

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

на тему:  
**«Розробка проєкту міні-елеватора місткістю  
2,7 тис. т. в Хмельницькій області»**

Здобувача Рагунович Н.М.  
(прізвище, ініціали)  
V курсу ЗТЗ -52 а 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**

Рагунович Наталя Михайлівна

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Розробка проекту міні-елеватора місткістю 2,7 тис.т в Хмельницькій області»

Затверджена наказом закладу вищої освіти від 01.12.2025 № 679-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої кваліфікаційної роботи 08.06.2026 р.

3. Вихідні дані; Місткість зерносховища 2700 тонн; Річний об'єм приймання з автотранспорту 4500 тонн, у тому числі: річний обсяг приймання ранніх культур =3500 тонн (пшениці – 1900 тонн, ячменю – 1600 тонн), пізніх культур (кукурудза) – 1000 тонн. Період заготівлі: ранніх культур 20 діб, пізніх – 18 доби. Частки зерна різної вологості: ранніх культур –  $a_0 = 0,6$ ;  $a_1 = 0,2$ ,  $a_2 = 0,2$ , пізніх –  $a_0 = 0,3$ ;  $a_1 = a_2 = 0,2$ . Річний об'єм відпуску зерна на авто тр-т 4500 тонн. Тривалість відпуску на а/т:  $N=5$  міс.;  $T_m=24$  діб;  $T_d= 8$  год. Коефіцієнти нерівномірності відпуску на а/т:  $K_m=1,3$ ;  $K_d=1,1$ ;  $K_T=1$ .

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 – 7 аркушів формату А1, у тому числі: плани і розрізи робочої башти, силосних корпусів та приймально-відпускних пристроїв (5 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)

Рагунович Н.М.

(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)

Рагунович Н.М.

(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)

Рагунович Н.М.

(прізвище, ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему: «Розробка проекту міні-елеватора місткістю 2,7 тис.т в Хмельницькій області». Робота представлена розрахунково-пояснювальною запискою на 131 сторінках, 17 таблиць, 55 джерел посилання, 11 рисунків та графічною частиною – 7 аркушах.

В відповідності із завданням на проектування передбачено зовнішню операцію з приймання зерна з автомобільного транспорту в об'ємі річного приймання  $A_{пр}^a = 4500$  т (ранніх культур – 3500 т, пізніх культур - 1000 т), відпуску зерна на автомобільний транспорт в об'ємі  $A_{від}^a = 4500$  т; операції по очищенню, сушінню, формування партій зерна за цільовим призначенням.

В склад кваліфікаційної роботи входять наступні графічні листи: генеральний план; плани і розрізи міні-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 2,7 тис тонн. Інвестиції у розмірі 10449 тис грн окупуються за 2,03 років, чиста приведена вартість проекту на кінець третього року складає 5133,13 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 .....	10
1.3 Мета і завдання проекту.....	10
РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ МІНІ-ЕЛЕВАТОРА МІСТКІСТЮ 2,7 ТИС.Т В ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	12
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	19
3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання.....	19
3.1.1 Розрахунок обсягів робіт.....	19
3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання.....	21
3.1.2.1 Визначення кількості та продуктивності зерноочисного обладнання.....	21
3.1.2.2 Визначення кількості та продуктивності зерносушарок.....	22
3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу.....	23
3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання .....	25
3.1.4.1 Розрахунок основних норій.....	25
3.1.4.2 Визначення кількості та продуктивності конвеєрів.....	30
3.1.4.3 Самопливи.....	31
3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв.....	33
3.2 Обробка і зберігання відходів .....	33
3.3 Проектування зерносховищ .....	36
3.4 Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані.....	37
3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП.....	39
3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів .....	43
3.7 Проектування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз.....	44

3.8 Система управління роботою елеватора.....	50
РОЗДІЛ 4 ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	53
РОЗДІЛ 5 АСПІРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА.....	63
РОЗДІЛ 6 ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД.....	79
6.1 Опис генплану .....	79
6.2 Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору.....	84
РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	92
7.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ).....	92
7.2 Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ.....	95
7.3 Заходи щодо пожежної безпеки.....	97
РОЗДІЛ 8 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА (НДЧ) .....	100
8.1 Вступ .....	100
8.2 Стан питання.....	101
8.3 Мета і завдання роботи; об'єкти і методи досліджень та аналізів...	105
8.4 Результати досліджень.....	106
РОЗДІЛ 9 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	110
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....	126

## ВСТУП

Агропромисловий комплекс України – потужний сегмент виробництва, що значною мірою визначає соціально-економічний розвиток країни, рівень життя населення, забезпечення держави продуктами харчування та відповідною сировиною. Це пояснюється тим, що наша держава має сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для розвитку зернового виробництва та багатовіковий досвід українських землеробів у вирощуванні родючих урожаїв зернових культур.

Зерносховища представляють собою найважливіший елемент і об'єкт в сільськогосподарській діяльності, оскільки основним їх призначенням є тривале і безпечно зберігання зернових і злакових культур.

В Україні зараз елеваторних потужностей є в достатній кількості. Але в умовах невеликого господарства часто не вигідно перевозити зерно на великі зерносховища, а простіше зберігати у власних сховищах. Як правило, таким видом зерносховищ для невеликих партій зерна являються міні-елеватори. Фермерські елеватори зводяться за абсолютно різними технологіями, все залежить від обсягу продукції, яку передбачається тут зберігати. Міні-елеватори призначені для невеликого обсягу зерна.

Вони не вимагають наявності великих трудових ресурсів, для їх обслуговування деколи цілком достатньо 15-20 чоловік [1].

Володіти власним зерновим міні-елеватором – це велика перевага для зернотрейдера чи фермера. Зовсім не дорого обійдеться вартість бюджетного зернового елеватора.

## Розділ 1

# СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

### 1.1 Літературний і патентний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми

В умовах зростання валових зборів зерна, активізації експортної діяльності сільгоспвиробників, поліпшення позицій на світовому зерновому ринку зрозумілий інтерес сільськогосподарських виробників до нарощування та вдосконалення складської інфраструктури [2].

Елеватором називається промислове зерносховище, в конструкції і облаштуванні якого враховуються усі техпроцеси, що гарантують прийом, підготовку, зберігання і організацію відпустки зерна. Принцип елеватора у сфері Агропромислового комплексу – певний алгоритм технологічних процесів [3]:

1. Прийом зерна. Може здійснюватися з транспорту будь-якого виду. На елеваторах для фермерських господарств частенько створюється проект автомобільного пункту розвантаження і приймання в бункери.

2. Доробка і підготовка. Завдяки конструкції елеватора можна займатися очищенням зернової маси, сушінням в зерносушарках та сортуванням по розмірах.

3. Зберігання. Головна функція – проєкт зерносховища створюється на основі силосів з металу з внутрішніми і зовнішніми системами забезпечення.

4. Відвантаження зерна. Елеватор є логістичним вузлом, оснащеним комплексом засобів для відпустки матеріалу у будь-яких об'ємах із застосуванням транспортерів, пневмукавов, бункерів. Склад пристрою визначається об'ємами зберігання зерна і транспортними можливостями відпустки.

5. Серед найважливіших причин, які спонукають аграріїв мати власні потужності зі зберігання зерна, такі: бажання реалізовувати врожай у пікові цінові періоди, що передбачає досить тривале зберігання зерна; небажання ставати заручниками монопольних умов окремих діючих елеваторів щодо оцінки якості

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.V.5.4			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Рагунович Н. М.			Розробка проекту міні-елеватора місткістю 2,7 тис.т в Хмельницькій області	<i>Літ.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Борта А.В.					8	131
<i>Консультант</i>		Борта А.В.				ОНТУ, Гр. ЗТЗ-52а		
<i>Рецензент</i>								
<i>Зав. кафедр.</i>		Макаринська А.В.						

зерна чи умов його зберігання; високі витрати зберігання.

При цьому вкладення у розвиток складської інфраструктури здійснюються за декількома напрямками, охоплюючи як інвестування у будівництво чи придбання комерційних елеваторів (з наступною модернізацією), так і нарощування потужностей зерносховищ в умовах сільськогосподарських виробників [2].

Необхідність інвестування у зерносховища обумовлена насамперед дефіцитом елеваторних потужностей різних видів та їх техніко-технологічним зношенням, а отже, зниженням ефективності роботи [2].

Все більше аграріїв України будують елеваторні комплекси з повноцінною підробіткою зерна і зі зберіганням, розрахованим на десятки тисяч тонн, алебудувати силоси чи склади для зберігання зерна вигідно навіть при мінімальному земельному банку господарства. А ставити комплекс для сушки і очищення зерна можна вже при обробці 50-100 га землі. Оскільки навіть використання 50 га землі вже вимагає доводити зерно до потрібної якості [4].

У принципі, мабуть, у кожному, навіть невеликому господарстві є якісь можливості зберігати частину вирощеного врожаю принаймні протягом двох-трьох місяців. Хтось використовує з цією метою старі, ще радянські склади, а хтось пішов далі й інвестував у спорудження нового металевого ангара. Останній варіант можна назвати доволі непоганим з погляду економічної ефективності. Проте його жодним чином не можна порівняти з класичним, бодай, невеликим елеватором, у якому можна зберігати кілька тисяч тонн зерна протягом трьох-чотирьох місяців [5].

Адже, як яскраво показують минулі сезони, справжня ціна вирощеного зерна розпочинається після нового року, досягаючи часом просто неймовірно приємних для кишені фермера значень. Звісно, що є різниця — продати соняшник по 8 тис. гривень чи по 22 тис., не кажучи вже про високоврожайну кукурудзу, на кожній тонні якої буквально «з нічого» можна додатково заробити хоча б пару сотень доларів. Краще самим продати вирощене зерно, ніж чекати, коли це зробить хтось інший.

Утім, аби в аграрія було оце «з нічого», тобто власний міні-елеватор, потрібно трохи в нього таки вкластися, причому прорахувавши все до дрібниць [5].

## **1.2 Характеристика об'єкту**

Проектуємий міні-елеватор розташований в Хмельницькій області. Основний вид діяльності підприємства - вирощування сільськогосподарських культур (пшениці, ячменю та кукурудзи). На території знаходяться приймальний та приймально-накопичувальні бункери для обслуговування автотранспорту; відпускний бункер на автотранспорт; 3 силоси з плоским днищем виробництва місткістю 924 тонн кожен; приймальна та робоча башти, в яких розміщені приймальна норія зі скальператором (продуктивністю 50 т/год) та основна норія. Сепаратор основного очищення (продуктивністю 100 т/год) розташований у окремій металевій будівлі; зерносушарка модульного типу продуктивністю 50 пл. т/год, укомплектована до сушильним (E = 300 т) та після сушильним (E = 70 т) бункерами. В плані також передбачені, окрім основних, допоміжні споруди: адміністративна будівля, лабораторія, котельня, вагова, пост охорони, побутові приміщення, майстерні, трансформаторна підстанція, компресорна.

Міні-елеватор виконує наступні важливі операції: приймання; доробка зернової маси (очистка, сушіння); довготривале зберігання та відпуск зерна.

Зерно, яке надійшло на підприємство підлягає аналізу, за показниками якого визначають його якість. Проби відбирають з кожної окремої партії зерна, що надходить автомобільним транспортом. Приймання зернових культур йде у відповідності до встановлених норм показників якості.

## **1.3 Мета і завдання проекту**

Для невеликого господарства будівництво власного елеватора завжди є непростим питанням. Виникає потреба в один-два роки вкласти чималу суму грошей в об'єкт, який буде окуповуватися тривалий час. При цьому ціна помилки може бути дуже високою, і доводиться постійно балансувати між ціною і якістю обладнання, а також його ефективністю [6].

Вибір обладнання відбувався за критеріями наявності усіх компонентів в Україні й доступної ціни. Оскільки для невеликого підприємства будівництво навіть найпростішого елеватора є значною інвестицією, то потрібно було знайти оптимальний варіант. В результаті чого прийнято рішення встановлення обладнання як вітчизняного, так і закордонного виробництва.

Мета нашої роботи – спроектувати новий міні-елеватор, який буде задовольняти сучасні вимоги будівництва, буде економічно вигідним та потужним. А задача нашого проекту полягає в тому, щоб побудувати новий сучасний елеватор, який збільшить зерновий обіг в країні, що, в свою чергу, зміцнить економічну сторону країни за рахунок того, що в проекті передбачається встановлення обладнання вітчизняного виробництва.

В нашому випадку планується будівництво міні-елеватору в якому:

- не потрібно перевозити зерно від місця сушіння до місця зберігання – всі операції технологічного процесу виконуються в одному місці;
- комплекс оснащується всіма необхідними транспортним обладнанням, що буде здійснювати переміщення зерна в межах міні- елеватора;
- технологічне обладнання розміщується таким чином, щоб забезпечити зручність обслуговування і ремонту всіх вузлів модуля (скальператор забезпечить очищення всього прийнятого зерна в потоці приймання, а зерносушарка буде справлятися із сушінням вологого зерна та працювати впродовж найбільш навантаженої зміни без простоїв, так як оснащена досушильним та післясушильним силосами);
- зберігання зерна буде проводитися в металевих силосах із плоским дном та зерноскладі підлогового типу;
- лінія приймання зерна з автотранспорту буде забезпечувати розвантаження автомобілів без простоїв.

## Розділ 2

### ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Нами передбачено будівництво нового міні-елеватора в Хмельницькій області місткістю 2,7 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 [7].

Починаємо розрахунки із розробки балансу сировини в Хмельницькій 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.V.5.4		
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Рагунович Н.М.				<i>Лист.</i>	<i>Арк</i>
<i>Керівник</i>		Борта А.В.					<i>Аркушів</i>
<i>Консультант</i>		Басюркіна Н.Й.					12 131
<i>Зав.кафед.</i>		Макаринська А.В.			ОНТУ, Гр. ЗТЗ-52а		
					Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 2,7 тис.т в Хмельницькій 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 <sub>базова</sub> , тис.га	Урожайність, У <sub>1</sub> , ц з 1 га зібраної площі	Обсяг виробництва, ВЗ <sub>1</sub> , тис. ц
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Хмельницька	333,6	66,0	2201,1

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 [8 - 13]:

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

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 проекту 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:

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

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

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

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

$$У_{\text{прогноз}} = 66,0 \times (1,06)^4 = 83,32 \text{ ц/га},$$

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

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = 333,6 \times (1,05)^4 = 405,5 \text{ тис. га}.$$

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

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

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (405,5 \times 83,32)/10 = 3378,63 \text{ тис. т}$$

Результати виконаних розрахунків наводимо у табл. 2.2.

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

Регіон (область)	Площа сільськогосподарських угідь, ПЛ <sub>прогноз</sub> , тис. га	Середня урожайність, У <sub>прогноз</sub> , ц/га	Валовий збір, ВЗ <sub>прогноз</sub> , тис. т
1	2	3	4 = 2x3
Хмельницька	405,5	83,32	3372,63

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<sub>прогноз</sub>) 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<sub>сг</sub> – споживання всередині сільськогосподарських підприємств (приймають за даними органів статистики – в Хмельницькій області складає 20 % від валового збору), тис. т;

I<sub>р</sub> – ввезення (імпорт) зернових культур з інших регіонів (приймають за даними органів статистики – в Хмельницькій області складає 0,5 % від валового збору), тис. т.

Далі виконаємо необхідні розрахунки:

- споживання зерна всередині сільськогосподарських підприємств Хмельницької області дорівнює:

$$C_{CG} = 0,20 \times 3372,63 = 674,53 \text{ тис. т};$$

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

$$I_p = 0,005 \times 3372,63 = 16,86 \text{ тис. т.}$$

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

$$MЗ_{\text{прогноз}} = 3372,63 - 674,53 + 16,86 = 2714,96 \text{ тис. т}$$

Отримані дані зводимо в табл. 2.3.

**Таблиця 2.3 – Дані для розрахунку потрібної сумарної місткості зерносховищ в Хмельницькому 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
Хмельницька	3372,63	674,53	16,86	2714,96

В результаті, прогнозний обсяг дефіциту (або профіциту) місткостей для зберігання зерна ( $\Delta ПЗ$ ) можна визначити як різницю між прогнозною 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 зерноскладів, тис. т (тобто сумарна місткість всіх зерноскладів, що існують і будуються в даному регіоні), тис. т.

Так, за даними на початок 2026 року в Хмельницькій області існують зерносклади загальною місткістю 2400 тис. т, тому можна визначити  $\Delta ПЗ$ :

$$\Delta ПЗ = 2714,96 - 2400 = 314,96 \text{ тис. т} \approx 315 \text{ тис. т}$$

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

$$\Delta ПЗ = 315 \text{ тис. т} > 0,$$

$$\Delta ПЗ \geq ПЗ, \text{ тобто } 315 > 2,7 \text{ тис. т},$$

тому будівництво нового міні-елеватора запланованої місткості 2,7 тис. т є доцільним та обґрунтованим.

Оскільки розрахунки підтвердили доцільність побудови зерноскладу в даному регіоні, далі потрібно за допомогою значення коефіцієнта обороту ( $K_o$ ) місткості для елеватора, що проєктується, розрахувати вантажооборот. В дипломному проєкті зерносклад повинно мати місткість 2,7 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 проєктується, тис. т;

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

Так як у дипломному проєкті бакалавра запланована побудова зерноскладу, вантажооборот:

$$B = 1,67 \times 2,7 = 4,5 \text{ тис. т}$$

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
<b>Місткість проєктуємого елеватора, тон</b>	<b>2700</b>
Область	Хмельницька
<b>Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту, <math>A^a_{пр}</math>, тонн/рік, у тому числі:</b>	<b>4500</b>
Річний об'єм приймання ранніх культур, $A^{a(p)}_{пр}$ , т/рік	3500
Пшениці (% від обсягу ранніх культур)	42
Ячменю (%)	35
Частки зерна ранніх культур різної вологості, що надходить а/т:	
Сухе (W до 15%) $\alpha_0$	0,60
Вологе (W понад 15-17 вкл. %) $\alpha_1$	0,20
(W понад 17-22 вкл. %) $\alpha_2$	0,20
Період заготівель ранніх культур, $P_r$ , діб	20
<b>Річний об'єм приймання пізніх культур, <math>A^{a(n)}_{пр}</math>, тонн/рік</b>	<b>1000</b>
Кукурудзи (% від обсягу пізніх культур)	23
Частки зерна пізніх культур різної вологості, що надходить а/т:	
Сухе (W до 15%) $\alpha_0$	0,30
Вологе (W понад 15-17 вкл. %) $\alpha_1$	0,20
(W понад 17-22 вкл. %) $\alpha_2$	0,20
Період заготівель пізніх культур, $P_r$ , діб	18
Тривалість роботи підприємства у добу, $T_d$ , год.	24
<b>Загальний річний об'єм відпуску зерна на автотранспорт, <math>A^a_{впр}</math>, т/рік</b>	<b>4500</b>
Кількість місяців відпуску зерна на а/т на рік, N, міс.	5
Тривалість відпуску зерна на а/т за місяць, $T^a_{вп м}$ , діб	24
Тривалість відпуску зерна на а/т за добу, $T^a_{вп д}$ , год.	8
Коефіцієнт місячної нерівномірності відпуску на а/т, $K^a_{вп м}$	1,3
Коефіцієнт добової нерівномірності відпуску зерна на а/т, $K^a_{вп д}$	1,1
Коефіцієнт погодинної нерівномірності відпуску зерна на а/т, $K^a_{вп г}$	1,0

Таким чином, нами проаналізовано основні тенденції ринку зернових України, проведено дослідження зернового господарства Хмельницької області, і на основі цього обґрунтовано необхідність та доцільність будівництва міні-елеватора місткістю 2,7 тис. т в Хмельницькій області.

## Розділ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### Основні розрахункові положення

#### 3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання

Тривалість розрахункового періоду, впродовж якого надходить 80 % планованого об'єм заготівель зерна  $Pr$ , визначаємо в залежності від термінів і організації прибирання врожаю, кліматичних умов. Приймаємо ранніх 20 діб, пізніх 18 діб. Приймаємо ранні культури (3500 т) пшениця – 42 %, ячмінь 35 %, пізні культури (1000 т) кукурудза – 22%.

Обсяг річного надходження зерна з автомобільного транспорту на ділянку становить 4500 т, місткість міні-елеватора 2700 тонн, річний відпуск на автомобільний транспорт 4500 т. Термін відпускання 5 міс.

Коефіцієнт нерівномірності надходження зерна  $K_{\delta}^a$  з автомобільного транспорту приймаємо в залежності від об'ємів заготівель і розрахункового періоду заготівель. Таким чином коефіцієнт нерівномірності становить для ранніх 1,7, для пізніх 1,6.

Долі надходження зерна автомобільним транспортом приймаємо за даними технологічних пошуків:

Для ранніх культур:  $\alpha_0 = 0,6; \alpha_1 = 0,2; \alpha_2 = 0,2$ .

Для пізніх культур:  $\alpha_0 = 0,3; \alpha_1 = 0,2; \alpha_2 = 0,2$ .

Розрахунковий час роботи обладнання (крім сушарок) становить 24 години.

#### 3.1.1 Розрахунок обсягів робіт

##### Приймання зерна автомобільним транспортом

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

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.V.5.4			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробила		Рагунович Н.М.			Розробка проекту міні-елеватора місткістю 2,7 тис.т в Хмельницькій області	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Борта А.В.					19	131
Консультант		Борта А.В.				ОНТУ, Гр. ЗТЗ-52а <sub>1</sub>		
Зав. кафедри		Макаринська А.В.						

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

де значення  $K^a_{\text{д}}$  та  $P_p$  прийняті вище

$$A_{\text{пд.р.}}^a = 0,8 * 3500 * 1,7 / 20 = 238 \text{ т/добу}$$

$$A_{\text{пд.п.}}^a = 0,8 * 1000 * 1,6 / 18 = 72 \text{ т/добу.}$$

Погодинне приймання ранніх культур:

$$A_{\text{пг}}^a = \frac{A_{\text{пд}}^a \cdot K^a_{\text{г}}}{T} \quad \text{т/год}, \quad (3.2)$$

$$A_{\text{пг.п.}}^a = 238 * 2,9 / 24 = 30 \text{ т/год.}$$

$$A_{\text{пг.р.}}^a = 72 * 2,9 / 24 = 8,7 \text{ т/год.}$$

### Відпуск зерна на автомобільний транспорт

При відпусканні зерна на автомобільний транспорт приймаємо:  
розрахункове місячне відпускання:

$$A_{\text{вп м}}^a = \frac{A_{\text{пг}}^a}{N} \cdot K^a_{\text{вп м}}, \text{т/міс} \quad (3.3)$$

Де  $N$  — число місяців відпускання;  $N=5$  міс.

$$A_{\text{вп м}}^a = (4500/5) * 1,3 = 1170 \text{ т/міс}$$

розрахункове добове відпускання:

$$A_{\text{вп д}}^a = \frac{A_{\text{вп м}}^a}{T^{\text{вп м}}} \cdot K^a_{\text{вп д}}, \text{т/добу} \quad (3.4)$$

$$A_{\text{вп д}}^a = (1170/24) * 1,1 = 54 \text{ т/добу}$$

розрахункове погодинне відпускання

$$A_{\text{вп г}}^a = \frac{A_{\text{вп д}}^a}{T^{\text{вп д}}} \cdot K^a_{\text{вп г}}, \text{т/ГОД} \quad (3.5)$$

$$A_{\text{вп г}}^a = (54/8) * 1 = 7 \text{ т/добу}$$

Коефіцієнти місячної, добової і погодинної нерівномірності відпуску зерна на автомобільний транспорт  $K^a_{\text{вп м}}$ ,  $K^a_{\text{вп д}}$ ,  $K^a_{\text{вп г}}$ , — визначаємо технологічним пошуком [14-15].

### 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 домішок до кондицій, що відповідають його цільовому призначенню.

Необхідне число і продуктивність машин для очищення зерна (половоочисників, скальператорів або сепараторів) повинні відповідати продуктивності ліній приймання зерна [14-15].

Часто встановлюють обладнання для попередньої очистки на шляху руху від приймального пункту з а/т на сушку.

Допускається установка зерноочисного обладнання без оперативних бункерів при умові додаткової установки в групі одного сепаратора, на який подача зерна повинна передбачатися “зливанням”.

Сумарну продуктивність сепараторів основного очищення сухого зерна ( $\Sigma Q_c$ ) визначають за формулою:

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

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

$$\sum_1^n Q_c = 0,04/20 * (1900/1 + 1600/0,8) = 8 \text{ т/год}$$

Число сепараторів основного очищення ( $N_c$ ) визначаємо за формулою:

$$N_c = \frac{A_{\text{пд}}}{24 \times Q_n \times K_b}, \quad (3.7)$$

де  $A_{\text{пд}}$  - добове надходження зерна, т;

$Q_n$  – продуктивність норії, т/год;

$K_b$  – коефіцієнт використання норії.

Розраховуємо кількість сепараторів за формулою (3.7)

$$N_c = 238/24 \cdot 50 \cdot 0,8 = 0,25 = 1 \text{ шт.}$$

Результати підрахунку необхідного числа зерноочисних машин округляють у більшу сторону. Кількість сепараторів = 1

### 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 період заготівель.

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

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

$$A_{c^{p_{nid}}} = 0,8 \cdot A_{ng}^a \cdot K_v \cdot K_k^3 \cdot K_n, \text{ пл. т,} \quad (3.8)$$

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

$K_v$  – коефіцієнт переведення фізичних тонн маси зерна в планові тонни сушіння ( $K_v = 0,6$ )

Для ранніх культур:

$$A_{c^{p_{nid}}} = 0,8 \cdot 3500 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 = 1680, \text{ пл.т.}$$

Для пізніх культур:

$$A_{c^{p_{nid}}} = 0,8 \cdot 1000 \cdot 0,4 \cdot 1,54 = 493, \text{ пл.т.}$$

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

$$A_{c^{3/c}} = 20,5 \cdot Q_{3/c} \cdot K_{nep} \cdot Pr \cdot K_d, \text{ пл. т,} \quad (3.9)$$

де  $Q_{3/c}$  — паспортна продуктивність зерносушарки, пл. т/год;

$K_{nep}$  — коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки в залежності від числа партій зерна, що надходять до неї ( $K_{nep} = 0,73$ ) [14];

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

Пр (для ранніх) = 20;

Для ранніх культур:

$$Ac^{3/c}n = 20,5 \cdot 10 \cdot 0,73 \cdot 20 \cdot 1 = 2993 \text{ пл. т.}$$

Для пізніх культур:

$$Ac^{3/c}n = 20,5 \cdot 10 \cdot 0,73 \cdot 18 \cdot 1 = 2694 \text{ пл. т.}$$

Продуктивність зерносушарки 40 т/год.,

Розрахунки показали, що 1 зерносушарка продуктивністю 40 т/год достатньо для просушування зерна ранніх та пізніх культур. На міні- елеваторі, якій проектується встановлено одну зерносушарку марки «Україна» продуктивністю 50 т/год.

### 3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу

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 зернохосвищ використовують три види схем: структурну, принципову і робочу. Ці схеми в названій послідовності впливають одна з іншою в міру конкретизації.

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

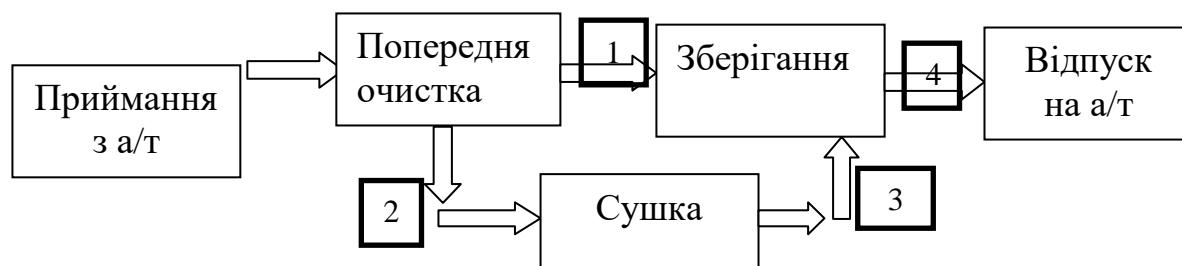


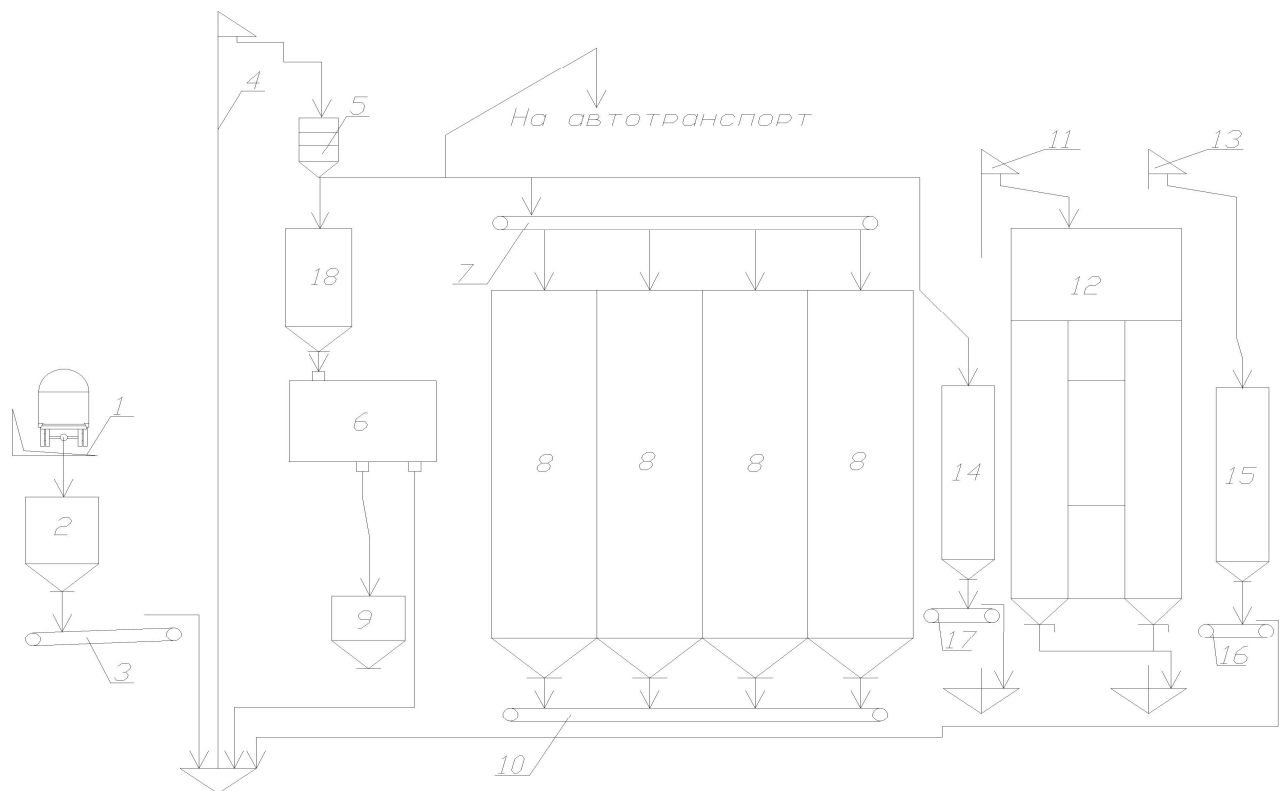
Рисунок 3.1 – Структурна схема технологічного процесу на міні-елеваторі

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

У принциповій схемі технологічного процесу проектованого елеватора відображають розташування і взаємне ув'язування транспортного, вагового, розподільчого, зерноочисного, зерносушильного устаткування і бункерів різного призначення.

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. Після попереднього очищення зерно поступає або на сушіння, або в накопичувальний бункер потім на норію для подачі зерна на основне очищення на сепараторі АІ-БІС -100. Після очищення зерно подається на норію завантаження силосів. Відходи прибираються за допомогою автотранспорту. Сухе очищене зерно подається на зберігання в силоса з допомогою норії. Вивантаження зерна із силосів здійснюється на нижній конвеєр і далі на норію.

При розробці принципової схеми потрібно прагнути до того, щоб виконання всіх намічених операцій із зерном проводилося 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 - досушительний силос; 15 - післясушительний 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

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

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

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

3.1.4.1.2 Для кращого використання основних норій рекомендується передбачати:

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

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

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

3.1.4.1.4 Розрахунок кількості та продуктивності основних норій здійснюють у три етапи:

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

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

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

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

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

### зовнішні

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

### внутрішні

– основне очищення зерна у добовому обсязі

$$A_{\text{очд}} = A_{\text{пд}}^{\text{а}} + 0,5 \cdot (A_{\text{пд}}^{\text{з}} + A_{\text{пд}}^{\text{річ(морський)}}), m \quad (3.10)$$

де  $A_{\text{пд}}^{\text{а}}$ ,  $A_{\text{пд}}^{\text{з}}$ ,  $A_{\text{пд}}^{\text{річ(морський)}}$  – добовий обсяг надходження зерна на підприємство автомобільним транспортом,  $m$ ;

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

$$A_{\text{очд}} = 238 + 0,5 \cdot (0 + 0) = 238 \text{ т/добу}$$

– сушіння зерна у добовому обсязі

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

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

$$A_{\text{сд}} = 238 (1 - 0,6) = 95,2 \frac{\text{т}}{\text{добу}}$$

**3.1.4.1.6 Перший етап розрахунку основних норій** – визначення мінімальної продуктивності норій з умови виконання лімітуючої операції в нормативний час не більше ніж двома норіями.

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

$$Q_{\text{min}}^{\text{а}} = \frac{A_{\text{пг}}^{\text{а}}}{n_0 \cdot K_{\text{вс}} \cdot K_{\text{ін}}} \quad (3.12)$$

де  $A_{\text{пг}}^{\text{а}}$  — розрахункове погодинне надходження зерна автотранспортом,  $t/\text{год}$ ;

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

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

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

де  $K_{т} = 0,85$  для тихохідних норій і  $K_{т} = 0,7$  для швидкохідних норій (значення  $K_{т}$  приймають відповідно до норм).

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

$$Q_{min}^a = \frac{30}{2 \cdot 0,97 \cdot 0,8} = 19,3 \frac{т}{год}$$

Отримане розрахункове значення мінімальної продуктивності дорівнює 19,3 т/год, тому приймаємо мінімальну паспортну продуктивність основних норій  $Q_1$  такою, що дорівнює 50 т/год.

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

Перелік операцій із зерном, здійснення яких планується на елеваторі, встановлюється в завданні на проектування.

Розрахунок кількості норій, необхідних для виконання операцій, що збігаються у часі, наведені в табл. 3.1 і з урахуванням приміток до неї.

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

Операції, співпадаючі у часі	Розрахункова формула	Кількість норій при $Q_{min}=50$ т/год
Приймання зерна з автотранспорту (а/т)	$n_{п}^a = \frac{A_{п}^a}{Q \cdot K_{вс}^a \cdot K_{ін}}$	$= \frac{30}{50 \cdot 0,90 \cdot 0,98} = 0,68$
Прибирання зерна після основного очищення в силоси	$n_{п}^{оч} = \frac{A_{очд}}{24QK_{ін}}$	$= \frac{238}{24 \cdot 50 \cdot 0,98} = 0,20$
Всього норій	$\sum N$	$0,88 \approx 1$

Примітки:

- $A_{п}^a$  — погодинний об'єм надходження зерна автотранспортом;
- $A_{оч}$  — добовий об'єм очищення зерна.

2. При наявності двох операцій із зерном для одного і того ж виду транспорту (приймання і відпускання на автомобільний) в операції, які збігаються, включають одну з двох операцій – з більшим добовим об’ємом.

3. Кількість норій округляємо до найближчого більшого цілого числа.

4.  $K_{bc}$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності норій при транспортуванні сирого і засміченого зерна. Середньозважене значення  $K_{bc}$  розраховуємо за формулою (3.13);

5.  $K_{in}$  – коефіцієнт інтенсивного використання продуктивності норій [14].

**Третій (остаточний) етап розрахунку основних норій:** визначення кількості основних норій (необхідної і достатньої для виконання всіх операцій) шляхом розрахунку норіє-годин.

Подальші розрахунки необхідно вести по двох варіантах: для обраної мінімальної продуктивності  $Q_{min} = Q_1$  і для  $Q_2$ , яка приймається рівною наступній більшій зі стандартного ряду продуктивності норій (50, 100, 175, 250, 350, 500 т/год). Розраховують кількість норіє-годин, потрібну для виконання кожної з операцій у добовому об’ємі, і на основі їх суми визначають потрібну кількість норій для двох вищеназваних варіантів продуктивності норій:  $Q_1 = Q_{min}$  та  $Q_2$ .

Розрахунок кількості норіє-годин у розрахункову добу наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2–Розрахунок числа норіє-годин

№ п/п	Найменування операцій	Розрахункові формули	Число норіє-годин при продуктивності	
			$Q_1 = 50$ т/год	$Q_2 = 100$ т/год
1	Подача сухого зерна в потоці приймання з а/т на зберігання	$N_r = \frac{A \cdot n_{п}}{Q \cdot K_{bc}}$	$238 \cdot 1 / 50 \cdot 0,9 = 5,3$	$238 \cdot 1 / 100 \cdot 0,85 = 2,8$

Продовження табл. 3.2 – Розрахунок числа норіє-годин

2	Подача вологого зерна в потоці приймання з а/т на сушку	$H_r = \frac{A \cdot n_{п}}{Q \cdot K_s}$	=238*1/50*0,95=5	=238*1/100*0,9=3
3	Подача просушеного зерна на зберігання	$H_r = \frac{A \cdot n_{п}}{Q \cdot K_s}$	=238*1/50*0,95=5	=238*1/100*0,9=3
4	Подача зерна на відпуск на а/т	$H_r = \frac{A \cdot n_{п}}{Q \cdot K_s}$	=54/50*0,85=1,2	=54/100*0,8=0,7
5	$\Sigma H_z$		11,2	6,7

Необхідне число норій розраховуємо за формулою

$$N_H = \frac{\Sigma H_z}{24 K_t}, \quad (3.14)$$

де  $\Sigma H_r$  – сумарне число норіє-годин;

$K_t$  – коефіцієнт використання норій в часі, приймаємо  $K_t = 0,65$  [14].

$$N_H = 6,7/24*0,65 = 0,43.$$

Встановлюємо одну норію на 100 т/год.

### 3.1.4.2 Визначення кількості та продуктивності конвеєрів

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

3.1.4.2.2 Продуктивність конвеєрів в залежності від операції потрібно визначати:

а) для приймання зерна з автотранспорту згідно п. 3.1.5;

б) продуктивність підсилосних і над силосних конвеєрів повинна відповідати продуктивності пов'язаних з ними норій (в нашому випадку – 100 т/год).

3.1.4.2.3 Кількість конвеєрів потрібно визначати:

а) для приймання зерна з автотранспорту згідно з п. 3.1.5;

б) кількість під силосних конвеєрів визначається об'ємно-планувальними рішеннями, але не може бути менше кількості відпускних потоків за добу максимальної роботи;

в) кількість надсилосних конвеєрів визначається об'ємно-планувальними рішеннями, але не може бути менше кількості операцій, що одночасно виконуються по завантаженню зерна в силоси.

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

Радіус кривих підйому конвеєрів потрібно приймати 85 м, у виняткових випадках допускається радіус — 75 м. На відрізках стрічки зі схилом більше за  $10^\circ$  установка насипних лотків не допускається.

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

### **3.1.4.2 Самопливи**

3.1.4.2.1 Розрахункову теоретичну пропускну спроможність зернопроводів (при куті нахилу самопливної труби до горизонту  $36^\circ$ ) і їх деталей (сектори, засувки, перекидні клапани і ін.) рекомендується приймати наступну: при продуктивності транспортуючого обладнання при  $Q=100$  т/год. – діаметр  $\varnothing = 250$  мм.

3.1.4.2.2 Кут нахилу зернопроводу для пшениці або жита в комунікаціях до зерносушарок потрібно приймати  $45^\circ$ , на всіх інших –  $36^\circ$ .

3.1.4.2.3 Перерізи і кути нахилу трубопроводів, що транспортують відходи, потрібно приймати за [14].

3.1.4.2.4 Товщину металу для зерно проводів рекомендується приймати 5 мм.

### 3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв

#### Приймання зерна з автотранспорту

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

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

$$N_{л} = \frac{1,2A^{a}_{пг}}{Q^{a}_{л}K^{m}_{к}K^{m}_{вз}}, \text{ штук, при } P^c = \sum P_{пг}^c, \quad (3.15)$$

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

$K^{m}_{к}$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні культур з натурою, відмінною від пшениці ( $K^{m}_{к} = 0,95$ ).

$K^{m}_{вз}$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні зерна різного по вологості та засміченості ( $K^{m}_{вз} = 0,98$ ).

$$K^{m}_{к} = (1900 \cdot 1) + (1600 \cdot 0,8) / 3500 = 0,90;$$

$$K^{m}_{вз} = (0,6 \cdot 1 + 0,2 \cdot 1 + 0,2 \cdot 0,8) / 1 = 0,96;$$

$$N_{л} = 1,2 \cdot 30 / 100 \cdot 0,9 \cdot 0,96 = 0,5 \text{ шт.}$$

Розрахунки показали, що достатньо одного приймального потоку з автотранспорту продуктивністю 100 т/год. З цілю розділення зовнішньої та внутрішньої роботи необхідно встановити ПНБ.

Продуктивність автомобілерозвантажувача визначаємо за формулою

$$Q_{ар} = \frac{Q_{ар}^m \cdot K_{п}^{ар} \cdot K_{вз}}{1,2}, \text{ т/год} \quad (3.16)$$

де  $Q_{ар}$  – технічна продуктивність автомобілерозвантажувача певної марки,  $Q_{ар}^m = 220$ ;

$$K_{вз} = 0,96;$$

$$K_{п}^{ар} = 0,7.$$

$$Q_{ap} = 220 * 0,7 * 0,96 / 1,2 = 123,2 \text{ т/год.}$$

Розрахунки показали, що для забезпечення приймання зерна одного потоку достатньо одного автомобілерозвантажувача.

### **Вивантаження зерна з автомобільного транспорту**

Розвантажувальні пристрої технологічних ліній приймання зерна з автомобільного транспорту повинні забезпечувати його вивантаження в об'ємі максимального погодинного надходження ( $A^a n_2$ ) з автомобілів будь-якої вантажності, самоскидів і автопоїздів (без їх розчеплення).

Для завантаження зерна в автомобілі передбачені відпускні бункери місткістю не менше за 15 т кожний. На даному елеваторі встановлюємо один відпускний накопичувальний бункер  $E = 45$  т виробництва Карлівського машинобудівельного заводу.

### **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 [16].

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 смітцевої домішки [16].

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 зерносховищах 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 зерносховищ, 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 [16].

### 3.3 Проектування зерносклади

Нами для проєктованого елеватора у якості ємкості для довготривалого зберігання зерна був обраний силос виробництва Карлівського машинобудівельного заводу (КМЗ) з плоским дном, модель силосу СМВУ.110.10.В12. Ця модель силосу має такі характеристики: діаметр – 11000 мм, загальна висота – 19400 мм, місткість – 924 т.

$$n_{\text{силосів}} = \frac{E_e}{E_c}, \text{ шт.}, \quad (3.17)$$

де  $E_e$  – місткість зберігання на проєктованому елеваторі, т;

$E_c$  – місткість силоса, т.

$$n_{\text{силосів}} = \frac{2700}{924} = 2,92 \approx 3 \text{ шт.},$$

Приймаємо кількість силосів для тривалого зберігання зерна на проєктованому елеваторі – три. Розташування силосів приймаємо однорядне.

#### Розрахунок кількості силосів і їх компонування

Оскільки  $E_{\text{ел.}}$  складає 2700 т., то згідно розрахунків обираємо металеві силоси зі стандартного ряду марки СМВУ. Для забезпечення даного об'єму необхідно 3 силоси по 924 т. кожний, розміщені однорядно.

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 м<sup>3</sup>/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 заздалегідь підготовлену бетонну основу – фундамент в якому влаштовуються канали вентиляції [17-18].

### **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 проектованого 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 компоновання 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.

Для визначення розмірів робочої будівлі необхідно провести компоновання транспортного та технологічного обладнання проектуемого міні-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 компоновання головок норій за рис. 3.3.

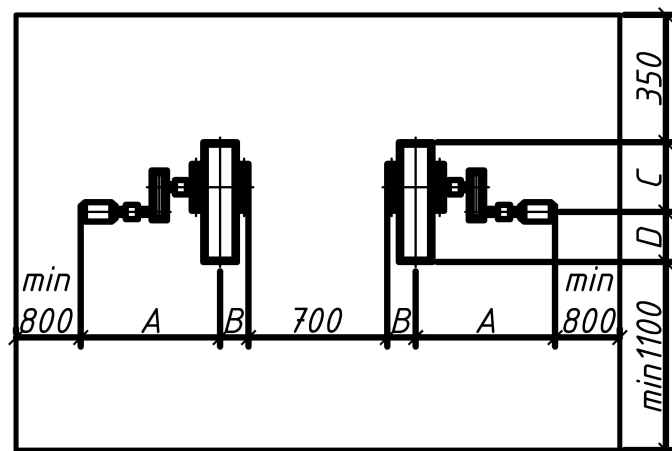


Рис. 3.3 – Розташування основних норій приводами в одну сторону

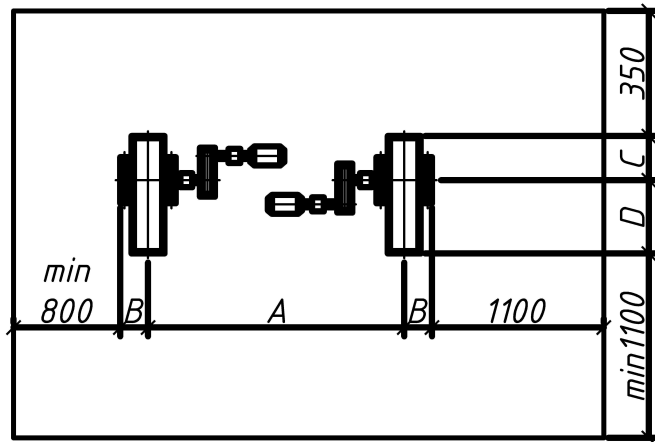


Рис. 3.4 – Розташування основних норій приводами на зустріч один одному

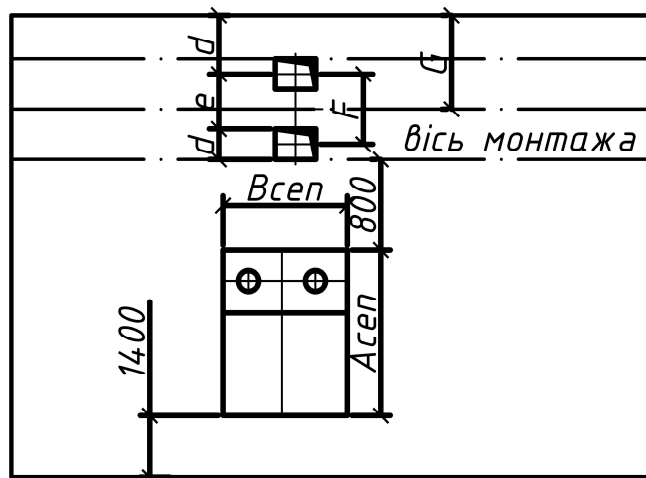


Рис. 3.5 – Розташування сепараторів основного очищення на плані поверху

Для більш зручного обслуговування сепаратору основного очищення обираємо варіант компоновки 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 [14; 17].

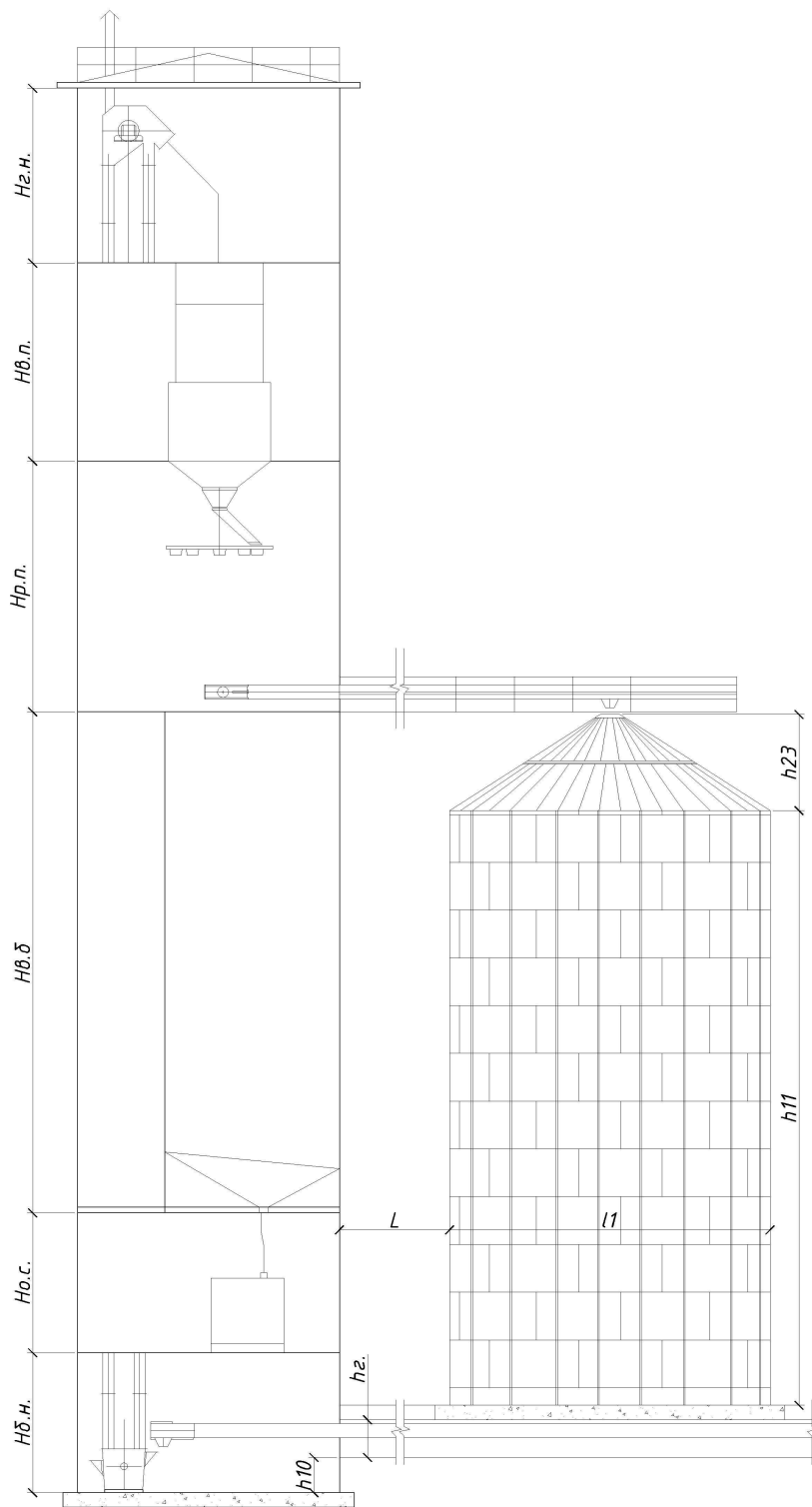


Рис. 3.6 – Визначення висот поверхів та розривів між робочою баштою та силосними корпусами.

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

$$H_{б.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9 \quad (3.18)$$

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 підсилоного 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

$$H_{с.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 \quad (3.19)$$

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

$$H_{p.п.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9 + h_{10} + h_{11} + h_{12} . \quad (3.20)$$

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

де  $h_1 = 0,6$  м. – висота верхньої стрічки надсилосного конвеєра над підлогою [14].;

$h_2$  – 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 проєкції 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 поверху верхніх і нижніх бункерів робочої башти елеватора

$$H_{в.б} = (h_{10} + h_{11}) - (H_{б.н.} + H_{б.с}) \quad (3.21)$$

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

$$H_{г.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (3.22)$$

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

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

$h_4$  – висота спеціального патрубка, 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 1 м.

### **3.6** *Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів*

Для безперебійної роботи елеватора встановлюємо накопичувальний бункер місткістю 300 т., також під сепараторний бункер місткістю 70 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 8 годин. Так як проектом передбачаємо встановити зерносушарку марки «УКРАЇНА» продуктивністю 50 пл.т/год, тому для забезпечення її безперервної роботи встановлюємо один досушительний бункер місткістю 300 т та післясушительний бункер місткістю 70 т.

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

Робочою схемою руху зерна і відходів (РСРЗіВ) виробничої дільниці хлібоприймального підприємства (елеватора) називається конкретизована принципова схема, що включає все устаткування підприємства із зазначенням номерів, марок і продуктивностей обладнання; всі накопичувальні й оперативні бункери, склади (силоси) для зберігання зерна із зазначенням номера кожного з них, а також усі можливі маршрути руху зерна і відходів [14].

Маршрутом називається ланцюжок транспортного, вагового, розподільного, технологічного, самопливного устаткування і бункерів, що забезпечує переміщення партії зерна з місткості, що випорожнюється у наповнювану. Під однією партією зерна прийнято розуміти однорідну за зовнішніми ознаками і показниками якості зернову масу, з іншого боку, партія – це маса зерна, що переміщується по маршруту без його переналаштування.

РСРЗіВ повинна відповідати наступним основним вимогам [14]:

- забезпечувати виконання всіх операцій із зерном, передбачених структурною схемою;
- бути гнучкою, що дозволяє при мінімальній кількості основного устаткування виконувати всі заплановані операції;
- забезпечувати безперервність процесу, що створює умови для максимальної механізації та автоматизації виробництва.

Для виконання останньої вимоги при включенні в технологічні лінії механізованих башт (або елеваторів) механізмів періодичної дії (ваг, авторозвантажувачів) або устаткування, що відрізняється за продуктивністю від продуктивності основного потоку, необхідно передбачити установку (після них або і до і після) бункерів, які будуть створювати запас зерна перед машиною і приймати його після неї в період вимикання її з потоку.

Для оцінки гнучкості РСРЗіВ, установлення можливостей проведення тієї чи іншої операції на елеваторі чи ХПП, до неї додається таблиця ходів норій. Таблиця ходів значно полегшує роботу диспетчера з набору маршрутів.

Якщо 80 % операцій (ходів), наведених у таблиці ходів, можуть бути виконані двома (і більше) норіями, то РСРЗіВ вважається гнучкою. Кількість можливих одночасних маршрутів переміщення партій зерна не може перевищувати кількості норій. Таблиця ходів дозволяє швидко і безпомилково визначити норію, за допомогою якої може бути виконана задана операція.

До РСРЗіВ складають таблицю місткостей, у якій указують найменування, кількість і позначення оперативних і накопичувальних бункерів та їхню місткість. Вона дозволяє оцінити можливість формування партій зерна, що надходять на підприємство, за якістю і масою, а також місткість елеватора [14].

Міні-елеватор, що проектується виконує наступні функції:

- приймання з автомобільного транспорту.
- очищення,
- сушіння,
- зберігання ,
- відпуск на автомобільний транспорт .

Для виконання вищенаведених операцій використовують таке технічне обладнання:

- зерносушарку марки «Україна - 50» ( Q = 50 т/год);
- скальператор марки А1-БЗО ( Q = 50 т/год);
- приймальний бункер E = 30 т;
- три норій НЦТ- 50 (Q=50 т/год);
- дві норій НЦТ-100 (Q=100 т/год);
- три ланцюгових конвеєрів (Q=100 т/год);
- один ланцюговий конвеєр (Q=50 т/год);
- два скребкових конвеєрів КСЛ (Q = 100 т/год).

### **3.7.1 Опис робочої схеми руху зерна і відходів**

#### Приймання зерна з автотранспорту

Для зберігання зерна на даної ділянці є три зерносховища загальною місткістю 2,7 тис.т. (№1, №2,№3).

Приймання зерна з автомобільного транспорту на ділянці здійснюється на одній точці.

Приймальна точка №1: обладнана автомобілерозвантажувачем. Зерно поступає в ПНБ (Е = 30 т), з якого надходить на норію НЦТ- 50 №1 (Q = 50 т/год). В свою чергу з норії воно в залежності від показників якості надходить на попереднє очищення до скальператору А1-Б3О (Q=50 т/год), а далі за допомогою перекидного клапана сухе і чисте зерно та очищене подається в накопичувальний бункер №1 (Е=300 т), потім на стрічковий конвеєр №1 марки ТМ - 62 (Q = 100 т/год) на норію НЦТ-100 №2 (Q = 100 т/год), потім на сепаратор БІС-100 (Q = 100 т/год)→підсепараторний бункер (Е=70т)→ на норію НЦТ-100 №5 (Q = 100 т/год).

А вологе та сире зерно після попереднього очищення через перекидний клапан потрапляє до досушального бункеру (Е= 300 т).

#### Сушіння зерна

Вологе та сире зерно, що надійшло на підприємство автотранспортом, після попереднього очищення направляється в досушальний бункер з конусним дном (Е= 300 т). З нього воно потрапляє на транспортер №2 марки ТМ - 62 (Q = 50 т/год) потім на допоміжну спеціалізовану норію марки НЦТ-50 №3 (Q = 50 т/год). а з її допомогою зерно подається на модульну зерносушарку марки «Україна - 50» (Q = 50 т/год). Просушене на сушарці зерно подається на башмак спеціалізованої норії марки НЦТ-100 №4 (Q = 50 т/год), яка завантажує післясушальний бункер (Е = 70 т), який розвантажується на конвеєр ТМ – 62 №3 (Q=100 т/год), що передає зерно на башмак норії НЦТ-100 №2 (Q = 100 т/год) а далі – на сепаратор АІ – БІС -100 для очищення потім на основну норію НЦТ-100 №5 (Q = 100 т/год) з якої можна направити зерно на зберігання або відвантаження.

#### Очищення зерна

З скальператора сухе зерно іде в накопичувальний бункер №1 (Е=300 т) далі на стрічковий конвеєр №1 (Q = 100 т/год), на норію НЦТ-100 №2 (Q = 100 т/год) та подається на сепаратор АІ – БІС-100 (Q = 100 т/год) для основного очищення

від домішок. З сепаратора АІ –БІС-100 зерно подається на підсепараторний бункер (Е=70т) потім на основну норію НЦТ-100 №5 (Q = 100 т/год). З норії НЦТ-100 №5 (Q = 100 т/год) через перекидний клапан зерно можна подавати на скребковий конвеєр № 4 КСЛ (Q = 100 т/год) та направляється на зберігання в силоса (кожен Е=924 т.), або через перекидний клапан зерно можна направляти у відпускний накопичувальний бункер (Е=45т).

### Зберігання зерна

Зберігання зерна здійснюється у трьох металевих силосах з плоским дном, місткістю кожен по Е = 924 т, тобто загальна місткість одночасного зберігання зерна становить 2700 тонн.

Основна норія НЦТ-100 №5 (Q = 100 т/год) через перекидні клапани за допомогою самопливів подають зерно на надсилосний скребковий конвеєр марки № 4 КСЛ (Q = 100 т/год), який в свою чергу може завантажувати той чи інший силос.

### Відвантаження на автотранспорт

Силоси розвантажуються за допомогою підсилосного конвеєра № 5 марки КСЛ (Q = 100 т/год), який розміщений в підземній галереї. Він відповідно направляє зерно на башмак основної норії марки НЦТ-100 №5 (Q = 100 т/год). А з головки норії воно через перекидний клапан поступає самопливом у відпускний бункер (Е= 45 т) з якого зерно вивантажується на автотранспорт.

### **3.7.2 Аналіз робочої схеми руху зерна і відходів і рекомендації з її удосконалення**

Аналіз досліджуваної РСРЗіВ міні-елеватора показав наявність наступних недоліків: є тільки один приймальний потік з автотранспорту; відсутній автомобілерозвантажувач; не встановлені ваги в робочій башті, то ж відсутній міжопераційний ваговий контроль; приймальний пристрій і основна норія робочої башти з'єднані нижньою галереєю.

З переваг даної схеми можна назвати наступне: присутні приймальні накопичувальні бункери; для стабільної роботи зерносушарки встановлено додаткове обладнання, а саме – до- і післясушарні бункери та дві спеціалізовані

норії також в даній схемі представлено основне очищення зерна від домішок за допомогою сеператора марки АІ –БІС-100 (Q = 100 т/год).

Також можна зробити висновок, що виконана вона відповідно до умов розробки, а саме відображено зв'язок між усім транспортним, технологічним устаткуванням, що є на міні-елеваторі, оперативними і накопичувальними бункерами. Зазначено номери і місткості оперативних і накопичувальних бункерів та номери, кількість і продуктивність машин, які беруть участь у технологічному процесі. Складено таблицю місткостей, що дозволяє оцінити можливість формування партій зерна, що надходять на міні-елеватор, за якістю і масою. Аналіз досліджуваної РСРЗіВ міні-елеватора, що проєктується представлений у вигляді таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Аналіз РСРЗіВ міні-елеватора, що проєктується

Назва та стисла характеристика транспортно-технологічної лінії	Аналіз та рекомендації
Лінія приймання зерна з автотранспорту: один приймальний потік продуктивністю Q=50 т/год. На приймальному потоці встановлено один приймальний бункер місткістю 30 т, та один скальператор марки А1-БЗО продуктивністю Q=50 т/год.	<p>Наявність тільки одного приймального потоку з автотранспорту ускладнює приймання зерна різної якості та різних культур.</p> <p>Відсутній автомобілерозвантажувач, що обмежує парк машин, які можна розвантажувати без ручної праці (тільки автомобілі-самоскиди та спеціалізовані саморозвантажувальні зерновози); місткість приймального бункеру достатня.</p> <p>Також наявні приймально-накопичувальні бункери (ПНБ), тому зовнішня робота підприємства відокремлена від його внутрішньої роботи, що призводить до підвищення ступеня ефективності використання транспортного обладнання і це є позитивною рисою даної схеми.</p> <p>В потоці приймання передбачено попереднє очищення всього зерна від грубих крупних та легких домішок на скальператорі і це є перевагою схеми.</p>
Лінія сушіння: модульна	Зерносульний комплекс міні-елеватору

<p>зерносушарка «Україна - 50» ( Q = 50 т/год) в комплексі з досушильним (Е = 300т) та післяшульним (Е = 70 т) бункерами, а також з допоміжними спеціалізованими норіями марки НЦТ-50 Q=50 т/год.</p>	<p>представлений сучасною модульною зерносушаркою для здійснення сушіння заданих обсягів зерна.</p> <p>Для її стабільної роботи встановлено додаткове обладнання, а саме – до- і післясушарні бункери, місткість яких 300 т. та 70 т. та дві спеціалізовані норії, що в сумі забезпечують стабільну роботу без зупинок протягом 20,5 годин на добу.</p> <p>Також наявність зерносушарки дає змогу міні-елеватору закладати просушене зерно на довготривале зберігання, чого не передбачено про вологе та сире зерно.</p>
<p>Лінія зберігання: 3 металевих зернових силоси з плоским днищем місткістю 924 т кожен; надсилосні галереї представлені одним скребковим конвеєром марки КСЛ- 100 Q= 100 т/год, а підсилосна галерея – скребковим конвеєром марки КСЛ- 100 Q= 100 т/год</p>	<p>Наявність 3 металевих силосів, що представлені на схемі одним силосним корпусом та гнучкість робочої схеми дає можливість одночасно зберігати партії зерна різних як за видом та показниками якості зерна, а також здійснювати одночасне їх завантаження.</p>
<p>Лінія відпуску зерна на автотранспорт: один відпускний потік з одним відпускним бункером місткістю 45 т.</p>	<p>Наявність тільки одного відпускнуго потоку на автотранспорт з одним відпускним бункером місткістю 45 т достатньо, але не є перевагою схеми, так як для зручності та гнучкості бажано встановлювати накопичувальні бункери.</p>

### **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 [17].

#### **3.8.1 Мета і призначення системи дистанційного автоматизованого керування**

На проєктуємому 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 переміщення.

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 силосах**

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 «Eltrum Systems», 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  $0,5^{\circ}\text{C}$  [18].

## 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 відносять до приймачів II - ої категорії, для яких перерва в електропостачанні допустима не більше 0,5... 1,0 год, оскільки перерва більшої тривалості пов'язана з масовим недовипуском готової продукції, простоем технологічного устаткування і промислового транспорту.

В схемі електропостачання повинні бути передбачена двохтрансформаторна підстанція . Живлення силових установок і електроприводів машин здійснюється напругою 380 В, 50Гц, 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.V.5.4			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розробка проекту міні-елеватора місткістю 2,7 тис.т в Хмельницькій області	<i>Літ.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Рагунович Н. М.						
<i>Керівник</i>		Борта А.В.					53	
<i>Консультант</i>		Штепа Є.П.				ОНТУ, Гр. ЗТЗ-52а		
<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:

$$P_p = \frac{W_{num} M_{рiч}}{T_{max}},$$

де  $W_{num} = 67$  кВт.год/т - нормована питома витрата електричної енергії для елеватоа;

$M_{рiч}$  - річна продуктивність підприємства 2700 т;

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

$$P_p = \frac{67 \cdot 2700}{3000} = 60 \text{ кВт}$$

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

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

Реактивну розрахункову потужність знаходять за формулою:

$$Q_p = P_p \operatorname{tg} \varphi,$$

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

фіцієнту 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:

$$Q_k = Q_p - Q_E,$$

де  $Q_E$  - оптимальна реактивна потужність, що задається енергосистемою:

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

$$\text{Тоді } Q_k = 45 - 17 = 28 \text{ квар.}$$

Вибираємо за допомогою таблиці ([19], 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 таблицею технічних даних трансформаторів ([19], табл.Д.4) вибираємо номінальну потужність трансформатора

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

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}}$$

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)

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

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

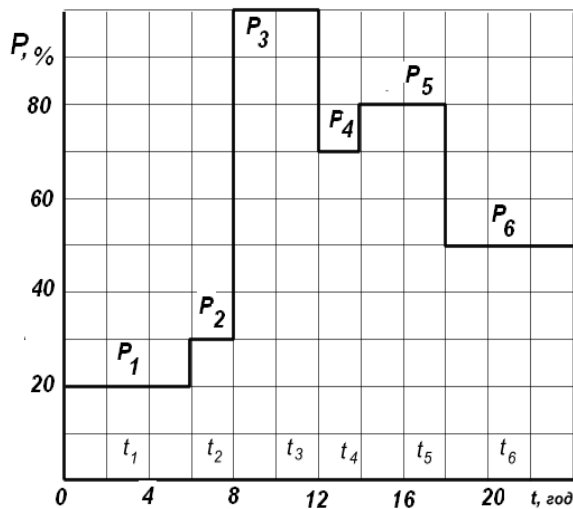


Рис. 4.1- Графік добового навантаження.

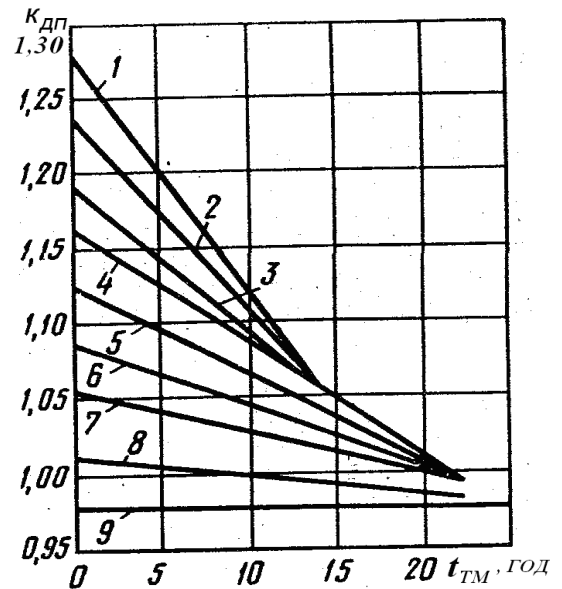


Рис.4.2- Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для ;  $k_{ЗГ}$ : 1 - 0,6; 2 - 0,65; 3 - 0,7; 4 - 0,75; 5-0,8; 6 - 0,85; 7 - 0,9; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

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

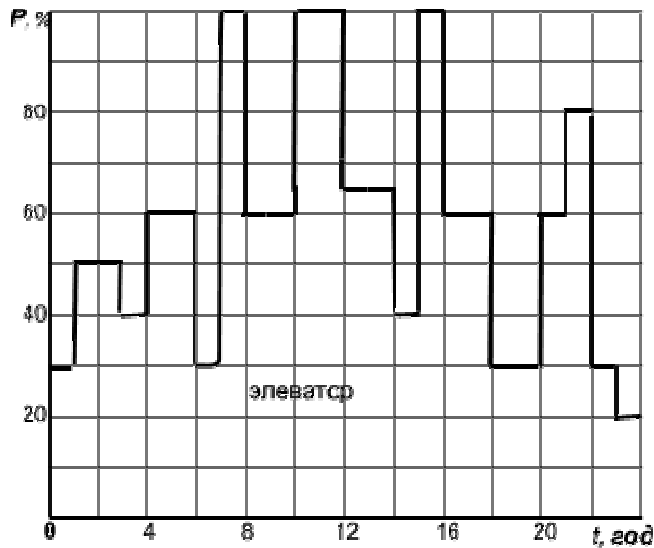


Рис.4.3 Графік добового навантаження елеватора.

$$k_{3T} = \frac{30.1 + 50.2 + 60.2 + 40.1 + 30.1 + 100.1 + 60.2 + 100.2 + 65.2 + 40.1 + 100.1 + 60.2 + 30.2 + 60.1 + 80.1 + 30.1 + 20.1}{24 \cdot 100\%} = 0,6$$

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:

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}},$$

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

$$S_T \geq \frac{69}{2 \cdot 1,18} = 29 \text{ кВ.А}$$

По таблиці технічних даних трансформаторів уточняємо номінальну потужність трансформатора  $S_{НОМ}$  і приводимо його технічні дані у вигляді таблиці ([19],табл.Д.4)

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

Таким чином, перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної 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:

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

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

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

Втрати  $\Delta Q_x$  і  $\Delta Q_k$  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  $\Delta P'_x = 0,19 + 0,05 \cdot 1,2 = 0,25 \text{ кВт}$ ;  $\Delta P'_k = 0,88 + 0,05 \cdot 1,8 = 0,97 \text{ кВт}$ .

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

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

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

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 [21, с.322]. 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:

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

де  $Q_p$  - реактивна розрахункова потужність.

З урахуванням умов прокладання мереж знаходимо за відповідною таблицею стандартний переріз жил кабелю  $S = 70 \text{ мм}^2$  [21, с. 319].

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

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

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

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

$$R_{л} = \rho \frac{L}{S} = 0,0312 \frac{70}{70} = 0,0312 \text{ Ом.}$$

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

$L$  - довжина кабелю, м;

$S$  - площа перерізу жили кабелю,  $\text{мм}^2$  .

#### 4.6 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:

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

#### 4.7 Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві

Економію електроенергії на підприємстві можна досягнути за рахунок:

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

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

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

Після виконаної компенсації реактивної потужності розрахунковий струм лінії живлення буде

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

#### **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:

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

Річна економія електроенергії в лінії живлення буде

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

#### **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  $T'_{max}$

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

Річна економія електроенергії в трансформаторах буде:

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

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

В цих формулах приймають для:

$k=0,63$  – коефіцієнт перерахунку добового споживання електроенергії для самого короткого дня в середньодобове [19];

- ламп розжарювання  $q = 0,1$ ;

-люмінесцентних ламп в залежності від їх типа ([1],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:

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. [20.]

## Висновок

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

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

## Розділ 5

### АСПІРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА

#### 5.1 Мета і завдання аспіраційних установок елеваторів

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

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

#### Безпека технологічного процесу

На елеваторі пиловий вибух є найстрашнішим наслідком наявності зернового пилу, крім пожеж, загорянь і задимлень. Щодня цьому ризику піддаються всі підприємства галузі незалежно від розміру, конструкції будівель і споруд з обладнанням. Вид і склад частинок пилу залежать від виду зерна і мають основний вплив на поширення полум'я під час вибуху.

Для кращого розуміння проблеми розглянемо параметри пилу, що впливають на її рівень: концентрація пилу, дисперсний склад, склад

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.V.5.4			
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розробка проекту міні-елеватора місткістю 2,7 тис.т в Хмельницькій області	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		Рагунович Н.М						
<i>Консульт.</i>		Гончарук Г.А.					63	
<i>Керівник</i>		Борта А.В.				ОНТУ, Гр. ЗТЗ-52а		
<i>Зав.кафедри</i>		Макаринська А.В						

частинок, вологість, температура та вологість навколишнього середовища.

Один із головних чинників — концентрація частинок пилу. Вибух може поширюватися в приміщеннях і сховищах тільки тоді, коли концентрація пилу в хмарі перебуває між нижньою та верхньою межами вибухонебезпечної концентрації. Для орієнтовного розуміння проблеми вважається, що нижня межа вибухонебезпечної концентрації становить 40–60 г/м., а верхня межа — 900–1100 г/м..

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

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

Важливим є вплив пилу на стан здоров'я персоналу елеваторів. На жаль, відвідуючи елеватори країни, часто бачимо, що їх працівники зовсім не користуються засобами індивідуального захисту. Навіть коли працюють в умовах значного рівня запилення, персонал і його керівництво ігнорують обов'язковезастосування респіраторів. Речовини рослинного походження є сприятливим середовищем для розвитку різного виду цвілевих грибів, що за певних умов можуть стати джерелом професійного захворювання працівників елеваторів — пневмоконіозу. Розвиток пневмоконіозу можливий і через 10–20 років після припинення роботи в умовах нетривалого (до п'яти років) впливу високих концентрацій пилу.

Відповідно до нормативів гігієнічних регламентів України щодо допустимого вмісту речовин у повітрі робочої зони (наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони» від 14.07.2020 № 1596), гранично допустима концентрація пилу становить не більше як 4 мг/м. Основним способом боротьби з пилом на елеваторі є

аспірація, і для дотримання цих показників застосовують ефективні аспіраційні системи. Розуміючи динаміку вимог до українського виробництва та екологічних нормативів з урахуванням євроінтеграції країни, припускаємо, що в будівництві елеваторів потрібно проектувати тільки високоефективне пилоочисне обладнання.

### **Основні аспекти у виборі аспіраційного обладнання**

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

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

Рукавні фільтри мають основні особливості:

- робочий елемент — рукава фільтрувальні;
- регенерація — імпульсом стисненого повітря або механічна;
- обладнаний системою автоматичного керування для роботи в автоматичному режимі;
- ефективність фільтрації — понад 99%.

### **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 обеспилювачів 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  $36^{\circ}$ - $54^{\circ}$ , 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 пилепоповітряних 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 пилепоповітряних потоків у виробничі приміщення та навколишнє середовище.

12. При визначенні місць відсосу повітря необхідно враховувати взаєморозташування безпилювача повітря, вентилятора, аеродинамічні

зв'язки через протяжні укриття, інтенсивність пилеутворення та напрямки переміщення пилепоповітряних потоків.

13. Трасировка повітропроводів і швидкість пилоповітряних потоків повинні забезпечувати надійне переміщення пилу до знепилювача. Кут нахилу повітропроводів повинен складати не менше  $60^\circ$ , а швидкість повітря в горизонтальних ділянках в межах 14...18м/с. [22;23].

## **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  $56^\circ - 70^\circ$ ;
- 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 конвейєри аспіруються з використанням суцільних укриттів. Коли немає можливості суцільного укриття стрічкових транспортерів, слід користуватися частковим укриттям насипних лотків за схемою.

7. Використовуючи допоміжні укриття стрічкових транспортерів та норійні труби замість повітропроводів доцільно 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  $36^{\circ}$ ... $54^{\circ}$ , 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 обезпилювача повітря, вентилятора, аеродинамічні зв'язки через протяжні укриття, інтенсивність пилеутворення та напрямки переміщення пилепоповітряних потоків.

Трасировка повітропроводів і швидкість пилоповітряних потоків повинні забезпечувати надійне переміщення пилу до знепилювача. Кут нахилу повітропровода повинен складати не менше  $60^{\circ}$ , 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 некормового 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 легкорозвинені чи легкоскидні отвори, зв'язані з навколишнім середовищем.

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.

#### **5.4. Розрахунок і вибір локальних фільтрів горизонтального і вертикального виконання**

##### **Розрахунок аспірації сепаратора А1-БІС-100**

Спочатку виконуємо *компоновку* аспіраційної мережі та визначаємо *витрати повітря*  $Q_{\phi}$ , що необхідно відібрати від технологічного або транспортуючого обладнання  $Q_{то}$ , м<sup>3</sup>/год з метою утворення в ньому необхідного розрідження.

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

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

Встановлюємо фільтр-циклон ZEO-FC-9000 на сепаратор А1-БІС-100. [24; 27; 28].

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 [24; 27; 28] (рис.4)

$H_{\phi}=1125$ , для цього розраховуємо  $q$ .

$$q = \frac{Q_{\phi}}{F_{\text{тк}}}, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$$

$Q_{\phi}$ -об'ємні витрати повітря;

$F_{\text{тк}}$ -площа тканини.

$$q = \frac{2,62}{33,3} = 0,09 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$$

Розраховуємо опір аспіраційної мережі, для чого складаємо площинну схему:

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

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

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

$H_{\phi}$ - гідравлічний опір фільтра, Па;

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

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

де  $\lambda$ -коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

$l$ -довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м;

$D$ -діаметр повітропроводу, м;

$\zeta$ -коефіцієнт місцевого опору;

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

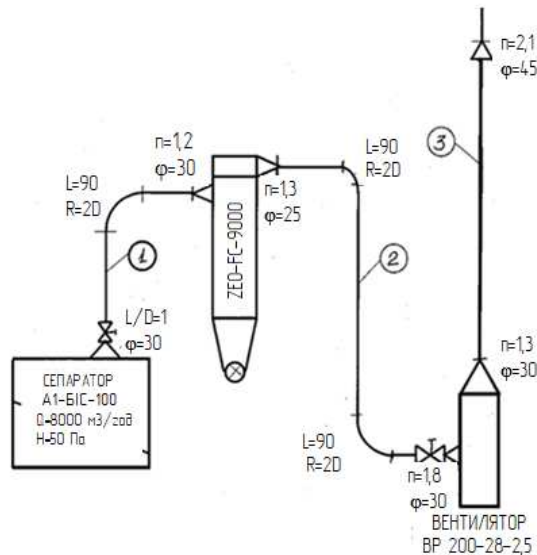


Рис. 5.1 – Площинна схема аспіраційної мережі сепаратора А1-БІС-100  
За номограмою О.В. Панченко знаходимо за витратами повітря  $Q_{\phi}$  і його рекомендованою швидкістю (13...14м/с) -  $\lambda/D$ ,  $D$ ,  $v$ ,  $H_{дин}$ . [22; 23]

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

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

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

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

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

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

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

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:

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

де  $\rho$  – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає 1,2 кг/м<sup>3</sup>;

$v_{\text{вих}}$  - швидкість чистого повітря на виході з вентилятора, яка для вентиляторів марки ВР складає 10...12 м/с. [23]

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

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначаємо :

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

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

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. [24; 27; 28]

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

$$N = \frac{Q_{\text{в}} * H_{\text{в}}}{\eta_{\text{в}} * \eta_{\text{ев}} * \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт},$$

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:

$$N_{\text{у}} = K_{\text{з}} * N, \text{ кВт}$$

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

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

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

### Розрахунок скальператора А1-Б30-50

Спочатку виконуємо компоновку аспіраційної мережі та визначаємо витрати повітря, що необхідно відібрати від обладнання  $Q_{ТО}$ ,  $\text{м}^3/\text{ГОД}$  з метою утворення в ньому необхідного розрідження.

За додатком методичних вказівок [23], (табл. 1) вибираємо значення втрат повітря на аспірацію обладнання:  $Q_{ТО}$  (для скальператора) =  $660\text{м}^3/\text{ГОД}$ .

Витрати повітря, що необхідно відібрати від технологічного або транспортуючого обладнання визначаємо за формулою:

$$Q_{\phi} = 1,05 \cdot Q_{ТО}$$

$$Q_{\phi} = 1,05 \cdot 660 = 693 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,19 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

По  $Q_{\phi}$  вибираємо необхідний типорозмір фільтра. ([23] за додатком із методичних вказівок табл. 2)

Складаємо площинну схему.

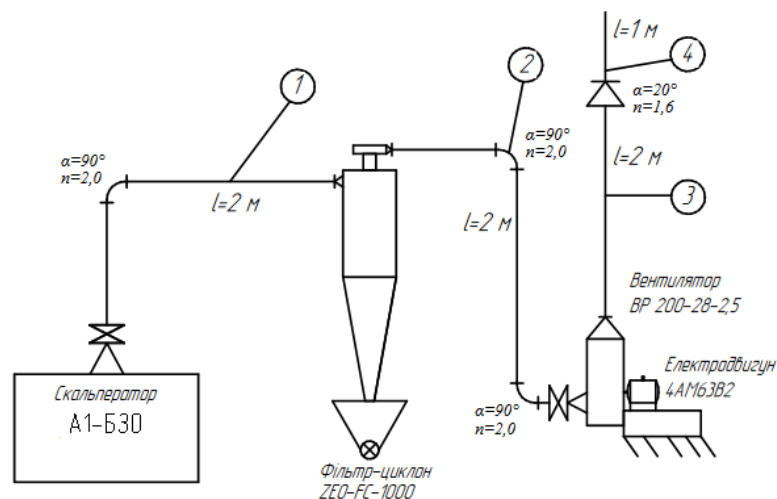


Рисунок 5.2 – Площинна схема

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

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

де  $q$  – напруженість тканини фільтра ( $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ ) розрахункова, яка чисельно дорівнює умовній швидкості фільтрації повітря  $v_\phi$ , ( $\text{м}/\text{с}$ ).

$$F_{\text{фр}} = 0,19 \cdot 0,02^{-1} = 9,5 \text{ м}^2$$

Втрати тиску у фільтрі  $H_\phi$ , Па визначаються з уточненням фактичної напруженості тканини:

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

$$q = 0,19 \cdot 9^{-1} = 0,02 \text{ м}^2$$

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

$$F_\phi = n \cdot 1, \text{ м}^2$$

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

де  $n$  – кількість рукавів фільтра.

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

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

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

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

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

$$H_\phi = 670 + 360 \cdot 0,19^2 = 683 \text{ Па}$$

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

$Q_{\phi}$  – об’ємні витрати повітря, що повинне бути знепилено у фільтрі.

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

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

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

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

$\rho$  – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає 1,2 кг/м<sup>3</sup>;

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

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

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

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

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

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

де  $\lambda$  – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

$l$  – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м;

$D$  – діаметр повітропровода, м;

$\xi$  – коефіцієнт місцевого опору;

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

Розраховуємо опір аспіраційної мережі за формулою:

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

$$H_{мер} = 50 + 247,2 + 683 + 240 = 1220,2 \text{ Па}$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначається за формулою:

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

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

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор визначаємо за формулою:

$$Q_B = Q_\phi$$

тобто

$$Q_B = Q_\phi = 0,19 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Вибираємо вентилятор за аеродинамічними параметрами  $Q_\phi$  і  $H_B$  за додатком методичних вказівок (табл. 4 і 5) [23].

Отже вибираємо вентилятор ВР 200-28-2,5 - N=1,1 кВт, Q=800 м<sup>3</sup>/ч, P=1600 Па.

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

$$N = \frac{Q_B \cdot H_B}{1000 \cdot \eta_B \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{II}}, \text{ кВт}$$

$$N = \frac{0,19 \cdot 1342,22}{1000 \cdot 0,61 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,44 \text{ кВт}$$

де  $\eta_B$  – ККД вентилятора; (0,61)

$\eta_{пер}$  – ККД передачі (0,98);

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

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

$$N_y = K_3 \cdot N, \text{ кВт}$$

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

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

Остаточну потужність електродвигунів слід приймати за комплектацією заводів-виготовлювачів.

### Аспірація норії НЦТ-100

За додатком методичних вказівок (табл. 1) знаходимо, що для аспірації даної норії необхідно відібрати повітря з башмака норії  $Q_n=700\text{м}^3/\text{год}$ . При цьому опір норії  $H_n=50$  Па.

При виборі фільтра враховуємо підсоси повітря

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

Вибираємо фільтр ZEO-FV-800.

Розраховуємо опір фільтра за виразом

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

Визначаємо втрати тиску на удар при виході повітря з дифузора

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

$n$  – приймаємо  $n=2,0$

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

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

Розраховуємо опір мережі

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

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

По  $Q_\epsilon$  та  $H_\epsilon$  підбираємо вентилятор MN 602 –  $N=1,1$  кВт,  $Q_\epsilon=800$  м<sup>3</sup>/год,  $H_\epsilon=1200$  Па.

Корисна потужність на валу вентилятора

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

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

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

Ділянка, на якій знаходиться господарство задовольняє вимогам 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 [29-30].

Генеральний план підприємства являє собою ув'язку всіх основних, допоміжних і підсобних будівель та споруд, всіх можливих під'їзних шляхів, всіх над- і підземних комунікацій (тобто ліній енерго-, тепло-, водопостачання та ін.).

Майданчик для будівництва підприємства повинен задовольняти наступним вимогам [31- 32]:

- мати мінімальні розміри з врахуванням раціональної щільності забудови;
- забезпечити розташування будівель і споруд відповідно до напрямку руху зерна і відходів і мати можливість розширення виробництва;
- мати відносно рівну поверхню і ухил (0,001...0,003), що забезпечує стік поверхневих вод;

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.V.5.4			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробила		Рагунович Н.М.			Розробка проекту міні-елеватора місткістю 2,7 тис.т в Хмельницькій області	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Борта А.В.					79	
Консультант		Борта А.В.				ОНТУ, Гр. ЗТЗ-52а		
Зав. кафедри		Макаринська А.В.						

- рівень ґрунтових вод має бути нижче за глибину пристрою підвалів, тунелів, галерей і т.п.;
- мати зручне приєднання до найближчої залізничної станції;
- планування майданчика не має бути пов'язано з виконанням великого об'єму земляних робіт.

При проектуванні генеральних планів зернозберігаючих підприємств враховують наступні вимоги [31-32]:

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

На території у відповідності з нормами проектування розміщують мережі каналізації, водопостачання, енергопостачання, тепlopостачання, газопостачання і ін. Будівлі і споруди розташовують на генеральному плані по їх виробничій ознаці окремими групами. Територію підприємства по функціональному призначенню ділять на зони, в яких розміщують відповідні будівлі, споруди і т.д. Передзаводська зона (за межами огорожі або умовного кордону підприємства) призначена для розміщення контрольно-пропускних пунктів, прохідних, допоміжних будівель, передзаводської площі, площадки стоянки автомобілів і ін. В виробничій зоні розташовують елеватор, цех відходів. Підсобну зону використовують для розміщення корпусу підсобних приміщень (ремонтні майстерні), котельні, трансформаторної підстанції, енергетичної траси,

теплотраси, водопроводу, каналізації і інших комунікацій. В складській зоні знаходяться приміщення, будівлі транспортного господарства (депо, гаражі),водонапірні споруди, водойми, склад горючо-замазувальних матеріалів, паливна площадка, авторемонтні майстерні і т.д. Санітарно-гігієнічні вимоги проектування генерального плану обумовлюють розташування будівель і споруд відносно сторін світу і рози вітрів, яка вказує найбільш вірогідні напрямки руху повітря на протязі року на місцевості, де розташовано підприємство, так, щоб були забезпечені умови природного освітлення, природного провітрювання

Промислові підприємства з джерелами виробничих факторів (шум, пил, запах, дим і т.д.), які несприятливо впливають на навколишнє середовище, по шкідливості ділять на п'ять класів, які передбачають між підприємством і жилою зоною санітарно-захисну зону від 50 до 1000 м (для мукомельних, комбикормових та крупозаводів вона має бути не менш 100 м). Санітарні розриви між будівлями для нормальної природної освітленості приймають не менше ніж висота протистоячої будівлі.

За нормами пожежної безпеки будівлі і споруди розміщують на генеральному плані з врахуванням їх вогнестійкості, ступені пожежної небезпеки і рози вітрів. Вимоги пожежної безпеки обумовлюють необхідність встановлення необхідних розмірів між будівлями та спорудами, а також забезпечення зручного і швидкого переміщення пожежних автомобілів до всіх об'єктів підприємства. На території встановлюють закільцьований пожежний водопровід, який має невичерпне джерело водопостачання чи запасні баки для води об'ємом 250-500 куб.м з трьох годинним запасом гасіння пожеж. На кільцевому водопроводі встановлюють пожежні гідранти на відстані 50-100 м, для того щоб було можливо подавати воду до об'єкта гасіння не менш ніж з двох гідрантів. Автомобільні дороги розташовують на території підприємства відповідно по характеру руху вантажних потоків. Облаштуванню доріг проїздів і проходів слід приділяти особливу увагу, щоб виключити повністю або звести до мінімуму перетини вантажних і людських потоків, сировини і готової продукції. Ширину автомобільних доріг проєктують не менше 3,5 м і 6 м (при односторонньому і

двосторонньому русі) з улаштуванням вантажних стоянок і майданчиків для розвороту автомобілів. Ширину воріт автомобільних в'їздів приймають не менше 4,5 м. До водоймищ, які можуть бути використані для гасіння пожеж, влаштовують під'їзди з майданчиками розміром не менше 12х12 м. Пожежні гідранти розміщують уздовж автомобільних доріг на відстані не більше 2,5 м від краю проїжджої частини, але не ближче від стін будівлі. Підземні мережі зернопереробних підприємств, що будуються, прокладають поза проїжджою частиною автомобільних доріг. На аркуші №7 графічної частини проєкту представлений розроблений нами генеральний план міні-елеватора з експлікацією (див. табл. 6.1).

Таблиця 6.1 –Експлікація до генплану

	Найменування	Кількість	Місткість
1	Адмінбудівля	1	–
2	Лабораторія	1	–
3	Ваги	2	–
4	Вагова	1	–
5	Побутові приміщення	1	–
6	Пожежне депо	1	–
7	Зерносушарка	1	–
8	Силоси	3	2700
9	Післясушильний бункер	1	70
10	Досушильний бункер	1	300
11	Накопичувальний бункер	1	300
12	Приймальний пристрій	1	–
13	Відпускний бункер	1	–
14	Норії	6	–
15	Їдальня	1	–
16	Водонапірна башня	1	–
17	Трансформаторна підстанція	1	–
18	Котельня	1	–
19	Навіс для стоянки автотранспорта	1	–
20	Контрольний пункт	1	–

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

Впорядкування території повинно забезпечити рішення комплексу санітарно-гігієнічних, експлуатаційних і естетичних умов всього персоналу.

Впорядковані площадки для відпочинку працюючих розташовують з повітряного боку по відношенню до будівель з виробництвами, які виділяють викиди в атмосферу. Розміри площадок приймають із розрахунку не більше 1 м<sup>2</sup> на одного працюючого в найбільш чисельній зміні. Відстані від будівель і споруд до дерев і чагарників слід приймати не менше нормативних.

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

Основними показниками раціонального використання території підприємства і її благоустрою служать коефіцієнти забудови Кз, мощення Км і озелення Коз, значення яких у % знаходимо із генерального плану підприємства як співвідношення:

$$K_z = \frac{\sum f}{F} \cdot 100 = 36,0\%;$$

$$K_m = \frac{F_M}{F} \cdot 100 = 52,0\%;$$

$$K_{oz} = \frac{F_{oz}}{F} \cdot 100 = 12,0\%;$$

де  $F$  - площа всієї території підприємства, м<sup>2</sup>;

$f$  - площа будівлі, м<sup>2</sup>;

$F_M$  - сумарна площа мощення, м<sup>2</sup>;

$F_{oz}$  - сумарна площа, зайнята зеленими насадженнями, м<sup>2</sup>.

## **6.2. Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору**

### **Надсиносні естакади, естакада транспортна**

Естакади призначені для обслуговування транспортного обладнання. Вони представляють собою відкриті спорудження, виконані з металокопструкцій. 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.* На 0 поверсі знаходиться натяжна станція (башмаки) норії №5 продуктивністю 100 т/год.

*Робоча зерноочисна вежа.* Металева башта каркасного типу встановлені приймальна норія продуктивністю 50 т/год, яка подають зерно на попереднє очищення на скальпіратор АІ-БЗО продуктивністю 50 т/год та норія продуктивністю 100 т/год на яку зерно надходить с накопичувального бункера Е = 300т та після сушильного бункера та подає зерно в окрему металеву споруду де розташовано сепаратор основного очищення А1-БІС-100.

### **Автомобілерозвантажувачі А15-УРАГ**

Автомобілерозвантажувачі складаються з монолітних залізобетонних прямиків під розвантажувачі, з металевим приймальним бункером Е = 30 т, двох платформ (бокова та продольна) для вивантаження причепів та машин,

які піднімаються завдяки гідравлічним циліндрам. Приймання зерна автотранспортом здійснюється 1 потоком.

### **Автомобільні ваги**

Після адміністративно-побутового корпусу знаходиться будівля вагової і ваги А - БУЛАТ - 60. На підприємстві встановлено ваги 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 АЦ40-ЗИЛ-130. Автозала заглиблена 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 м<sup>3</sup>.**

На підприємстві встановлено два резервуари по 150м<sup>3</sup>.

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

Резервуари 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-630кВ, які перетворює 10кВ в 0.4кВ, яка розприділяється 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 культур**

Для зберігання зернових культур використовують металеві місткості, циліндричні, вертикальні. Фундаменти під всіма місткостями монолітні, залізобетонні. Завантаження місткостей проводиться зверху скребковим ланцюговими конвеєрами продуктивністю 100 т/год, які розміщені на над силосних галереях. Розвантаження місткостей проводиться знизу за допомогою скребкового ланцюгового конвеєра продуктивністю 100 т/год, який розміщене у підземних галереях. На території розміщено в один ряд три металеві місткості для зберігання зерна місткістю 924 т. для тривалого зберігання зерна.

### **Експлікація споруд**

На території підприємства встановлені:

- 3 місткостіей – силосів для зберігання зерна місткістю по 924 т. кожен;
- адміністративно-лабораторний корпус;
- побутовий корпус;
- очисні споруди господарсько-побутових і поверхневих (дощових) стічних вод;
- одна водонапірна башта;
- будівля вагової;
- автомобільні електронні ваги;
- станція приймання зерна з автотранспорту з автомобілерозвантажувачем;

- одна робоча башта;
- 1 місткість – силос сирого зерна місткістю по 300 т.
- одна зерносушарка;
- місце для відвантаження на автомобільний транспорт.

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

Виробничі споруди міні-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 проектують багатопверховими 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 міні-елеватора уявляє собою будівельну систему, що складається з несучих, огорожувальних конструкції, що утворюють певні умови для виконання виробничих процесів.

Робоча башта міні-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 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 [30; 31].

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 укосу зерна при

завантаженні, що дозволяє запобігти переповнення 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 конструктивну силосу. Якість оцинковки: 450 г/м<sup>2</sup> 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 ланцюговими 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/м<sup>2</sup> 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. Пил в робочому приміщенні утворюється за рахунок транспортування продукту, виконання технологічних операцій, поломки або відсутності аспірації.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.V.5.4			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробила</i>		Рагунович Н.М.			Розробка проекту міні-елеватора місткістю 2,7 тис.т в Хмельницькій області	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Борта А.В.					92	
<i>Консультант</i>		Борта А.В.				ОНТУ, Гр. ЗТЗ-52а		
<i>Зав. кафедри</i>		Макаринська А.В.						

У персоналу, що тривалий час працює у приміщеннях з підвищеною запиленістю повітря, нерідко спостерігаються хронічні зміни верхніх дихальних шляхів – гіпертрофічні та атрофічні риніти, бронхіт, також базальна емфізема, сухий плеврит. Відмічається приглушеність тонів серця та артеріальна гіпотонія, можуть розвиватися захворювання шкіри – дерматити. Дрібний пил з розміром часток 5...10 мкм є більш небезпечним для здоров'я виробничого персоналу.

Також наявність зернового пилу в повітрі робочої зони у відповідній концентрації та наявності відкритого вогню може привести до пилеповітряних вибухів [34 - 37]: .

- підвищення рівня шуму на робочому місці - спостерігається у виробничих приміщеннях при роботі всього технологічного та транспортного обладнання на елеваторі. Шум на робочому місці подразнює працівника, підвищує його стомлюваність, а при виконанні завдань, що вимагають уваги і зосередженості, здатний привести до зростання помилок і збільшення тривалості виконання завдання.

Також тривала дія шуму може призвести до туговухості різного ступеня, в тому числі і до повної глухоти;

- недостатність освітлення робочої зони – найчастіше спостерігається в підсиловній галереї та на поверхах робочий башти. Виконання зорової роботи за несприятливих умов освітлення призводить до зниження зорової працездатності. Зорова втома прискорює розвиток загальної втоми в організмі працівника і значною мірою відображається на якісних і кількісних виробничих показниках.

- підвищення значення напруги в електричній мережі – спостерігається у роботі технологічного та транспортного обладнанні. Найчастіша причина ураження людини електричним струмом – торкання до неізольованих струмопровідних провідників; до провідників з пошкодженою ізоляцією, а також до металевих елементів конструкції машин, механізмів і апаратів, які випадково виявилися під напругою. Наслідок дії на людину електричного струму залежить від багатьох чинників. Величина струму, який протікає через тіло людини, є головним

чинником, що визначає наслідок ураження: чим більший за величиною струм, тим небезпечніша його дія.

- підвищення рівня статичної електрики (електродвигуни, натяжні станції, самопливи, скальператори, фільтри);

- патогенні мікроорганізми (гриби) і продукти їхньої життєдіяльності. Вони можуть знаходитися на поверхні як зерна, так і обладнання, і можуть призводити до захворювань працівників, а також людей та тварин, що будуть використовувати у харчуванні готові продукти переробки зерна, а також можуть викликати захворювання рослин, що будуть вирощуватися з насіннєвого зерна, на поверхні якого будуть знаходитися патогенні мікроорганізми (гриби), наприклад, ріжки та сажки.

- підвищена температура повітря робочої зони та знижена температура спостерігається у робочій башті, так як приміщення не-повітря робочої зони опалюються у холодні пори року та не кондиціонуються у теплі пори року. Допустимі мікрокліматичні умови-поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

- рухливі частини виробничого устаткування – можуть призвести до спричинення механічних травм працівникам. Повинні бути закритими для безпеки людей.

- вібрація машин транспортного обладнання. Виробнича вібрація може бути зумовлена недостатньо сильною віброізоляцією й амортизацією обладнання та сільськогосподарських і транспортних машин. Тіло, що цілісно піддається тремтінню, перебуває під дією вібрації загального типу, якщо тремтять окремі його елементи (ноги, руки) – локального.

-- робота на висоті спостерігається при обслуговуванні силосів, бункерів, надсилосних та інших повітряних галерей, зерносушарок, тощо. Основними небезпечними виробничими факторами під час виконання цих робіт є падіння працівника або падіння предметів; супутніми можуть бути фактори: пожежна небезпека, дія електричного струму, підвищені рівні запиленості, загазованості повітря, шуму, несприятливі кліматичні умови тощо.

## **7.2 Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ**

### *Забезпечення нормативних показників запиленості та чистоти повітря*

Для забезпечення нормативних показників запиленості та чистоти повітря в робочій зоні проектом передбачені наступні заходи: боротьба зі шкідливими виділеннями пилу, газів, вологи та тепла у джерелі їх виділення у відповідності з ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимі концентрації (ГДК), які використовуються при проектуванні виробничих будівель, технологічних процесів, обладнання, вентиляції, для контролю за якістю виробничого середовища і профілактики несприятливого впливу на здоров'я працюючих. Усі виробничі приміщення мають бути оснащені загальною припливно-витяжною та місцевою вентиляціями в місцях утворення шкідливих та небезпечних хімічних факторів та пилу. Пил підприємств зберігання, переробки та використання зерна складається з тих же продуктів і речовин, що переробляються на даних підприємствах. Наприклад, зерновий пил складається з двох частин: мінеральної й органічної. На елеваторах пил містить до 50 % мінеральних частинок. Шкідливість пилу за хімічним складом визначають за вмістом діоксиду кремнію (кремнезему). Встановлено, що для збереження здоров'я виробничого персоналу вміст пилу в повітрі виробничих приміщень не повинен перевищувати норм, встановлених [38].

Забезпечення нормативних показників підвищення рівня шуму на робочому місці згідно ДСТУ ISO 9612:2008 «Акустика. Настанови щодо вимірювання та оцінювання експозиції шуму у виробничому середовищі» здійснюємо за допомогою граничних спектрів і по загальному рівню звуку [36]. За часовими

характеристиками шум слід поділяти на: - постійний, рівень звуку якого за 8-годинний робочий день (робочу зміну) змінюється в часі не більше ніж на 5 дБА при вимірах на тимчасовій характеристиці «повільно» шумоміра по ДСТУ 2867-94; - непостійний, рівень звуку якого за 8-годинний робочий день (робочу зміну) змінюється в часі більш ніж на 5 дБА при вимірах на тимчасовій характеристиці «повільно» шумоміра по ДСТУ 2867-94.

Для нормальної роботи працівникам видаються навушники. *Забезпечення нормативних показників освітлення робочої зони здійснюється згідно з [39].* Норми коефіцієнту природного освітлення (КПО) при боковому освітленні складають не менше 1,5 %. Освітленість робочої поверхні, створена світильниками загального освітлення в системі комбінованого, повинна складати не менше 10 % нормованої для комбінованого освітлення при таких джерелах світла, які застосовуються для місцевого освітлення. При цьому освітленість повинна бути не менше 200 лк при розрядних лампах, не менше 75 лк – при лампах розжарювання. Створювати освітленість від загального освітлення в системі комбінованого більше 500 лк при розрядних лампах і більше 150 лк при лампах розжарювання допускається тільки за наявності обґрунтувань.

*Забезпечення нормативних показників значення напруги в електричній мережі здійснюється у відповідності з «НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»» [41, 42].*

*Для забезпечення нормативних показників значення вібрації необхідно дотримуватися ДСН 3.3.6-039-99 [37].* Форми вібрації машин повинні забезпечуватися і гарантуватися їх виробниками і засвідчуватися контрольними службами, уповноваженими перевіряти показники безпеки машин. Режим праці повинен встановлюватися при показнику перевищення вібраційного навантаження на оператора не менше 1 дБ (в 1,12 рази), але не більше 12 дБ (в 4 рази). При показнику перевищення більше 12 дБ (в 4 рази) забороняється проводити роботи і застосовувати машини, що генерують таку вібрацію. Норми вібрації машин повинні забезпечуватися і гарантуватися їх виробниками і засвідчуватися контрольними службами, уповноваженими перевіряти показники безпеки машин.

*Забезпечення нормативних показників роботи на висоті.* До виконання робіт на висоті допускаються особи, не молодше 18 років, та які пройшли:

- медичний огляд відповідно до вимог Положення про медичний огляд працівників певних категорій, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України; - спеціальне навчання та перевірку знань з охорони праці відповідно до вимог НПАОП 15.0-1.01-17. Правила охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна. [Чинний від 2017-11-24]. Наказ від 20.09.2017 № 1504 «Про затвердження Правил охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна» [43, 44];

- навчання та перевірку знань з протипожежної безпеки осіб, які виконують вогневі роботи, відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні, затверджених наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій від 19.10.2004 126, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 04.11.2004 за 1410/10009 (далі - НАПБ А.01.001-04). На підприємстві необхідно носити спеціалізований одяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту.

### **7.3 Заходи щодо пожежної безпеки**

Основною загрозою на елеваторах є висока вибухо- і пожежонебезпека приміщень, в яких зберігається, обробляється і переміщується зерно, причинами чого є неорганізоване надходження пилу органічних спалимих речовин і виникнення пожежо- і вибухонебезпечних пилоповітряних сумішей [30, 31].

Зерновий пил, який перебуває у повітрі, вважають вибухонебезпечним, а той, пожежонебезпечним.–що осів на будівельних конструкціях та обладнанні,

Вибухонебезпечні концентрації утворюються у технологічному та транспортному обладнанні, у силосах і бункерах, у трактах аспіраційних систем і пневмотранспорту, у пиловловлювальному обладнанні. За вибухопожежонебезпеки виробничі приміщення підприємств галузі хлібопродуктів відносяться до категорії «Б».

На елеваторі пожежа може поширюватися:

- перероблюваною сировиною, що перебуває на зберіганні чи переміщується;
- неприбраним пилом на будівельних конструкціях і на обладнанні;

- незахищеними від вогню отворами (дверними та віконними прорізами, вентиляційними шахтами тощо);
- технологічними комунікаціями
- електросиловими каналами і шахтами;
- технологічним обладнанням та елементами будівельних конструкцій; – вентиляційними та аспіраційними системами;
- з'єднувальними галереями.

Розміри частинок зернового пилу у приміщеннях елеваторів можуть перебувати у широких межах – від часток мікрметра до 250 мкм. Залежно від розмірів частинок пил умовно поділяють на великий (50-250 мкм), середній (10- 50 мкм) і дрібний (менше 10 мкм). На елеваторах і складах для зерна переважає великий пил.

Основною причиною вибухів є зерновий пил, який накопичується у приміщеннях елеватора. Зерновий пил є легкозаймистою речовиною температура займання якої менше 250 °С, а нижня концентраційна межа займання (НКМЗ) становить 20-63 г/м<sup>3</sup>.

Пожежна небезпека зерносушарок:

- при нагріванні до 100 °С губиться волога, що прилягає до оболонки зерна й утворюється задерев'яніла кірка;

- при нагріванні до 150 °С відбувається інтенсивне виділення летучих компонентів – зерно стає коричневим;

- при підтримці температури 150-170 °С в зерні відбувається утворення вугілля, здатного абсорбувати пари і газу – зерно стає темно-коричневим. За рахунок тепла адсорбції відбувається підйом температури всередині зерна.

- при температурі 300 °С зерно цілком перетворюється в пірофорне вугілля;
- обвугліле зерно здатне зберігати температуру протягом 40 годин, а процес, що почався, безполум'яного горіння викликає підвищення температури в шарі зерна до 500 °С. На території підприємства передбачено: - пристрій пожежного водопроводу з установкою сухотрубів на силосах. При відсутності напору в мережі можливе використання пожежних резервуарів;

- устаткування силосного корпусу обладнано автоматичною пожежною сигналізацією з виведенням сигналу про пожежу на прохідну і далі на пульт цілодобового спостереження УДПО;
- організація проїздів з твердим покриттям вздовж обох боків силосного корпусу;
- дотримання нормативних протипожежних розривів між проєктованими будівлями і спорудами;
- використання матеріалів і устаткування, сертифікованих Держстандартом України;
- заземлення технологічного, транспортного обладнання, трубопроводів;
- застосування обладнання, виконаного у вибухобезпечному виконанні;
- запобігання пилоутворення в технологічному, аспіраційному і транспортному обладнанні за рахунок його герметичності

## Розділ 8

### НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Науково-дослідна робота на тему «Дослідження зерна охопленого фузаріозом»

#### Вступ

Україна є потужною аграрною державою, й інноваційний розвиток аграрного сектору є важливим елементом розбудови держави. Одним із найважливіших напрямів розвитку сільського господарства є підвищення ефективності зернового комплексу України.

В останні роки спостерігається погіршення й фітосанітарного стану посівів. Зо-крема, зростає шкодочинність хвороб. Серед останніх чільне місце займають гельмінтоспоріоз, септоріоз, пітім, борошниста роса, офіобольоз та альтернاریоз, сажкові й фузаріоз[45].

Фузаріоз колосу та фузаріозна коренева гниль є одними з найбільш шкодочинних хвороб зернових колосових культур, фузаріози качанів – кукурудзи; небезпечними також є фузаріози інших культурних рослин. Широка розповсюдженість, зв'язок із ґрунтом, відсутність вузької спеціалізації в ураженні рослин-господарів, потужні міграційні процеси інокулюму на значні відстані обумовлюють постійну наявність в агрофітоценозах культурних рослин, насамперед зернових колосових культур, численних грибів різних видів *Fusarium* – збудників корневих гнилей та хвороб вегетативних і генеративних органів рослин. За багаторічними даними з відкритих джерел інформації, від ураження фузаріозами недобір урожаю, наприклад пшениці, може досягати від 4 до 15% щорічно, а в умовах епіфітотій, які на теренах держави спостерігаються кожні 3–5 років, втрати урожаю на окремих полях можуть перевищувати 50%. При цьому забруднення збіжжя мікотоксинами робить урожай не придатним до споживання[45].

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.V.5.4			
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Рагунович Н. М.			Розробка проекту міні-елеватора місткістю 2,7 тис.т в Хмельницькій області	Літ.	Арк	Аркушів
Керівник		Борта А.В.					100	10
Консультант		Борта А.В.				ОНТУ, Гр. 3ТЗ-52а		
Рецензент								
Зав. кафедр.		Макаринська А.В.						

## 8.1 Стан питання

*Актуальність проблеми.* Зростання захворюваності рослин, спричинене інфікуванням видами грибів, здатними до синтезу мікотоксинів – актуальна на сьогоднішній день проблема, яка пов’язана з безпечністю харчових продуктів [46].

У всьому світі нині загальною проблемою є забруднення харчових продуктів фузаріозними мікотоксинами, зумовлене розвитком фузаріозів зернових культур. Фузаріоз зерна за багатьма аспектами є унікальним захворюванням рослин, що й зумовлює значні труднощі його вивчення. Однією з таких особливих рис є специфічна етіологія, а саме участь у патогенезі комплексу представників різних видів *Fusarium*. Ураження рослин фузарієвими грибами не лише призводить до втрат урожаю, але й значно погіршує посівну і харчову якість зерна, тому у всьому світі розглядається як одне з найнебезпечніших захворювань сільськогосподарських культур [45].

Означена вище проблема поглиблюється ще й тим, що зерно, уражене фузаріозом, містить небезпечні для людини і тварин мікотоксини [47, 48].

Найпоширеніший шлях інфікування колосу пшениці фузаріозом – зараження його під час цвітіння через виступаючі пиляки. Згодом біля основи колоскових лусочок з’являються перші симптоми у вигляді бурих водянистих плям. Характерна ознака – завчасне дозрівання окремих колосків, які виділяються білим кольором на тлі зеленого недозрілого колосся [49].

*Поширення, шкідливість, ознаки, джерело та розвиток грибка.* Отруйний грибок *Fusarium* зустрічається в районах із підвищеною вологістю. На території України фузаріоз зустрічається практично в усіх областях вирощування зерна пшениці [47, 48].

Симптоми ураження колоса виявляються від фази колосіння до збирання врожаю. Незрілі колосся та окремі їх частини помітно світлішають на тлі загального зеленого забарвлення. При сприятливих умовах на поверхні з’являється наліт різних відтінків від білого до жовто-рожевого. Поступово він ущільнюється та набуває оранжево-червоного кольору. В кінці вегетаційного періоду на колосі утворюються чорні плями — перитеції (сумчаста стадія патогена). Хвороба проявляється появою жовтих плям на листках, як при піренофорозі [50].

Виявлення фузаріозу колосу зернових культур здійснюють обстеженням на посівах пшениці і ячменю з початку молочної стиглості, не рідше чим через 10-14 днів. Обстеження робляться фахівцями із захисту рослин. Інфікований колос призводить до зараження зерна. Ступінь багато у чому зумовлена типом збудника, часом потрапляння спор гриба в тканини [50].

При слабкому ступені інфікування міцелій може перебувати в оболонках, ознаки зараження будуть візуально непомітними. Таке зерно може містити мікотоксини та стати джерелом внутрішньої інфекції при зберіганні. Ознаки інфекції:

- біло-рожевий колір зернівки, відсутність характерного блиску;
- щуплість та зморшкуватість, наявність втиснутої глибокої борозни та загострених бочків;
- наявність у борозенці, особливо в зародковій частині, павутиноподібного нальоту міцелію на поверхні, а також скупчення конідій у вигляді плям рожево-малинового або кремово-рожевого кольору;
- пухкий та такий, що кришиться ендосперм, борошністої або частково склоподібної консистенції;
- нежиттєздатний зародок, темний чи чорний колір на зрізі [50].

Чинники, які сприяють поширенню хвороби: рясне випадання опадів та високий рівень вологості в фазі колосіння та цвітіння під час дозрівання аскоспор; розташування полів з озимими культурами в низьких болотистих місцях; незбалансоване живлення мінеральними добривами по азоту та фосфору; несвоєчасне прибирання рослинних залишків, порушення агротехніки; недотримання сівозміни, коли гірші попередники — зернові та буряк; велика загущеність посівів [50].

*Вплив фузаріозу на інші показники якості.* Ураження фузаріозом усього колосу знижує врожай на 87 %, половини — на 76 %, третини колосу — на 44 %. Внаслідок фузаріозного зараження маса зерна може знизитися на 64 %, кількість зерен у колосі — на 46 %. Крім того, що фузаріоз зернових культур призводить до значних втрат урожаю, він погіршує якість кінцевої продукції: вміст протеїну в зерні пшениці, ураженому грибами роду *Fusarium*, менший порівняно зі здоровим

на 0,1–0,5 %, вміст сирої клейковини знижується з 29,2 до 14,7–22 %. Як наслідок, погіршується якість борошна і хліба [51].

Окрім безпосередніх втрат урожаю, зумовлених зниженням польової схожості зерна, зменшенням кількості зерен у колосі, а також маси зерен, фузаріоз істотно погіршує хіміко-технологічні якості зерна (зокрема, хлібопекарські та пиво-варні). Це, в свою чергу, негативно впливає на якість борошна, позаяк воно стає непридатним для випікання хліба та виготовлення іншої продукції [47, 48].

*Способи виявлення ураженого зерна.* Виявлення фузаріозу засновано на візуальному спостереженні за посівами при проходженні по маршрутам обстеження полів у фазі цвітіння. Хворобу виявляють при проведенні аналізів та експертиз після видалення уражених зернівок шляхом ручного розбирання. Ці способи добрі відомі агрономам, які знають, що таке фузаріоз зернових культур:

- *Візуальний огляд.* У районах поширення грибів роду *Fusarium* ознаки ураження колосків помітні на полі. Луски у верхній частині стебла стають знебарвленими. Пошкодження буває на кількох колосках, або обмежується верхньою, нижньою, середньою його частиною. На уражених лусочках утворюється пухнастий наліт міцелію білого, оранжево-рожевого або червоного кольору. На нальоті формуються подушечки, які є скупченням конідій гриба. Спосіб дозволяє швидко виявити інфіковані рослини, проте не є досить точним та надійним.

- *Мікологічний аналіз.* Метод полягає в розміщенні частин інфікованих рослин в живильне середовище, яке сприятиме зростанню грибниці. Через кілька днів за допомогою мікроскопа визначається вид грибів *Fusarium* за характерними таксономічними відмінностями. Даний спосіб більш точний у порівнянні з попереднім, але вимагає витрат часу та використання лабораторного обладнання.

- *Принцип діагностики полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР).* Метод полягає в ампліфікації (створенні копій) фрагментів ДНК за допомогою особливого ферменту Таq-полімерази. При проведенні діагностики ланцюгова реакція проходить в три етапи (денатурація, віджиг та розширення) та повторюється в кількох циклах. На кожному кількості копій подвоюється. Після повторення 20 циклів їх стає достатньо для визначення ДНК. Це дає можливість встановити наявність

певного одного чи декількох патогенів в тканинах рослин. Недоліком даного способу є необхідність в наявності спеціального обладнання.

• *Технологія планарного хвилеводу.* Швидкий та надійний інноваційний метод виявлення фузаріозу дозволяє викривати за один вимір до 4 — 5 видів патогенів. Переваги методу: можливість отримання результату протягом 25 хвилин; відсутність потреби в спеціальній підготовці біоматеріалу для досліджень. Недолік полягає в необхідності використання спеціалізованого обладнання.

• *Фітопатологічна експертиза.* Спосіб передбачає визначення в лабораторних умовах якісного та кількісного складу патогенів, які передаються через посівний матеріал. Для цього насіння пророщують в оптимальних умовах в спеціальній ємності. При зараженості використовують змив спор з поверхні зернівки та метод аналізу зародків. Видову належність та кількість патогена у відібраній пробі визначають за ознаками прояви інфекції [52].

*Як відрізнити фузаріозні зерна від схожих здорових в лабораторних умовах.* Розібравши виявлення фузаріозу в полі, слід знати як виявити фузаріоз зерна під час його приймання на зберігання. Завдяки доступу до зернової лабораторії вдалося на практиці опрацювати дане завдання. Результати якого описано нижче.

Процедуру виявлення фузаріозних зерен розберемо на прикладі пшениці. Згідно прописаним нормам у Національному Стандарті України ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови» [53].

Зерна необхідно порівняти за декількома ознаками — зовнішнім виглядом, структурою зерна, формою зернівки, наявністю грибкової інфекції та життєздатністю зародка.

Зовнішній вигляд:

1. Фузаріозне. Зерно білувате, крейдяне, з повною втратою блиску. На деяких зернах є плями рожево-малинового або кремово-рожевого кольору.

2. Знебарвлене. Зерно кремово-біле, з частковою або повною втратою блиску.

3. Рожевозабарвлене. На тлі нормально забарвлених оболонок є і плями рожево-червоних відтінків по всій поверхні зерна. Ці плями розташовані переважно у зародка, їх не вдається зіскребти. Зерно має нормальний блиск.

### Структура зерна:

1. Фузаріозне. Ендосперм пухкий, кришиться, з борошнистою консистенцією. При пізньому фузаріозі може бути як борошнистим, так і частково склоподібним.
2. Знебарвлене. Ендосперм за структурою близький до нормально забарвленого зерна.
3. Рожевозабарвлене. Ендосперм по склоподібності не відрізняється від ендосперму нормально забарвленого зерна.

### Форма зернівки:

1. Фузаріозне. Більшість зерен зморщені, щуплі. Мають загострені сторони та сильно вдавлену борозенку. У разі пізнього фузаріозу за формою борозенки та розміром зерна близькі до нормального, іноді здуті, з відлущеною оболонкою
2. Знебарвлене. Не відрізняється від нормально забарвленого зерна. На спинці зерна оболонка може бути дещо зморщена.
3. Рожевозабарвлене. Не відрізняється від нормально забарвленого зерна. Рожево-забарвлена оболонка щільно прилягає до ендосперму.

### Наявність грибкової інфекції та життєздатність зародка:

1. Фузаріозне. Зародок нежиттєздатний, зріз має чорний колір. На зародку та в борозенці є міцелій гриба.
2. Знебарвлене. Зародок життєздатний, на зрізі блідо-жовтого кольору. На зародку та в борозенці немає міцелію та спородохий гриба.
3. Рожевозабарвлене. Зародок життєздатний, на зрізі блідо-жовтого кольору. На зародку та в борозенці немає міцелію та спородохий гриба.

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

*Метою дослідження* вивчення фузаріозу як потенційної небезпеки, встановлення його збудника, поширення, способів виявлення, вивчення процесу розвитку грибка, дослідження основних характеристик фузаріозу, розкриття наслідків та методів профілактики і боротьби..

*Об'єктом дослідження* дослідження є небезпечна інфекційна хвороба злакових культур, причиною якої є недосконалі гриби роду *Fusarium*.

*Предметом дослідження:* є систематизована наявна в літературі та вікритих джерелах інформація стосовно видового складу і характеристики грибів роду *Fusarium*, перевірка знань на практиці як в польових так і в лабораторних умовах на основі аналітичних завдань.

*Методи дослідження* – емпіричний науковий метод; фундаментальне дослідження, розпочате головним чином, щоб перевірити існуючі та поглибити нові знання незалежно від перспектив застосування.

### **8.3 Результати досліджень**

*Розміщення, доопрацювання, тимчасове зберігання, формування уражених партій зерна.* Збирання врожаю зернових колосових необхідно проводити в суху погоду при повній стиглості зерна. Попередньо слід визначити вміст мікотоксинів у зерні. Затягування строків збирання врожаю, особливо у вологу погоду, призводить до збільшення вмісту мікотоксинів у зерні [54].

Очищення, просушування зерна, проведення повітряно-теплового обігріву зерна, опромінення його сонячним світлом в буртах, на токах і в зерносховищах, доведення його вологості до 13-14. Розміщення, доопрацювання і тимчасове зберігання зерна проводять окремими партіями за ступенем ураження фузаріозом. Ці заходи дають можливість зберегти якість насіння за рахунок недопущення перезараження зібраного врожаю фузаріозом, альтернаріозом, пліснявінням та іншими хворобами [54].

Фузаріоз не в усіх випадках завершується утворенням зерна з токсичними властивостями. При зміні в партії більше 1% фузаріозного зерна її неприпустимо використати на продовольчі цілі. Якщо по укладенню санітарних або ветеринарних лабораторій таке зерно виявиться нетоксичним, то його направляють на фураж, інакше - на технічні цілі [48].

В практиці використання зерна, яке заражене фузаріозом, використовують підмішування його до партій здорового зерна. Кількість фузаріозного зерна, яке додають до нормального, розраховують в залежності від ступеня забруднення зерна у зараженій партії. При згодовуванні тваринам фузаріозного зерна його в невеликих кількостях додають до здорового. Фузаріоз не пригнічує процеси бродін-

ня, тому зерно, заражене ним, може використовуватися в ацетобутило-вій промисловості, в якій борошно обойного помелу використовується як сировина [48].

*Заходи запобігання зараження зерна фузаріозом.* До заходів боротьби із фузаріозом відносять наступні: очищення і передпосівну обробку насіння, своєчасне збирання врожаю, його обмолот та сушіння, протруювання насіння, агротехнічні заходи [48].

Сьогодні багато аграріїв питають у представників хімічних компаній і науковців, чому після трьох, а то й чотирьох хімічних обробок на їхніх полях спостерігаються всі характерні симптоми розвитку фузаріозу [49].

Збудники зберігаються в ґрунті, на рослинних рештках і в рослинах, які зимують, у вигляді міцелію, хламідоспор і перитеціїв. Загальне правило в боротьбі з фузаріозом колосу в Україні й інших європейських країнах – застосування фунгіцидів триазольної групи в період цвітіння. У разі вчасного внесення триазоли запобігають розвитку фузаріозу – блокують розвиток ростових трубок у момент їх проростання. Тому якщо на момент обробки колос не було інфіковано, мікотоксини в зерні не утворюватимуться. Обробку слід проводити в момент появи першої квіточки на полі – у цьому випадку вона буде вчасною і доцільною [49].

Найперша передумова захисту зерна — це вибір якісного протруйника, який повністю відповідатиме фітосанітарному стану кожної конкретної партії насінневого матеріалу, фітосанітарному стану кожного конкретного агроценозу, строкам та термінам висіву зернових культур, довгостроковому прогнозу погодних умов.

Сьогодні діюча речовина № 1 у світі для захисту від фузаріозів на початковому етапі розвитку рослин – флудиоксоніл. Кількість насіння, обробленого препаратами, які містять флудиоксоніл, щороку зростає, і нині в різних країнах воно сягає від 30 до 41 %. Беззаперечно ефективність цієї діючої речовини зумовлює низка чинників. Передусім флудиоксоніл належить до хімічної групи фенілпіролів, що їх на світовому хімічному ринку представлено тільки як протруйники насіння. Препаратів із групи фенілпіролів, які застосовуються в період вегетації, не існує, а отже, у збудників мінімальні шанси створити стійкі раси до цієї хімічної

групи. І це важливий чинник, адже рід *Fusarium* на рівні базидіальних грибів має вірулентну здатність, максимально високу в мікологічному царстві [49].

Попередити появу та розвиток фузаріозу допоможуть також превентивні заходи: протруювання насіння фунгіцидними протруйниками перед посівом; глибока літньо-осіння зяблева оранка ґрунту під посів ярих наступного року; дотримання сівозміни та правильний вибір попередників; своєчасне прибирання поживних залишків для запобігання розвитку ко-реневої гнилі; вирощування сортів і гібридів, стійких до інфікування грибом роду *Fusarium*; посів озимих в оптимальні терміни; дотримання норм висіву та відстаней між стеблами рослин; осіннє підживлення озимих посівів фосфорно-калійними добривами; пізня осіння обробка вегетуючих озимих фунгіцидами (до випадання снігу); своєчасне видалення бур'янів в посівах [50].

Дотримання правил при посіві зернових та грамотне проведення комплексних агротехнічних заходів дозволить не допустити їх зараження фузаріозом та мінімізувати втрати врожаю [50].

### **Висновки**

Таким чином, розвиток фузаріозу зернових культур залежить від ряду факторів (у напрямку зниження їх значущості): попередник, опади і вологість повітря в період колосіння – цвітіння, система обробітку ґрунту, стійкість сорту, стан рослин, спосіб збирання врожаю, переробки сільськогосподарської продукції [55].

Пізні терміни посіву озимої пшениці в поєднанні з пізньостиглими сортами стимулюють розвиток захворювання. І навпаки, скоростиглі сорти встигають «проскочити» найнебезпечніший час зараження. Патоген не встигає інфікувати посіви в фазі цвітіння, зараження відбувається пізно, в фазі наливу зерна [55].

Чітке розуміння, якими саме видами грибів роду *Fusarium* інфіковані рослини, є дуже важливим для з'ясування типу подальшої загрози вирощування зернової продукції, Оскільки на основі цих знань можна розробити заходи захисту: своєчасне заорювання рослинних решток зернових культур та кукурудзи; добір та посів скоростиглих та стійких сортів; своєчасне збирання врожаю; швидке просушування зерна до 14% вологості; обов'язкове і своєчасне внесення фунгіци-

дів під час цвітіння зернових (особливо за сприятливих для зараження погодних умов).

## 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  $Ч_{TM} = 0,55$ :

$$Ч_p^o = 2,7 \times 0,55 = 2 \text{ особи}$$

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.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.ТЗіК.1.679-03.V.5.4		
Розроб.		Рагунович Н.М.			Лит.	Арк	Аркушів
Керівник		Борта А.В.				110	145
Консультант		Басюркіна Н.Й.			ОНТУ, Гр. ЗТЗ-52а		
Зав.кафед.		Макаринська А.В.					
					Розробка проекту міні-елеватора місткістю 2,7 тис.т в Хмельницькій області		

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);
- зберігання зерна (тоннах-місяцях або тоннах-добах);
- очищенню (планових тоннах);
- сушінню (планових тоннах).

Слід зазначити, що на багатьох підприємствах зі зберігання зерна склалась практика інтегрування у сільське господарство, яка визнана економічно доцільною завдяки зменшенню транзакційних витрат. Підприємства, які мають вільні власні оборотні кошти, самі займаються вирощуванням зерна на орендованих ділянках, або його закупівлею [9].

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 <sub>РП</sub> <sup>Н</sup> , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, Т <sub>РП</sub> , грн/тону	Обсяг реалізації послуг підприємства, О <sub>РП</sub> , тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
<b>Приймання зерна з автотранспорту,</b> в тому числі:	<b>4,5</b>	-	
- <b>ранніх культур:</b>	<b>3,5</b>		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	<b>1,75</b>	-	-
- пшениця (60 % – див.табл.)	1,05	80,62x1,0	<b>84,65</b>
- ячмінь (40 % – див.табл.9.2)	0,70	80,62x1,0	<b>56,48</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	<b>1,75</b>	-	-
- пшениця (60 %)	1,05	104,80x1,0	<b>110,04</b>
- ячмінь (40 %)	0,70	104,80x1,0	<b>73,36</b>
- <b>пізніх культур:</b>	<b>1,0</b>		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	<b>0,5</b>	-	-
- соняшник (100 % – див.табл.)	0,5	80,62x1,0	<b>40,31</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	<b>0,5</b>	-	-
- соняшник (100 % – див.табл.)	0,5	104,80x1,0	<b>52,40</b>
<b>Відпуск зерна на автомобільний транспорт,</b> в тому числі:	<b>4,5</b>	-	-
- <b>ранніх культур:</b>	<b>3,5</b>		

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{PI}^H$ , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, $T_{PI}$ , грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, $O_{PI}$ , тис. грн
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 = 2 x 3</b>
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	<b>1,75</b>	-	-
- пшениця (60 %)	1,05	100,77x1,0	<b>176,35</b>
- ячмінь (40 %)	0,70	100,77x1,0	<b>70,54</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	<b>1,75</b>	-	-
- пшениця (60 %)	1,05	131,00x1,0	<b>137,55</b>
- ячмінь (40 %)	0,70	131,00x1,0	<b>91,70</b>
- <b>пізніх культур:</b>	<b>1,0</b>		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	<b>0,5</b>	-	-
- соняшник (100 % – див.табл.)	0,5	100,77x1,0	<b>50,39</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	<b>0,5</b>	-	-
- соняшник (100 % – див.табл.)	0,5	131,00x1,0	<b>65,50</b>
<b>Зберігання зерна (<math>C_{ел} \times 330</math> діб):</b>	<b>4,5x330=1485</b>	-	-
в тому числі:			
- <i>власного</i> (50 %)	742,5	2,41	<b>17889,43</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %)	742,5	3,14	<b>2331,45</b>
<b>Очищення зерна:</b>	<b>4,5</b>	-	-
- <i>власного</i> (50 %)	2,25	18,14	<b>40,82</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %)	2,25	23,58	<b>53,06</b>
<b>Сушіння зерна ранніх культур (всього):</b>			
$A^a_{пр(ранніх)} \times (a_1 + a_2 + a_3 + a_4)$	<b>3,5x0,3 =1,05</b>	-	-
<b>у тому числі:</b>			
<b>від вологості 17 % до 14 % (50 %):</b> $A^a_{пр(ранніх)} \times a_1$	<b>0,53</b>	-	-
- <i>власного</i>	0,265	20,15	<b>5,34</b>
- <i>поклажодавця</i>	0,265	26,20	<b>6,94</b>
<b>від вологості 22 % до 14 %:</b>	<b>0,53</b>		
$A^a_{пр(ранніх)} \times a_2$			

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
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 = 2 x 3</b>
- власного	0,265	20,15	<b>5,34</b>
- поклажодавця	0,265	26,20	<b>6,94</b>
<b>Сушіння зерна пізніх культур (всього):</b> $A_{\text{пр}}^a (\text{пізніх}) \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$	1,0x0,35=0,35	-	-
<b>у тому числі:</b>			
<b>від вологості 17 % до 14 % (50 %):</b> $A_{\text{пр}}^a (\text{пізніх}) \times \alpha_1$	<b>0,15</b>	-	-
- власного	0,075	20,15	<b>1,51</b>
- поклажодавця	0,075	26,20	<b>1,97</b>
<b>від вологості 22 % до 14 % (50 %):</b> $A_{\text{пр}}^a (\text{пізніх}) \times \alpha_2$	<b>0,20</b>	-	-
- власного	0,10	20,15	<b>2,02</b>
- поклажодавця	0,10	26,20	<b>2,62</b>
<b>Всього, в тому числі:</b>	-	-	<b>5257,42</b>
- власного	-	-	<b>2323,13</b>
- поклажодавця	-	-	<b>2934,29</b>

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.

$$T_{\pi} = 4500 / 20 = 225 \text{ одиниць (аналізів).}$$

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

$$T_{\text{вп}} = 4500 / 20 = 225 \text{ од.}$$

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 [7].

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (225 + 225) \times 1,10 = 409 \text{ од.},$$

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, $O_{\text{РП}}^{\text{H}}$ , 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:	0,409	-	-
- власного	0,2045	583,45	119,32
- поклажодавця	0,2045	758,49	155,11
Подвійне складське свідоцтво:	0,66	-	-
- власного	0,33	53,21	17,56
- поклажодавця	0,33	69,17	22,82
ВСЬОГО, в тому числі:	-	-	314,81
- власного зерна	-	-	136,88
- зерна поклажодавця	-	-	177,93

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства як при здійсненні різних операцій з зерном, так і при виконанні послуг лабораторією дорівнюватиме 5572,23 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, $O_{\text{РП}}$ , тис. грн
<b>Послуги елеватора при здійсненні різних операцій з зерном, всього,</b> в тому числі:	5257,42
- власного зерна	2323,13
- зерна поклажодавця	2934,29
<b>Послуги лабораторії, всього</b> в тому числі:	314,81
- власного зерна	136,88
- зерна поклажодавця	177,93
<b>Всього</b>	5572,23
- власного зерна	2460,01
- зерна поклажодавця	3112,22

### 9.3 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік

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

$$C_{\text{Р}}^{\text{ОД}} = T_{\text{РП}} / (1 + P), \text{ грн}, \quad (9.10)$$

де  $T_{\text{РП}}$  – 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 ( $C_{\text{РР}}$ ) за формулою:

$$C_{\text{РР}} = \sum(O_{\text{РП}}^{\text{Н}} \times C_{\text{Р}}^{\text{ОД}}), \text{ тис. грн}, \quad (9.11)$$

де  $C_{\text{Р}}^{\text{ОД}}$  – 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:

$$C_1^{\text{ОД}} = 104,80 / (1,0 + 0,3) = 80,62 \text{ грн /тонну.}$$

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
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 = 2 x 3</b>
<b>Приймання зерна з автотранспорту,</b> в тому числі:	<b>4,5</b>	-	
- <b>ранніх культур:</b>	<b>3,5</b>		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	<b>1,75</b>	-	-
- пшениця (60 % – див.табл.)	1,05	80,62x1,0	<b>84,65</b>
- ячмінь (40 % – див.табл.9.2)	0,70	80,62x1,0	<b>56,49</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	<b>1,75</b>	-	-
- пшениця (60 %)	1,05	80,62x1,0	<b>84,65</b>
- ячмінь (40 %)	0,70	80,62x1,0	<b>56,49</b>
- <b>пізніх культур:</b>	<b>1,0</b>		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	<b>0,5</b>	-	-
- соняшник (100 % – див.табл.)	0,5	80,62x1,0	<b>40,31</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	<b>0,5</b>	-	-
- соняшник (100 % – див.табл.)	0,5	80,62x1,0	<b>40,31</b>
<b>Відпуск зерна на автомобільний транспорт,</b> в тому числі:	<b>4,5</b>	-	-
- <b>ранніх культур:</b>	<b>3,5</b>		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	<b>1,75</b>	-	-
- пшениця (60 %)	1,05	100,77x1,0	<b>176,35</b>
- ячмінь (40 %)	0,70	100,77x1,0	<b>70,54</b>

Види работ та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{PI}^H$ , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, $T_{PI}$ , грн/тону	Обсяг реалізації послуг підприємства, $O_{PI}$ , тис. грн
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 = 2 x 3</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	<b>1,75</b>	-	-
- пшениця (60 %)	1,05	100,77x1,0	<b>176,35</b>
- ячмінь (40 %)	0,70	100,77x1,0	<b>70,54</b>
- <b>пізніх культур:</b>	<b>1,0</b>		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	<b>0,5</b>	-	-
- соняшник (100 % – див.табл.)	0,5	100,77x1,0	<b>50,39</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	<b>0,5</b>	-	-
- соняшник (100 % – див.табл.)	0,5	100,77x1,0	<b>50,39</b>
<b>Зберігання зерна (<math>\epsilon_{ел} \times 330</math> діб):</b>	<b>4,5x330=1485</b>	-	-
в тому числі:			
- власного (50 %)	742,5	2,41	<b>1789,43</b>
- поклажодавця (50 %)	742,5	2,41	<b>1789,43</b>
<b>Очищення зерна:</b>	<b>4,5</b>	-	-
- власного (50 %)	2,25	18,14	<b>40,82</b>
- поклажодавця (50 %)	2,25	18,14	<b>40,82</b>
<b>Сушіння зерна ранніх культур :</b>	<b>3,5x0,3 =1,05</b>	-	-
$A^a_{pr(ранніх)} \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$			
<b>у тому числі:</b>			
<b>від вологості 17 % до 14 % (50 %):</b>	<b>0,53</b>	-	-
$A^a_{pr(ранніх)} \times \alpha_1$			
- власного	0,265	20,15	<b>5,34</b>
- поклажодавця	0,265	20,15	<b>5,34</b>
<b>від вологості 22 % до 14 % (50 %):</b>	<b>0,53</b>		
$A^a_{pr(ранніх)} \times \alpha_2$			
- власного	0,265	20,15	<b>5,34</b>
- поклажодавця	0,265	20,15	<b>5,34</b>

Види работ та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{PI}^H$ , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, $T_{PI}$ , грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, $O_{PI}$ , тис. грн
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 = 2 x 3</b>
<b>Сушіння зерна пізніх культур (всього):</b> $A_{pr}^a$ (пізніх) X ( $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4$ )	1,0x0,35=0,35	-	-
<b>у тому числі:</b>			
<b>від вологості 17 % до 14 % (50 %):</b> $A_{pr}^a$ (пізніх) X $\alpha_1$	0,15	-	-
- власного	0,075	20,15	1,51
- покладавця	0,075	20,15	1,51
<b>від вологості 22 % до 14 % (50 %):</b> $A_{pr}^a$ (пізніх) X $\alpha_2$	0,20	-	-
- власного	0,10	20,15	2,02
- покладавця	0,10	20,15	2,02
<b>Лабораторний аналіз зерна, всього</b>	0,409	-	-
у тому числі:			
- власного	0,2045	583,45	119,32
- покладавця	0,2045	583,45	119,32
<b>Оформлення складського свідоцтва, всього</b>	0,66	-	-
у тому числі:			
- власного	0,33	53,21	17,56
- покладавця	0,33	53,21	17,56
<b>Всього, в тому числі:</b>	-	-	<b>4920,02</b>
- власного			<b>2460,01</b>
- покладавця			<b>2460,01</b>

#### 9.4 Розрахунок прибутку

Прибуток від реалізації робіт та послуг ( $\Pi_P$ ) нового елеватора визначаємо за формулою:

$$\Pi_P = \Sigma O_{\text{РП}} - \Sigma C_P^P, \text{ тис. грн,} \quad (9.12)$$

де  $\Sigma O_{\text{РП}}$  – сумарний річний обсяг реалізації послуг підприємства, тис. грн (табл. 9.3);

$\Sigma C_P^P$  – сумарна річна собівартість робіт та послуг, тис. грн.

Таким чином річний прибуток від реалізації робіт та послуг ( $\Pi_P$ ) покладавцям на заготівельному елеваторі буде дорівнювати:

$$\Pi_P = 5572,23 - 4920,02 = 652,21 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток від продажу власного зерна ( $\Pi_P^B$ ) заготівельного елеватора дорівнюватиме:

$$\Pi_P^B = \Sigma(O_{\text{РП}}^{\text{H}} \text{ відпуску}_i \times C_i) - \Sigma C_P^B, \text{ тис. грн,} \quad (9.13)$$

де  $O_{\text{РП}}^{\text{H}} \text{ відпуску}_i$  – 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.

$\Sigma C_P^B$  – 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:

$$\Sigma C_P^B = 2,7 \times 9000 / 1,3 = 18692 \text{ тис. грн.}$$

Можна виконати укрупнений розрахунок прибутку від продажу власного зерна за формулою:

$$\Pi_P^B = \Sigma O_{\text{РП}}^{\text{H}} \text{ відпуску}_i \times C_{\text{ср}} - \Sigma C_P^B, \text{ тис. грн,} \quad (9.14)$$

де  $\Sigma O_{\text{РП}}^{\text{H}} \text{ відпуску}_i$  – сумарний річний обсяг робіт з відпуску власного зерна всіх культур з елеватора в натуральному виразі, тис.т.

$C_{cp}$  – середня ціна 1 тонни зерна, грн/тонну. Так, для Хмельницької області середня ціна купівлі складає 9000 грн. за 1 тонну зерна у листопаді 2026 р.

$$P_p^B = 2,7 \times 9000 - 18692,3 = 5607,7 \text{ тис. грн.}$$

В результаті, загальний (балансовий) прибуток підприємства ( $\Pi$ ) дорівнюватиме:

$$\Pi = P_p + P_p^B, \text{ тис. грн.} \quad (9.15)$$

Підставимо у формулу (9.15) значення:

$$\Pi = 652,21 + 5607,7 = 6259,91 \text{ тис. грн.}$$

Чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства (ЧП):

$$\text{ЧП} = \Pi - \Pi \times \text{СтП}, \text{ тис. грн.}, \quad (9.16)$$

де СтП – базова відсоткова ставка податку на прибуток (18 % на момент розрахунків), СтП=0,18.

В нашому проекті чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства, дорівнюватиме:

$$\text{ЧП} = 6259,91 - 0,18 \times 6259,91 = 5133,13 \text{ тис. грн.}$$

## 9.5 Розрахунок інвестицій

У загальному вигляді суму інвестицій (капітальних вкладень) визначають за формулою:

$$I = I_{\text{Буд}} + I_{\text{УСТ}} + T + M + V_H + V_3 + D - L + \Delta \text{ОК}, \text{ тис. грн.}, \quad (9.17)$$

де  $I_{\text{Буд}}$  – витрати на будівельні роботи, тис. грн;

$I_{\text{УСТ}}$  – вартість придбання устаткування, тис. грн;

$T$  – транспортно-заготівельні (транспортно-складські) витрати по устаткуванню (3 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

$M$  – вартість монтажу устаткування (15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

$V_H$  – невраховані витрати (10-15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

$V_3$  – залишкова вартість устаткування, яке демонтують, тис. грн;

Д – вартість демонтажу (5 % від первісної вартості устаткування, яке демонтують), тис. грн;

Л – ліквідаційна вартість устаткування, яке демонтують (у дійсних розрахунках дорівнює 0), тис. грн;

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 (3870 грн) на тонну місткості міні-елеватора. Перераховано за курсом Національного банку України на 12.03.2026 р. 43,00 грн за 1 дол. США.

В результаті інвестиції на будівництво дорівнюватимуть:

$$I = 2,7 \times 3870 = 10449 \text{ тис. грн}$$

## 9.6 Розрахунок рентабельності інвестицій

Рентабельність інвестицій на будівництво елеватора знаходять за формулою:

$$R = (\text{ЧП} : I) \times 100, \%, \quad (9.19)$$

$$R = (5133,13 : 10449) \times 100 = 49,12 \%$$

## 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.

$$T = 10449 / 5133,13 = 2,03 \text{ роки}$$

Строк окупності інвестицій у будівництво заготівельного елеватора дорівнює 2,03 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	2,7
2	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн	5572,23
3	Чисельність працівників, осіб	4
4	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу (п. 2 : п. 3)	1393,1
5	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн	4920,02
6	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн. (п. 2 – п. 5)	652,21
7	Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн	5607,7
8	Чистий прибуток, тис. грн ((п. 6+п.7) x 0,82)	5133,13
9	Інвестиції, тис. грн	10449
10	Строк окупності інвестицій, роки	2,5
11	Рентабельність інвестицій, %	49,12

### Висновки

Виявлений в Хмельницькій області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна в кількості 315 тис. т робить доцільним будівництво нового міні-елеватора місткістю 2,7 тис. т.

Нове будівництво потребує інвестицій у розмірі 10449 тис. грн.

Впровадження цього проекту дасть можливість отримати виручку (річний обсяг робіт та послуг) у розмірі 5572,23 тис. грн, собівартість при цьому дорівнюватиме 4920,02 тис. грн.

Потрібна чисельність працівників – 4 особи, а середньорічний обсяг продукції на одного працівника дорівнюватиме 1393,1 тис. грн/особу, що є добрим показником в галузі.

Прибуток від наданих робіт та послуг за рік дорівнюватиме 652,21 тис. грн, а прибуток від продажу власного зерна – 5607,7 тис. грн.

Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 5133,13 тис. грн, дозволяє окупити необхідні для розширення місткості перевантажувального комплексу інвестиції в розмірі 10449 тис. грн протягом 2,5 років (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 49,12 %.

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 2,7 тис.т в Хмельницькій області.

## Список літератури

1. Агропромисловий комплекс України [Електронний ресурс]. – [https://pidruchniki.com/1974041038608/rps/agropromisloviy\\_kompleks\\_ukrayini](https://pidruchniki.com/1974041038608/rps/agropromisloviy_kompleks_ukrayini)
2. Як працює елеватор? URL:<https://analit-pribor.com.ua/uk/developments/yak-praczyuye-elevator/> (дата звернення: 05.04.2023).
3. Інвестування у зерносховища: порівняння та вибір альтернативних варіантів. URL:<http://global-national.in.ua/archive/8-2015/144.pdf> (дата звернення: 05.04.2023).
4. Фермерські елеватори: чому їх будують і яке обладнання вибирають. URL:<https://sho-tam.com.ua/uk/news/fermerski-elevatori-chomu-yih-buduyut-i-yake-obladnannya-vibirayut/>(дата звернення 05.04.2023).
5. Міні-елеватор: без програшний варіант. URL:<http://agro-business.com.ua/agro/zberihannia/item/21947-minielevator-bezprohrashnyi-variant.html> (дата звернення: 05.04.2023).
6. Елеватор у полі. URL:<https://agrotimes.ua/article/elevator-u-poli-budivnytvo-fermerskogo-elevatora/> (дата звернення: 06.04.2023).
7. 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.
8. 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

9. 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/>>.

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

11. 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>

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

13. Дослідження ринків [Електронний ресурс] / <[pro-consulting.ua](http://pro-consulting.ua)>

14. 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.

15. Методичні вказівки до виконання курсового проекту 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.

16. 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.

17. 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.

18. Мониторинг температуры показывает все возможные угрозы // EltrumSystems: [Веб-сайт]. URL: <https://eltrum.com/ru/mobilnyj-monitoring-temperatury-zerna> (дата звернення: 28.03.2026).

19. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Електрозабезпечення та енергозбереження» для технологічних спеціальностей / Укладачі П.М. Монтік, Є.П. Штепа. – Одеса: ОНАХТ, 2020. – 15с.

20. Тарифи на електроенергію: чи зміняться вони у 2023 році. URL: <https://zn.ua/ukr/ECONOMICS/tarifi-na-elektroenerhiju-chi-zminjatsja-voni-u-2023-rotsi.html> (дата звернення: 04.05.2023).

21. Монтік П.М. Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник.– Львів: "Новий світ-2000", 2007. – 500 с.

22. 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

23. Гапонюк О.І. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту "Вентиляційні установки" при проектуванні або реконструкції підприємств по збереженню і переробці зерна для студ.-дипломників спец. 6.051701 та 7.05170101 ден. та заоч. форм навчання [Електронний ресурс] / О.І. Гапонюк, Г.А. Гончарук, А.В. Ульяницький. – О.: ОНАХТ, 2014. – 28 с. тексту.

24. [https://xn--80aqy.com.ua/katalog\\_elektrovdigatelei\\_air/](https://xn--80aqy.com.ua/katalog_elektrovdigatelei_air/)

25. [https://www.eib.org/attachments/pipeline/20120184\\_nts\\_ua.pdf](https://www.eib.org/attachments/pipeline/20120184_nts_ua.pdf)

26. <https://www.metallum.com.ua/ua/blog/rekomendaczii-po-raschetu-aspiraczionnyix-ustanovok/rekomendaczii-po-komponovke-i-raschetam-aspiraczionnyix-ustanovok>

27. <https://agrotimes.ua/article/aspiracziya-na-elevatori-klyuchovyj-element-tehnologiyi/>

28. <https://simo.com.ua/ua/obladnannya/sitovozdushnyie-separatoryi/separator-bsh-150>

29. ДБН Б.2.4.-3-95 «Планування і забудова сільських поселень. Генеральні плани сільськогосподарських підприємств»

30. 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).

31. Післязбиральна обробка зерна та зерносховища: навч. посіб. / Г.М.Станкевич, А.К.Кац, Т.В.Страхова та ін.; за ред. Г.М.Станкевича. Одеса: КП ОМД, 2022. 154 с

32. Шаповаленко О.І., Євтушенко О.О., Янюк Т.І. та ін.. Технологія та проектування елеваторів: навчальний посібник. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015.

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 А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення»

39. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення»

40. ДСТУ EN 12464-1:2016 Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 1. Внутрішні робочі місця (EN 12464-1:2011, IDT)

41. НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»».

42. ДСТУ 7237:2011 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту. Дата початку дії – 01.08.2011

43. НПАОП 0.00-1.64-77 Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в промисловості будівельних матеріалів

44. 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

45. Біологічні особливості та екологія представників.  
URL:<https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/95091017-a5b3-4704-a0a7-0dbb76575ba7/content>(дата звернення: 16.05.2023).

46. Агробізнес сьогодні. URL:[Агробізнес сьогодні \(agrobusiness.com.ua\)](http://agrobusiness.com.ua)(дата звернення: 16.05.2023).

47. Вредители и болезни зерновых колосовых культур.  
URL:<https://ru.scribd.com/document/464914942/%D0%92%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%89%D0%B0%D0%B3%D0%B8%D0%BD-%D0%9B-%D0%92%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B8-%D0%B8-%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B7%D0%BD%D0%B8-%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D1%85-%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D1%85-%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%83%D1%80-2001-pdf>(дата звернення: 17.05.2023).

48. Биохимия зерна и хлебопродуктов.  
URL:<https://studfile.net/preview/16371131/>(дата звернення: 17.05.2023).

49. Фузаріоз. Чи знаємо ми ворога в обличчя? URL: [Фузаріоз. Чи знаємо ми ворога в обличчя? | Сингента Україна \(syngenta.ua\)](#) (дата звернення: 17.05.2023).

50. Захист зернових культур від фузаріозів. URL: [▶ Захист зернових культур від фузаріозів - Журнал Агроном \(agronom.com.ua\)](#) (дата звернення: 18.05.2023).

51. Фузаріоз — збудник, який постійно потребує вашої уваги! URL: [Фузаріоз — збудник, який постійно потребує вашої уваги! | Сингента Україна \(syngenta.ua\)](#) (дата звернення: 18.05.2023).

52. Переваги покупки посівного насіння. URL: [Агромагазин LNZ web: купити агрохімію та насіння в Україні в аграрному інтернет-магазині.](#) (дата звернення: 19.05.2023).

53. ДСТУ 3768:2019 Пшениця. Технічні умови. URL: [https://www.google.com/search?q=%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+3768%3A2019+%C2%AB%D0%9F%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F.+%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96+%D1%83%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B8%22.&rlz=1C1IXYC\\_ruDE975DE975&oq=%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+3768%3A2019+%C2%AB%D0%9F%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F.+%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96+%D1%83%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B8%22.&aqs=chrome..69i57.814j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+3768%3A2019+%C2%AB%D0%9F%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F.+%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96+%D1%83%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B8%22.&rlz=1C1IXYC_ruDE975DE975&oq=%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3+3768%3A2019+%C2%AB%D0%9F%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F.+%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96+%D1%83%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B8%22.&aqs=chrome..69i57.814j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8) (дата звернення: 20.05.2023).

54. Токсичні загрози врожаю під час зберігання: як уникнути зараження? URL: <https://www.growhow.in.ua/toksychni-zagrozy-vrozhayu-pid-chas-zberigannya-yak-unyknuty-zarazhennya/> (дата звернення: 20.05.2023).

55. Фузаріоз колоса. URL: [Фузаріоз колоса ★ Департамент АПР та ЗВ ДОДА \(dn.gov.ua\)](#) (дата звернення: 20.05.2023).