmina-beregiv-asap-agri/>
46. Україна тримається на 7 місці за обсягом виробництва кукурудзи у світі: URL <https://superagronom.com/news/19645-ukrayina-trimayetsya-na-7-mistsya-za-obsyagom-virobnitstva-kukurudzi-u-sviti#:~:text>
47. ТОП-10 країн виробників кукурудзи в 2021/22 МР: URL <https://latifundist.com/rating/top-10-krayin-virobniki-v-kukurudzi-2021-22-mr#:~:text>