

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



## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА

на тему:

**«Розробка проєкту заготівельного елеватора місткістю 27 тис. тонн на основі досліджень характеристик зерносушарок конвеєрного типу та якості просушеного на них зерна»**

Здобувачки Бойко М.О.  
(прізвище, ініціали)  
VI курсу ЗТЗ-72 а групи

Керівник проф. Станкевич Г.М.  
(посада, прізвище та ініціали)

Консультант: проф. Басюркіна Н.Й.  
(посада, прізвище та ініціали)

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від 4 грудня 2023 р., протокол № 12.

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

Одеса – 2023 рік

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет \_\_\_\_\_ *Технології зерна і зернового бізнесу*  
Кафедра \_\_\_\_\_ *Технології зерна і комбікормів*  
Ступінь вищої освіти \_\_\_\_\_ *Магістр*  
Спеціальність \_\_\_\_\_ *181 «Харчові технології»*  
Освітня програма \_\_\_\_\_ *«Технології зберігання і переробки зерна»*

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувачка кафедри ТЗіК**

\_\_\_\_\_ *Алла МАКАРИНСЬКА*

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року

## **ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

\_\_\_\_\_ **Бойко Мирослава Олегівна**  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: П.2.2 «Розробка проекту заготівельного елеватора місткістю 27 тис. тонн на основі досліджень характеристик зерносушарок конвеєрного типу та якості просушеного на них зерна»

Затверджена наказом закладу вищої освіти від «21» 12 2022 року № 958-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ 01.12.2023 р.

3. Вихідні дані: Річний об'єм приймання зерна з автотранспорту – 40 000 т; річний об'єм приймання ранніх культур (пшениця, ячмінь) – 18 000 т; долі зерна ранніх культур різної вологості: сухого – 0,6; вологого – 0,4; період заготівель ранніх культур – 15 діб; річний об'єм приймання пізніх культур – 22 000 т; долі зерна пізніх культур різної вологості: сухого – 0,6; вологого – 0,4; період заготівель пізніх культур – 30 діб; річний об'єм відпуску зерна на автомобільний транспорт – 40 000 т; кількість місяців відпуску зерна – 7; тривалість відпуску зерна на за місяць – 16 діб; тривалість відпуску зерна за добу – 6 год;

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

Анотація. Вступ. Науково-дослідна частина. Техніко-економічне обґрунтування. Технологічна частина. Охорона праці. Техніко-економічні розрахунки. Список літератури.

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

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

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Науково-дослідна частина; Технологічна частина; Охорона праці	<i>проф. Станкевич Г.М.</i>		
Техніко-економічне обґрунтування; Техніко-економічні розрахунки	<i>Проф. Басюркіна Н.Й.</i>		

7. Дата видачі завдання 21.12.2022

Керівник \_\_\_\_\_ *проф. Станкевич Г.М.*  
(підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ *Бойко М.О.*  
(підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Науково-дослідна частина (НДЧ)</i>	<i>01.10-08.10</i>	
2	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	<i>09.10-20.10</i>	
3	<i>Технологічна частина</i>	<i>21.10-25.10</i>	
4	<i>Креслення планів, розрізів</i>	<i>26.10-28.10</i>	
5	<i>Креслення структурної та принципової схем</i>	<i>29.10-01.11</i>	
6	<i>Креслення РСРЗіВ</i>	<i>02.11-04.11</i>	
7	<i>Креслення генерального плану</i>	<i>05.11-09.11</i>	
8	<i>Охорона праці</i>	<i>10.11-19.11</i>	
9	<i>Техніко-економічні розрахунки</i>	<i>20.11-23.11</i>	
10	<i>Оформлення креслень на аркушах формату А1</i>	<i>24.11-28.11</i>	
11	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>29.11-03.12</i>	
12	<i>Затвердження роботи</i>	<i>04.12.2023</i>	
	<i>Захист</i>	<i>21.12-22.12</i>	

Здобувач (ка) \_\_\_\_\_ *Бойко М.О.*  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Головний керівник \_\_\_\_\_ *Станкевич Г.М.*  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ *Станкевич Г.М.*  
(підпис) (прізвище, ініціали)

*Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікованої роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікованої роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.*

*Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.*

Здобувач (ка) \_\_\_\_\_ *Бойко М.О.*  
(підпис) (прізвище, ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра «Розробка проєкту заготівельного елеватора місткістю 27 тис. тонн на основі досліджень характеристик зерносушарок конвеєрного типу та якості просушеного на них зерна» присвячена питанням дослідження технології сушіння зерна на конвеєрних зерносушарках Alvan Blanch. На основі паспортних даних сушарок типу DF побудовані графічні залежності їх продуктивності від швидкості руху конвеєра та висоти (товщини) шару зерна, які дають наочну характеристику виявленим закономірностям; у виробничих умовах досліджена рівномірність сушіння зерна кукурудзи за вологістю та тріщинуватістю; встановлена характер залежності продуктивності та питомих витрат газу від початкової вологості зерна.

Кваліфікаційна робота магістра включає в себе вступ, огляд літературних джерел, мету, завдання і об'єкт дослідження, методи і методика досліджень, опис результатів, основні висновки та рекомендації, список використаної літератури та додатки. Окремими розділами представлено техніко-економічне обґрунтування та техніко-економічні розрахунки досліджень, а також технологічна частина будівництва елеватору та охорона праці.

Дослідження показали, що проектування нового елеватору є економічно доцільним: чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації обсягу робіт та послуг в сумі 34816,462 тис. грн, дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 78988,23 тис. грн протягом 2,4 років (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 41,1 %.

Кваліфікаційна робота представлена пояснювальною запискою на 103 аркушах, що включають 19 таблиць, 11 рисунків, список використаних літературних джерел з 35 найменувань, ілюстративний матеріал на 7 сторінках. Графічний матеріал подано на 6 графічних аркушах формату А1.

Ключові слова: стрічкові конвеєрні сушарки, продуктивність сушарки, зерно кукурудзи, якість зерна, рівномірність сушіння, питомі витрати газу

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
Розділ 1 Науково-дослідна частина.....	9
1.1 Аналітичний огляд літературних джерел.....	9
1.1.1 Загальні відомості та особливості про сушарки конвеєрного типу.....	9
1.1.2 Характеристика конвеєрних зерносушарок Alvan Blanch.....	12
1.2 Програма, об'єкти та методи досліджень.....	19
1.3 Результати досліджень.....	20
Висновки.....	27
Розділ 2 Техніко-економічне обґрунтування.....	29
Розділ 3 Технологічна частина.....	37
3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання.....	38
3.1.1 Розрахунок обсягів робіт.....	38
3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання.....	39
3.1.2.1 Визначення кількості та продуктивності зерноочисного обладнання.....	39
3.1.2.2 Визначення кількості та продуктивності зерносушарок.....	41
3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу.....	43
3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання.....	44
3.1.4.1 Розрахунок основних норій.....	44
3.1.4.2 Визначення кількості та продуктивності конвеєрів.....	47
3.1.4.3 Самопливи.....	48
3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв.....	48
3.2 Обробка і зберігання відходів.....	50
3.3 Проектування зерносховищ.....	51
3.4 Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані.....	52
3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП.....	53
3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів.....	55

3.7	Проектування, опис і аналіз РСРЗіВ.....	55
3.7.1	Опис РСРЗіВ.....	56
3.7.2	Аналіз РСРЗіВ.....	58
3.8	Характеристика будівельних споруд.....	59
3.8.1	Опис генерального плану.....	59
3.8.2	Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору.....	61
Розділ 4 Охорона праці.....		63
4.1	Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів (НШВФ) підприємства.....	63
4.2	Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ.....	64
4.3	Заходи щодо пожежної безпеки.....	69
Розділ 5 Техніко-економічні показники.....		72
5.1	Розрахунок чисельності працюючих.....	72
5.2	Розрахунок виробничої програми.....	73
5.3	Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства.....	74
5.4	Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік.....	79
5.5	Розрахунок прибутку.....	81
5.6	Розрахунок інвестицій.....	82
5.7	Розрахунок рентабельності інвестицій.....	83
5.8	Розрахунок строку окупності інвестицій.....	83
5.9	Основні техніко-економічні показники проекту.....	84
5.10	Оцінка науково-технічної ефективності розробки проекту будівництва виробничого елеватора на основі використання сучасної технології післязбиральної обробки зерна та новітнього обладнання.....	84
Висновки та рекомендації.....		90
Список використаної літератури.....		92
Ілюстративний матеріал.....		96

## ВСТУП

Природно-кліматичні умови України сприятливі для вирощування практично всіх відомих зернових і зернобобових культур. Країна займає одне із провідних місць в Європі за виробництвом високоякісного зерна різного призначення.

Однією з основних задач сільського господарства є збільшення виробництва і заготівель зерна різних культур. Особливе значення набуває вдосконалення організації закупівель значної кількості зерна, його якісна післязбиральна обробка, зберігання і відвантаження споживачам. Прогресивні в технологічному і економічному відношеннях способи прийому, обробки та зберігання зерна забезпечують зниження втрат, сприяють збереженню і поліпшенню природних якостей зерна, що дозволяє використовувати цей найважливіший продукт харчування.

Забезпечення населення країни достатньою кількістю вітчизняних якісних продуктів харчування залежить головним чином від обсягу виробництва сільськогосподарської продукції і насамперед зерна — важливого виду продовольчих ресурсів, цінної сировини для ряду галузей переробної промисловості, незамінного джерела створення повноцінної кормової бази для розвитку тваринництва.

За останні кілька десятиріч галузь зберігання і переробки продукції рослинництва пройшла складний шлях розвитку і вдосконалення та збудовано багато металевих елеваторів.

Елеватори — найбільш досконалий тип зерноскладів. Вони являють собою комплекс наступних основних споруд: робочої будівлі, де розміщено основне технологічне і транспортуюче обладнання; силосних корпусів для зберігання зерна; прийомних і відпускних пристроїв для роботи з різними видами транспорту; зерносушарок; цеху (складу) відходів.

Незважаючи на різноманіття типів елеваторів, основне їхнє призначення в принципі формулюється однаково: прийняти зерно, піддати його обробці (очищення, сушіння, активне вентилування тощо), забезпечити надійне зберігання, відвантажити споживачеві. Одночасно з урахуванням свого основного функціона-

льного призначення кожен тип елеватора передбачає і певні конструктивні, технологічні та інші особливості.

Одним з найбільш ефективних прийомів підготовки зерна до тривалого зберігання — це його сушіння. Воно покращує хлібопекарські, борошномельні та інші товарні якості зерна, значно скорочує витрати у перевезеннях зерна, підвищує продуктивність переробних підприємств (млинів, крупорушок тощо) та зменшує знос обладнання, а отже, і вартість переробки.

При виборі зерносушильного обладнання необхідно враховувати безліч чинників для того, щоб обране обладнання максимально відповідало потребам господарства або елеватора, також було економічним і простим в експлуатації перш за все варто звернути увагу на такі показники як універсальність, продуктивність, енергоефективність, екологічність.

Останніми роками підвищилась увага до порівняно нового в Україні сушильного обладнання — конвеєрних зерносушарок. Вони приваблюють низкою своїх переваг перед іншими типами зерносушарок, що традиційно використовуються для сушіння зерна. Це їх універсальність, можливість сушити засмічене зерно, можливість переходити на сушіння інших культур без вивантаження та зупинки сушарки, зменшеним пилевиділення, підвищеною рівномірністю сушіння зерна тощо.

Недостатність інформації з практичного застосування конвеєрних зерносушарок спонукає до їх подальшого вивчення. Проведення наукових досліджень та накопичення досвіду експлуатації конвеєрних зерносушарок дозволить розширити існуючий парк зерносушарок та поліпшити ефективність сушіння зерна.

## РОЗДІЛ 1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

### 1.1 Аналітичний огляд літературних джерел

#### 1.1.1 Загальні відомості та особливості про сушарки конвеєрного типу

Загально відомо, що технологічна операція сушіння зерна є однією з головних на зернозаготівельних, фермерських та інших підприємств, що займаються доробкою та зберіганням зерна. На підприємствах системі зберігання зерна найбільш розповсюдженими є шахтні зерносушарки, як є найбільш досконалими з точки зору якості просушеного зерна та витрат палива на процес сушіння зерна. Є також багато колонкових модульних та баштових зерносушарок, основним недоліком яких є підвищена нерівномірність просушеного в них зерна [1].

В Україні на декількох невеликих підприємствах з недавно експлуатуються маловідомі зерносушарки конвеєрного типу, які за літературними джерелами мають певні переваги перед традиційними зерносушарками зернової галузі [2, 3].

Сушарки конвеєрного типу поки що мало відомі в Україні. Вони мають певні відмінності від традиційного, звичного парку зерносушарок, але й мають певні корисні особливості, які можуть зацікавити виробників зерна та навіть і крупних зернозаготівельних підприємств.

Довкола вибору рішення для зерносушіння ведеться постійна дискусія. Насамперед вибір зерносушарки визначається її продуктивністю, вартістю, витратою палива, безпекою в роботі, надійністю автоматичного контролю вологості зерна на виході із сушарки, автоматичним управлінням температурою зерна та гарячого агента сушіння. Важливим є легкість очищення від зернової маси сушарки, особливо в разі сушіння різних партій насінневого матеріалу. Зважають також на вид зерна та його подальше призначення (товарне, фуражне, насіннєве) [2].

Нинішні методи заощадження енергії в сушарках пов'язані з такими рішеннями

					<i>КРМ.ТЗіК.1.958-03.ІІ.2.2</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Бойко М.О.</i>			<i>Розробка проекту будівництва заготівельного елеватора 27 тис. тонн на основі досліджень характеристик зерносушарок конвеєрного типу та якості просушеного зерна на них</i>	<i>Лист.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консульт.</i>		<i>Станкевич Г.М.</i>					9	103
<i>Керівник</i>		<i>Станкевич Г.М.</i>				ОНТУ гр. ЗТЗ-72		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав. кафедри</i>		<i>Макаринська А.В.</i>						
								9

нями, як рециркуляція, рекуперація та теплоізоляція зерна. Серед менш відомих в Україні та перспективних для застосування — сушарки *безперервного потоку конвеєрного типу* із системою рекуперації тепла. Обладнання цього типу є модульною конструкцією, що постачається в зібраному вигляді з пультом керування й електричним устаткуванням. Його конструктивна основа — два похилих ложа (рис. 1.1), що складаються зі спеціальних сталевих перфорованих пластин, зібраних у вигляді жалюзі (крізь них проникає гаряче повітря, що продуває та захоплює за собою зерно: верхнє ложе призначено для сушіння зерна, а нижнє — для його досушування й охолодження) [2].

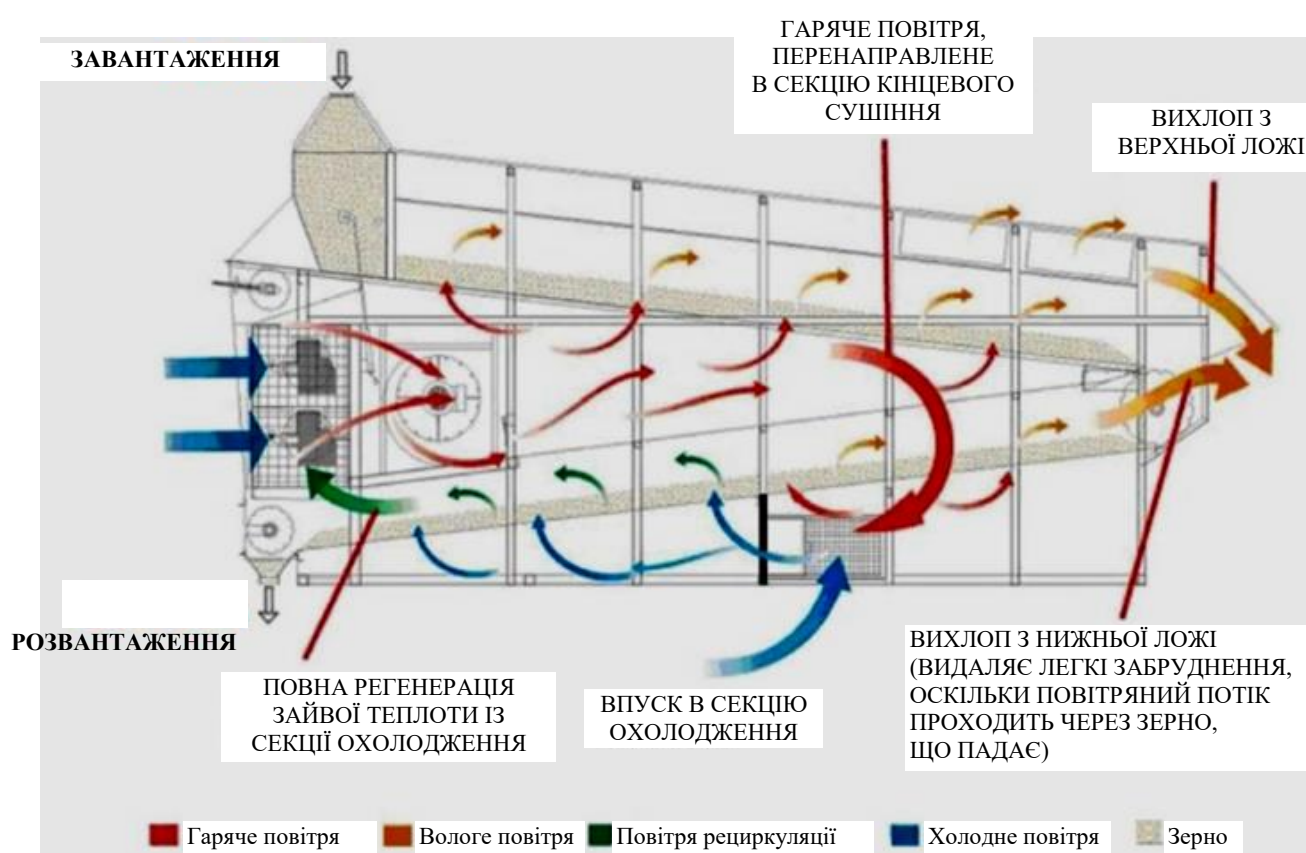


Рисунок 1.1 – С схема руху зерна, сушильного агента та повітря у конвеєрній зерносушарці

Вологе зерно подається в накопичувальний бункер, з якого самопливом рівномірно розподіляється по всій ширині ложа через засувку, що регулює товщину шару зерна на верхнім ложі залежно від його вологості. Також є автоматичне регулювання швидкості руху зернового потоку (максимальна швидкість руху — 110 см/хв.), що залежить від вологості й температури зерна, та температури агента

сушіння. Температуру агента сушіння задає оператор, вона автоматично контролюється та підтримується автоматикою сушарки з точністю 0,1 °С. Починаючи із середини нижнього ложа крізь зерно, що рухається повільно, продувається зовнішнє холодне повітря. Усі гарячі зони сушарки теплоізолюються з внутрішнього гарячого боку, що зменшує втрати тепла на нагрівання металевих конструкцій сушарки та непродуктивних витрат палива й заощаджує до 30% енергії, що підтверджено численними тестами.

Нагріте сухе повітря з охолоджувальної секції надходить у камеру згоряння через канали рециркуляції, що зменшує витрати пального на 20–25%.

Така схема дозволяє сушити різні культури дрібними партіями, не зупиняючи процес для очищення.

Монтажні та пусконаладжувальні роботи становлять 3–5 днів. Для встановлення сушарки та монтажу потрібен простий стрічковий фундамент. Сушарка, що призначена для сушіння будь-яких культур, знімає до 15% вологості за один прохід; завдяки правильному розподілу потоків повітря має високу економічність (як свідчать офіційні результати випробувань сушарок, витрати пального становили 0,9–1 м<sup>3</sup> газу на 1 т·% за вологості зовнішнього повітря 70–95% і температури +9...+13 °С), повністю автоматизована, що знижує ризик поламки в разі неправильної експлуатації [2].

Також розв'язується проблема видалення зернового пилу: у місці пересипу зерна з верхнього на нижнє ложе підключається трубопровід системи аспірації. У простому варіанті передбачено встановлення осадової камери, де накопичується зерновий пил і потім вручну відділяється.

Концепція сушіння через шар зерна з його самопливним рухом є більш функціональною порівняно з іншими рішеннями. Варто зазначити такі переваги:

– на традиційних вертикальних сушарках, коли змінюють сільськогосподарську культуру або партію зерна, що подається на сушіння, неминуче відбувається змішування врожаю. Для розв'язання проблеми необхідно спустошувати й перезавантажувати сушильний бункер, що призводить до простоїв у роботі. У конвеєрних такої проблеми немає;

– у конвеєрних сушарках використовується більший повітряний потік порівняно з іншими рішеннями. Це дає змогу досягати хороших результатів сушіння навіть за низьких температурах теплоносія для насіння таких культур, як трави, ріпак, солодовий ячмінь, зернобобові, зернові тощо;

– зерно просушується дуже рівномірно через відсутність струминних течій агента сушіння (спостерігається на сушарках гравітаційного типу, якщо локально застрягнуть грудки вологого зерна). Принцип конвеєра забезпечує однакову контрольовану тривалість просушування всього зерна для будь-яких культур різної вологості. Повне перемішування зерна досягається за рахунок напрямку руху зернового потоку згори донизу;

– у разі сушіння зернових з особливо високим питомим умістом вологи на сушарках конвеєрного типу досягнуті кращі результати. Протилежність тому — прості вертикальні сушарки, в яких вологий урожай може зависнути й утворити затор у каналі. Конструкція оцинкованого перфорованого ложа робить неможливим, щоб застрягли зернятка або сміття, що знижує до мінімуму ризик виникнення пожежі;

– можливість регулювати глибину шару залежно від вологості зерна. Чим вища вологість, тим менша глибина шару зерна. За цієї системи зерно не страждає від підвищеного тиску, не мнеться й рухається вільно на відміну від сушарок баштового типу з фіксованою висотою насипу. Застосування запропонованої системи дає змогу одержати заплановані показники характеристик зерна.

В інтернетівських сайтах найбільш детально описана зерносушарка конвеєрного типу англійської фірми Алван Бланч [4], загальний вигляд якої наведено на рис. 1.2.

Alvan Blanch (Алван Бланч) є зерносушаркою горизонтального типу, а точніше конвеєрною, звідки і випливають всі її переваги.

### **1.1.2 Характеристика конвеєрних зерносушарок Alvan Blanch**

Сушарки Alvan Blanch дуже компактні, низькі, відносно легко та швидко монтуються і, в разі потреби, легко демонтуються, чим підвищується їх ліквід-

ність і привабливість для фінансування лізинговими компаніями та банками порівняно з шахтними зерносушарками.



Рисунок 1.2 – Конвеєрна сушарка в ув'язці з зерноскладом

### ***Особливості зерносушарок Alvan Blanch [3]***

*Рекуперація тепла.* Сушарки Alvan Blanch оснащені системою рекуперації теплого повітря із зони охолодження для суттєвої економії палива.

*Низька висота.* Сушарки Alvan Blanch — це горизонтальні сушарки. Їхня висота до 7 м, що не потребує високих норій і норійних веж для завантаження.

*Цілі зерна.* Зерно не падає в шахту з великої висоти і не треться при просуванні. Зерна і насіння з сушарок Alvan Blanch виходять цілими!

*Будь-яка засміченість.* Зерносушарка Alvan Blanch може сушити зерно майже будь-якого ступеня засміченості.

*Різні матеріали.* У горизонтальній сушарці Alvan Blanch можна сушити не тільки зерно, а й безліч інших продуктів і матеріалів: пелета, трава, макуха тощо.

*Безперервний цикл.* Зерносушарки Alvan Blanch — це потокові сушарки, тобто сушіння та охолодження в них здійснюється безперервно.

*Змінний шар.* Спеціальний розподільний механізм на вході забезпечує дуже

високу рівномірність шару зерна.

*Зона відлежування.* У процесі сушіння зерно проходить зону відлежування, де воно відпочиває від гарячого повітря для вирівнювання внутрішніх напружень.

*Перемішування.* На півдорозі зерно дбайливо перемішується при пересипанні на нижній конвеєр. Це забезпечує рівномірну кінцеву вологість зерна.

### ***Рух зерна в сушарках Алван Бланч***

Сушарку Alvan Blanch виготовлено у вигляді горизонтального короба, у середині якого знаходяться конвеєрні механізми.

Зерно надходить у герметичний бункер зерносушарки за допомогою активного або пасивного зернотранспортного обладнання. Можливий варіант збільшеного завантажувального бункера з датчиками рівня зерна, які командують роботою завантажувального зернотранспортного обладнання.

Далі зерно надходить на розподільний механізм, який укладає його на верхній конвеєр і рівномірно розподіляє по всій ширині сушарки. При цьому, передбачена можливість легкого регулювання глибини шару продукту.

На конвеєрі зерно дбайливо просувається за допомогою системи поперечних перекладин, рухомих сталевим ланцюгом. Конвеєр зерносушарки Alvan Blanch виконаний зі спеціальних жалюзі, крізь які знизу вгору проходить гаряче повітря. У кінці верхнього конвеєра зерно передається на нижній конвеєр за допомогою механізму, який також виконує його повне перемішування, що забезпечує рівномірну кінцеву вологість.

### ***Поперечний потік повітря***

Порівняння з американськими зерносушарками поперечного потоку.

Очевидно, що зерносушарка Алван Бланч — це зерносушарка поперечного потоку. І, за ідеєю, вона повинна бути наділена всіма перевагами і недоліками цих зерносушарок.

Однак, це не зовсім так. У той час, як усі переваги тут присутні, у зерносушарці Алван Бланч відсутні три головні мінуси американських зерносушарок поперечного потоку. А саме:

### *Низький рівень викидів пилу*

Не можна стверджувати, що існує зерносушарка, з якої не виходить пил. Пил виділяється з усіх наявних типів зерносушарок. Питання лише в її кількості.

На відміну від американських зерносушарок поперечного потоку, де відпрацьоване повітря виходить по всій висоті сушильної колони в горизонтальному напрямі, зерносушарка Алван Бланч має більш цікаву конструкцію.

Річ у тім, що зерно в англійській сушарці лежить не вертикальним, а горизонтальним шаром. А повітря продуває зерно в поперечному напрямку, тобто не горизонтально, а знизу вгору. Таким чином, важчі частинки пилу мають менше шансів потрапити назовні, оскільки на них впливає сила земного тяжіння.

Тому, пил на конвеєрному ложі практично не утворюється.

Основна частина пилу утворюється в задній частині сушарки Alvan Blanch, де відбувається перемішування зерна. Однак, як видно на відео, пил тут утворюється тільки в моменти переходу зерна з верхнього конвеєра на нижній, а кількість пилу тут набагато менша, ніж в американських сушарках. Крім того, основна частина пилу залишається в цій зоні, нікуди не відлітаючи.

Тому, зерносушарка Alvan Blanch має вищі показники чистоти порівняно з іншими своїми побратимами.

Для підприємств і господарств, де питання пилу стоїть дуже гостро, компанія Alvan Blanch пропонує додаткове рішення — пилозбірник, який встановлюється в хвостовій частині зерносушарки та дає змогу пилу осісти на підлогу перед тим, як відпрацьоване повітря буде викинуте назовні. Проте абсолютній більшості фермерських господарств таке рішення не потрібне.

Компанія також часто рекомендує не поспішати купувати пилозбірник разом із зерносушаркою. Адже рівень викидів пилу дійсно доволі низький порівняно з іншими сушарками. Тому можна встановити зерносушарку, попрацювати на ній хоча б один сезон і, якщо буде ухвалено рішення про встановлення додаткового пилозбірника, побудувати його на наступний сезон. Але це трапляється рідко.

### *Рівномірний прогрів нижніх шарів*

Класична американська зерносушарка поперечного потоку має один вели-

кий недолік: шар зерна продувається в одному напрямку, і внутрішні шари зерна завжди сильніше нагріваються, ніж зовнішні. У підсумку, на виході отримуємо неоднорідну вологість зерна.

Цю проблему схематично зображено на малюнку, а більш детально можна почитати в статті про зерносушарки поперечного потоку.

Однак, зерносушарки Alvan Blanch влаштовані інакше!

В американській сушарці гаряче повітря подається через усю площу сітки, в якій утримується зерно. Це призводить до постійного перегріву шару зерна, який знаходиться найближче до «гарячої» сітки.

У зерносушарці Alvan Blanch конструкція дещо цікавіша. Річ у тім, що повітря тут подається через щілини в конвеєрі, які розташовані з деяким інтервалом (на фото – червоні лінії). Таким чином, нижні шари зерна періодично то обдуваються гарячим повітрям, то не обдуваються, що дозволяє самому нижньому шару зерна нагріватися повільніше.

Важливим фактором є також і те, що нижній шар зерна просувається конвеєром, який виконує дуже повільне і щадне, але наполегливе перемішування. (Це, однак, не стосується верхніх шарів зерна, де в перемішуванні немає потреби.)

Конвеєр зерносушарки Alvan Blanch влаштований не так, як американські сушарки. У ній є щілини, через які надходить гаряче повітря. В інших місцях зерно дещо вилежується («відпочиває»).

Крім того, в задній частині зерносушарки Alvan Blanch, є зона відлежування і повного перемішування зерна.

Тут зерно не обдувається потоком гарячого повітря. Сушарка дає йому можливість відлежатися та вирівняти внутрішню напругу у зерні.

У процесі відлежування зерно також дбайливо пересипається з верхнього конвеєра на нижній. Таким чином, відбувається його ретельне перемішування перед подальшим процесом сушіння, який відбуватиметься на нижньому конвеєрі.

Отже, у зерносушарках Alvan Blanch набагато рівномірніша кінцева вологість зерна, ніж у будь-яких інших сушарках поперечного потоку.

### *Наявність системи рекуперації тепла*

Колонкові (модульні) зерносушарки в принципі не мають системи рекуперації тепла. А якщо й мають, то організувати її складно і неефективно. Баштові сушарки ще можуть оснащуватися системами рекуперації тепла, хоча їхня ефективність, звісно ж, невисока і не завжди є можливість їхнього вимкнення.

У сушарці Alvan Blanch, є система рекуперації тепла, що вимикається, яка подає тепле повітря із зони охолодження назад на вентилятори гарячого повітря. Це система, яка дає змогу суттєво економити паливо.

Під час запуску однієї із зерносушарок Alvan Blanch, було виявлено, що в газовій трубі недостатня кількість газу для роботи двох пальників. З відключеною системою рекуперації тепла на повній потужності часто не вистачає, щоб набрати температуру 85°C.

Однак, після включення системи рекуперації тепла температура швидко набирається до 110°C і можна підняти температуру і вище.

Таким чином, завдячуючи системі рекуперації тепла, вдається збільшити температуру повітря на 25°C.

З огляду на температуру навколишнього середовища того дня (рівно 0°C), ефективність системи рекуперації тепла в зерносушарці складає не менше ніж  $(110-(85-0))/85 = 30\%$ .

Це досить високий показник. І він означає, що з увімкненою системою рекуперації тепла при сушінні кукурудзи сушарка Alvan Blanch заощадить щонайменше 30% палива [3, 4].

### *Рух повітря в сушарках Алван Бланч*

Холодне повітря з навколишнього середовища (і частина повітря рекуперації – див. нижче) відбирають два відцентрові вентилятори, воно подається на пальники в камеру згоряння. Тут він нагрівається і надходить у спеціальну камеру гарячого повітря, розташовану між двох конвеєрів.

Більша частина гарячого повітря подається на верхній конвеєр, на якому сушиться найвологіше зерно, а менша частина повітря надходить на першу частину нижнього конвеєра, на якому завершується процес сушіння зерна.

Також, на нижньому конвеєрі зерносушарки Alvan Blanch є і друга його частина, яка охолоджує зерно. У процесі продування зерна холодним повітрям із навколишнього середовища, зерно остигає, а повітря нагрівається. Тому таке тепле повітря повторно використовується в процесі сушіння зерна. Це називається системою рекуперації тепла і дає змогу знизити витрати пального.

Що стосується зерна, то воно, пройшовши свій шлях верхнім конвеєром, потрапляє в зону відлежування зерна, де зерно трохи відлежується для зняття внутрішніх напружень, а також ретельно перемішується, що благотворно впливає на його органолептичні якості.

### ***Будівництво та пусконаладжувальні роботи***

На відміну від багатьох типів зерносушарок для конвеєрних зерносушарок досить простого стрічкового фундаменту, а монтаж і пусконаладжувальні роботи проходять за три дні, адже сушарки Alvan Blanch поставляються замовнику майже готовому, зібраному вигляді. Винятком є найпотужніша модель DF48000, яка, в силу великих габаритів, поставляється в розібраному вигляді і вимагає більше часу на установку, а також більше коштів на транспортування.

### ***Строк експлуатації***

Компанія Alvan Blanch акцентує увагу на те, що міцна зварна конструкція конвеєрних зерносушарок виготовлена так, щоб клієнт користувався нею мінімум 20 років (якщо не трапиться яка-небудь непередбачувана пригода). Конструкція цієї сушарки перевірена часом, перші сушарки подібного типу в Англії працюють без поломок вже понад 30 років.

### ***Продуктивність та асортимент сушарок***

Alvan Blanch пропонує 12 різних моделей, призначених для сушіння будь-яких культур, зі зніманням до 15% вологості за один прохід. Найпотужніша зерносушарка здатна висушити 29 тонн кукурудзи на годину з 25 до 15% вологості або 53 тонни пшениці при знятті вологості з 20 до 15% [2]. Але в Alvan Blanch наводять приклади паралельної установки двох сушарок. При такій композиції досягається ще більша ефективність завдяки додатковій рециркуляції гарячого повітря, що поступає з нижнього ложа. При недостатньому обсязі зерна можна працю-

вати на одній сушарці, що знову-таки може вплинути на ефективність її роботи. Варто зауважити, що можливість сушити різне за типом і властивостями зерно без необхідності спустошувати сушарку значно збільшує практичну пропускну здатність зернових конвеєрних сушарок. За даними компанії Alvan Blanch немає жодних перешкод встановлювати сушарки в господарствах з обсягами зерна 100 тис. на рік та більше.

Як видно з проведеного літературного огляду принципу роботи та конструктивних особливостей зерносушарок Alvan Blanch, наразі недостатньо даних про характер взаємовпливу швидкості руху конвеєрної стрічки та товщини шару зерна, що сушиться, на їх продуктивність. Незважаючи на багато описаних переваг сушарок, в літературних джерелах і відсутні дані про показники якості просушеного зерна, зокрема зерна кукурудзи, надто чутливого до теплового сушіння.

Саме ці питання і визначили мету та завдання проведених наукових досліджень.

## **1.2 Програма, об'єкти та методи досліджень**

**Метою досліджень** було вивчення впливу керуючих конструктивних факторів конвеєрних зерносушарок Alvan Blanch типу DF на їх продуктивність, а також визначити енерговитрати та оцінити якість просушеного зерна кукурудзи.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- на основі паспортних конструктивних характеристик конвеєрних сушарок Алван Бланч типу DF встановити графічні залежності їх продуктивності від швидкості руху конвеєра та товщини шару зерна, що сушиться;
- дослідити у виробничих умовах залежність продуктивності від початкової вологості зерна кукурудзи, описати її емпіричним і рівняннями та провести його статистичну оцінку;
- дослідити у виробничих умовах вплив початкової вологості зерна кукурудзи на питомі витрати природного газу та провести оцінку тренду цього впливу;

– встановити вплив початкової вологості зерна кукурудзи на її тріщинуватість та тренди її змін.

**Програма досліджень** полягала у послідовному виконанні поставлених завдань та визначенні окремих показників якості зразків зерна кукурудзи, просушених на конвеєрній зерносушарці Alvan Blanch у виробничих умовах.

**Об'єктом** досліджень була діюча конвеєрна зерносушарка Alvan Blanch DF 10500, що розташована у комплексі споруд (зерносховища) с. Струмок Татарбунарського р-ну Одеської обл., а також просушені на ній зразки зерна кукурудзи.

**Методики досліджень.** У проведених дослідженнях були використані аналітичні, статистичні та експериментальні методи. Визначення показників якості зерна кукурудзи (вологості зерна та його тріщинуватості) проводили на підприємстві за стандартними методами.

Обробку результатів досліджень проводили у середовищу MS Excel-2007. Апроксимацію табличних даних та їх статистичну оцінку проводили методом найменших квадратів з використанням процедури «Пошук рішень», що входить в пакет MS Excel-2007.

Вбудовані стандартні функції Excel використовували також для оцінки статистичних характеристик отриманих експериментальних даних (коефіцієнти варіації тощо).

### **1.3 Результати досліджень**

На початковому етапі досліджень було проведено аналіз залежності продуктивності конвеєрних сушарок від товщини шару зерна, розташованого на верхній перфорованій стрічці та швидкості руху стрічки. Для цього були використані дані конструктивних характеристик, наведених у паспортах конвеєрних сушарок типу DF, які випускає англійська фірма Alvan Blanch.

Обробка вказаних даних з використанням засобів Excel дозволила отримати графічні залежності продуктивності конвеєрних сушарок від товщини шару зерна, що рухається на перфорованій стрічці, та від швидкості руху самої стрічки. Гра-

фіки (рис. 1.3) побудовані для трьох груп сушарок типу DF, які мають однакову ширину рухомої стрічки. Вказані значення продуктивності сушарки відносяться до сушіння зерна пшениці з об'ємною масою  $790 \text{ кг/м}^3$ .

Аналіз наведених графіків показує, що продуктивність сушарок зростає з підвищенням як швидкості руху стрічки, так і товщини шару зерна на ній. З порівняння між собою рис. 1.3 ( а, б, в) видно, що за більшої ширини стрічки діапазон продуктивності сушарок теж більша — для сушарок з шириною стрічок 2,49 м, 3.10 м та 3,66 м вона складає відповідно для пшениці 2,9–41,5 т/год, 3,6–51,7 т/год та 4,3–61,1 т/год.

Видно також, що незалежно від ширини стрічки, сумісне збільшення товщини шару зерна за більшої швидкості її руху, призводить до більш стрімкого зростання продуктивності, що можна пояснити проявою спільного впливу (взаємодії) двох розглянутих факторів.

Для перерахунку продуктивності сушарки при сушінні різних культур необхідно враховувати спеціальний коефіцієнт, що визначається як співвідношення їх об'ємної маси до об'ємної маси зерна пшениці.

У другій частині досліджень вивчали показники якості зерна кукурудзи, просушеної у виробничих умовах на конвеєрній сушарці Alvan Blanch моделі DF. Дослідження проводили у жовтні–листопаді 2023 р. на сушарці встановленої у зерносховищі с. Струмок Татарбунарського р-ну Одеської обл.

Зерно рядової кукурудзи сушили за таких режимів: температура сушильного агента  $79\text{--}90 \text{ }^\circ\text{C}$ , товщина шару зерна  $270\text{--}300 \text{ мм}$ , швидкість руху стрічки регулювали залежно від початкової вологості зерна кукурудзи, щоб досягти кінцеву вологість зерна межах  $14\text{--}15 \%$ .

Із просушеної кукурудзи періодично відбирали зразки зерна та визначали показники його якості: початкові та кінцеву вологість і тріщинуватість зерна. Крім того, фіксували час сушіння, масу просушеного зерна, витрати газу та умови зовнішнього середовища — температуру і відносну вологість зовнішнього повітря.

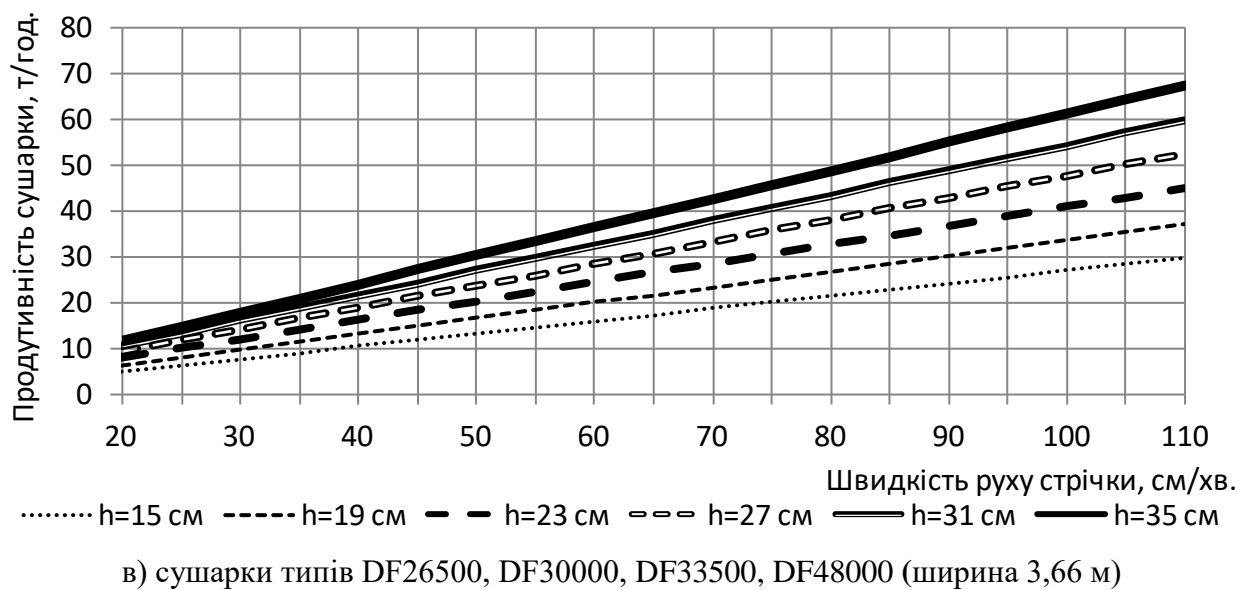
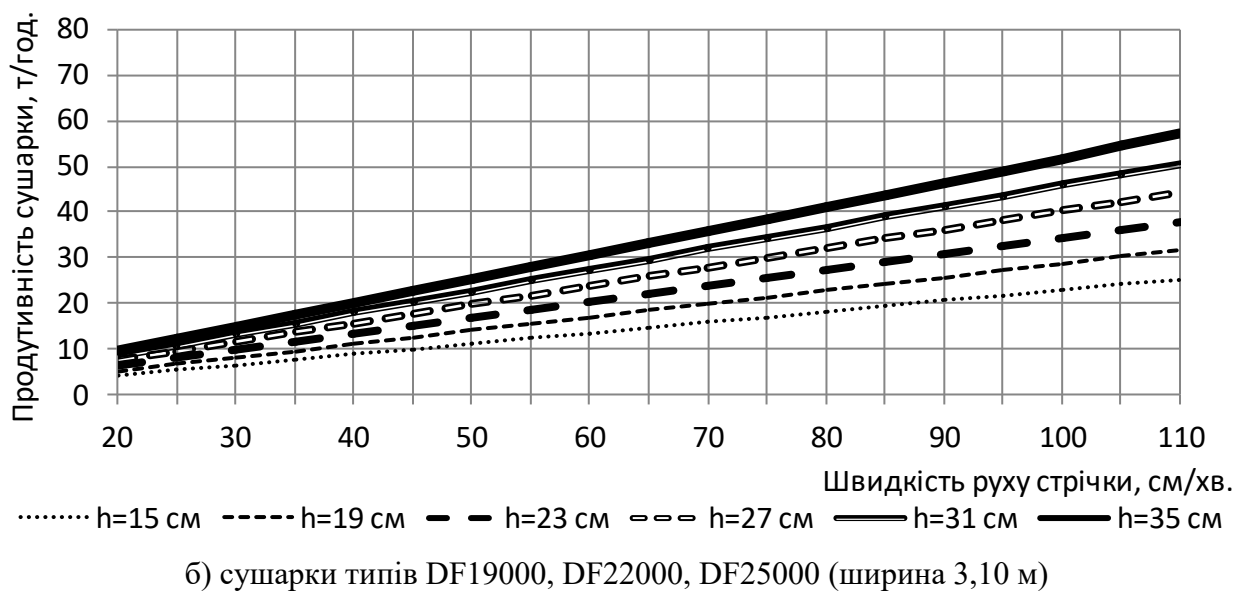
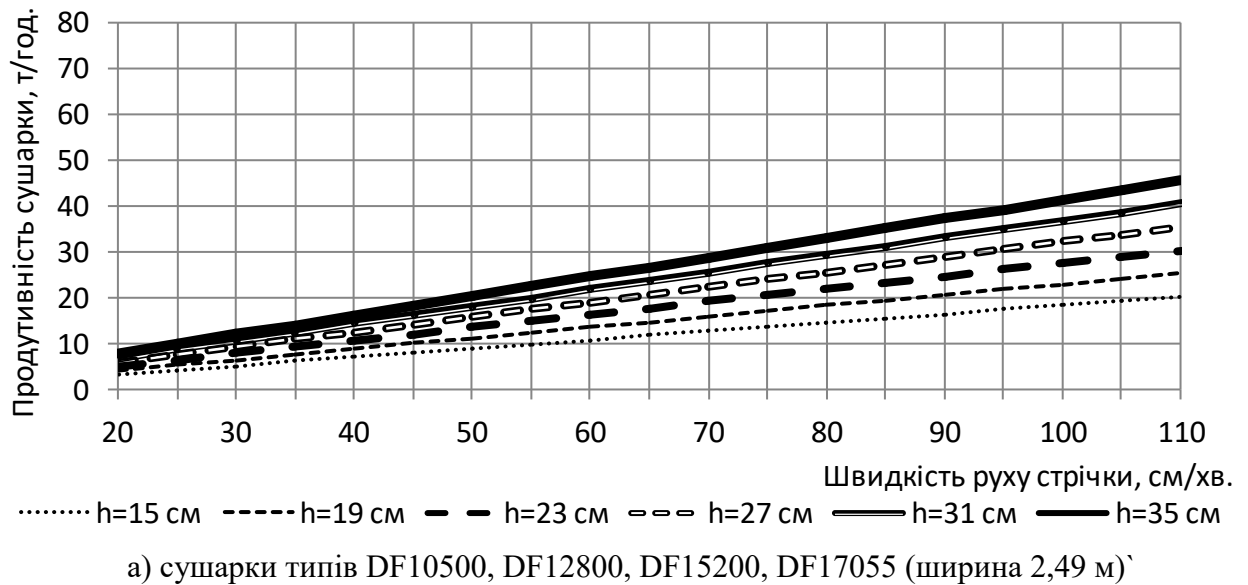


Рисунок 1.3 – Графіки залежностей продуктивності зерносушарок Alvan Blanch типу DF від швидкості руху стрічки та товщини шару зерна пшениці об'ємною масою  $790 \text{ кг/м}^3$

На основі отриманих даних розраховували такі показники роботи сушарки як продуктивність  $G$  та питомі витрати газу  $Q$ . Зведені результати досліджень наведено у табл. 1.1. В цій же таблиці наведено деякі статистичні характеристики експериментальних даних: мінімальні, максимальні та середньоарифметичні значення, стандартне (середньоквадратичне) відхилення та коефіцієнт варіації, які дають додаткову оцінку отриманим результатам досліджень.

З табл. 1.1 видно, що в діапазоні початкової та кінцевої вологості зерна кукурудзи відповідно  $w = 16,64\text{--}20,22\%$  експериментально визначена у дослідах продуктивність сушарки по сирому зерну складала  $G = 27,3\text{--}44,8$  т/год., а питомі витрати газу були у діапазоні  $Q = 1,77\text{--}3,11$  м<sup>3</sup>/(т·%).

З даними табл. 1.1 була побудована також графічна залежність продуктивності та питомих витрат газу на сушіння зерна кукурудзи, показана на рис. 1.4 та 1.5.

Лінії тренда, наведені на рис. 1.4 та 1.5, узагальнюють експериментальні дані та наочно показують характер зміни продуктивності сушарки  $G$  та питомих витрат гару  $Q$  на сушіння зерна кукурудзи. Тобто видно, що і продуктивність сушарки і питомі витрати газу з підвищенням вологості зерна кукурудзи знижуються.

На цих же рисунках видно розкид експериментальних значень продуктивності сушарки  $G$  та питомих витрат газу  $Q$  навколо ліній тренду.

Наведені у табл. 1.1 експериментальні дані для їх узагальнення були оброблені методом найменших квадратів, що дозволило отримати лінійні залежності у вигляді рівнянь регресії:

$$G = 94,857 - 3,242 \cdot w, \text{ т/год.}; \quad Q = 4,454 - 0,103 \cdot w, \text{ м}^3/(\text{т} \cdot \%). \quad (1.1)$$

Формули справедливі у діапазоні вологості сирого зерна кукурудзи від 16,64 % до 20,22 %.

Знаки «мінус» перед коефіцієнтами регресії також підтверджують, що при зростанні вологості сирого зерна  $w$ , продуктивність сушарки та питомі витрати газу будуть зменшуватись. Середньоквадратичні відхилення для  $G$  та  $Q$  складають відповідно 5,24 т/год. та 0,33 м<sup>3</sup>/(т·%) та показують на скільки в середньому можуть відхилятися розраховані значення продуктивності від фактичних значень.

Таблиця 1.1 – Показники сушіння зерна кукурудзи в конвеєрній сушарці типу DF  
у жовтні–листопаді 2023 р.

Номери зразків	До сушіння		Після сушіння		Зняття вологи, %	Питомі витрати газу, м <sup>3</sup> /(т·%)	Продуктивність по сирому зерну, т/год.
	Вологість, %	Тріщинуватість, %	Вологість, %	Тріщинуватість, %			
1	17,44	13	14,9	36	2,54	2,97	44,8
2	19,15	10	14,1	38	5,05	2,39	39,8
3	19,32	14	13,5	42	5,82	2,45	38,1
4	18,84	13	14,2	34	4,64	1,77	30,3
5	19,85	15	15,1	45	4,75	2,95	36,6
6	18,13	14	14,5	36	3,63	2,81	33,1
7	17,29	12	15,0	30	2,29	2,66	34,4
8	18,71	14	14,8	39	3,91	2,34	40,6
9	17,46	12	14,2	31	3,26	2,78	37,8
10	17,91	13	15,2	32	2,71	2,49	37,6
11	16,64	11	13,8	23	2,84	2,38	43,9
12	19,93	21	14,6	46	5,33	2,26	30,2
13	18,55	14	15,0	41	3,55	3,11	40,1
14	18,33	13	15,2	41	3,13	2,79	29,5
15	18,28	10	15,0	35	3,28	2,82	35,1
16	17,49	11	14,6	33	2,89	2,45	37
17	17,13	9	14,8	34	2,33	2,56	30,1
18	18,12	20	15,1	37	3,02	2,81	29,7
19	20,22	18	14,9	44	5,32	1,98	28,2
20	19,13	18	14,7	43	4,43	2,57	27,3
Мін.	16,64	9,00	13,50	23,00	2,29	1,77	27,30
Макс.	20,22	21,00	15,20	46,00	5,82	3,11	44,80
Сер.ар.	18,40	13,75	14,66	37,00	3,74	2,57	35,21
Ст. відх.	1,00	3,27	0,48	5,79	1,10	0,33	5,24
К. вар.,%	5,44	23,82	3,26	15,66	29,39	13,00	14,89

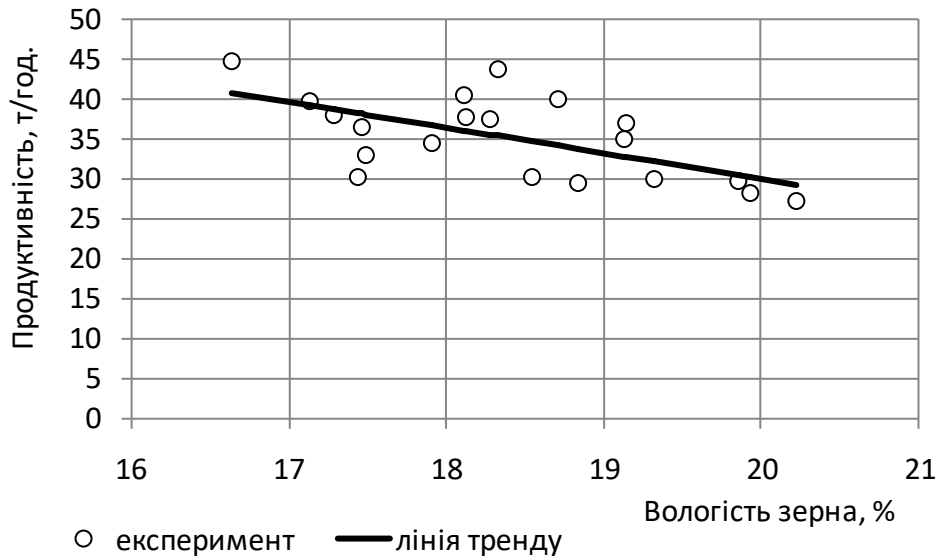


Рисунок 1.4– Експериментальна залежність продуктивності сушарки від початкової вологості зерна кукурудзи

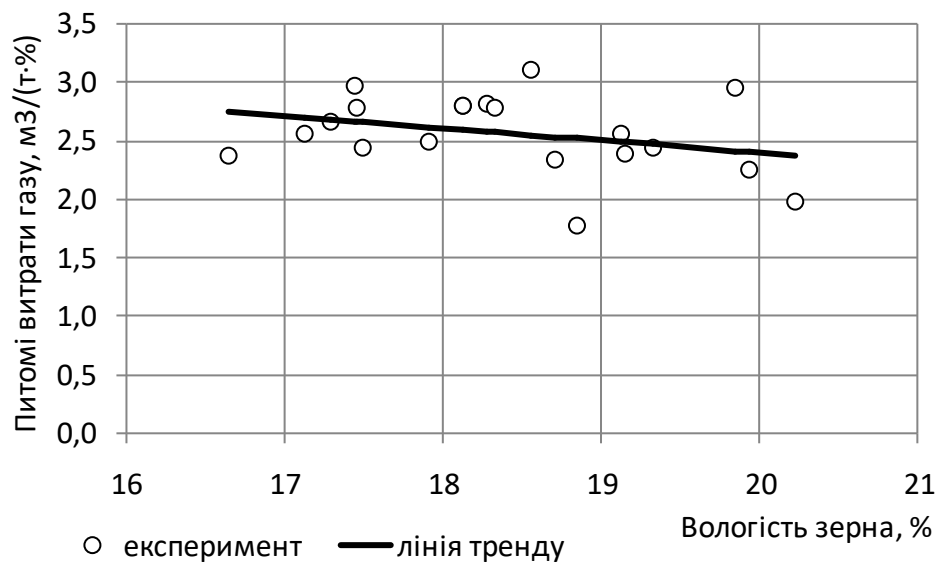


Рисунок 1.5 – Експериментальна залежність питомих витрат газу на сушіння зерна кукурудзи

Для оцінки наявності зв'язків між продуктивністю по сирому зерну і питомими витрати газу з вологістю сирого зерна засобами MS Excel були розраховані коефіцієнти парної кореляції, що показують як тісноту, так напрям лінійних зв'язків вказаними парами показників [5].

Встановлено, що коефіцієнт кореляції між  $G$  і  $w$  дорівнює  $-0,618$ , а для  $Q$  і  $w$  він дорівнює  $-0,307$ . Знаки «мінус», вказують на обернено пропорційний вплив вологості зерна на продуктивність сушарки по сирому зерну та питомі витрати газу, а величини коефіцієнтів (за модулем) вказують на ступінь цього впливу. Виходячи зі значень коефіцієнтів кореляції видно [5], що початкова вологість зерна кукурудзи має підвищений вплив на продуктивність сушарки, а вологість зерна на питомі витрати газу має середній вплив (порівняно з продуктивністю в 2,0 рази).

На основі отриманих експериментальних даних з тріщинуватості зерна кукурудзи до та після сушіння були побудовані графіки, наведені на рис. 1.6, які дають начне уявлення про характер змін тріщинуватості від вологості зерна.

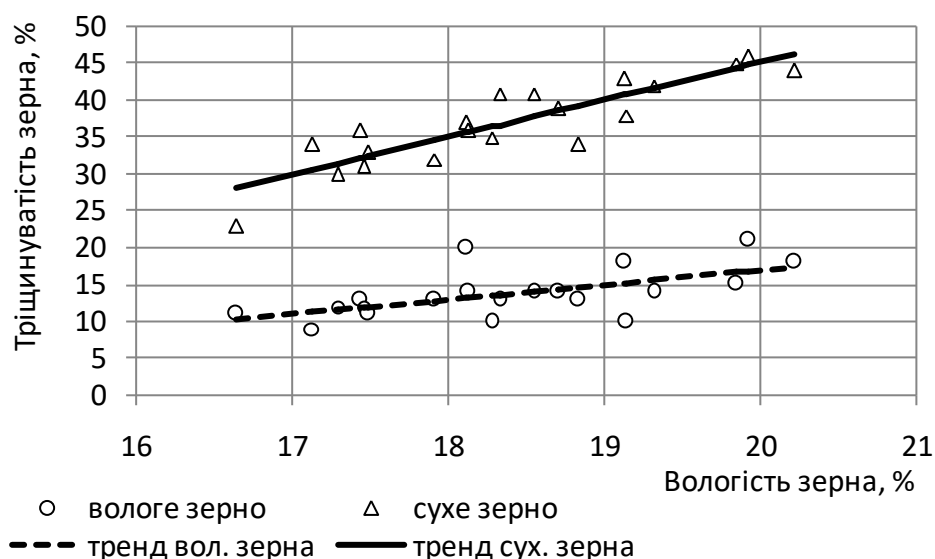


Рис. 1.6 – Залежність тріщинуватості сирого та просушеного зерна кукурудзи від початкової вологості зерна

Видно, що зерно кукурудзи перед сушінням має тріщинуватість у межах 9–21 %, причому більша вона була у більш вологого зерна. У просушеного зерна тріщинуватість зросла до діапазону 23–46 %, яка більше зросла у зерна з вищою початковою вологістю. У середньому тріщинуватість просушеного зерна кукурудзи зросла у 2,5 рази.

## ВИСНОВКИ

1. На основі паспортних конструктивних характеристик конвеєрних сушарок Алван Бланч типу DF побудовані графічні залежності їх продуктивності від швидкості руху конвеєра та товщини шару зерна, що сушиться.

Показано, що продуктивність сушарок зростає з підвищенням як швидкості руху стрічки, так і товщини шару зерна на ній. За більшої ширини стрічки діапазон продуктивності сушарок теж більша — для зерносушарок з шириною стрічок 2,49 м, 3.10 м та 3,66 м вона складає відповідно для пшениці 2,9–41,5 т/год, 3,6–51,7 т/год та 4,3–61,1 т/год.

Вставлено також, що незалежно від ширини стрічки, сумісне збільшення товщини шару зерна за більшої швидкості її руху, призводить до більш стрімкого зростання продуктивності, що можна пояснити проявою спільного впливу (взаємодії) двох розглянутих факторів.

2. Встановлено, що в діапазоні початкової та кінцевої вологості зерна кукурудзи відповідно  $w = 16,64\text{--}20,22\%$  експериментально визначена у дослідях продуктивність сушарки по сирому зерну склала 27,3–44,8 т/год. Показано, що продуктивність сушарки з підвищенням вологості зерна кукурудзи знижуються. Середньоквадратичне відхилення для продуктивності сушарки складає 5,24 т/год, а коефіцієнт кореляції між продуктивністю сушарки та вологістю зерна кукурудзи складає  $-0,618$ , що говорить про підвищений вплив вологості. Знак «мінус» говорить про обернено-пропорційний вплив вологості зерна на продуктивність зерносушарки.

3. Встановлено, що в діапазоні початкової вологості зерна кукурудзи від 16,64 % до 20,22 % експериментально визначені у дослідях питомі витрати газу були у діапазоні  $1,77\text{--}3,11\text{ м}^3/(\text{т}\cdot\%)$ . Показано, що питомі витрати газу з підвищенням вологості зерна кукурудзи знижуються. Середньоквадратичне відхилення для питомих витрат газу на сушіння складає  $0,33\text{ м}^3/(\text{т}\cdot\%)$ , а коефіцієнт кореляції між питомими витратами газу та вологістю зерна кукурудзи складає  $-0,307$ , що говорить про середню величину впливу вологості. Знак «мінус» підтверджує зни-

ження питомих витрат газу при зростанні початкової вологості зерна кукурудзи.

4. Встановлено, що зерно кукурудзи перед сушінням має тріщинуватість у межах 9–21 %, причому більша вона була у більш вологого зерна. У просушеного зерна тріщинуватість зросла до діапазону 23–46 %, яка більше зросла у зерна з вищою початковою вологістю. У середньому тріщинуватість просушеного зерна кукурудзи зросла у 2,5 рази.

## РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Нами передбачено проєкт будівництва заготівельного елеватора місткістю 27 тис. тонн у Одеській області 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 (в нашому випадку Одеська область).

При будівництві нового елеватору 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 цього 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 економічної ситуації в регіоні.

### **Баланс сировини і обґрунтування розвитку потужного потенціалу підприємства**

Починаємо розрахунки із розробки балансу сировини у Одеській області, в якій визначаємо наявні та перспективні обсяги сировинних ресурсів.

Метою цього розрахунку є визначення потенціалу заготівель зернових культур у сировинній зоні підприємства. Розрахунок заснований на інформації про земельні угіддя, на яких вирощують злакові культури, і даних про середню урожайність (дані Державної служби статистики України) [6].

1. Таким чином, на сайті Державної служби статистики України заходимо в розділ «Мапа сайту», далі в розділ «Статистична інформація» і далі, послідовно, у рубрики: «Економічна статистика» / «Економічна діяльність» / «Сільське, лісове та рибне господарство».

					<i>КРМ.ТЗіК.1.958-03.ІІ.2.2</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Бойко М.О.</i>			<i>Розробка проєкту будівництва заготівельного елеватора 27 тис. тонн на основі досліджень характеристик зерносушарок конвеєрного типу та якості просушеного зерна на них</i>	<i>Лист.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консульт.</i>		<i>Басюркіна Н.Й.</i>					29	103
<i>Керівник</i>		<i>Станкевич Г.М.</i>				ОНТУ гр. ЗТЗ-72		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав. кафедри</i>		<i>Макаринська А.В.</i>						
								29

Далі з рубриці «Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах у 2022 році» вибираємо потрібну інформацію, а саме – площі та урожайність всіх зернових культур (злакових, бобових, олійних), що вирощують в заданому регіоні (області) з таблиці «Виробництво культур зернових і зернобобових у масі після доробки у 2022 році» [6] та заносимо їх в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Площі та середня урожайність всіх культур, які вирощують в регіоні, станом на 2022 рік

Регіон (область)	Господарства усіх категорій		
	Площа зібрана, $ПЛ_{\text{базова}}$ , тис. га	Урожайність, $У_1$ , ц з 1 га зібраної площі	Обсяг виробництва, $ВЗ_1$ , тис. ц
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Одеська	1178,4	26,0	30621,4

2. Так як 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 розраховуємо за формулою:

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

де  $U_{\text{базова}}$  – середня урожайність у поточному році (тобто – році розробки проекту будівництва нового елеватора, у даному прикладі – у 2022 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 2025 році), ц/га;

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

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

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

$t$  – період часу, пов'язаний з тривалістю здійснення проекту, тобто, з часо-

вим лагом (періодом освоєння) інвестицій, що для будівництва елеватора дорівнює 4 рокам.

3. Аналогічно, площу вирощування на перспективу розраховуємо за формулою:

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

де  $ПЛ_{\text{прогноз}}$  – площа вирощування у поточному році (тобто – році розробки проекту будівництва нового елеватора, у даному прикладі – у 2022 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 2025 році), га;

$K_{\text{пл}}$  – коригуючий коефіцієнт, що враховує зростання площі вирощування, який розраховуємо 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 Одеській 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 2025 року (періоду засвоєння інвестицій) та виконаємо розрахунок наведених показників у перспективі до 2025 року, на основі даних Державної служби статистики України за 2022 р. і коригуючих коефіцієнтів на прогнозні 4 роки (з 2022 до 2025 р.).

У випадку будівництва елеватора прогнозуємо показники на 4 роки, тобто  $t = 4$  роки (1 рік – 2022, 2 рік – 2023, 3 рік – 2024, 4 рік – 2025).

В результаті, прогнозована середньозважена урожайність у 2025 році, роз-

рахована за формулою (2.1), становить:

$$Y_{\text{прогноз}} = 26,0 \times (1,08)^4 = 35,37 \text{ ц/га,}$$

а прогнозована площа під культивування всіх культур в Одеській області у 2025 році за формулою (2.3), буде дорівнювати:

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = 1178,4 \times (1,08)^4 = 1603,20 \text{ тис. га.}$$

4. Результати розрахунків зводимо у табл. 2.2 та використовуємо для розрахунків прогнозованого валового збору (ВЗ) зернових культур в Одеській області) у 2025 році, який визначаємо за формулою:

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

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (1603,20 \times 35,37)/10 = 5670,52 \text{ тис. тонн}$$

Результати виконаних розрахунків наводимо у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Річний потенціал заготівель всіх культур в Одеській області у 2025 р.

Регіон (область)	Площа сільськогосподарських угідь, $ПЛ_{\text{прогноз}}$ , тис. га	Середня урожайність, $Y_{\text{прогноз}}$ , ц/га	Валовий збір, $ВЗ_{\text{прогноз}}$ , тис. тонн
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 = 2x3</b>
Одеська	1603,20	35,37	5670,52

5. 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 ( $МЗ_{\text{прогноз}}$ ) має покривати такий обсяг зернових (формула 2.6):

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

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

$C_{\text{сг}}$  – споживання всередині сільськогосподарських підприємств (прийма-

ють за даними органів статистики – в Одеській області складає 20 % від валового збору), тис. тонн;

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

Далі виконаємо необхідні розрахунки для нашого прикладу:

- споживання зерна всередині сільськогосподарських підприємств Одеської області дорівнює:

$$C_{CG} = 0,20 \times 5670,52 = 1134,10 \text{ тис. тонн};$$

- імпорт (ввезення) зернових культур в Одеську область з інших регіонів та із за кордону у 2020 р. займав 0,6 % у структурі валового збору пшениці в Одеській області. В результаті в прогнозованому періоді він дорівнюватиме:

$$I_p = 0,006 \times 5670,52 = 34,02 \text{ тис. тонн.}$$

В нашому випадку прогнозна сумарна місткість зерносховищ в Одеській області у 2025 р. має покривати такий обсяг зерна:

$$MЗ_{\text{прогноз}} = 5670,52 - 1134,10 + 34,02 = 4570,44 \text{ тис. тонн}$$

Отримані дані зводимо в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Дані для розрахунку потрібної сумарної місткості зерносховищ в Одеському регіоні у 2025 році, тис. тонн

Регіон (область)	Прогнозний валовий збір у 2025 році, $VЗ_{\text{прогноз}}$	Споживання всередині сільського господарства, $C_{CG}$	Ввезення з інших регіонів та із за кордону, $I_p$	Сумарна місткість зерносховищ, $MЗ_{\text{прогноз}}$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5 = 2-3+4</b>
Одеська	5670,52	1134,10	28,35	4570,44

б. В результаті, прогнозний обсяг дефіциту (або профіциту) місткостей для

зберігання зерна ( $\Delta\PiЗ$ ) визначаємо як різницю між прогноною сумарною місткістю ( $MЗ_{\text{прогноз}}$ ) та сумарними потужностями зерносховищ ( $\Sigma\PiЗ_i$ ) за формулою 2.7:

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

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

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

Дані про сумарну місткість існуючих елеваторних потужностей по областях України можна отримати з Інтернету [7, 8]. Так, за даними на початок 2021 року у Одеській області існують зерносховища загальною місткістю 3115 тис. тонн [9], тому можна визначити  $\Delta\PiЗ$ :

$$\Delta\PiЗ = 4570,44 - 3115,00 = 1455,44 \text{ тис. тонн.}$$

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

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

- якщо  $\Delta\PiЗ > 0$ , то в даному регіоні є дефіцит місткостей;

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

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

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

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

Таким чином, в нашому прикладі розрахунки показали, що в Одеській області існує дефіцит місткостей, а саме:

$$\Delta\PiЗ = 1455,44 \text{ тис. тонн.} > 0,$$

$$\Delta\PiЗ \geq \PiЗ, \text{ тобто } 1455,44 > 27,0 \text{ тис. тонн,}$$

тому будівництво нового елеватора запланованої місткості 27,0 тис. тонн є доцільним та обґрунтованим.

Вантажооборот (В) підприємства елеваторної галузі розраховуємо за формулою:

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

де ПЗ – запланована потужність (місткість) елеватора, що проектується, тис. т;  
 $K_0$  – коефіцієнт обороту місткості зерносховища, який являє собою число його оборотів протягом року; для хлібоприймального підприємства з зерносховищами складського типу  $K_0 = 0,8 \dots 1,0$ ; для міні-елеватора (до 15 тис. тонн)  $K_0 = 1,0$ ; для заготівельного елеватора коливається у межах  $K_0 = 1,0 \dots 1,5$ ; для проміжного (змішаного) типу  $K_0 = 3,0 \dots 6,0$ ; для виробничого (перевалочного)  $K_0 = 2,0 \dots 8,0$ . В залежності від типу зерносховища та специфічних чинників визначаємося у конкретному значенні коефіцієнта обороту за рекомендаціями підручника [10].

$$V = 1,5 \times 27,00 = 40,5, \text{ тис. тонн}$$

У даній кваліфікаційній роботі вихідні дані для розробки проекту будівництва заготівельного елеватора є наступними (табл. 2.4):

Таблиця 2.4 – Вихідні дані для розробки проекту реконструкції

ПОКАЗНИКИ		
Місткість елеватора, що проектується, тонн		<b>27 000</b>
Область		Одеська
Коефіцієнт обороту місткості зерносховища, $K_0$		<b>1,5</b>
<b>Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту, <math>A_{np}^a</math> т/рік</b>		<b>40 000</b>
	у тому числі:	
<b>Річний об'єм приймання ранніх культур, <math>A_{np}^{a(p)}</math> т/рік</b>		<b>18 000</b>
Пшениці (60 % від обсягу приймання)		10 800
Ячменю (40% від обсягу приймання)		7 200
Частки зерна ранніх культур різної вологості, що надходить з 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.)	$\alpha_2$ 0,15
	(W понад 22-26 % вкл.)	$\alpha_3$ 0,05
Період заготівель ранніх культур, $P_p$ , діб		15

<b>Річний об'єм приймання пізніх культур, <math>A^{(n)}_{np}</math>, т/рік</b>	<b>22 000</b>
Кукурудзи (100 % від обсягу приймання)	22 000
Частки зерна пізніх культур різної вологості, що надходить з 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.)	$\alpha_2$ 0,15
(W понад 22-26 %, вкл.)	$\alpha_3$ 0,05
Період заготівель пізніх культур, $P_p$ , діб	30
<b>Загальний річний обсяг відпускання зерна на автотранспорт, <math>A^a_{вп р}</math>, т/рік</b>	<b>40 000</b>
Кількість місяців відпускання зерна на а/т на рік, $N$ , міс.	7
Тривалість відпускання зерна на а/т за місяць, $T^a_{вп м}$ , діб	16
Тривалість відпускання зерна на а/т за добу, $T^a_{вп д}$ , год.	6
Коефіцієнт місячної нерівномірності відпускання на а/т, $K^a_{вп м}$	2,0
Коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K^a_{вп д}$	1,5
Коефіцієнт погодинної нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K^a_{вп г}$	1,0

Таким чином, нами проаналізовано основні тенденції ринку зернових України, проведено дослідження зернового господарства Одеської області, і на основі цього обґрунтовано необхідність та доцільність будівництва елеватору місткістю 27,0 тис. тонн у Одеській області.

## РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### Основні розрахункові положення

Розраховуємо фіксуєчий об'єм заготівель зерна в заліковій масі ( $A_{\text{зал}}$ , т), в перерахунку у фізичні тонни ( $A$ ):

$$A = A_{\text{зал}} K_{\text{ф}}, \text{ т}, \quad (3.1)$$

$$A = 40000 * 1 = 40000 \text{ т},$$

де  $K_{\text{ф}}$  — коефіцієнт перерахунку залікової маси в фізичні тонни (приймаємо  $K_{\text{ф}}=1$ ).

Тривалість розрахункового періоду, протягом якого надходить 80 % запланованого об'єму заготівель зерна ( $P_p$ ), визначаємо з урахуванням термінів і організації збору врожаю, кліматичних умов і приймаємо: для ранніх культур  $P_p = 15$  діб; для пізніх культур  $P_p = 30$  діб.

Коефіцієнт добової ( $K_{\text{д}}^a$ ) нерівномірності надходження зерна автомобільним транспортом приймаємо за табл. 1.1 [11]: для ранніх культур  $K_{\text{д}}^a = 1,7$ ; для пізніх культур  $K_{\text{д}}^a = 1,7$ .

Коефіцієнти погодинної нерівномірності надходження зерна автомобільним транспортом ( $K_{\text{год}}^a$ ) в залежності від максимального добового надходження приймаємо за табл. 1.2 [11]: для ранніх культур  $K_{\text{год}}^a = 2,3$ ; для пізніх культур  $K_{\text{год}}^a = 2,9$ .

Можливе число різнорідних партій зерна ( $P$ ), що надходить автомобільним транспортом на підприємство протягом розрахункового періоду приймаємо за табл. 1.3 [11]:  $P_{\text{ранніх культур}} = 10$  партій;  $P_{\text{пізніх культур}} = 5$  партій.

Число партій зерна, що надходять автомобільним транспортом за добу приймаємо за табл. 1.4 [11]:  $P_{\text{д ранніх культур}} = 8$ ;  $P_{\text{д пізніх культур}} = 3$ .

Показники якості зерна, що заготовлюється, встановлюємо технологічним пошуком (долі зерна різної вологості):

					<i>KPM.T3iK.1.958-03.II.2.2</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>	<i>Бойко М.О.</i>				<i>Лист.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консульт.</i>	<i>Станкевич Г.М.</i>				37		103
<i>Керівник</i>	<i>Станкевич Г.М.</i>				ОНТУ гр. ЗТЗ-72		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Зав. кафедри</i>	<i>Макаринська А.В.</i>						
					97		

- для зерна ранніх культур (пшениця, ячмінь):  $\alpha_0=0,6$ ;  $\alpha_1=0,2$ ;  $\alpha_2=0,15$ ;  $\alpha_3=0,05$ .

- для зерна пізніх культур (кукурудза):  $\alpha_0=0,6$ ;  $\alpha_1=0,2$ ;  $\alpha_2=0,15$ ;  $\alpha_3=0,05$ .

Розрахункову вантажність автомобіля приймаємо такою, що дорівнює 30 т.

Розрахунковий час роботи обладнання Т (крім зерносушарок) — приймаємо 24 год на добу.

### 3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання

#### 3.1.1 Розрахунок обсягів робіт

При надходженні зерна автомобільним транспортом розрахунковий добовий ( $A_{\text{пд}}^a$ ) і погодинний ( $A_{\text{пгод}}^a$ ) об'єми розраховуємо окремо для ранніх і пізніх культур за формулами:

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

де  $A_{\text{пр}}^a$  – річний об'єм приймання зерна з автомобільного транспорту.

$$A_{\text{пг}}^a = \frac{A_{\text{пд}}^a K_{\text{пгод}}^a}{T_{\text{д}}}, \text{ т/год}, \quad (3.3)$$

де  $T_{\text{д}}$  – кількість годин приймання зерна з автотранспорту у добу;

$K_{\text{д}}^a$  і  $K_{\text{пгод}}^a$  - коефіцієнт добової і годинної нерівномірності надходження зерна;

$P_{\text{р}}$  - тривалість розрахункового періоду, протягом якого надходить 80 % запланованого об'єму заготівель зерна.

Приймаємо:

а) для ранніх культур:  $K_{\text{пгод}}^a=1,7$ ;  $K_{\text{д}}^a=2,3$ ;  $P_{\text{р}}=15$  діб;  $T=24$  год;

б) для пізніх культур:  $K_{\text{пгод}}^a=1,7$ ;  $K_{\text{д}}^a=2,9$ ;  $P_{\text{р}}=30$  діб;  $T=24$  год.

Тоді для ранніх культур:

$$A_{\text{пд}}^a = \frac{0,8 \cdot 18000 \cdot 1,7}{15} = 1632 \text{ т/добу};$$

$$A_{\text{пгод}}^a = \frac{1632 \cdot 2,3}{24} = 156 \text{ т/год}.$$

Для пізніх культур:

$$A_{\text{пд}}^a = \frac{0,8 \cdot 22000 \cdot 1,7}{30} = 997 \text{ т/добу};$$

$$A_{\text{пгод}}^a = \frac{997 \cdot 2,9}{24} = 120 \text{ т/год.}$$

Через те, що обсяг приймання ранніх культур більше, ніж пізніх, в подальших розрахунках будемо використовувати його.

При відпусканні зерна на автомобільний транспорт приймаємо:

- розрахункове місячне відпускання  $A_{\text{вп м}}^a = \frac{A_{\text{вп р}}^a}{N} \cdot K_{\text{вп м}}^a$ , т/міс (3.4)

$$A_{\text{вп м}}^a = \frac{40000}{7} \cdot 2 = 11429 \text{ т/міс},$$

- розрахункове добове відпускання  $A_{\text{вп д}}^a = \frac{A_{\text{вп м}}^a}{T_{\text{вп м}}^a} \cdot K_{\text{вп д}}^a$ , т/добу (3.5)

$$A_{\text{вп д}}^a = \frac{11429}{16} \cdot 1,5 = 1071,5 \text{ т/добу}$$

- розрахункове погодинне відпускання  $A_{\text{вп г}}^a = \frac{A_{\text{вп д}}^a}{T_{\text{вп д}}^a} \cdot K_{\text{вп г}}^a$ , т/год (3.6)

$$A_{\text{вп г}}^a = \frac{1071,5}{6} \cdot 1 = 178,6 \text{ т/год}$$

де  $N$  — число місяців відпускання.

Тривалість відпускання за місяць, добу ( $T_{\text{вп м}}^a$ ,  $T_{\text{вп д}}^a$ ) — визначаємо технологічним пошуком. Коефіцієнти місячної, добової і погодинної нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт ( $K_{\text{вп м}}^a$ ,  $K_{\text{вп д}}^a$ ,  $K_{\text{вп г}}^a$ ) — визначаємо технологічним пошуком.

### 3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання

#### 3.1.2.1 Визначення кількості та продуктивності зерночисного обладнання

Все зерно, що надходить автотранспортом на заготівельні елеватори і хлі-

боприймальні підприємства, підлягає попередньому очищенню від грубих і легких домішок в потоці приймання і основному очищенню від відділюваних домішок до кондицій, що відповідають його цільовому призначенню.

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

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

При будівництві елеваторів сумарну продуктивність сепараторів основного очищення сухого зерна ( $\sum Q_c^\infty$ ) визначаємо за формулою:

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{P_p} \left( \frac{A_1}{K_1} + \frac{A_2}{K_2} + \dots + \frac{A_n}{K_n} \right), \text{ т/год}, \quad (3.7)$$

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{15} \left( \frac{10\,800}{0,98} + \frac{7\,200}{0,78} \right) = 54,0 \text{ т/год}$$

де  $P_p$  — тривалість розрахункового періоду, протягом якого надходить 80 % запланованого об'єму заготівель зерна;

$A_1, A_2, \dots, A_n$  — маса зерна різних культур, що надходять на підприємство протягом всього періоду заготівель;

$K_1, K_2, \dots, K_n$  — коефіцієнти, що залежать від культури, вологості і вмісту віддільних домішок [11, дод. 6].

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

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

де  $Q_{cn}$  - продуктивність імовірного сепаратора, приймаємо:  $Q_{cn} = 100$  т/год;

$$N_c = \frac{54}{100} = 0,54 \approx 1 \text{ шт.}$$

Розрахунки показали, що достатня необхідна кількість сепараторів – 1 сепаратор ( $Q = 100$  т/год), обираємо сепаратор марки MAROT.

### 3.1.2.2 Визначення кількості та продуктивності зерносушарок

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

При виборі типу зерносушарки орієнтуємося на прогресивні високоефективні зерносушарки, а при визначенні їх числа — враховуємо 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:

$$A_c = 0,8 \cdot A_{\text{пр}}^a \cdot K_B \cdot K_K^3 \cdot K_{\text{п}}, \text{ пл. т,} \quad (3.9)$$

де  $A_{\text{пр}}^a$  — маса зерна, що надходить від господарств за весь період заготівель, т;

$K_B$  — коефіцієнт переведення фізичних тонн маси зерна в планові тонни сушіння (визначаємо за табл. 1.8, виходячи з частки вологого і сирого зерна в загальному об'ємі заготівель [11]). Приймаємо  $K_B = 0,6$ .

$K_{\text{п}}$  — коефіцієнт, що враховує призначення партій зерна, визначаємо за формулою:

$$K_{\text{п срзв}} = \frac{A_1 K_{\text{п}1} + A_2 K_{\text{п}2} + \dots + A_n K_{\text{п}n}}{A}, \quad (3.10)$$

де  $K_{\text{п}1}, K_{\text{п}2}, \dots, K_{\text{п}n}$  — коефіцієнти, що враховують призначення зерна.

$$K_{\text{п срзв}} = \frac{10\,800 \cdot 1 + 7\,200 \cdot 1}{18\,000} = 1.$$

$K_{\text{к срзв}}$  — середньозважений коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності зерносушарок в залежності від культури, що просушується. Його чисельне значення визначаємо за формулою:

$$K_{\text{к срзв}} = \frac{A_1 K_{\text{к}1}^3 + A_2 K_{\text{к}2}^3 + \dots + A_n K_{\text{к}n}^3}{A}, \quad (3.11)$$

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

$K_{\text{к}1}^3, K_{\text{к}2}^3, \dots, K_{\text{к}n}^3$  — коефіцієнти, що враховують зміну продуктивності зерносушарки в залежності від роду культури, що просушується (приймаємо за табл. 1.9 [11]).

$$K_{к\text{ срзв}} = \frac{10\,800 \cdot 1 + 7\,200 \cdot 1}{18000} = 1,0.$$

Тоді для ранніх культур:

$$A^p_c = 0,8 \cdot 18000 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 8640 \text{ пл. т.}$$

Для пізніх культур:

$$K_{п\text{ срзв}} = 1,0 [11]; K_{к\text{ срзв}} = 1,54 [11].$$

$$A^п_c = 0,8 \cdot 22000 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 1,54 = 16262,4 \text{ пл. т.}$$

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

$$Ac^{3/c} = 20,5 \cdot Q_{з/с\text{ п}} \cdot K_{пер} \cdot П_p \cdot K_d, \text{ пл. т,} \quad (3.12)$$

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

$K_{пер}$  — коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки в залежності від числа партій зерна, що надходять до неї (приймаємо за табл. 1.12 [11]). Приймаємо 2 партії для ранніх культур, та 3 - для пізніх.

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

$П_p$  — тривалість розрахункового періоду, протягом якого надходить 80 % запланованого об'єму заготівель зерна;

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

Для ранніх культур приймаємо паспортну продуктивність зерносушарки 30 т/год, тоді

$$Ac^{3/c} = 20,5 \cdot 30 \cdot 0,94 \cdot 15 \cdot 1 = 8671,5 \text{ пл. т.}$$

Для пізніх культур приймаємо паспортну продуктивність зерносушарки 30 т/год, тоді

$$Ac^{3/c} = 20,5 \cdot 30 \cdot 0,94 \cdot 30 \cdot 1 = 17343,0 \text{ пл. т.}$$

Розрахунки показали, що достатньо використовувати 1 зерносушарку продуктивністю 30 т/год для здійснення сушіння заданих обсягів зерна. Вибираємо зерносушарку безперервної дії фірми Alvan Blanch марки DF19000.

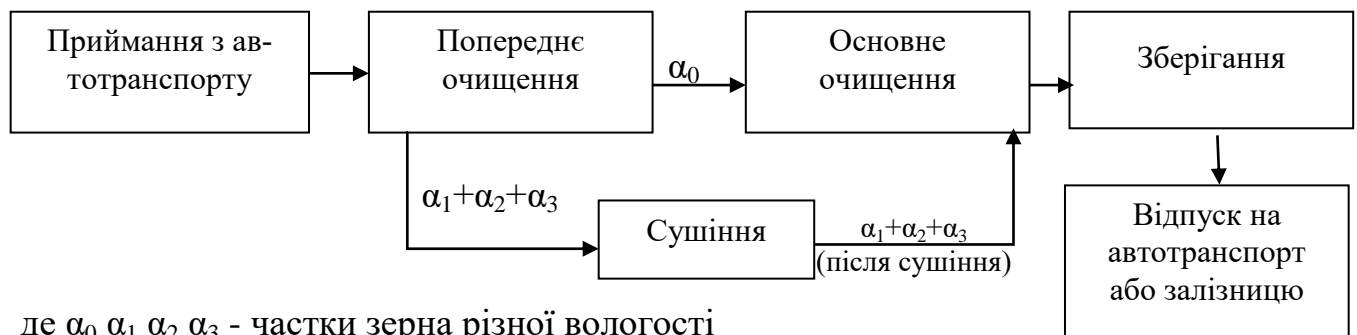
Зерносушарки потрібно проектувати в комплексі з накопичувальними і оперативними бункерами. Загальну місткість накопичувальних бункерів приймаємо з

розрахунку роботи зерносушарки не менш трьох діб. Загальну місткість оперативних бункерів для сирого і сухого зерна приймаємо з розрахунку безперебійної роботи зерносушарки не менш 8 годин, тобто 200 т.

### 3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу

Проектування робочої схеми руху зерна і відходів проводимо після визначення необхідної кількості одиниць транспортного, вагового, технологічного обладнання елеватора, а також розробки структурної та принципової схем технологічного процесу елеватора, що проектується [12].

Структурною схемою називається визначена технологічним процесом зернохосвища послідовність і взаємозв'язок операцій. Структурна схема проектуваного елеватора місткістю 27 000 т. представлена на рис. 3.1:



де  $\alpha_0$   $\alpha_1$   $\alpha_2$   $\alpha_3$  - частки зерна різної вологості

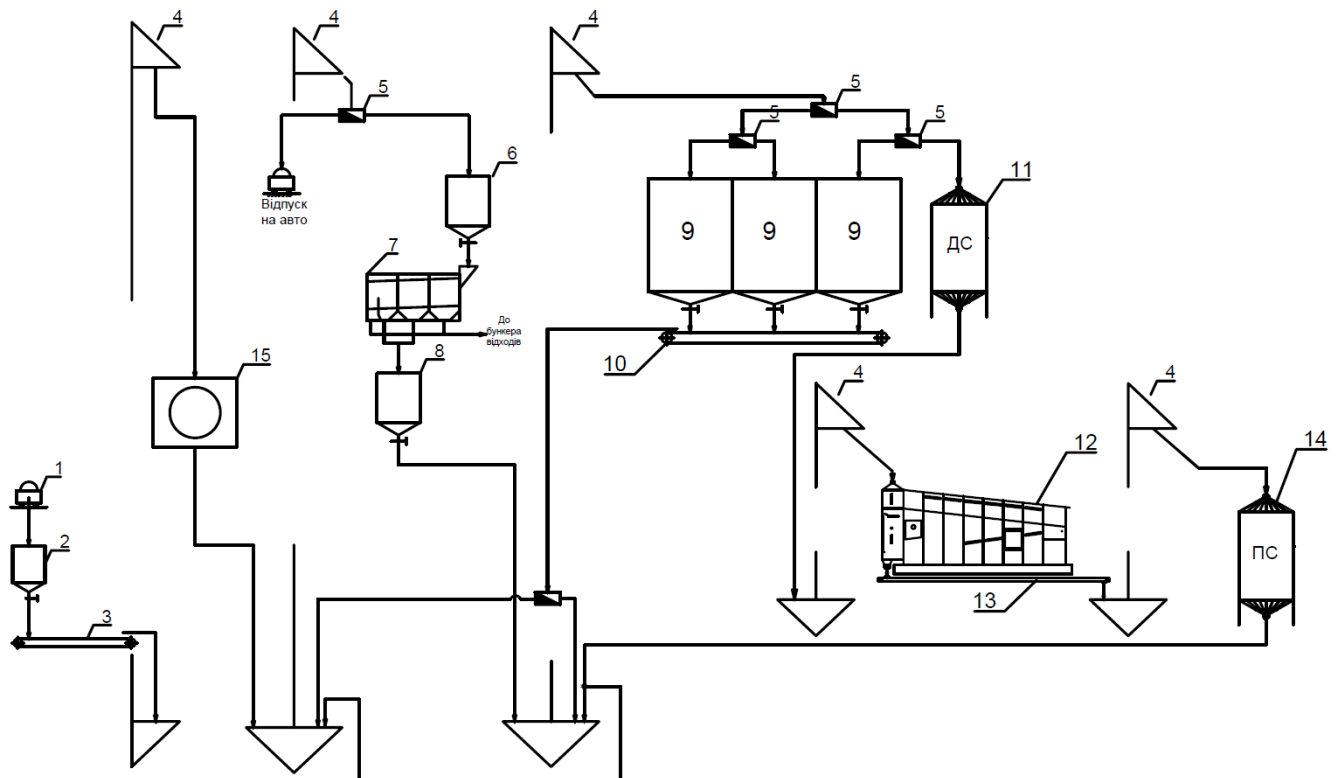
Рисунок 3.1 - Структурна схема проектуваного елеватора

Принципова схема являє собою конкретизовану структурну схему, що визначає переміщення зерна по транспортному, технологічному, ваговому встаткуванням і бункерам.

Принципова схема проектуваного елеватора будується на базі структурної та показує, на якому обладнанні планується виконувати кожну операцію, де необхідно установити міжопераційні бункери і як здійснити переміщення партій зерна з бункера, що спорожнюється у наповнюваний бункер або силос.

При розробці принципової схеми потрібно прагнути, щоб виконання всіх намічених операцій з зерном проводилося з мінімальною кількістю його піднімань, тобто щоб вона була одноступінчастою.

Принципова схема проектованого елеватора представлена на рис. 3.2.



1 - прийом з автотранспорту; 2 - приймальний бункер; 3 - приймальний конвеєр; 4 – норія; 5 - перекидний клапан; 6 - надсепараторний бункер; 7 - сепаратор; 8 - підсепараторний бункер; 9 – силос; 10 - підсилосний конвеєр; 11 - досушительний бункер; 12 – зерносушарка; 13 - конвеєр під сушаркою; 14 - післясушительний бункер; 15 – скальператор

Рисунок 3.2 - Принципова схема проектованого елеватора

### 3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання

#### 3.4.1.1 Розрахунок основних норій

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

Для кращого використання основних норій передбачаємо:

- 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.

До спеціалізованих норій відносимо: зерносушительні; ті, що подають зерно на попереднє очищення в потоці приймання; для транспортування відходів; для розвантаження і відвантаження засобів доставки зерна і для передачі зерна, що

надходить із засобів доставки в накопичувальні ємкості.

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

Необхідне число основних норій визначаємо з розрахунку забезпечення виконання всіх операцій із зерном, що збігаються у часі.

Перелік операцій із зерном, які збігаються у часі встановлюємо в завданні на проектування.

Розрахунок числа норій для виконання операцій, що збігаються у часі, проводимо у відповідності з табл. 3.1 та табл. 3.2 і з урахуванням приміток до них.

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

№ п/п	Операції, що співпадають у часі	Розрахункова формула	Число норій
1	Приймання зерна з автотранспорту	$n_H^a = \frac{A_{\text{пр}}^a}{Q \cdot K_B \cdot K_{\text{п}}^a}$	$n_H^a = \frac{156}{175 \cdot 0,85 \cdot 0,94} = 1,12$
2	Відпускання зерна на автотранспорт	$n_H^{\text{ат}} = \frac{A_{\text{ввд}}^a}{24 \cdot Q \cdot K_B}$	$n_H^{\text{ат}} = \frac{1071,5}{24 \cdot 175 \cdot 0,85} = 0,30$
3	Прибирання зерна після основного очищення в силоси	$n_H^{\text{оч}} = \frac{A_{\text{оч.л}}}{24 \cdot Q \cdot K_B}$	$n_H^{\text{оч}} = \frac{1632 \cdot 0,6}{24 \cdot 175 \cdot 0,85} = 0,27$
4	Подача зерна після сушіння на основне очищення	$n_H^c = \frac{A_{\text{с.л}}}{24 \cdot Q \cdot K_B}$	$n_H^c = \frac{1632 \cdot 0,4}{24 \cdot 175 \cdot 0,85} = 0,18$
	Всього норій	$\Sigma N$	$\Sigma N = 1,87$

Примітки:

1.  $A_{\text{пгод}}^a$  — погодинний об'єм надходження зерна автотранспортом.

2.  $K_{\Pi}^a$  — коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності норій при прийманні сирого і вологого зерна

$$K_{\Pi}^a = (\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) \cdot K_{\Pi} + (1 - \alpha_2 - \alpha_3 - \alpha_4) \cdot 1, \quad (3.13)$$

де  $K_{\Pi} = 0,7$  для швидкохідних норій.

$$K_{\Pi}^a = (0,15 + 0,05) \cdot 0,7 + (1 - 0,015 - 0,05) \cdot 1 = 0,94.$$

3.  $A_{\text{оч д}}$ ,  $A_{\text{с д}}$  — добові об'єми очищення і сушіння зерна.

$$A_{\text{оч д}} = A_{\text{пд}}^a = 1632 \text{ т/добу},$$

$$A_{\text{с д}} = A_{\text{пд}}^a (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) = 1632 \cdot (0,2 + 0,15 + 0,05) = 652,8 \text{ т/добу},$$

де  $A_{\text{пд}}^a$  — добовий об'єм надходження зерна автотранспортом;

4.  $K_{\text{в}}$  — коефіцієнт використання паспортної продуктивності норій (приймаємо за табл. 2.5 [11]).

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

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

Необхідне число норій розраховуємо за формулою:

$$N_{\text{н}} = \frac{\Sigma H_{\text{г}}}{24 K_{\text{т}}} , \quad \text{шт.} \quad (3.14)$$

де  $K_{\text{т}}$  — коефіцієнт використання основних норій за часом (табл. 1.19 [11]).

При продуктивності норій 175 т/год:

$$N = \frac{33,53}{24 \cdot 0,70} = 1,99 \approx 2 \text{ шт.}$$

Якщо приймаємо продуктивність норій 350 т/год:

$$N = \frac{17,81}{24 \cdot 0,70} = 1,06 \approx 1 \text{ шт.}$$

Таблиця 1.2 – Розрахунок числа норіє-годин

№ п/п	Найменування операцій	Розрахункові формули	Число норіє-годин при продуктивності	
			Q <sub>1</sub> = 175 т/год	Q <sub>2</sub> = 350 т/год
1	Подача зерна в потоці приймання з автотранспорту на основне очищення	$N_{\Gamma} = \frac{A^{a_{нд}} \cdot \alpha_0}{Q \cdot K_{\epsilon}}$	$\frac{1632 \cdot 0,6}{175 \cdot 0,85} = 6,58$	$\frac{1632 \cdot 0,6}{350 \cdot 0,8} = 3,49$
2	Подача зерна в потоці приймання з автотранспорту на сушіння	$N_{\Gamma} = \frac{A_{нд}^a \cdot (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)}{Q \cdot K_{\epsilon}}$	$\frac{1632 \cdot 0,4}{175 \cdot 0,85} = 4,39$	$\frac{1632 \cdot 0,4}{350 \cdot 0,8} = 2,33$
3	Прибирання просушеного зерна і подача його на основне очищення	$N_{\Gamma} = \frac{A_{нд}^a \cdot (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)}{Q \cdot K_{\epsilon}}$	$\frac{1632 \cdot 0,4}{175 \cdot 0,85} = 4,39$	$\frac{1632 \cdot 0,4}{350 \cdot 0,8} = 2,33$
4	Прибирання зерна після основного очищення на зберігання	$N_{\Gamma} = \frac{A^{a_{нд}}}{Q \cdot K_{\epsilon}}$	$\frac{1632}{175 \cdot 0,85} = 10,97$	$\frac{1632}{350 \cdot 0,8} = 5,83$
5	Подача зерна на відпуск на автотранспорт	$N_{\Gamma} = \frac{A^{a_{внд}}}{Q \cdot K_{\epsilon}}$	$\frac{1071,5}{175 \cdot 0,85} = 7,20$	$\frac{1071,5}{350 \cdot 0,8} = 3,83$
	Всього норіє-годин	$\Sigma N_{\Gamma}$	33,53	17,81

Розрахунки показали, що необхідно і достатньо 2 норії продуктивністю 175 т/год.

### 3.1.4.2 Визначення кількості та продуктивності конвеєрів

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

- стрічкові;
- стрічкові безроликові (волокуші);
- стрічкові скребкові;
- ланцюгові з навантаженими скребками;

- гвинтові.

Число конвеєрів визначаємо:

- для приймання зерна з автотранспорту згідно 2 технологічних потоків приймання зерна (сухе та вологе) встановлюємо 4 конвеєри.

Кількість надсилосних та підсилосних конвеєрів визначаємо об'ємно-планувальними рішеннями, але не менше числа відпускних потоків за добу максимальної роботи.

Також число надсилосних конвеєрів не може бути менше числа операцій, що одночасно виконуються по завантаженню зерна в силоси.

Продуктивність конвеєрів приймаємо не більше, ніж продуктивність основних норій, тобто не більше 175 т/год.

### **3.1.4.3 Самопливи**

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 в залежності від продуктивності основної норії. Приймаємо  $\varnothing 300$  мм для  $Q_{норії} = 175$  т/год.

Кут нахилу зернопроводу для пшениці або жита в комунікаціях до зерносушарок приймаємо  $45^\circ$ , на всіх інших —  $36^\circ$ .

Кут нахилу зернопроводів у спорудах, де передбачається зберігання рису, зерна, соняшнику, вівса, ячменю, рицини, приймаємо не менше за  $45^\circ$ .

Перерізи і кути нахилу трубопроводів, що транспортують відходи, приймаємо за табл. 1.21 [11].

Товщину металу для зернопроводів приймаємо 5 мм.

### **3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв**

#### **Приймальні пристрої з автомобільного транспорту**

Розвантажувальні пристрої технологічних ліній приймання зерна з автомобільного транспорту повинні забезпечувати його вивантаження в об'ємі максимального погодинного надходження ( $A_{пр}^a$ ) з автомобілів будь-якої вантажності, са-

москидів і автопоїздів (без їх розчеплення).

Об'єм зерна, що надходить з глибинних елеваторів, в розрахунок приймальної здатності хлібоприймальних підприємств або елеваторів у заготовчий період не включається. Максимальне погодинне надходження зерна ( $A_{пр}^a$ ) визначаємо формулою (3.3).

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 визначаємо за формулою:

$$N_{л} = \frac{1,2 A_{пр}^a}{Q_{л}^a K_{к}^T K_{вз}^T} \text{ штук, при } P^c = \sum R_{пп}^c, \quad (3.15)$$

де  $Q_{л}^a$  — продуктивність транспортно-технологічних потоків приймання зерна з автотранспорту (т/год), що встановлюємо за табл. 1.6 [11];

$K_{к}^T$  — коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні культур з натурою, відмінною від пшениці (встановлюємо за табл. 2.1 [11]);

$K_{вз}^T$  — коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні зерна різного по вологості та засміченості (встановлюємо за табл. 2.2 [11]);

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

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

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

$$K_{к\text{срзв}}^T = \frac{10800 \cdot 1 + 7200 \cdot 0,8}{18000} = 0,92$$

$$K_{срзв}^{T\text{вз}} = 0,6 \cdot 1 + 0,2 \cdot 1 + 0,15 \cdot 0,9 + 0,05 \cdot 0,8 = 0,98$$

Тоді число транспортно-технологічних потоків дорівнює

$$N_{л} = \frac{1,2 \cdot 178,6}{147 \cdot 0,92 \cdot 0,98} = 1,62 \approx 2$$

Приймаємо 2 приймальних потоки продуктивністю 175 т/год без приймально-накопичувальних бункерів та автомобілерозвантажувача. Приймання зерна здійснюватиметься з сучасних машин-самоскидів у завальну яму з приймальним бункером ( $E = 30$  т).

Відпускання зерна на автотранспорт є випадковою операцією. Для завантаження зерна в автомобілі передбачений відпускний бункер місткістю 30 т.

### **3.2 Обробка і зберігання відходів**

Обробку відходів на хлібоприймальному підприємстві передбачаємо на сепараторах, а при необхідності, на скальператорах. Склад решіт і розмір їх отворів встановлюємо у відповідності, так само як і категорію відходів. Змішування відходів різних категорій забороняється.

Очищення і інші види обробки зерна на ХПП проводимо на підставі розпорядження директора підприємства і начальника ВТЛ, керівника виробничої ділянки, яка виконує роботу з очищення і оформляє її актом Ф №34. Його виписуємо у двох екземплярах один передаємо начальнику виробничої ділянки, а другий залишаємо у начальника ВТЛ.

Рекомендується пробний пропуск невеликої кількості зерна, що підлягає очищенню ( 0,5...1 т) через зерноочисну машину і завчасний підбір сит при просіюванні проб зерна на наборі лабораторних сит.

Якість зерна до початку очищення визначають лаборанти, відбираючи для цього від партії проби в присутності начальника ділянки. Масу зерна до очищення записуємо по даним Ф №36. Якщо очищаємо всю партію, при очищенні частини партії її масу визначаємо зважуванням або обмірюванням.

Обов'язково зважуємо всі, що утворюються, побічні продукти і відходи. Їх масу віднімаємо із кількості зерна до очищення, визначаючи таким чином масу зерна після очищення. Визначену якість зерна, як і побічних відходів, записуємо у журналі реєстрації і картці аналізу. Масу і якість зерна після очищення записуємо у рядку акту "після очищення", масу побічних продуктів і відходів у спеціальну форму №34, керуючись прийнятою класифікацією.

Відходи після очистки зерна поділяють на три категорії: відходи I категорії - зернові відходи з вмістом зерна від 30 до 50 % і від 10 до 30% ; відходи II категорії - зернові відходи з вмістом зерна від 2 до 10% , стрижні початків кукурудзи, кукурудзяна плівка, лузга горохова, лузга м'яка вівсяна і ячмінна, полова; відходи III категорії - відходи, які містять не більше 2% зерна, соломисті частинки, лузга рисова, просяна, гречана, окрім тієї, яка подається на експорт, жорстка - вівсяна і ячмінна, пил аспіраційний [13].

Акт на очищення зерна складає матеріально-відповідальна особа по закінченню очищення. Після перевірки в бухгалтерії й затвердження директором акт передаємо разом із відомостями зважування, картками прикладеними до складського звіту Ф №37 в бухгалтерію для ведення кількісно-якісного обліку.

Побічні продукти розміщуємо в окремих сховищах, де їх додатково обробляємо для вилучення нормального зерна. Потім побічні продукти зважуємо, визначаємо їх якість і передаємо у цех відходів, а відходи III категорії знищуємо по формі №23, яку підписують начальник ВТЛ, начальник ділянки і начальник охорони.

Після очищення насіння зернових і олійних культур оформляємо розпорядження актом Ф №92. У розпорядженні крім показників аналогічних Ф №34, вказуємо посівні і сортові якості й номери партій насіння, що підлягає очищенню [13].

### **3.3 Проектування зерносховищ**

При виборі та безпосередньо проектуванні зерносховищ керуємось основним критерієм – загальною місткістю проектованого елеватора. Проектуємо елеватор місткістю 27000 т у Одеській області.

Планується зберігати в основному зернові культури, можемо обрати тип зерносховища – металевий силос. Адже він має ряд переваг (перед зерновим складом, наприклад) та зараз на ринку представлено тисячі моделей та комплексних рішень.

Силос металевий марки СМВУ.183.15.В12.А (вітчизняного виробника - за-

воду КМЗ у Полтавській області) на бетонній основі використовують для тривалого надійного зберігання кондиційного зерна і тимчасового зберігання партій зерна. Підставою під несучі конструкції основних технологічних будівель і споруд (силосів) служать забивні залізобетонні складові палі. За сваї виконуються круглі в залізобетонні ростверки, на які спираються монолітні залізобетонні циліндричні постаменти, які безпосередньо служать опорами силосів. Для будівництва проектного елеватора вибираємо силос фірми «КМЗ» з плоским дном, модель силосу СМВУ.183.15.В12.А. Ця модель силосу має такі характеристики: діаметр – 18300 мм, загальна висота – 23600 мм, місткість – 4500 т. Кількість - 6 штук.

Силоси заповнюються самопливом, що з'єднують випуски надсилосних скребкових конвеєрів із прийомним пристроєм силосу до повного наповнення, контрольованого датчиком верхнього рівня.

Кожен силос має інсектицидний контейнер для безпечного зберігання продукту. Вітрове навантаження - до 730 Па.

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

Визначення розмірів робочої башти у плані

Проектування планів поверхів елеватора проводили у наступній послідовності:

- 1) вибір принципової схеми технологічного процесу проектного елеватора;
- 2) розміщення основного устаткування і вибір розмірів робочої башти елеватора в плані (М 1:200);
- 3) креслення планів поверхів робочої башти елеватора (М 1:200) [14].

Розміри робочої башти елеватора в плані визначаємо за диктуючим поверхом, тобто поверхом, який має максимальні величини довжини і ширини серед усіх виробничих поверхів башти: головки норії, зерноочисні машини і башмаки норії. Можливі випадки, коли довжину башти диктує один, а ширину - інший поверх.

В башті знаходимо диктуючи поверхи, їх довжину і ширину, і записуємо можливі варіанти розмірів робочої башти в плані. Зробивши остаточний вибір розмірів робочої башти приступаємо до креслення планів і його поверхів.

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

- природну освітленість робочих місць;
- зручність його обслуговування;
- дотримання норм проходів від стін до відповідного устаткування, між устаткуванням, регламентованих правилами охорони праці і техніки безпеки.

Креслення планів поверхів робочої башти

При кресленні планів поверхів пам'ятаємо, що: 1) остаточні розміри робочої башти більші, ніж обумовлені розміщенням устаткування на виробничих поверхнях, отже, проходи між машинами можуть бути більші за нормативні; 2) норійні труби і самопливне устаткування не повинні порушувати цілісність балок; 3) точки випуску визначаються місцем розміщення приймальної коробки сепаратора і насипного лотка конвеєру [14].

Диктуючи поверхом по довжині та ширині у нашому варіанті є поверх зерночисних машин (сепаратор MAROT). Після установки розмірів робочої будівлі в плані, виходячи з будівельних і технологічних міркувань намічаємо сітку колон, розподіляємо поверхи за призначенням і уточнюємо розміри робочої будівлі.

На рис. 3.3 наведено план поверху сепаратору (диктуючий), на рис. 3.4 - план поверху скальператора.

Після перевірки дотримання нормативних відстаней між устаткуванням, приймаємо розміри робочої будівлі - 7000×9200 мм.

### **3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП**

Висоту поверху башмаків норій робочої башти визначаємо за формулою:

$$H_{б.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6, \text{ м} \quad (3.16)$$

де  $h_1$  - висота підставки під башмак, призначеної 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.

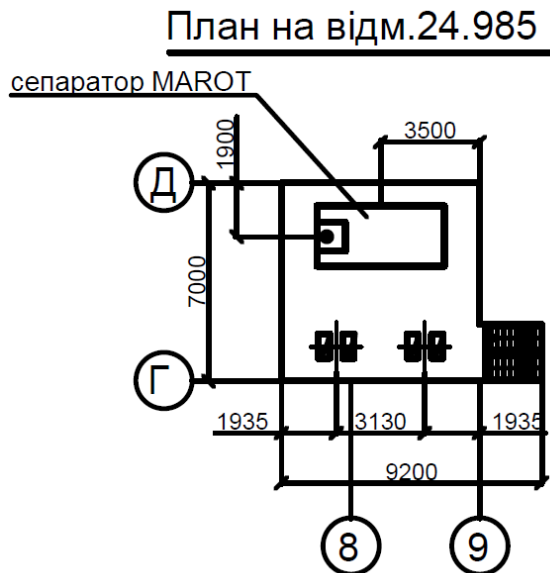


Рисунок 3.3 - План поверху сепаратора

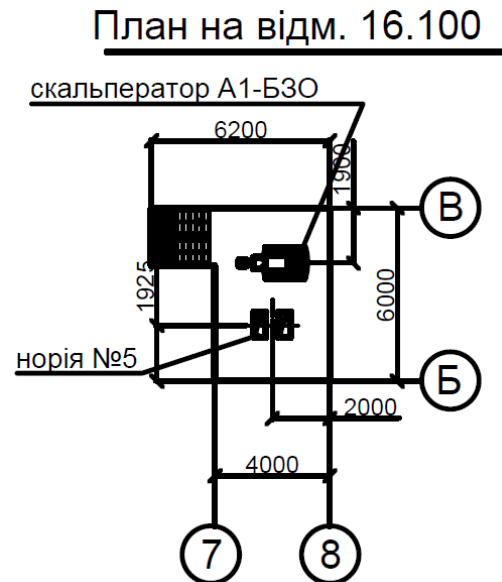


Рисунок 3.4 - План поверху скальператора

$$h_5 = 4,3 \operatorname{tg} 45 = 4,3 \text{ м.}$$

$$H_{\text{б.н.}} = 0,1 + 0,85 + 0,64 + 0,2 + 4,3 = 6,09 \text{ м.}$$

Через те, що головки норій можна експлуатувати під відкритим небом, то ми не проектуємо поверх головок норій, а розташовуємо їх на даху будівлі робочої башти.

Висоту поверху сепаратора визначаємо за формулою:

$$H_c = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6, \text{ м} \quad (3.17)$$

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.

$$h_6 = 1,3 \cdot \operatorname{tg} 45 = 1,3 \text{ м.}$$

$h_6$  - висота косоного патрубку під бункером, м.

$$H_{б.н.} = 1,7 + 0,56 + 0,85 + 0,69 + 0,63 + 1,3 = 5,73 \text{ м.}$$

### 3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів

Висоту приймального бункеру знаходимо, виходячи з формули розрахунку місткості бункерів

$$E_6 = \psi \cdot \gamma \cdot A \cdot B \cdot h \text{ м,} \quad (3.18)$$

де  $\psi$  - коефіцієнт використання обсягу (дод. Ф [14]);

$\gamma$  - об'ємна маса зерна (приймається звичайно  $\gamma = 0,75 \text{ т/м}^3$ );

$A$  і  $B$  - довжина і ширина бункера відповідно, м;

$h$  - висота бункера, м.

Знаходимо висоту:

$$30 = 0,56 \cdot 0,75 \cdot 6,4 \cdot 3 \cdot h \quad h = 3,72 \text{ м.}$$

Висоти надсепараторних та підсепараторних бункерів визначаємо аналогічно за формулою 1.19:

$$100 = 0,96 \cdot 0,75 \cdot 3,5 \cdot 3 \cdot h \quad h = 13,2 \text{ м.}$$

Висоти відпускних накопичувальних бункерів визначаємо аналогічно за формулою 3.18:

$$30 = 0,96 \cdot 0,75 \cdot 3,5 \cdot 3 \cdot h \quad h = 4,0 \text{ м.}$$

### 3.7 Проектування, опис і аналіз РСРЗіВ

Технологічна чи робоча схема руху зерна і відходів (РСРЗіВ) — це конкретизована принципова схема, що відображає зв'язок між усім транспортним, технологічним, ваговим устаткуванням, що є на елеваторі, оперативними і накопичувальними бункерами із зазначенням: номера, типу, кількості і продуктивності машин, які беруть участь у технологічному процесі; номери і місткості оперативних і накопичувальних місткостей.

РСРЗіВ в процесі експлуатації зерносховища є головним виробничим документом, який регламентує і визначає хід технологічного процесу [15].

### 3.7.1 Опис РСРЗіВ

На схемі показано 2 основні норії продуктивністю 175 т/год, встановлені в робочій башті елеватора.

Очищення перед зерносушаркою передбачено на машині попередньої очистки А1-БЗО, відходи з якої направляються у спеціальний бункер для відходів.

У лінії очищення передбачено 2 надсепараторних (НСБ №1, №2) та 2 підсепараторних бункера (ПСБ №1, №2). Ємність кожного бункера - 100 т, тобто пара бункерів забезпечує безперервну роботу сепаратора на 2-3 години.

У схемі передбачена шахтна зерносушарка фірми Alvan Blanch (Алван Бланч) марки DF19000. Продуктивність зерносушарки = 30 пл.т/год. Головною особливістю зерносушарок є те, що вони – горизонтального типу (конвеєрні).

Сушарка Alvan Blanch марки DF19000 виготовлена у вигляді горизонтального короба, всередині якого знаходяться конвеєрні механізми. Зерно надходить до герметичного бункера зерносушарки за допомогою активного або пасивного зернотранспортного обладнання. Можливий варіант збільшеного завантажувального бункера із датчиками рівня зерна, які командують роботою завантажувального зернотранспортного обладнання. Далі зерно надходить на розподільний механізм, який укладає його на верхній конвеєр та рівномірно розподіляє по всій ширині сушарки. При цьому передбачена можливість легкого регулювання глибини шару продукту.

На конвеєрі зерно просувається за допомогою системи поперечних перекидачів, що рухаються сталевим ланцюгом. Конвеєр зерносушарки Alvan Blanch марки DF19000 виконаний із спеціальних жалюзі, крізь які знизу вгору проходить гаряче повітря. В кінці верхнього конвеєра зерно передається на нижній конвеєр за допомогою механізму, який також забезпечує деяке перемішування. На нижньому конвеєрі зерно досушується та вивантажується.

До сушарки прив'язані 2 додаткові норії (№3 і №4) кожна продуктивністю 50 т/год, а також досушительний та післясушительний бункери (ДС та ПС відповідно), кожен місткістю 200 т, для забезпечення роботи зерносушарки протягом 8 годин.

Зберігання зерна в елеваторі проводиться в шістьох металевих силосах з плоским днищем (С1 - С6) кожен місткістю по 4500 т. Завантаження силосів здійснюється надсилосним конвеєром № 5 продуктивністю 175 т/год. Розвантаження силосів здійснюється підсилосним конвеєром №6 продуктивністю 175 т/год., з подачею зерна відповідно на норії №1 і №2.

### **Приймання вологого та сирого зерна з автотранспорту**

Розвантажене за допомогою автомобіля-самоскида зерно поступає у приймальний бункер (Е = 30 т), далі на приймальні конвеєри №1 та №2 продуктивністю 175 т/год, з яких далі на спеціалізовану норію №5 продуктивністю 175 т/год. Норією №5 зерно подається в скальператор, звідти - на норію №2. Норією № 2 зерно подається у досушільний бункер (ДС), який випорожняється на додаткову норію №3. Пройшовши сушіння у сушарці Alvan Blanch марки DF19000, зерно накопичується у післясушільному бункері (ПС), з якого подається на норію №1 для основного очищення. Також може подаватися у відпускні накопичувальні бункери для тимчасового зберігання.

Через перекидний клапан просушене зерно подається в один з надсепараторних бункерів (НСБ №1 або НСБ №2), звідти - у сепаратор. Після очищення зерно поступає в один з підсепараторних бункерів (ПСБ №1 або ПСБ №2), а з нього - на норію №2. З норії зерно через перекидний клапан №5 подається на надсилосний конвеєр (№5), який завантажує зерно у силоси.

### **Приймання сухого зерна з автотранспорту**

Розвантажене за допомогою автомобіля-самоскида зерно поступає у приймальний бункер (Е = 30 т), далі на приймальні конвеєри №3 та №4 продуктивністю 175 т/год. Норією №1 через перекидний клапан зерно подається в один з надсепараторних бункерів (НСБ №1 або НСБ №2), звідти - у сепаратор. Після очищення зерно поступає в один з підсепараторних бункерів (ПСБ №1 або ПСБ №2), а з нього - на норію №2. З норії зерно через перекидний клапан подається на надсилосний конвеєр (№5), який завантажує зерно у силоси.

### **Внутрішнє переміщення з метою вентилявання, підсушування**

Зерно розвантажується на підсилосний конвеєр № 6, далі на норію №2.

Звідти в досушительний бункер, у зерносушарку Alvan Blanch марки DF19000 та післясушительний бункер. З ПС - на норію №1 для очищення (якщо необхідно). Після очищення зерно поступає в один з підсепараторних бункерів (ПСБ №1 або ПСБ №2), а з нього - на норію №2. З норії зерно через перекидний клапан подається на надсилосний конвеєр (№5), який завантажує зерно у силоси.

### **Відпуск на автотранспорт**

Зерно розвантажується на підсилосний конвеєр № 6, далі на норію №1. З неї через перекидний клапан на конвеєр №7. Далі зерно подається у відпускний бункер (ВБ) ємністю 30 т. З бункера зерно завантажується безпосередньо в автомобіль.

### **3.7.2 Аналіз РСРЗіВ**

Аналіз РСРЗіВ показує, що:

- побудована РСРЗіВ відповідає сучасним вимогам ведення технологічного процесу на елеваторі, так як внутрішня робота відокремлена від зовнішньої:
- встановлений відпускний накопичувальний бункер на автомобільний транспорт;
- зерносушарка обслуговується двома спеціалізованими норіями;
- встановлені до- та післясушительні бункери, місткість яких забезпечує 8 годин роботи зерносушарки;
- в лінії очищення наявні над- та підсепараторні бункери, які розраховані на 2 години роботи сепаратора.

### **Висновки**

1. Проведені розрахунки показали, що:
  - необхідно і достатньо встановити сепаратор марки MAROT, продуктивністю  $Q = 100$ т/год;
  - достатньо використовувати зерносушарку Alvan Blanch марки DF19000 продуктивністю 30 т/год для здійснення сушіння заданих обсягів зерна;
  - доцільно встановити дві норії продуктивністю кожна  $Q = 175$  т/год;

- потрібно встановити два приймальних потоків продуктивністю 175 т/год;
- для завантаження зерна в автомобілі передбачаємо один відпускний бункер місткістю 30 т.

### 3.8 Характеристика будівельних споруд

#### 3.8.1 Опис генерального плану

Генеральний план підприємства - це ув'язка в плані всіх основних, допоміжних і підсобних будівель і споруд, під'їзних шляхів, ліній енерго- та водопостачання (надземних і підземних).

Всі об'єкти підприємства повинні мати розриви між будівлями, зручний і швидкий під'їзд пожежних автомобілів до всіх споруд підприємства - такими є вимоги пожежної безпеки.

На території підприємства встановлено закольований пожежний водопровід з невичерпним джерелом водопостачання.

До основних виробничих об'єктів відносяться: робоча башта, приймально-відпускні пристрої, силоси для зерна, зерносушарка, будівля основної і візирочної лабораторії, приміщення для автомобільних ваг, адміністративна будівля.

Трансформаторні підстанції, підземні резервуари для води, слюсарно-механічні майстерні, гаражі для автомобільного транспорту, прохідна, пожежне депо відносяться до підсобно-виробничих споруд.

Територія підприємства покрита асфальтом. Є зелена зона дерева, газони і чагарники. Специфікація існуючих будівель і споруд представлена в табл. 3.3.

Загальна площа підприємства складає 21000 м<sup>2</sup>.

Економічність використання території показує коефіцієнт забудови  $K_3$

$$K_3 = \frac{\sum f_i}{F_0} \times 100, \% \quad (3.19)$$

де  $\sum f_i$  - площа, зайнята всіма будівлями і спорудами, м<sup>2</sup>;

$F_0$  - загальна площа території, м<sup>2</sup>.

$$K_3 = \frac{8820}{21000} \times 100 = 42 \%$$

Для зернопереробних підприємств допускається мінімальна щільність забудови

дови 42 - 44% [10].

Таблиця 3.3 - Специфікація існуючих будівель і споруд

№ п/п	Найменування будівель і споруд	Ємність	Одиниці вимірювання
1	Контрольно-пропускний пункт		
2	Автомобільні ваги		
3	Лабораторія		
4	Вагова		
5	Пробовідбірник		
6	Адміністративна будівля		
7	Приймальний бункер з автотранспорту	30	т
8	Норійна башта зерносушильного комплексу		
9	Робоча башта елеватора		
10	Зерносушарка Alvan Blanch		
11	Досушительний бункер	200	т
12	Післясушительний бункер	200	т
13	Силоси металеві (6 шт.)	24600	т
14	Пожежне водоймище		
15	Пожежний щит		
16	Відпускний накопичувальний бункер	30	т
17	Бункер відходів	20	т
18	Трансформаторна станція		
19	Місце загального використання		
20	Побутове приміщення		
21	Електроцех		
22	Мехмайстерня		
23	Склад зберігання ПММ		
24	Альтанка для відпочинку		
25	Башта попередньої очистки		
26	Бункер відходів башти попередньої очистки		

Визначаємо коефіцієнт озеленення  $K_H$

$$K_H = \frac{F_H}{F_0} \times 100, \% \quad (3.20)$$

де  $F_H$  - площа організованих насаджень,  $m^2$ ;

$F_0$  - загальна площа території,  $m^2$ .

$$K_H = \frac{2205}{21000} \times 100 = 10,5 \%$$

Коефіцієнт озеленення території має бути не менше 15%, а при підвищеній забудови території (більше 50%) - не менше 10 % [10].

Коефіцієнт мощення  $K_M$

$$K_M = \frac{F_M}{F_0} \times 100, \% \quad (3.21)$$

де  $F_M$  - сумарна площа мощення,  $m^2$ ;

$F_0$  - загальна площа території,  $m^2$ .

$$K_M = \frac{7980}{21000} \times 100 = 38 \%$$

Генеральний план у масштабі М1:400 представлений на аркуші № 8.

### 3.8.2 Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору

Підставою під несучі конструкції основних технологічних будівель і споруд (силосів) служать забивні залізобетонні складові палі, перетином 35x35 см, довжиною 30 м, виконувані з двох частин по 15 м кожна. За сваї виконуються круглі в залізобетонні ростверки, зовнішнім діаметром 13,80 м, на які спираються монолітні залізобетонні циліндричні постаменти (внутрішній діаметр 12,80 м, висота 2,3 м, товщина стінки 1 м), які безпосередньо служать опорами силосів.

Для будівництва проектованого елеватора вибираємо силос фірми «KMZ» з плоским дном, модель силосу СМВУ.183.15.В12.А. Ця модель силосу має такі характеристики: діаметр – 18300 мм, загальна висота – 23600 мм, місткість – 4500 т. Кількість - 6 штук.

Перед устроєм ростверків виробляється зняття насипного шару ґрунту 1,5 - 1,8 м і виконується якісна піщана подушка з пошарово ущільненого середньо- або грубозернистого піску.

Кріплення силосів здійснюється за допомогою анкерних болтів, які закладаються в бетон при влаштуванні постаментів. У середині постаменту виконується прохідний тунель, висотою 2,0 м з монолітним залізобетонним перекриттям, товщиною 300 мм. У тунелі встановлюються стрічкові конвеєри. Пазухи постаменту заповнюються гранітним щебенем дрібної фракції. Відсипання щебеню повинно виконуватися пошарово з ретельним ущільненням пневмотрамбувача і контролем якості ущільнення. Над щебенем знаходиться бетонна підлога з бетону класу В15.

Щоб уникнути підтоплення, висотне розташування силосів прийнято таким,

щоб верх ростверків знаходився вище усталеного за даними геології рівня підземних вод на 1,2 м.

Циліндр силосу утворюється з металевих оцинкованих панелей (матеріал - оцинкована сталь Z600), хвилястого профілю, збираних на болтових з'єднаннях підвищеної надійності M10-M12, клас міцності 8,8, з ущільнюючими прокладеннями. Тобто застосовуються спеціальні ущільнювачі для стиків листів: горизонтальне і подвійне вертикальне ущільнення з'єднань аркушів циліндричної частини. Товщина панелей по ярусах різна, що забезпечує оптимальну міцність при мінімальній металоємності конструкції. На циліндрі силосу монтується сходи для обслуговування, а також датчик верхнього граничного рівня і облаштування для відбору проб зерна з силосу. Вертикальна стійкість циліндра силосу забезпечується ребрами жорсткості Z та U-подібної форми.

Дах силосу є конусною просторовою конструкцією з кутом нахилу 30 градусів, зібраною з ребер жорсткості і металевих оцинкованих секторів на болтових з'єднаннях з ущільнюючими прокладеннями. Снігове навантаження: до 320 кг/м<sup>2</sup>. Вгорі дах має горловину для завантаження зерна, обладнану 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 збереженість продукту. Для зручності обслуговування силосу є внутрішні і зовнішні сходи, інспекційний люк на даху і сервісні двері.

Силоси заповнюються самопливом, що з'єднують випуски надсилосних скребкових конвеєрів із прийомним пристроєм силосу до повного наповнення, контрольованого датчиком верхнього рівня.

Кожен силос має інсектицидний контейнер для безпечного зберігання продукту. Вітрове навантаження - до 730 Па.

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Закон України «Про охорону праці» забезпечує основні конституційні права громадян на охорону їх життя та здоров'я в процесі трудової діяльності, встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні, відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничої санітарії [18].

### 4.1 Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів (НШВФ) підприємства

Аналіз підприємства, представленого в технологічній частині проекту, показує, що можуть виникнути наступні потенційно небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ) [19]:

1) підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони. Спостерігається: у силосах, біля головок норій. Згідно з вимогами гранично допустима концентрація (ГДК) пилу у повітрі робочої зони (незалежно від вмісту двоокису кремнія) повинна бути не більше 4,0 мг/м<sup>3</sup> [20];

2) підвищена або знижена температура повітря робочої зони – припустимі норми температури повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року – нормативне значення цих параметрів визначається відповідно до ГОСТ 12.1.005-88, складає: температура повітря 15-21 °С, температура повітря поза постійних робочих місць 13-24 °С [21, 22];

3) підвищений рівень шуму на робочому місці - утворюється на поверсі головок та башмаків норій. Нормативне значення цього параметру визначається відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 становить 80 дБ на робочих місцях, у робочих зонах, у виробничих приміщеннях і на території [23];

4) підвищений рівень вібрації – допустимі параметри вібрації визначаються

					<i>КРМ.ТЗіК.1.958-03.ІІ.2.2</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Бойко М.О.</i>			<i>Розробка проекту будівництва заготівельного елеватора 27 тис. тонн на основі досліджень характеристик зерносушарок конвеєрного типу та якості просушеного зерна на них</i>	<i>Лист.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консульт.</i>		<i>Станкевич Г.М.</i>					63	103
<i>Керівник</i>		<i>Станкевич Г.М.</i>				ОНТУ гр. ЗТЗ-72		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав. кафедри</i>		<i>Макаринська А.В.</i>						
								63

відповідно з ДСН 3.3.6-039-99 і у деяких машин становить: сепаратор А1-БЦС-50 не більше  $0,2 \text{ м/с } 10^{-2}$  норії – частота обертання – 80 – 170 об/хв., частота коливань – 13,3 – 2,8 Гц, віброзміщення – 3,1 – 0,61, середньоквадратичне значення коливальної швидкості –  $1,3 \text{ м/с } 10^{-2}$  [24];

5) підвищена або знижена вологість повітря – нормативне значення цих параметрів визначається відповідно до ГОСТ 12.1.005-88, припустимі норми відносної вологості повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року - 75 %, не більше [21];

6) підвищена або знижена рухливість повітря – нормативне значення цих параметрів визначається відповідно до ГОСТ 12.1.005-88, припустимі норми швидкості руху повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року – 0,4 м/с, не більше;

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

8) відсутність або недостатність природного світла – норми КПО при боковому освітленні у виробничих приміщеннях підприємств по зберіганню та переробці зерна – 1,5 % мінімум відповідно до [25];

9) недостатня освітленість робочої зони - робочі місця у разі невірному розрахунку освітлювальної системи і розміщення технологічного обладнання, за рахунок забруднення освітлювальних приладів, відсутності ламп, а також у нічні зміни (норми електроосвітлення поверху головок норій: при лампах розжарення – 30 лк, газорозрядних – 75) [26].

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

##### **Розміщення виробничого устаткування і його обслуговування**

Усе виробниче устаткування повинно бути встановлене з урахуванням умов його технічного обслуговування відповідно до вимог технічного паспорта [27].

Передбачено наступні відстані між устаткуваннями, а також між обладнан-

ням і стінами виробничих будівель (норійної башти):

1) норми ширини проходів при розміщенні обладнання для магістральних (генеральних проходів) - 1,5 м; між обладнанням - 1,2 м; між стінами виробничих будівель і обладнанням - 1 м. Вони збільшуються на 0,75 м при однобічному розташуванні працюючих від проходів і не менш ніж на 1,5 м при двобічному розташуванні працюючих від проходів;

2) ширина проїздів установлюється в залежності від виду транспорту, який використовується, з урахуванням радіуса його повороту. Для ремонту і обслуговування відстань від обладнання до стін повинна бути не менше 0,7 м. Зі стаціонарних площадок і сходів обслуговується наступне устаткування (майданчик головок та башмаків норій).

### **Забезпечення нормованих показників мікроклімату і чистоти повітря**

Для забезпечення нормованих показників мікроклімату (табл.4.1) чистоти повітря у робочій зоні (норма ГДК – 4,0 мг/м<sup>3</sup>) проектом передбачені наступні заходи:

- раціональне розміщення обладнання з можливістю зручного і безпечного обслуговування і ремонту;
- механізація й автоматизація виробничих процесів – всі процеси механізовані й автоматизовані. Очистка живлячих механізмів, очистка завалів в башмаках норії і конвеєрах;
- раціональна теплова ізоляція устаткування: дифузори і вентилятори, які розміщені в доступних місцях, покривають шаром теплоізоляції;
- раціональна вентиляція (аспірація, аварійна вентиляція);
- раціональний режим праці і відпочинку забезпечений Законодавством України про охорону праці і відбитий у колективному договорі підприємства.
- герметизація устаткування;
- аспірація устаткування (головки та башмаки норій, конвеєри);
- графік прибирання пилу (2 рази на день);

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

Таблиця 4.1 - Припустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року [26]

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

### **Забезпечення нормованих значень шуму і вібрації**

Допустимі значення показників шуму і вібрації:

- шум (рівень звуку): 80 дБ;
- вібрація (віброшвидкості), не більше: норія –  $1,30 \text{ м/с} \cdot 10^{-2}$ .

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

Основні організаційні заходи:

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

Основні технічні заходи:

- використання фундаментів і віброізоляторів для віброактивного устаткування (головки норій, конвеєри, вентилятори);

- звукоізоляція (вентилятору аспірації);
- віброзвукопоглинання (облицювання, спеціальні звукопоглиначі);
- ізоляція віброактивного устаткування від технологічних комунікацій;
- використання глушників шуму.

### **Забезпечення нормованих показників освітлення**

Для забезпечення нормованої освітленості виробничих приміщень і робочих місць проектом передбачене природне, штучне або суміщене освітлення. Згідно з вимогами [25], у приміщенні із постійним перебуванням у ньому людей повинно бути, як правило, природне освітлення. Для забезпечення необхідного освітлення в нічний час чи при недостатності природного освітлення або при неможливості його застосування за умов технологічного процесу застосовують штучне освітлення.

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

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

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

Робоче освітлення прийняте загальне. З урахуванням категорії приміщення за пожежовибухонебезпекою в електроустановках, освітленість (у Лк) ділянок вказано в табл. 4.2.

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

Таблиця 4.2 - Норми електроосвітлення основних виробничих приміщень по зберіганню та переробці зерна

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

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

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

### **Захист працюючих від ураження електричним струмом**

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

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

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

- захисне заземлення або занулення корпусів електроустаткування й елементів електроустановок, що можуть виявитися під напругою – (головки норій, конвеєри, вентилятори);

- захисне відключення - відключення електроустановки при пошкодженні

ізоляції і переході напруги на неструмовідні елементи;

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

- блокування - неможливість відкриття кришки обладнання без попередньої зупинки електродвигуна; написи, плакати («Обережно! Висока напруга», «Не вмикати: працюють люди!»), засоби індивідуального захисту (діелектричні рукавиці, діелектричні калоші і боти, ізолюючі штанги, ізолюючі рукоятки, діелектричні килимки) [28].

### 4.3 Заходи щодо пожежної безпеки

Приміщення підприємства за категорією пожежовибухонебезпеки наведено у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Категорії та класи виробництв за пожежовибухонебезпекою

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

Пожежна безпека виробництва у кваліфікаційній роботі забезпечується наступними заходами та засобами:

- встановлення блискавкозахисту на будинках і спорудах;

- захист електричних мереж у виробничих приміщеннях від короткого замикання і перевантажень;
- передбачення наступних типів вогнегасників (для приміщень з граничною захисною площею 135 кв.м передбачені наступні вогнегасники переносні вогнегасники УО-5 із зарядом вогнегасної речовини з вагою 5 кг – 13 одиниць, пересувні вогнегасники ОП-5 із зарядом вогнегасної речовини вагою 5 кг - 4 одиниці);
- передбачення наступних систем пожежогасіння: внутрішня – від пожежних кранів, установлених на мережі внутрішнього протипожежного водопроводу; зовнішня система пожежогасіння – від пожежних гідрантів, установлених на зовнішній мережі протипожежного водопостачання;
- передбачення додаткових первинних засобів пожежогасіння: ящики з піском; бочки з водою; пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири) (біля входу в робочу башту елеватору, зерносушильного комплексу, вузла приймання зерна з автотранспорту) [29].

### **Шляхи евакуації**

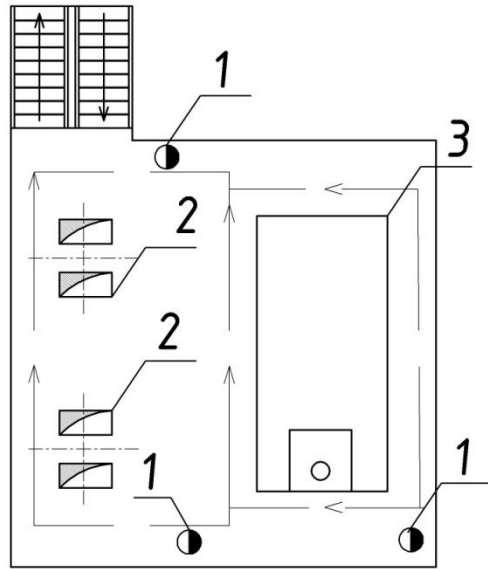
Проектом передбачено шляхи евакуації робітників та службовців з виробничих приміщень.

Плани евакуації розміщені біля виходу на кожному поверсі робочої башти.

Шляхи евакуації забезпечуються евакуаційним освітленням.

У проекті передбачено включення світильників евакуаційного освітлення в нічний час.

У світильниках евакуаційного освітлення встановлюються тільки лампи розжарення. Шлях евакуації з поверху сепараторів наведено на рис. 4.1.



1 - вогнегасник; 2 - норія; 3- сепаратор "MAROT"

Рисунок 4.1 - План пожежної евакуації з робочої башти поверху сепаратора на елеваторі

## РОЗДІЛ 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ (ТЕП)

### 5.1 Розрахунок чисельності працюючих

Через відсутність у цей час даних про трудомісткість одиниці робіт та послуг в статистичній звітності підприємств галузі робимо розрахунок чисельності основних робітників ( $Ч_p^o$ ) на основі питомого показника, який характеризує чисельність робітників на 1000 тонн місткості зерносховища ( $Ч_{TM}$ ):

$$Ч_p^o = ПЗ \times Ч_{TM}. \quad (5.1)$$

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

$$Ч_p^o = 27,0 \times 0,55 = 15 \text{ осіб}$$

Чисельність допоміжних робітників виробництва ( $Ч_p^d$ ) визначаємо на зерносховищах як 25 % від чисельності основних робітників:

$$Ч_p^d = Ч_p^o \times 0,25. \quad (5.2)$$

Чисельність допоміжних робітників для нашого проекту дорівнюватиме:

$$Ч_p^d = 15 \times 0,25 = 4 \text{ осіб.}$$

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

$$Ч_p = Ч_p^o + Ч_p^d. \quad (5.3)$$

Отже сумарна чисельність основних і допоміжних робітників для проектуємого елеватора буде дорівнювати:

$$Ч_p = 15 + 4 = 19 \text{ осіб.}$$

Дані про структуру і чисельність працівників проектуємого підприємства зводимо у табл. 5.1.

На основі такого підходу розрахуємо сумарну чисельність всіх працюючих – робітників і адміністративного персоналу проектуємого підприємства і зведемо у табл. 5.1.

					<i>КРМ.ТЗіК.1.958-03.II.2.2</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>		<i>Бойко М.О.</i>			<i>Лист.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консульт.</i>		<i>Басюркіна Н.Й.</i>			72		103
<i>Керівник</i>		<i>Станкевич Г.М.</i>			ОНТУ гр. ЗТЗ-72		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Зав. кафедри</i>		<i>Макаринська А.В.</i>					
					72		

Таблиця 5.1 – Структура персоналу і чисельність працівників

Категорії чисельності працівників	Питома вага, %	Кількість
Робітники (основні та допоміжні)	80 *	19
Керівники, фахівці	20**	5
Всього	100	24

**Примітки:**

\* – для елеваторів питома вага робітників (основних і допоміжних) у загальній структурі працюючих складає 80 %;

\*\* – частку чисельності керівників і фахівців у чисельності працюючих розраховують як 100 %, зменшені на частку (відсоток) робітників у чисельності працюючих.

## 5.2 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 ( $O_{\text{ПР}}$ ) визначаємо як сукупність робіт по прийманню – відпуску (в тоннах); зберігання зерна (тоннах-місяцях); 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.

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

$$O_{\text{РП}} = \sum(O_{\text{РП}}^{\text{H}} \times T_{\text{РП}}), \quad (5.4)$$

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.

Визначаємось з базовими тарифами на роботи та послуги окремого виду ( $T_{\text{РП}}$ ) за допомогою сайту [31].

Тарифи на обробку зернових вантажів наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Тарифи на обробку зернових вантажів

Назва робіт і послуг	Вартість, \$ США/тонну	Вартість*), Трп, грн/т
<b>Вантажні операції **)</b>		
Приймання з накопиченням у зерносховищах (грн. за одну тонну) з:		
- автотранспорту	4,00	146,27
Відпуск (грн. за одну тонну) на:		
- автотранспорт	5,00	182,84
<b>Послуги елеватору</b>		
Зберігання (грн. за зберігання 1 тонни протягом 1 доби):		
- до 5 діб	0,00	0,00
- більше 5 діб	0,12	4,39
Зачистка елеватора, грн. за од./тонну	0,09	3,29
Очищення зерна, грн. од./тонну/відсоток	0,90	32,91
Вентилювання зерна, грн. од./тонну/відсоток	1,00	36,57
Сушіння зерна, грн. од./тонну/відсоток	1,00	36,57
Лабораторний аналіз зерна, грн. од./один аналіз	28,95	1058,66
Подвійне складське свідоцтво, грн. од./партия зерна	2,64	96,54

**Примітка:**

\*) – перераховано за курсом Національного банку України на 07.05.2023 року за допомогою сайту [32] – 36,5686 грн за 1 дол. США.

\*\*\*) – при розрахунках вартості вантажних операцій потрібно враховувати коефіцієнти надбавки, що залежить від культури ([33], табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Коефіцієнти надбавки до тарифів на вантажні операції, в залежності від виду культури

Найменування культури	Коефіцієнти надбавки до тарифу
Пшениця, ячмінь, кукурудза, соя	1,00
Рапс, горох	1,05
Льон	1,10
Соняшник	1,25

Тарифи на роботи, що виконуються з власним зерном дорівнюють собівартості цих робіт, тому спочатку розраховуємо собівартість, а потім – обсяги реалізації послуг підприємства.

**5.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства**

Дані розрахунки виконуємо на основі тарифів на роботи та послуги і зводимо у табл. 5.4.

Нами передбачено використання давальницького та власного зерна, прид-

баного елеватором у сільськогосподарських виробників – по 50 % кожного від загального об'єму зерна.

Обсяг робіт та послуг окремого виду у натуральному виразі ( $O_{РП}^H$ , тис. т) приймаємо згідно табл. 2.4 (Розділу 2).

Таблиця 5.4 – Обсяг реалізації послуг заготівельного елеватору

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{РП}^H$ , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, $T_{РП}$ , грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, $O_{РП}$ , тис. грн
1	2	3	4
<b>Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:</b>	<b>40,0</b>		
- <b>ранніх культур:</b>	<b>18,00</b>		
- <i>власного</i> (50%), в тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
-- пшениця (60% - див.табл.2.4)	5,4	112,52x1,0	<b>607,61</b>
-- ячмінь (40% - див.табл.2.4)	3,6	112,52x1,0	<b>405,07</b>
- <i>давальницького</i> (50%), в тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
-- пшениця (60% - див.табл.2.4)	5,4	146,27x1,0	<b>789,86</b>
-- ячмінь (40% - див.табл.2.4)	3,6	146,27x1,0	<b>526,57</b>
- <b>пізніх культур:</b>	<b>22,00</b>		
- <i>власного</i> (50%), в тому числі:	<b>11,0</b>	-	-
-- кукурудза (100% - див.табл.2.4)	11,0	112,52x1,0	<b>1237,72</b>
- <i>давальницького</i> (50%), в тому числі:	<b>11,0</b>	-	-
-- кукурудза (100% - див.табл.2.4)	11,0	146,27x1,0	<b>1608,97</b>
<b>Відпуск зерна на автотранспорт, в тому числі:</b>	<b>40,0</b>	-	-
- <b>ранніх культур:</b>	<b>18,0</b>		
- <i>власного</i> (50%), в тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
-- пшениця (60% - див.табл.2.4)	5,4	140,65x1,0	<b>759,51</b>
-- ячмінь (40% - див.табл.2.4)	3,6	140,65x1,0	<b>506,34</b>
- <i>давальницького</i> (50%), в тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
-- пшениця (60% - див.табл.2.4)	5,4	182,84x1,0	<b>987,34</b>
-- ячмінь (40% - див.табл.2.4)	3,6	182,84x1,0	<b>658,22</b>
- <b>пізніх культур:</b>	<b>22,0</b>		
- <i>власного</i> (50%), в тому числі:	<b>11,0</b>	-	-
-- кукурудза (100% - див.табл.2.4)	11,0	140,65x1,0	<b>1547,15</b>
- <i>давальницького</i> (50%), в тому числі:	<b>11,0</b>	-	-
-- кукурудза (100% - див.табл.2.4)	11,0	182,84x1,0	<b>2011,24</b>
*) Зберігання зерна (Еел х 330 діб):	<b>27,0x330=8910,0</b>	-	-
- <i>власного</i> (50%)	<b>4455,00</b>	3,38	<b>15057,9</b>
- <i>давальницького</i> (50%)	<b>4455,00</b>	4,39	<b>19557,45</b>
<b>Очищення зерна:</b>	<b>40,0</b>	-	-
- <i>власного</i> (50%)	<b>20,0</b>	25,32	<b>506,40</b>
- <i>давальницького</i> (50%)	<b>20,0</b>	32,91	<b>658,20</b>

Продовження табл. 5.4

**) Сушіння зерна ранніх культур (всього): Аапр (ранніх) x (a1+ a2 + a3+ a4)	<b>18,0x0,40 =7,2</b>	-	-
у тому числі:			
від вологості 17% до 15% (20%): Аапр (ранніх) x a1	<b>3,6</b>	-	-
- власного	1,8	28,13	<b>50,63</b>
- давальницького	1,8	36,57	<b>65,83</b>
від вологості 22% до 17% (15%): Аапр (ранніх) x a2	<b>2,7</b>	-	-
- власного	1,35	28,13	<b>37,98</b>
- давальницького	1,35	36,57	<b>49,37</b>
від вологості 26% до 22% (5%): Аапр (ранніх) x a3	<b>0,9</b>	-	-
- власного	0,45	28,13	<b>12,66</b>
- давальницького	0,45	36,57	<b>16,46</b>
**) Сушіння зерна пізніх культур: Аапр (пізніх) x (a1+ a2 + a3+ a4)	<b>22,0x0,40 =8,8</b>	-	-
у тому числі:			
від вологості 17% до 15% (20%): Аапр (пізніх) x a1	<b>4,4</b>	-	-
- власного	2,2	28,13	<b>61,89</b>
- давальницького	2,2	36,57	<b>80,45</b>
від вологості 22% до 17% (15%): Аапр (пізніх) x a2	<b>3,3</b>	-	-
- власного	1,65	28,13	<b>46,41</b>
- давальницького	1,65	36,57	<b>60,34</b>
від вологості 26% до 22% (5%): Аапр (пізніх) x a3	<b>1,1</b>	-	-
- власного	0,55	28,13	<b>15,47</b>
- давальницького	0,55	36,57	<b>20,11</b>
<b>Всього, в тому числі:</b>	-	-	<b>47943,15</b>
- власного	-	-	<b>20852,74</b>
- давальницького	-	-	<b>27090,41</b>

**Примітка:** тарифи на роботи окремого виду ( $T_{PII}$ ), що виконуються з власним зерном дорівнюють собівартості цих робіт, а саме на 30 % менше тарифу на давальницьке зерно;

\*)  $E_{ел}$  – запланована місткість елеватора, тис. тонн (див. табл. 2.4);

330 – розрахунковий період роботи елеватора у рік, діб;

\*\*\*)  $A_{пр}^a$  (ранніх),  $A_{пр}^a$  (пізніх) – річний об'єм приймання зерна з автотранспорту ранніх та пізніх культур відповідно, т/рік (див. табл. 2.4);

$a_1, a_2, a_3, a_4$  – частки вологого та сирого зерна (тобто, що потребує сушіння) різної ступені вологості, що надходить автотранспортом (обираємо окремо для ранніх та пізніх культур з табл. 2.4).

Обсяг послуг зі зберігання зерна (лабораторії) розраховуємо, виходячи з да-

них табл. 2.4 і терміну роботи елеватора 330 діб на рік. Кількість лабораторних аналізів розраховуємо, виходячи з даних табл. 2.4.

При визначенні кількості аналізуємих проб при прийманні зерна визначаємо кількість транспортних одиниць, що доставляють вантажі. Кількість транспортних одиниць буде відповідати кількості середніх проб, які складають на кожен одиницю транспорту.

Таким чином кількість середніх проб ( $T$ ) визначаємо за формулою [34]:

$$T_{\text{п}} = A_{\text{пр}} / E_{\text{т}}, \text{ шт.}, \quad (5.5)$$

де  $A_{\text{пр}}$  – річний обсяг зерна, доставлений на підприємство одним видом транспорту, тонн (див. табл. 2.4);

$E_{\text{т}}$  – вантажопід'ємність однієї одиниці транспорту, тонн. Приймаємо розрахункову вантажопід'ємність автомобіля 30 тонн.

Отже

$$T_{\text{п}} = 40000 / 30 = 1333 \text{ шт.}$$

Аналогічно розраховуємо кількість середніх проб при відпуску зерна з елеватора, як кількість транспортних засобів ( $T_{\text{вп}}$ ), на які зерно відвантажують протягом року:

$$T_{\text{вп}} = A_{\text{вп}} / E_{\text{т}}, \text{ шт.}, \quad (5.6)$$

де  $A_{\text{вп}}$  – річний обсяг зерна, відвантажений підприємством на один вид транспорту, тонн (див. табл. 2.4).

$$T_{\text{вп}} = 40000 / 30 = 1333 \text{ шт.}$$

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

$$\Sigma T_{\text{л}} = (T_{\text{п}} + T_{\text{вп}}) \times 1,10 \quad (5.7)$$

де 1,10 – коефіцієнт, що враховує додатковий 10% -ний резерв на випадок повторення аналізів [34]:

$$\Sigma T_{\text{л}} = (1333 + 1333) \times 1,10 = 2933 \text{ шт.}$$

Тоді вартість аналізів зерна ( $B_{\text{л}}$ ) складе за рік:

$$B_{\text{л}} = \Sigma T_{\text{л}} \times T_{\text{лаб.}}, \text{ грн.} \quad (5.8)$$

де  $T_{\text{лаб}}$  – загальна середнєзважена ціна лабораторного аналізу зерна, що надходить на елеватор, *за всіма потрібними для даної культури стандартними показниками*, грн/од.середню пробу (приймаємо за рекомендаціями табл. 5.2).

Кількість подвійних свідоцтв, які видає елеватор на партії зерна, що закладають на зберігання, дорівнює :

$$N_{\text{пс}} = 330 \times \Pi_{\text{пд}}, \text{ шт.}, \quad (5.9)$$

де 330 – тривалість роботи підприємства протягом року, діб;

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

Приймаємо  $\Pi_{\text{пд}} = 4$  шт, тоді:

$$N_{\text{пс}} = 330 \times 4 = 1320 \text{ шт. свідоцтв}$$

Зводимо розрахунки річного обсягу реалізації послуг лабораторії у табл.5.5.

Таблиця 5.5 – Річний обсяг реалізації послуг лабораторії заготівельного елеватору

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{\text{рп}}^H$ , тис. шт.	Тариф на роботи та послуги окремого виду, $T_{\text{рп}}$ , грн/шт	Обсяг реалізації послуг підприємства, $O_{\text{рп}}$ , тис. грн
<b>Лабораторний аналіз зерна, шт/рік:</b>	<b>2,933</b>	-	-
- власного	1,47	814,35	<b>1197,09</b>
- давальницького	1,47	1058,66	<b>1556,23</b>
<b>Подвійне складське свідоцтво:</b>	<b>1,32</b>	-	-
- власного	0,66	74,26	<b>49,01</b>
- давальницького	0,66	96,54	<b>63,72</b>
<b>ВСЬОГО, в тому числі:</b>	-	-	<b>2866,05</b>
- власного зерна	-	-	<b>1246,10</b>
- давальницького зерна	-	-	<b>1619,95</b>

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства як при здійсненні різних операцій з зерном, так і при виконанні послуг лабораторією складе (див. табл. 5.6).

Таблиця 5.6 – Загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт заготівельного елеватора

Види робіт та послуг	Обсяг реалізації послуг та робіт підприємства, О <sub>РП</sub> , тис. грн.
<b>Послуги елеватора при здійсненні різних операцій з зерном, Всього, в тому числі:</b>	<b>47943,15</b>
- власного зерна	20852,74
- давальницького зерна	27090,41
<b>Послуги лабораторії, Всього, в тому числі:</b>	<b>2866,05</b>
- власного зерна	1246,10
- давальницького зерна	1619,95
<b>ВСЬОГО</b>	<b>50809,20</b>
<b>- власного зерна</b>	<b>22098,84</b>
<b>- давальницького зерна</b>	<b>28710,36</b>

#### 5.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік

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

$$C_P^{OD} = T_{RP} / (1 + P), \quad (5.10)$$

де  $T_{RP}$  – тариф за одиницю робіт та послуг, грн/тонну;

$P$  – рентабельність, закладена у тарифі, частки (при проектуванні необхідний рівень рентабельності приймають на рівні 0,20-0,30 або 20-30 %).

На другому етапі виконуємо розрахунок собівартості річного обсягу робіт та послуг ( $C_{RP}$ ) за формулою:

$$C_{RP} = \sum(O_{RP}^H \times C_P^{OD}), \quad (5.11)$$

де  $C_P^{OD}$  – собівартість одиниці робіт та послуг, грн.

Приймаємо величину рентабельності на рівні 30 %. Отже, собівартість приймання 1 т зерна з автомобільного транспорту:

$$C_1^{OD} = 146,27 / (1,0 + 0,3) = 112,52 \text{ грн /тонну.}$$

Подальші розрахунки собівартості тарифів є аналогічними, тому наведемо розрахунки собівартості робіт та послуг у табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Розрахунок собівартості робіт та послуг

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{РП}^H$ , тис. тонн	Собівартість од. робіт та послуг, $C_p^{OD}$ , грн/тонну	Собівартість річного обсягу робіт та послуг, $C_p^P$ , тис. грн
1	2	3	4
<b>Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:</b>	<b>40,0</b>		
- <b>ранніх культур:</b>	<b>18,00</b>		
- <i>власного</i> (50%), в тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
-- пшениця (60% - див.табл.2.4)	5,4	112,52x1,0	<b>607,61</b>
-- ячмінь (40% - див.табл.2.4)	3,6	112,52x1,0	<b>405,07</b>
- <i>давальницького</i> (50%), в тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
-- пшениця (60% - див.табл.2.4)	5,4	112,52x1,0	<b>607,61</b>
-- ячмінь (40% - див.табл.2.4)	3,6	112,52x1,0	<b>405,07</b>
- <b>пізніх культур:</b>	<b>22,00</b>		
- <i>власного</i> (50%), в тому числі:	<b>11,0</b>	-	-
-- кукурудза (100% - див.табл.2.4)	11,0	112,52x1,0	<b>1237,72</b>
- <i>давальницького</i> (50%), в тому числі:	<b>11,0</b>	-	-
-- кукурудза (100% - див.табл.2.4)	11,0	112,52x1,0	<b>1237,72</b>
<b>Відпуск зерна на автотранспорт, в тому числі:</b>	<b>40,0</b>	-	-
- <b>ранніх культур:</b>	<b>18,0</b>		
- <i>власного</i> (50%), в тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
-- пшениця (60% - див.табл.2.4)	5,4	140,65x1,0	<b>759,51</b>
-- ячмінь (40% - див.табл.2.4)	3,6	140,65x1,0	<b>506,34</b>
- <i>давальницького</i> (50%), в тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
-- пшениця (60% - див.табл.2.4)	5,4	140,65x1,0	<b>759,51</b>
-- ячмінь (40% - див.табл.2.4)	3,6	140,65x1,0	<b>506,34</b>
- <b>пізніх культур:</b>	<b>22,0</b>		
- <i>власного</i> (50%), в тому числі:	<b>11,0</b>	-	-
-- кукурудза (100% - див.табл.2.4)	11,0	140,65x1,0	<b>1547,15</b>
- <i>давальницького</i> (50%), в тому числі:	<b>11,0</b>	-	-
-- кукурудза (100% - див.табл.2.4)	11,0	140,65x1,0	<b>1547,15</b>
*) Зберігання зерна (Еел x 330 діб):	<b>27,0x330=8910,0</b>	-	-
- <i>власного</i> (50%)	<b>4455,00</b>	3,38	<b>15057,90</b>
- <i>давальницького</i> (50%)	<b>4455,00</b>	3,38	<b>15057,90</b>
Очищення зерна:	<b>40,0</b>	-	-
- <i>власного</i> (50%)	<b>20,0</b>	25,32	<b>506,40</b>
- <i>давальницького</i> (50%)	<b>20,0</b>	25,32	<b>506,40</b>
***) Сушіння зерна ранніх культур (всього):	<b>18,0x0,40 =7,2</b>	-	-
Аапр (ранніх) x (а1+ а2 + а3+ а4)			
у тому числі:			
від вологості 17% до 15% (20%):	<b>3,6</b>	-	-
Аапр (ранніх) x а1			
- <i>власного</i>	<b>1,8</b>	28,13	<b>50,63</b>
- <i>давальницького</i>	<b>1,8</b>	28,13	<b>50,63</b>

від вологості 22% до 17% (15%): Аапр (ранніх) x а2	2,7	-	-
- власного	1,35	28,13	37,98
- давальницького	1,35	28,13	37,98
від вологості 26% до 22% (5%): Аапр (ранніх) x а3	0,9	-	-
- власного	0,45	28,13	12,66
- давальницького	0,45	28,13	12,66
***) Сушіння зерна пізніх культур: Аапр (пізніх) x (а1+ а2 + а3+ а4)	22,0x0,40 =8,8	-	-
у тому числі:			
від вологості 17% до 15% (20%): Аапр (пізніх) x а1	4,4	-	-
- власного	2,2	28,13	61,89
- давальницького	2,2	28,13	61,89
від вологості 22% до 17% (15%): Аапр (пізніх) x а2	3,3	-	-
- власного	1,65	28,13	46,41
- давальницького	1,65	28,13	46,41
від вологості 26% до 22% (5%): Аапр (пізніх) x а3	1,1	-	-
- власного	0,55	28,13	15,47
- давальницького	0,55	28,13	15,47
Всього, в тому числі:	-	-	41705,48
- власного	-	-	20852,74
- давальницького	-	-	20852,74

### 5.5 Розрахунок прибутку

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

$$\Pi_P = \Sigma O_{\text{РП}} - \Sigma C_P^P, \quad (5.12)$$

де  $\Sigma O_{\text{РП}}$  – сумарний річний обсяг реалізації послуг підприємства, тис. грн (табл. 5.6);

$\Sigma C_P^P$  – сумарна річна собівартість робіт та послуг, тис. грн (табл. 5.7).

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

$$\Pi_P = 47943,15 - 41705,48 = 6237,67 \text{ тис. грн.}$$

Виконуємо укрупнений розрахунок прибутку від продажу власного зерна за формулою:

$$\Pi_P^B = \Sigma O_{\text{РП}}^H \text{ відпуску } i \times \text{Ц}_{\text{ср}} - \Sigma C_P^B, \text{ тис. грн,} \quad (5.13)$$

де  $\Sigma O_{\text{РП}}^{\text{Н}}_{\text{відпуску } i}$  – сумарний річний обсяг робіт з відпуску власного зерна всіх культур з елеватора в натуральному виразі, тис.тонн. В даному прикладі, це річний об’єм відпуску власного зерна на автотранспорт, якій дорівнює: 9,00 тис. т ранніх культур та 11,00 тис. т пізніх культур, що загалом складає 20,00 тис. т (див. табл. 5.4 та табл. 5.7);

$C_{\text{ср}}$  – середня ціна 1 тонни зерна, грн/тонну. Так, для Одеської області середня ціна купівлі складає 7227,0 грн за 1 тонну зерна;

$\Sigma C_{\text{р}}^{\text{В}}$  – собівартість річного обсягу власного зерна в натуральному вигляді, тис. грн. Визначаємо її, аналогічно сумарній річній собівартості робіт та послуг. Для цього умовно приймемо, що для власного зерна собівартість на 30 % нижче обсягів реалізації послуг підприємства, а саме:

$$\Sigma C_{\text{р}}^{\text{В}} = 20,00 \times 7227,0 / 1,3 = 111184,62 \text{ тис. грн.}$$

Тоді прибуток від продажу власного зерна буде дорівнювати

$$P_{\text{р}}^{\text{В}} = 20,00 \times 7227,0 - 111184,62 = 33355,38 \text{ тис. грн.}$$

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

$$\Pi = P_{\text{р}} + P_{\text{р}}^{\text{В}}. \quad (5.14)$$

Підставимо у формулу (5.14) значення:

$$\Pi = 6237,67 + 33355,38 = 39593,05 \text{ тис. грн.}$$

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

$$\text{ЧП} = \Pi - \Pi \times \text{СтП}, \quad (5.15)$$

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:

$$\text{ЧП} = 39593,05 - 0,18 \times 39593,05 = 39593,05 \times 0,82 = 32466,30 \text{ тис. грн.}$$

## 5.6 Розрахунок інвестицій

У загальному вигляді суму інвестицій (капітальних вкладень) визначаємо за укрупненою формулою [35, 36]:

$$I = ПЗ \times I_{\text{пит}}, \text{ грн.}, \quad (5.16)$$

де ПЗ – передбачена проектом місткість нового елеватора, тонн;

$I_{\text{пит}}$  – питомі інвестиції на одиницю місткості, грн/тонну місткості.

Передбачені проектом потужності (ПЗ), які вводяться, розраховані у розділі «Техніко-економічне обґрунтування проекту» та дорівнюють 27,0 тис. тонн.

Питомі інвестиції у будівництво ( $I_{\text{пит}}$ ) прийємо на рівні 80 дол. США (2925,49 грн) на тонну місткості заготівельного елеватору. Перераховано за курсом Національного банку України на 07.05.2023 р. за допомогою сайту [32] – 36,5686 грн. за 1 дол. США.

В результаті інвестиції на будівництво дорівнюють:

$$I = 27,0 \times 2925,49 = 78988,23 \text{ тис. грн.}$$

### **5.7 Розрахунок рентабельності інвестицій**

Рентабельність інвестицій на будівництво нового елеватору знаходимо за формулою:

$$R = (\text{ЧП} : I) \times 100 \%, \quad (5.17)$$

тобто для даного проекту:

$$R = (32466,30 : 78988,23) \times 100 = 41,1 \%$$

### **5.8 Розрахунок строку окупності інвестицій**

Строк окупності інвестицій (Т) визначаємо за формулою:

$$T = I / \text{ЧП}, \quad (5.18)$$

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.

$$T = 78988,23 / 32466,30 = 2,4 \text{ роки.}$$

Строк окупності інвестицій у будівництво нового елеватору дорівнює 2,4 років, що не перевищує нормативний термін у 4 роки.

Величина строку окупності свідчить про економічну ефективність інвестицій.

## 5.9 Основні техніко-економічні показники проекту

Техніко-економічні показники проекту наведені в табл. 5.8.

Таблиця 5.8 – Основні техніко-економічні показники проекту будівництва нового елеватору

№	Найменування показника та одиниці його виміру	Величина показника
1	Виробнича потужність, тис. тонн	27,0
2	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн. (див. табл. 5.6)	50809,20
3	Чисельність працівників, осіб	24
4	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу (п. 2 : п. 3)	2117,05
5	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн. (див. табл. 5.7)	41705,48
6	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн. (п. 2 – п. 5)	9103,72
7	Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн.	33355,38
8	Чистий прибуток, тис. грн. ((п. 6+п.7) x 0,82)	34816,462
9	Інвестиції, тис. грн.	78988,23
10	Строк окупності інвестицій, роки	2,4
11	Рентабельність інвестицій, %	41,1

## 5.10 Оцінка науково-технічної ефективності розробки проекту будівництва виробничого елеватора на основі використання сучасної технології післязбиральної обробки зерна та новітнього обладнання

Науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР) — сукупність робіт, спрямованих на отримання нових знань та їхнє практичне застосування при створенні нового виробу або технології.

НДДКР (в англійській мові використовується термін «Research & Development» (R&D)), який включає: науково-дослідні роботи (НДР) — роботи

пошукового, теоретичного та експериментального характеру, що виконуються з метою визначення технічної можливості створення нової техніки в певні терміни. НДР поділяються на фундаментальні (одержання нових знань) і прикладні (застосування нових знань для розв'язання конкретних задач) дослідження.

В умовах відкритої ринкової економіки розширюється діапазон оцінки ефективності науково-технічних розробок, а отже, збільшується кількість основних видів ефективності НДДКР, які необхідно визначити з метою цієї оцінки [35]. До них належать:

– **науково-технічний ефект**, який проявляється у підвищенні науково-технічного рівня, поліпшенні параметрів техніки і технологій, що впливає з відкриття нових законів та закономірностей у природі, а отже, і нових технологічних засобів виробництва речовин, матеріалів та видів продукції;

– **економічний ефект** полягає в отриманні економічних результатів від науково-технічних розробок як в цілому для народного господарства, так і для кожного виробничого суб'єкта. Економічна ефективність науково-технічних розробок за відповідною системою показників має відображати вплив їхньої результативності на розвиток економіки країни в цілому, а також регіонів, галузей, організацій і підприємств, що беруть участь у реалізації технологічних нововведень;

– **соціальний ефект**, що відображає зміни умов діяльності людини в суспільстві. Його прояв спостерігається в змінах характеру та умов праці, підвищенні життєвого рівня населення, поліпшенні побутових його умов, розширенні можливостей духовного розвитку особистості, у змінах стану довкілля;

– **маркетинговий ефект**, що відображає потреби ринку в наукових дослідженнях і розробках та можливість їх реалізації;

– **екологічний ефект** [35].

$$O_{\text{НТЕ}} = K_{\text{НТЕ}}^{\Phi} / K_{\text{НТЕ}}^{\Pi}, \quad (5.19)$$

де  $K_{\text{НТЕ}}^{\Phi}$  – показник (коефіцієнт) фактичного рівня науково-технічної ефективності;

$K_{\text{НТЕ}}^{\Pi}$ , – показник (коефіцієнт) потенційно можливого рівня науково-технічної ефективності (дорівнює одиниці).

Значення показника КФНТЕ визначаємо на основі шкали експертних оцінок (табл. 5.9).

Таблиця 5.9 – Шкала експертних оцінок для виміру рівня науково-технічної ефективності проєктів

№	Групи показників	Характеристика показників	Інтервал рейтингового числа <b>КФНТЕ</b>	Коефіцієнт значущості показників, <b>КіЗ</b>
1	Науково-технічний рівень	Перевищує кращі світові аналоги	10	0,35
		Відповідає світовому рівню	7 – 9	
		Нижче кращих світових аналогів	5 – 6	
		Перевищує кращі вітчизняні аналоги	3 – 4	
		Відповідає вітчизняному рівню	1 – 2	
		Нижче вітчизняного рівня	0	
2	Перспективність	Першочергова значущість	8 – 10	0,35
		Значущий	5 – 7	
		Корисний	1 – 4	
3	Потенційний масштаб практичного використання	Світовий ринок	10	0,20
		Галузі національної економіки	7 – 9	
		Галузь (регіон)	3 – 6	
		Окремі підприємства (об'єднання)	1 – 2	
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	Великий	10	0,10
		Середній	5 – 9	
		Малий	1 – 4	

**Примітка:** об'єкт оцінки і аналог(и), які порівнюють за однаковими показниками, наведеними у співставному вигляді відхилення в значеннях кожного з показників, мають бути однаковими для варіантів, що порівнюються [35].

**Проведення оцінки НТЕ** результатів прикладних робіт проводимо у наступній послідовності:

1) Визначаємо  $K^{\Phi}_{НТЕ}$  на основі експертної оцінки науково-технічного рівня розробки.

З цією метою:

- розробляють перелік специфічних показників, необхідних для виміру науково-технічного рівня розробки, а саме:

– для нової техніки: продуктивність, споживання інженерних ресурсів на виробітку одиниці продукції, потреба в робочих, які обслуговують обладнання, експлуатаційні витрати на одиницю продукції;

– для нових матеріалів і речовин: вміст корисних речовин для виробітки готової продукції, питома вага відходів у загальному обсязі переробленої сировини, вартість одиниці нового матеріалу;

– для нових технологій: якість виробленої продукції, енергоємність і трудомісткість продукції, собівартість одиниці продукції;

- формують групу аналогів, які реалізовані на світовому і вітчизняному ринках;

- на основі співставлення даних табл. 5.9 [35], за шкалою, що наведена у ній, декількома експертами встановлюються в балах значення  $K_{НТЕi}^{\Phi}$  – коефіцієнтів фактичного рівня науково-технічної ефективності по характеристиках чотирьох груп показників (у прикладі розрахунків, що наведені у табл. 5.10, значення цих коефіцієнтів позначені як **Bi**):

- науково-технічний рівень,

- перспективність,

- потенційний масштаб практичного використання,

- ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів;

2) Використовуючи отримані бали експертної оцінки розраховують середні (середньоарифметичні) значення коефіцієнтів фактичного рівня науково-технічної ефективності ( $B_{ср i}$ ) [35].

3) На цій основі розраховуємо значення інтегрального показника НТЕ за формулою:

$$НТЕ = \sum B_i \times K_i^3, \quad (5.20)$$

де  $i = 1 \div 4$  – кількість груп показників;

$B_i$  – бали (рейтингове число);

$K_i^3$  – коефіцієнт значущості показників (див. табл. 1 [35]).

Виконуємо експертну оцінку і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ зводимо у табл. 5.10.

Таблиця 5.10 – Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ

№	Групи показників	Рейтинг експерта, Б і	НТЕ ( $HTE_i = B_{cp} i \times K_i3$ )
1	Науково-технічний рівень	7	$7 \times 0,35 = 2,45$
2	Перспективність	8	$8 \times 0,35 = 2,8$
3	Потенційний масштаб практичного використання	8	$8 \times 0,20 = 1,6$
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	9	$9 \times 0,10 = 0,9$
В С Ь О Г О			7,75

$$HTE = 7 \cdot 0,35 + 8 \cdot 0,35 + 8 \cdot 0,2 + 9 \cdot 0,1 = 7,75$$

4) Отриманий розрахунковий результат НТЕ порівнюємо з максимально можливим його значенням, яке дорівнює 10 балам ( $HTE_{max} = 10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,2 + 10 \cdot 0,1 = 10$ ).

Отже, оцінка рівня НТЕ може бути зроблена за допомогою інтегрального коефіцієнта оцінки НТЕ ( $K_{HTE}$ ):

$$K_{HTE} = (HTE / 10) \cdot 100 \%, \quad (5.23)$$

де НТЕ – розрахункове значення величини інтегрального показника НТЕ;

10 – максимально можливе значення величини інтегрального показника НТЕ ( $HTE_{max} = 10$ ).

На основі даних табл. 5.10 можна дійти до висновку, що  $K_{HTE}$  відповідає 77,5 %, тобто:

$$K_{HTE} = 7,75 / 10 = 77,5 \%$$

5) На основі аналізу отриманого розрахункового значення  $K_{HTE}$  робимо висновок про рівень НТЕ. В цілому рівень НТЕ можна вважати достатнім, коли значення  $K_{HTE}$  перевищує середнє значення, яке дорівнює 50%.

6) За допомогою табл. 5.11 робимо висновок про рівень НТЕ в залежності від його розрахункового значення.

Таким чином, можна зробити висновок, що так як розрахункове значення інтегрального показника НТЕ відповідає 7,75, тобто знаходиться в межах від 6,1 до 8,0, то рівень НТЕ технології в нашому проєкті є достатнім.

Отже, розроблену технологію пропонується впроваджувати у виробництво.

Таблиця 5.11 – Визначення рівня НТЕ в залежності від його значення

<b>Значення НТЕ</b>	<b>Рівень НТЕ</b>
5,0 – 6,0	цілком достатній
6,1 – 8,0	достатній
8,1 – 9,0	достатньо високий
9,1 – 10	високий

### **Висновки**

Виявлений у Одеській області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна в кількості 1455,44 тис. тонн робить доцільним будівництво нового елеватора місткістю 27,0 тис. тонн.

Нове будівництво потребує інвестицій у розмірі 78988,23 тис. грн.

Впровадження цього проекту дасть можливість отримати виручку (річний обсяг робіт та послуг) у розмірі 50809,20 тис. грн., собівартість при цьому дорівнюватиме 41705,48 тис. грн.

Потрібна чисельність працівників – 24 осіб, а середньорічний обсяг продукції на одного працівника дорівнюватиме 2117,05 тис. грн/особу, що є добрим показником в галузі.

Прибуток від наданих робіт та послуг за рік дорівнюватиме 9103,72 тис. грн, а прибуток від продажу власного зерна – 33355,38 тис. грн.

Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 34816,462 тис. грн., дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 78988,23 тис. грн. протягом 2,4 років (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 41,1 %.

При будівництві нового елеватору 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 елеватора на 27,0 тис. тонн у Одеській області.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. На основі паспортних конструктивних характеристик конвеєрних сушарок Алван Бланч типу DF побудовані графічні залежності їх продуктивності від швидкості руху конвеєра та товщини шару зерна, що сушиться.

Показано, що продуктивність сушарок зростає з підвищенням як швидкості руху стрічки, так і товщини шару зерна на ній. За більшої ширини стрічки діапазон продуктивності сушарок теж більша — для зерносушарок з шириною стрічок 2,49 м, 3.10 м та 3,66 м вона складає відповідно для пшениці 2,9–41,5 т/год, 3,6–51,7 т/год та 4,3–61,1 т/год.

Вставлено також, що незалежно від ширини стрічки, сумісне збільшення товщини шару зерна за більшої швидкості її руху, призводить до більш стрімкого зростання продуктивності, що можна пояснити проявою спільного впливу (взаємодії) двох розглянутих факторів.

2. Встановлено, що в діапазоні початкової та кінцевої вологості зерна кукурудзи відповідно  $w = 16,64\text{--}20,22\%$  експериментально визначена у дослідях продуктивність сушарки по сирому зерну склала 27,3–44,8 т/год. Показано, що продуктивність сушарки з підвищенням вологості зерна кукурудзи знижуються. Середньоквадратичне відхилення для продуктивності сушарки складає 5,24 т/год, а коефіцієнт кореляції між продуктивністю сушарки та вологістю зерна кукурудзи складає  $-0,618$ , що говорить про підвищений вплив вологості. Знак «мінус» говорить про обернено-пропорційний вплив вологості зерна на продуктивність зерносушарки.

3. Встановлено, що в діапазоні початкової вологості зерна кукурудзи від 16,64 % до 20,22 % експериментально визначені у дослідях питомі витрати газу були у діапазоні  $1,77\text{--}3,11\text{ м}^3/(\text{т}\cdot\%)$ . Показано, що питомі витрати газу з підвищенням вологості зерна кукурудзи знижуються. Середньоквадратичне відхилення для питомих витрат газу на сушіння складає  $0,33\text{ м}^3/(\text{т}\cdot\%)$ , а коефіцієнт кореляції між питомими витратами газу та вологістю зерна кукурудзи складає  $-0,307$ , що

говорить про середню величину впливу вологості. Знак «мінус» підтверджує зниження питомих витрат газу при зростанні початкової вологості зерна кукурудзи.

4. Встановлено, що зерно кукурудзи перед сушінням має тріщинуватість у межах 9–21 %, причому більша вона була у більш вологого зерна. У просушеного зерна тріщинуватість зросла до діапазону 23–46 %, яка більше зросла у зерна з вищою початковою вологістю. У середньому тріщинуватість просушеного зерна кукурудзи зросла у 2,5 рази.

5. Проаналізовано основні тенденції ринку зернових України, проведено дослідження зернового господарства Одеської області, і на основі цього обґрунтовано необхідність та доцільність будівництва елеватору місткістю 27,0 тис. тонн у Одеській області.

6. Проведені розрахунки і вибір основного обладнання, надані відомості про обробку і зберігання відходів. визначені розміри та висоти робочої башти та приймально-відпускних пристроїв. Спроектованно, наведено опис і аналіз робочої схеми руху зерна і відходів. Наведено характеристику нових будівель та споруд з будівельної точки зору.

7. Проведено аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів (НШВФ) підприємства. Наведені заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ, заходи щодо пожежної безпеки тощо.

8. Виявлений у Одеській області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна в кількості 1455,44 тис. тонн робить доцільним будівництво нового елеватора місткістю 27,0 тис. тонн. Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 34816,462 тис. грн., дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 78988,23 тис. грн. протягом 2,4 років (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 41,1 %. Все це свідчить про господарську необхідність і економічну ефективність запропонованого проекту будівництва нового елеватора на 27,0 тис. тонн у Одеській області.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Станкевич Г.М., Страхова Т.В., Борта А.В. Сушіння зерна. Підручник. Видання друге. Перероблене і доповнене. – Одеса, КП ОМД, 2021 – 248 с.
2. Конвеєрні зерносушарки URL: <https://agrotimes.ua/article/konveerni-zernosusharki/> (дата звернення 15.09.2023).
3. Особливості будови конвеєрних зерносушарок. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/19749-osoblyvosti-budovy-konveiernykh-zernosusharok.html> (дата звернення 15.09.2023).
4. Конвеєрні зерносушарки Alvan Blanch. URL : <https://finpro.group/alvan-blanch/zernosushilki> (дата звернення 14.12.2022 р.).
5. Енциклопедія по машинобудуванню XXL URL: <https://mash-xxl.info/info/158436/> (дата звернення 11.10.2023).
6. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах у 2020 році // Державна служба статистики України. URL: [ukrstat.gov.ua/](http://ukrstat.gov.ua/) (дата звернення: 18.10.23).
7. Исследование рынков. URL: [pro-consulting.ua](http://pro-consulting.ua) (дата звернення: 18.10.23).
8. В Україні дефіцит елеваторів. Чи буде куди складати новий врожай? // Аграрне інформаційне агентство Agravery. 19 травня 2022. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/v-ukraini-deficit-elevatoriv-ci-bude-kudi-skladati-povij-vrozaj> (дата звернення: 30.10.23).
9. Обзор рынка техники и логистики в сельском хозяйстве Украины. 2021 год. URL: <https://pro-consulting.ua/base/analiz-rynka-ukrainy/> (дата звернення: 30.10.23).
10. Післязбиральна обробка зерна та зерносховища: Навчальний посібник / Г.М. Станкевич, А.К. Кац, Т.В. Страхова, Л.К. Овсянникова, І.М. Буценко, Л.Д. Дмитренко. – Одеса: КП ОМД, 2022. – 154 с.
11. Методичні вказівки до виконання курсового і дипломного проекту з курсу технології елеваторної промисловості для студентів спеціальності 7.091701

“Технологія зберігання і переробки зерна” денної і заочної форм навчання /Укладачі. Л.Ф. Будюк, Д.В. Сорочан, Г.М. Станкевич. Одеса: ОДАХТ, 2000. 46 с.

12. Станкевич Г.М., Страхова Т.В. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту з курсу «Проектування підприємств галузі» зі спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології» ступінь бакалавр денної та заочної форм навчання. Одеса: ОНАХТ, 2018. 52 с.

13. Яковенко, А.І., Борта А.В. Технологія зберігання та сушіння зерна: Кількісно-якісний облік зерна: навч. посіб. Одеса, 2016. 174 с.

14. Методичні вказівки до виконання курсового і дипломного проектів з курсу “Технологія елеваторної промисловості” “Проектування робочої башти і силових корпусів елеватора” ч. 2 для студентів денної і заочної форм навчання /Укл. Г.М. Станкевич, Л.Ф. Будюк, Д.В. Сорочан і ін. За редакцією Г.М. Станкевича. Одеса: ОНАХТ, 2003. 38 с.

15. Методические указания к выполнению курсового и дипломного проектов “Проектирование рабочей схемы движения зерна и отходов. Сводный график работы элеватора” ч.3 для студентов, обучающихся по учебным планам специалистов 7.091701 дневной и заочной форм обучения /Сост. Г.Н. Станкевич, Л.Ф. Будюк, Д.В. Сорочан и др. Под редакцией Г.Н.Станкевича. Одесса: ОГАПТ, 2001. 22 с.

16. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Інноваційні технології галузі з КП» для студентів СВО «магістр» зі спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології» освітньо-професійної програми «Технології зберігання і переробки зерна» денної і заочної форм навчання /Укл. Кац А.К., Дмитренко Л.Д., Станкевич Г.М. — Одеса: ОНАХТ, 2021. — 57 с

17. Дмитренко Л.Д., Страхова Т.В., Овсянникова Л.К., Кац А.К.. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Проектування підприємств галузі» для студентів, що навчаються за навчальним планом бакалаврів спеціальності 181 «Харчові технології» спеціалізації «Технології зберігання і переробки зерна» денної і заочної форм навчання / Під. ред. Станкевича Г.М. Одеса: ОНАХТ, 2018. 61 с.

18. Закон України «Про охорону праці» (нова редакція, зі змінами, 2004 р.)  
URL: <http://pravoved.in.ua/section-law/187-zuoot.html> (дата звернення: 02.04.2022).

19. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. - [Чинний від 1976-01-01].

20. ГОСТ 12.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». [Чинний від 1976-01-01]. Вид. офіц. Москва, 1976. 5 с. (Інформація та документація).

21. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. [Чинний від 1989-01-01]. Вид. офіц. Москва, 1989. 100 с. (Інформація та документація).

22. ДСН 3.3.6.042-99. Санитарные нормы микроклимата производственных помещений. [Чинний від 1999-12-01]. Вид. офіц. Київ, 1999. (Інформація та документація).

23. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Чинний від 1999-12-01]. Вид. офіц. Київ, 1999. (Інформація та документація).

24. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Чинний від 1999-12-01]. Вид. офіц. Київ, 1999. (Інформація та документація).

25. Інженерне обладнання будинків і споруд. ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ: ДБН В.2.5-28-2006. - [Чинний від 2008-05-15]. - 96 с.

26. Правила охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна : нпаоп 15.0-1.01-17. - [Чинний від 2017-10-23].

27. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1): ГОСТ 12.1.005-88. - [Чинний від 1989-01-01]. - 71 с.

28. ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок. [Чинний від 2001-06-21]. Вид. офіц. Київ, 2001. (Інформація та документація).

29. НАПБ Б.03.002-2007. Нормы определения категорий помещений, зданий

и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Чинний від 2007-12-03]. Вид. офіц. Київ, 2007. (Інформація та документація).

30. Гапонюк О.И., Журбенко А.А., Ткач Ю.П. Методические указания к выполнению раздела "Охрана труда" в дипломных проектах : для студентов обучающихся по программе специалистов специальности 7.090221 днев. и заоч. формы обучения / под ред. А.А. Журбенко; ОНАХТ, Каф. безопасности жизнедеятельности. – Одесса: ОНАХТ, 2006.-24 с.

31. Тарифы на обработку зерновых грузов. URL: <https://ksterminal.at.ua/index/tarify/0-4> (дата звернення: 07.05.23).

32 Курс валют в Украине: [Веб-сайт]. Київ, 2022. URL: <https://kurs.com.ua/>. (дата звернення: 07.05.2023).

33. Басюркіна Н. Й., Дмитренко Л. Д., Свистун Т. В. Методичні вказівки до виконання розділів "Техніко-економічне обґрунтування", "Техніко-економічні показники" дипломного проекту на тему: "Будівництво нового елеватора" / відп. за вип. Н. Й. Басюркіна ; Каф. управління бізнесом. Одеса : ОНАХТ, 2019.

34. Торжинская Л.Р., Яковенко В.А. Технохимический контроль хлебопродуктов. М.: Агропромиздат, 1986. 399 с.

35. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з курсу «Інвестиційний менеджмент» для студентів СВО «магістр» зі спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології» освітньо-професійної програми «Технології зберігання і переробки зерна» денної і заочної форм навчання /Укл.: Басюркіна Н.Й., Дмитренко Л.Д., Свистун Т.В. Одеса: ОНТУ, 2023. — 39 с.

## ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ

до кваліфікаційної роботи на тему:

**«Розробка проєкту заготівельного елеватора місткістю 27 тис. тонн на основі досліджень характеристик зерносушарок конвеєрного типу та якості просушеного на них зерна»**

					<i>КРМ.ТЗіК.1.958-03.ІІ.2.2</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Бойко М.О.</i>			<i>Розробка проєкту будівництва заготівельного елеватора 27 тис. тонн на основі досліджень характеристик зерносушарок конвеєрного типу та якості просушеного зерна на них</i>	<i>Лист.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консульт.</i>		<i>Станкевич Г.М.</i>					96	8
<i>Керівник</i>		<i>Станкевич Г.М.</i>				ОНТУ гр. 3ТЗ-72		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Зав. кафедри</i>		<i>Макаринська А.В.</i>						

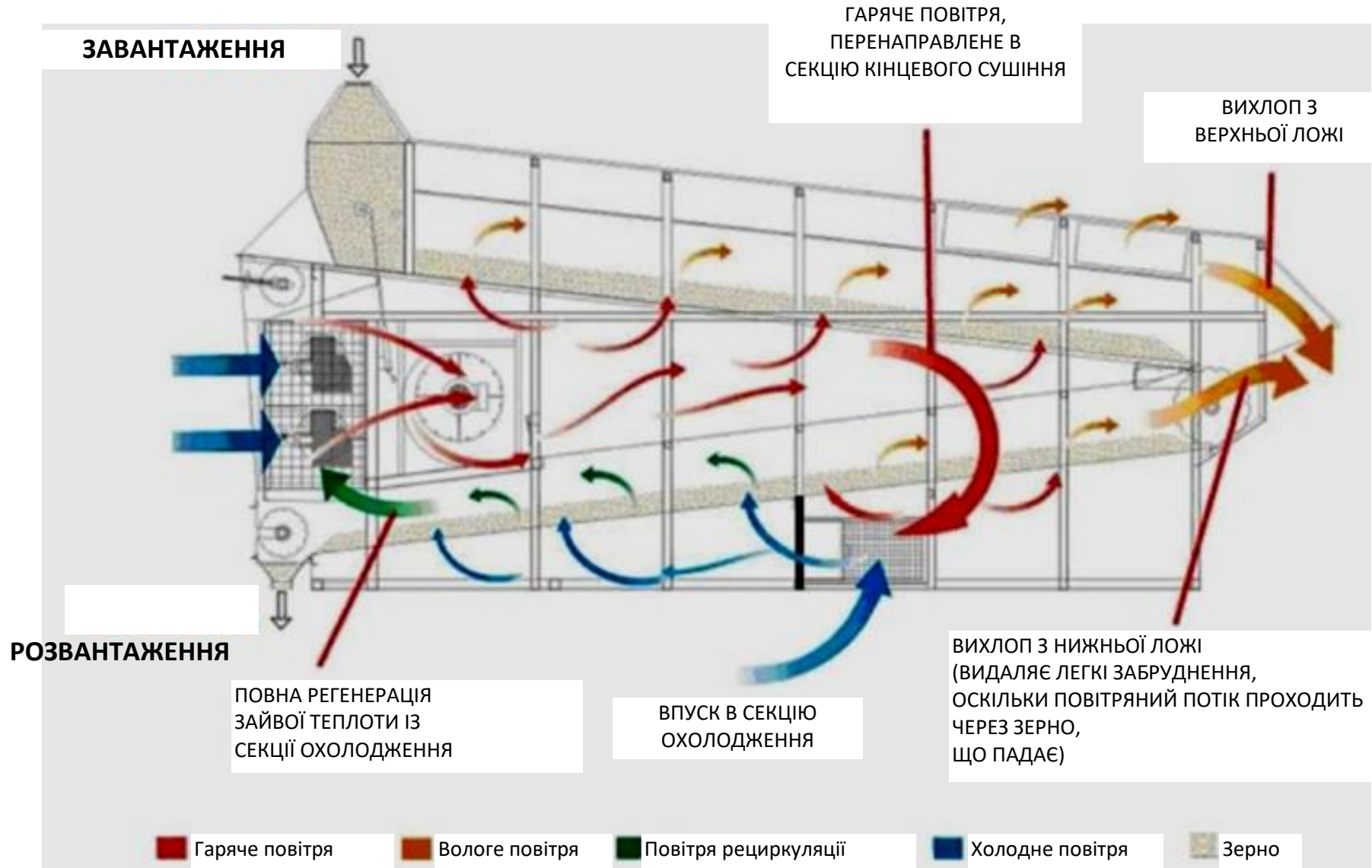
**ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Кафедра Технології зерна і комбікормів

# **ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕРНОСУШАРОК КОНВЕЄРНОГО ТИПУ ТА ЯКОСТІ ПРОСУШЕНОГО НА НИХ ЗЕРНА**

Здобувачка:                      Бойко М.О.

Науковий керівник: проф. Станкевич Г.М.

# СХЕМА РУХУ ЗЕРНА, СУШИЛЬНОГО АГЕНТА ТА ПОВІТРЯ У КОНВЕЕРНІЙ ЗЕРНОСУШАРЦІ



# МЕТА І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

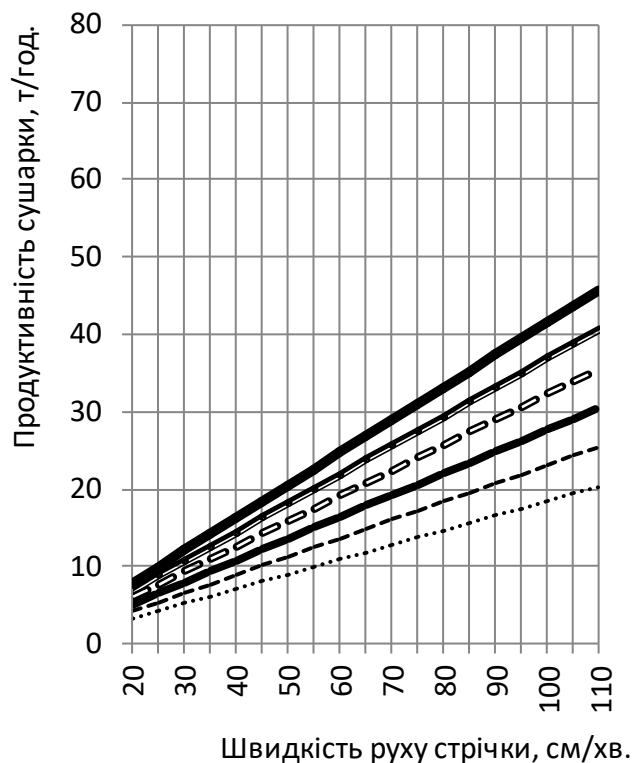
**Метою досліджень** було вивчення впливу керуючих конструктивних факторів конвеєрних зерносушарок Alvan Blanch типу DF на їх продуктивність, а також визначити енерговитрати та оцінити якість просушеного зерна кукурудзи.

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

- на основі паспортних конструктивних характеристик конвеєрних сушарок Алван Бланч типу DF встановити графічні залежності їх продуктивності від швидкості руху конвеєра та товщини шару зерна, що сушиться;
- дослідити у виробничих умовах залежність продуктивності від початкової вологості зерна кукурудзи, описати її емпіричним і рівняннями та провести його статистичну оцінку;
- дослідити у виробничих умовах вплив початкової вологості зерна кукурудзи на питомі витрати природного газу та провести оцінку тренду цього впливу;
- встановити вплив початкової вологості зерна кукурудзи на її тріщинуватість та тренди її змін.

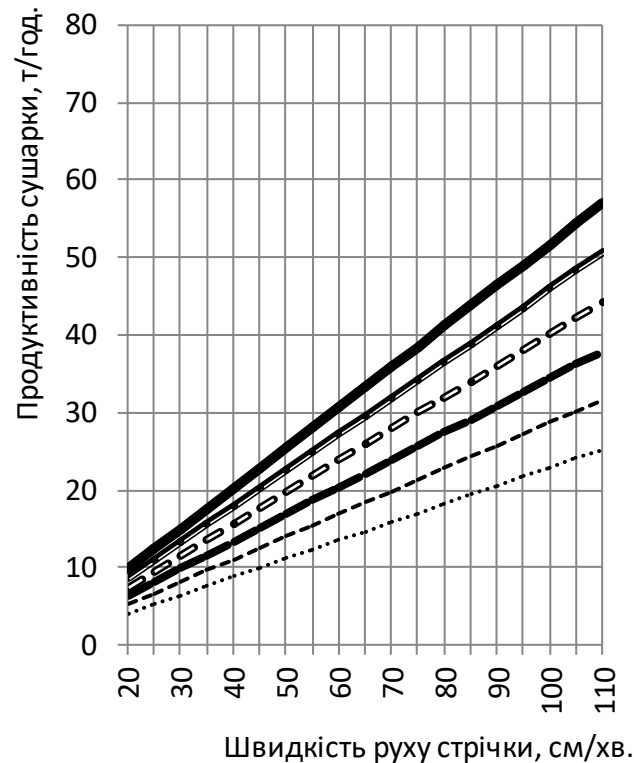
**Об'єктом досліджень** була діюча конвеєрна зерносушарка Alvan Blanch DF 10500, що розташована у комплексі споруд (зерносховища) с. Струмок Татарбунарського р-ну Одеської обл., а також просушені на ній зразки зерна кукурудзи.

# ЗАЛЕЖНОСТЬ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕРНОСУШАРОК ALVAN BLANCH ВІД ШВИДКОСТІ РУХУ СТРІЧКИ ТА ТОВЩИНИ ШАРУ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ (ОБ'ЄМНА МАСА 790 КГ/М<sup>3</sup>)



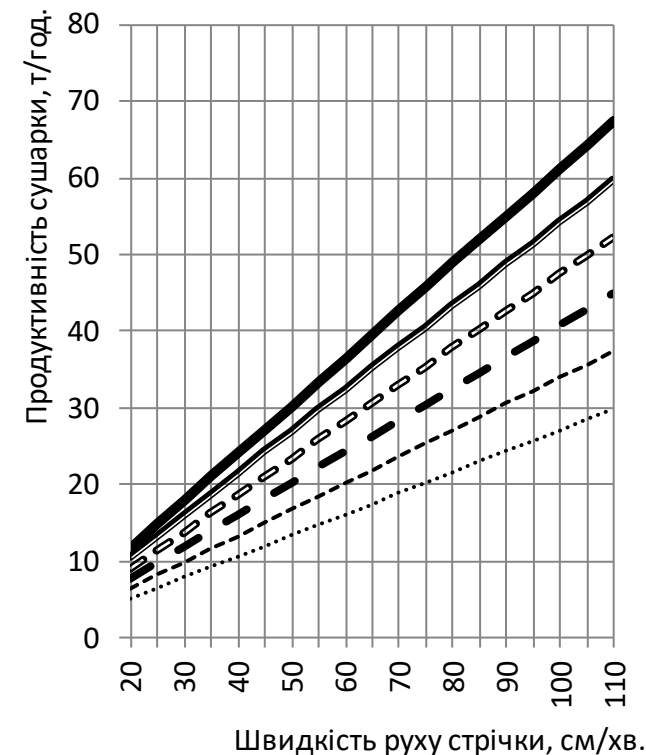
..... h=15 см    - - - - h=19 см    - - - h=23 см  
 - - - h=27 см    ——— h=31 см    ——— h=35 см

**a) DF10500, DF12800, DF15200, DF17055  
(ширина 2,49 м)**



..... h=15 см    - - - - h=19 см    - - - h=23 см  
 - - - h=27 см    ——— h=31 см    ——— h=35 см

**б) DF19000, DF22000, DF25000  
(ширина 3,10 м)**



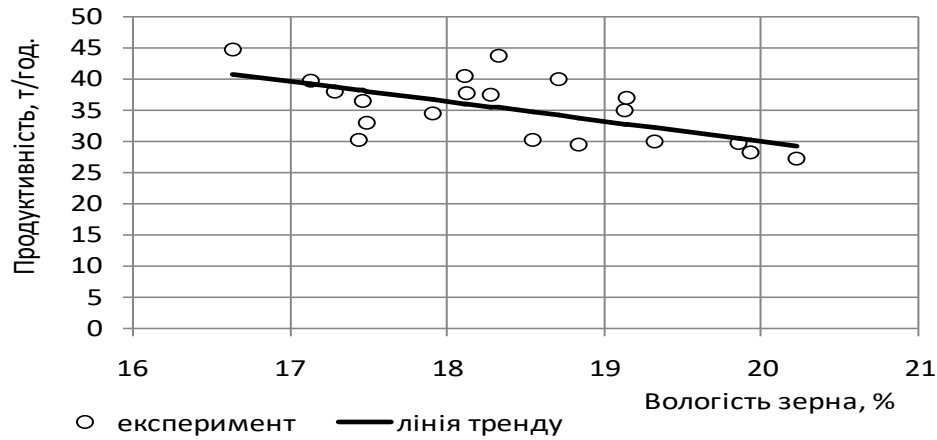
..... h=15 см    - - - - h=19 см    - - - h=23 см  
 - - - h=27 см    ——— h=31 см    ——— h=35 см

**б) DF26500, DF30000, DF33500, DF48000  
(ширина 3,66 м)**

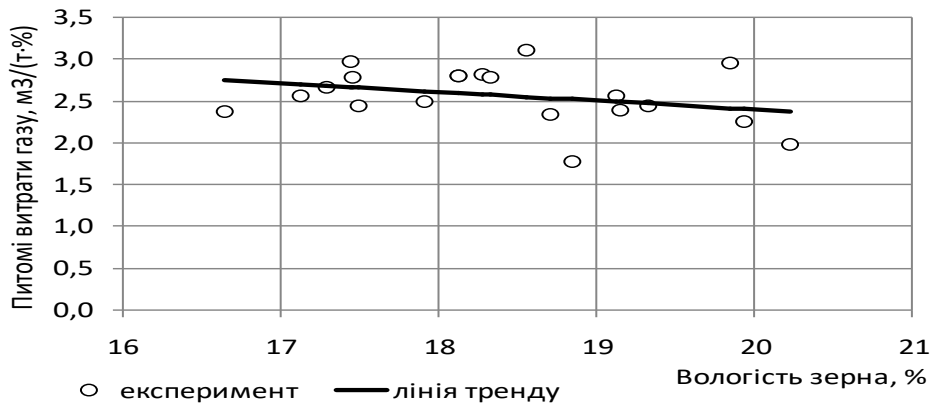
## ПОКАЗНИКИ СУШІННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ В КОНВЕЄРНІЙ СУШАРЦІ ТИПУ DF У ЖОВТНІ–ЛИСТОПАДІ 2023 Р.

Номери зразків	До сушіння		Після сушіння		Зняття вологи, %	Питомі витрати газу, м <sup>3</sup> /(т·%)	Продуктивність по сирому зерну, т/год.
	Вологість, %	Тріщинуватість, %	Вологість, %	Тріщинуватість, %			
1	17,44	13	14,9	36	2,54	2,97	44,8
2	19,15	10	14,1	38	5,05	2,39	39,8
3	19,32	14	13,5	42	5,82	2,45	38,1
4	18,84	13	14,2	34	4,64	1,77	30,3
5	19,85	15	15,1	45	4,75	2,95	36,6
6	18,13	14	14,5	36	3,63	2,81	33,1
7	17,29	12	15,0	30	2,29	2,66	34,4
8	18,71	14	14,8	39	3,91	2,34	40,6
9	17,46	12	14,2	31	3,26	2,78	37,8
10	17,91	13	15,2	32	2,71	2,49	37,6
11	16,64	11	13,8	23	2,84	2,38	43,9
12	19,93	21	14,6	46	5,33	2,26	30,2
13	18,55	14	15,0	41	3,55	3,11	40,1
14	18,33	13	15,2	41	3,13	2,79	29,5
15	18,28	10	15,0	35	3,28	2,82	35,1
16	17,49	11	14,6	33	2,89	2,45	37
17	17,13	9	14,8	34	2,33	2,56	30,1
18	18,12	20	15,1	37	3,02	2,81	29,7
19	20,22	18	14,9	44	5,32	1,98	28,2
20	19,13	18	14,7	43	4,43	2,57	27,3
Мін.	16,64	9,00	13,50	23,00	2,29	1,77	27,30
Макс.	20,22	21,00	15,20	46,00	5,82	3,11	44,80
Сер.ар.	18,40	13,75	14,66	37,00	3,74	2,57	35,21
Ст. відх.	1,00	3,27	0,48	5,79	1,10	0,33	5,24
К. вар.,%	5,44	23,82	3,26	15,66	29,39	13,00	14,89

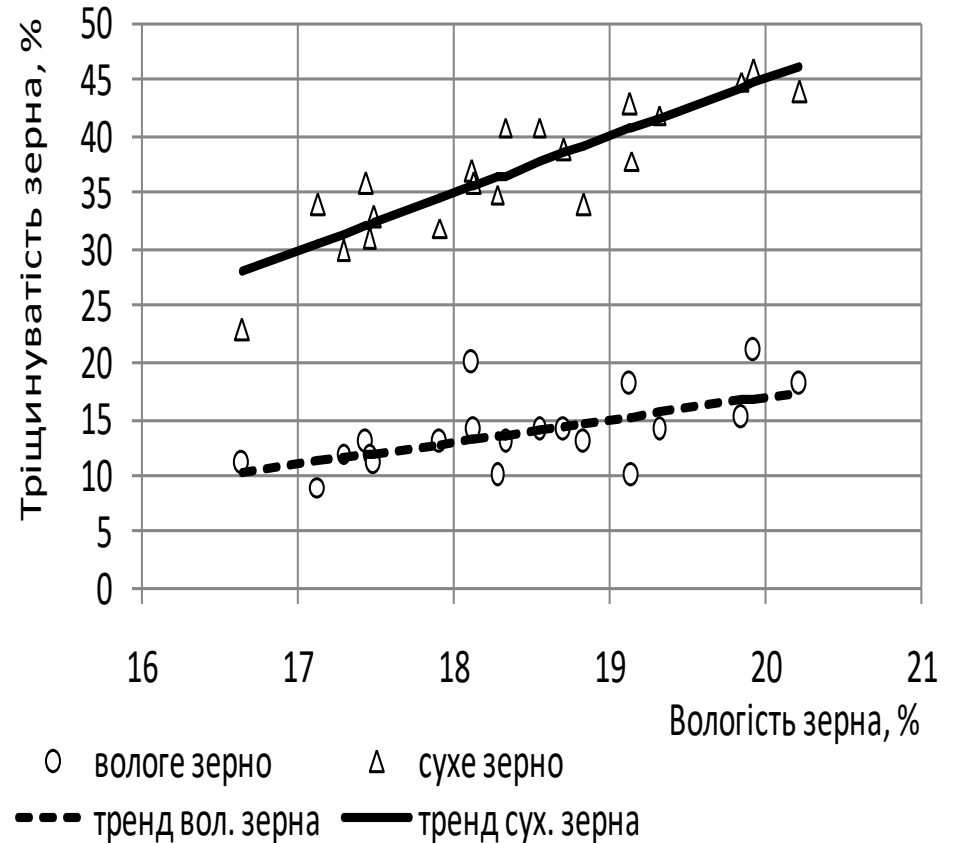
# ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЗАЛЕЖНОСТІ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СУШАРКИ ВІД ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ



Залежність продуктивності сушарки від початкової вологості зерна кукурудзи  
 $G = 94,857 - 3,242 \cdot w$ , т/год.



Залежність питомих витрат газу на сушіння зерна кукурудзи  
 $Q = 4,454 - 0,103 \cdot w$ , м³/(т·%)



Залежність тріщинуватості сирого та просушеного зерна кукурудзи від початкової вологості зерна

## ВИСНОВКИ

1. На основі паспортних конструктивних характеристик конвеєрних сушарок Алван Бланч типу DF побудовані графічні залежності їх продуктивності від швидкості руху конвеєра та товщини шару зерна, що сушиться.

Показано, що продуктивність сушарок зростає з підвищенням як швидкості руху стрічки, так і товщини шару зерна на ній. За більшої ширини стрічки діапазон продуктивності сушарок теж більша — для зерносушарок з шириною стрічок 2,49 м, 3.10 м та 3,66 м вона складає відповідно для пшениці 2,9–41,5 т/год, 3,6–51,7 т/год та 4,3–61,1 т/год.

Вставлено також, що незалежно від ширини стрічки, сумісне збільшення товщини шару зерна за більшої швидкості її руху, призводить до більш стрімкого зростання продуктивності, що можна пояснити проявою спільного впливу (взаємодії) двох розглянутих факторів.

2. Встановлено, що в діапазоні початкової та кінцевої вологості зерна кукурудзи відповідно  $w = 16,64\text{--}20,22\%$  експериментально визначена у дослідях продуктивність сушарки по сирому зерну склала 27,3–44,8 т/год. Показано, що продуктивність сушарки з підвищенням вологості зерна кукурудзи знижуються. Середньоквадратичне відхилення для продуктивності сушарки складає 5,24 т/год, а коефіцієнт кореляції між продуктивністю сушарки та вологістю зерна кукурудзи складає  $-0,618$ , що говорить про підвищений вплив вологості. Знак «мінус» говорить про обернено-пропорційний вплив вологості зерна на продуктивність зерносушарки.

3. Встановлено, що в діапазоні початкової вологості зерна кукурудзи від 16,64 % до 20,22 % експериментально визначені у дослідях питомі витрати газу були у діапазоні  $1,77\text{--}3,11\text{ м}^3/(\text{т}\cdot\%)$ . Показано, що питомі витрати газу з підвищенням вологості зерна кукурудзи знижуються. Середньоквадратичне відхилення для питомих витрат газу на сушіння складає  $0,33\text{ м}^3/(\text{т}\cdot\%)$ , а коефіцієнт кореляції між питомими витратами газу та вологістю зерна кукурудзи складає  $-0,307$ , що говорить про середню величину впливу вологості. Знак «мінус» підтверджує зниження питомих витрат газу при зростанні початкової вологості зерна кукурудзи.

4. Встановлено, що зерно кукурудзи перед сушінням має тріщинуватість у межах 9–21 %, причому більша вона була у більш вологого зерна. У просушеного зерна тріщинуватість зросла до діапазону 23–46 %, яка більше зросла у зерна з вищою початковою вологістю. У середньому тріщинуватість просушеного зерна кукурудзи зросла у 2,5 рази.