

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



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

на тему:
*Розробка проєкту міні-елеватора
місткістю 11,2 тис.т в Черкаській обл.*

Здобувача

Паламарчука М.Є
(прізвище, ініціали)

Керівник

ст.викл. Соколовська О.Г.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти:

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

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від

протокол №

Завідувачка кафедри

ТЗіК
(назва кафедри) _____
(підпис)

Алла МАКАРИНСЬКА
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2026 рік

Одеський національний технологічний університет

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

Кафедра Технології зерна і комбікормів

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технології зберігання і переробки зерна»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри ТЗіК

Алла МАКАРИНСЬКА

« 01 » 12 2025 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Паламарчука Максима Євгеновича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 11,2 тис.т в Черкаській обл.»

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

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи _____

3. Вихідні дані роботи загальний об'єм приймання зерна складає – 11200 т/рік, з них: 7000 т/рік – ранніх культур (А1 – пшениця 5000 т; А2 – ячмінь 2000 т); та 4200 т/рік – пізніх (А1 – кукурудза 4200 т). Кількість вологого зерна: для ранніх культур: $\alpha_0 = 0,5$ $\alpha_1 = 0,3$; $\alpha_2 = 0,2$; для пізніх культур: $\alpha_0 = 0,4$; $\alpha_1 = 0,3$; $\alpha_2 = 0,3$. Загальний об'єм відпуску зерна на автомобільний транспорт 11200 т/рік

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

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

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

Всього – баркушів формату А1, у тому числі: плани (2 арк) і розрізи (2 арк.); РСРЗіВ (1 арк.); генеральний план (1 арк.).

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

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

7. Дата видачі завдання _____

Керівник _____

(підпис)

Соколовська О.Г

(прізвище, ім'я, по батькові)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Паламарчук М.Є.

(прізвище, ім'я, по батькові)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач _____

(підпис)

Паламарчук М.Є.

(прізвище, ініціали)

Керівник _____

(підпис)

Соколовська О.Г.

(прізвище, ініціали)

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

Здобувач _____

(підпис)

Паламарчук М.Є.

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему «Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 11,2 тис. т в Черкаській області» представлений пояснювальною запискою обсягом 142 сторінок, у якій наведено 11 рисунків, 20 таблиці, список літератури у кількості 35 першоджерел. Графічна частина диплома складається з 6 листів формату А1.

Розроблений проєктом міні-елеватор, місткістю 11,2 тис. тонн включає в себе наступні види операцій: приймання зерна з автомобільного транспорту, попереднє та основне очищення зерна, сушіння, зберігання зерна, відвантаження на автомобільний транспорт.

Проєктом передбачено:

- техніко-економічне обґрунтування проєкту будівництва міні-елеватора у Херсонській області;
- розробка структурної та принципової схем технологічного процесу міні-елеватору та обґрунтувати вибір основного технологічного та транспортного обладнання та їх продуктивність;
- прийняття об'ємно-планувальних рішень з розміщення обладнання та силосів з урахуванням вимог нормативно-технічної документації;
- розробка та обґрунтувати схеми технологічного процесу міні-елеватору з урахуванням забезпечення охорони праці і безпеки життєдіяльності працюючих на підприємстві та енергозабезпечення та енергозбереження;
- обґрунтування та розрахунки аспіраційних мереж на окремих виробничих ділянках;
- техніко-економічні розрахунки основних показників щодо економічної ефективності будівництва нового міні-елеватора місткістю 11,2 тис. т.

Для забезпечення технологічного процесу передбачено використання обладнання вітчизняного та закордонного виробництва, яке відповідає сучасним вимогам ведення технологічного процесу на підприємствах зернопереробної галузі.

Проведено техніко-економічні розрахунки показали, що будівництва міні-елеватору місткістю 11,2 тис. т в Черкаській області економічно доцільно та ефективно.

Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 11851,1 тис. грн, дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 34496 тис. грн протягом 2,9 роки з рентабельністю 34,4 %.

Все це свідчить про господарську необхідність і економічну ефективність запропонованого проєкту будівництва нового міні-елеватора на 11,2 тис. т в Черкаській області.

Ключові слова: міні-елеватор, проєкт будівництва, технологічний процес, основні норії, технологічне обладнання, приймання зерна, очищення зерна, сушіння зерна, відвантаження зерна.

ЗМІСТ

Вступ	6
Розділ 1 Стан проблеми і перспективи її вирішення	8
1.1 Літературний і патентний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми	8
1.2 Характеристика об'єкту	14
1.3 Мета і завдання проєкту	14
Розділ 2 Техніко-економічне обґрунтування	16
Розділ 3 Технологічна частина	22
3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання	22
3.1.1 Розрахунок обсягів робіт	22
3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання	23
3.1.2.1 Визначення кількості та продуктивності зерноочисного обладнання	23
3.1.2.2 Визначення кількості та продуктивності зерносушарок	24
3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу	26
3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання	28
3.1.4.1 Розрахунок основних норій	28
3.1.4.2 Визначення кількості та продуктивності конвеєрів	32
3.1.4.3 Самопливи	33
3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв	33
3.2 Обробка і зберігання відходів	34
3.3 Проєктування зерносховищ	36
3.4 Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані	39
3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП	38
3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів	42

3.7	Проектування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз	43
3.8	Система управління роботою елеватора	47
Розділ 4 Енергозабезпечення та енергозбереження		54
Розділ 5 Аспірація елеватора		65
Розділ 6 Характеристика будівельних споруд		83
6.1	Опис генплану	83
6.2	Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору	87
Розділ 7 Охорона праці		90
7.1	Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ)	91
7.2	Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ	97
7.3	Заходи щодо пожежної безпеки	98
Розділ 8 Науково-дослідна частина (НДЧ)		103
8.1	Стан питання	103
8.2	Мета і завдання роботи; об'єкти і методи досліджень та аналізів	106
8.3	Результати досліджень	107
Розділ 9 Техніко-економічні розрахунки (ТЕР)		114
Висновки		127
Список літератури		129

ВСТУП

Агропромисловий комплекс є стратегічно важливою галуззю економіки України, а Черкаська область, завдяки своєму географічному розташуванню та родючим ґрунтам, традиційно посідає лідерські позиції у виробництві зернових та олійних культур. Проте нарощення обсягів врожаю висуває жорсткі вимоги до інфраструктури зберігання. Дефіцит сучасних потужностей призводить до значних втрат продукції під час зберігання у непристосованих приміщеннях та залежності фермерських господарств від великих елеваторних хабів.

Вибір формату міні-елеватора місткістю 11,2 тис. т має низку стратегічних переваг перед використанням послуг великих лінійних елеваторів-хабів.

Логістична незалежність та швидкість збирання. Власний об'єкт поблизу полів Черкащини радикально скорочує транспортне плече. У пік жнив, коли на великих лінійних елеваторах утворюються багатокілометрові черги зерновозів, власник міні-елеватора працює за власним графіком. Це дозволяє техніці швидше повертатися в поле, що критично важливо для дотримання агротехнічних термінів збирання, особливо в умовах нестабільної погоди.

Тотальний контроль якості та запобігання змішуванню. На великих елеваторах зерно від різних господарств часто змішується у великих силосах для формування партій за середніми показниками класу. На власному об'єкті ви маєте можливість зберігати зерно окремими партіями (наприклад, кукурудзу з різним вмістом білка або сою різних сортів).

Економія на операційних витратах. Послуги сторонніх елеваторів включають високі тарифи на приймання, лабораторні аналізи, очищення, сушіння та відвантаження. Крім того, великі підприємства часто застосовують жорстку систему «усушки та розпилу» (втрати маси зерна), яка не завжди є прозорою. Власний міні-елеватор дозволяє платити лише за фактично спожиті енергоносії та працю персоналу, що значно знижує собівартість зберігання однієї тонни зерна.

Стратегічне керування продажами. Великі елеватори зазвичай висувають вимоги щодо термінів зберігання, або ж вартість тривалого перебування зерна в силосах стає економічно не вигідною. Власний склад об'ємом 11,2 тис. т дає можливість «перечекати» сезонне падіння цін у період збирання (серпень–жовтень) і реалізувати продукцію у лютому чи березні, коли ціна на внутрішньому та експортному ринках традиційно зростає на 20–30%.

Гнучкість технологічних процесів. Міні-елеватор дозволяє оперативно змінювати режими роботи. Якщо партія зерна потребує лише легкого провітрювання (аспірації), ви робите саме це. На великих об'єктах технологічний ланцюг часто стандартизований, і ви змушені оплачувати повний цикл доробки зерна, навіть якщо в ньому немає гострої потреби.

Можливість швидкої модернізації. Завдяки компактності об'єкта, на такому елеваторі легше впровадити енергоощадні технології, наприклад, встановити теплогенератор на біопаливі (пелетах чи соломі). Для великого лінійного елеватора така модернізація є капіталомісткою та складною, тоді як для об'єкта на 11,2 тис. т це реальний шлях до повної енергетичної незалежності.

Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 11,2 тис. т є раціональним рішенням для середніх агрогосподарств Черкащини. Такий формат дозволяє оптимізувати логістичні витрати, забезпечити високу якість очищення та сушіння зерна безпосередньо в місці збору, а також надає можливість реалізовувати продукцію в періоди пікових цін.

Розділ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1 Літературний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми

Зберігання зернових культур займає важливе місце у функціонуванні агропромислового комплексу України. Це особливо стосується регіонів з інтенсивним розвитком сільського господарства, таких як, наприклад, Черкаська область, де обсяги виробництва сільськогосподарської продукції традиційно високі. Система зберігання зерна виконує не тільки роль у підтримці продовольчої безпеки, але також сприяє стабілізації цін на продукти харчування і створює базис для ефективного розвитку агропромислового сектора загалом.

Проте повномасштабна агресія з боку РФ завдала суттєвих втрат українській інфраструктурі зберігання зерна. Згідно з даними, опублікованими неурядовою організацією Conflict Observatory, кількість пошкоджених або повністю знищених зерносховищ в Україні становить кожне шосте. Ця організація базує свої висновки на даних супутникових знімків та іншої інформації, зібраної за підтримки уряду США. Зокрема, було встановлено, що близько 15,73% зернових потужностей країни, до яких входять силоси, елеватори, бункери та склади для зберігання таких культур, як пшениця, ячмінь і насіння соняшнику, постраждали внаслідок знищення, пошкодження або потрапили під контроль російських військ і їхніх союзників з моменту початку вторгнення 24 лютого [1].

До початку військових дій Україна володіла значними обсягами сховищ для зберігання зерна – щонайменше 58 мільйонів тонн. Однак через війну країна зазнала значних втрат у цьому секторі: станом на сьогодні близько 8,41 мільйона тонн, що становить 14,57% довоєнних сертифікованих потужностей, було втрачено. Окрім цього, у період з лютого 2022 року щонайменше три мільйони тонн сховищ зазнали пошкоджень. На додачу до цього приблизно шість мільйонів тонн складських потужностей, серед яких майже один мільйон тонн пошкоджених

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.21			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Паламарчук М.Є.			Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 11,2 тис. т в Черкаській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					9	7
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

сховищ, наразі знаходяться на територіях, що перебувають під контролем російських окупаційних сил станом на 6 вересня. Таким чином, масштаби руйнувань істотно обмежують можливості українських аграріїв у зберіганні важливих стратегічних ресурсів.

На початок травня 2022 року в Україні спостерігався значний дефіцит ємностей для приймання нового врожаю, який оцінювався на рівні 16,3 мільйона тонн. Ця цифра бралася із прогнозованого обсягу врожаю 2022 року, що складав 55,9 мільйона тонн. Ситуація ускладнилася через очікувані перехідні залишки зернових і олійних культур, які могли скласти 25,1 мільйона тонн. Цей показник у 4,2 рази перевищував обсяги залишків попереднього сезону, через що значна частина зерносховищ не могла бути звільнена для нового врожаю. Фактично доступні потужності для зберігання становили лише 60,9 мільйона тонн, з яких 35% залишалися заповненими попередніми залишками, обмежуючи можливості приймати нове зерно.

До війни в Україні налічувалося близько 1200 зерносховищ із загальною потужністю у 50 мільйонів тонн одночасного зберігання. Проте, більшість із них (до 70%) були морально та фізично застарілими. Ще до початку військових дій країна стикалася з дефіцитом потужностей елеваторів на рівні 40–45 мільйонів тонн. Війна лише поглибила цей виклик: станом на травень 2022 року було втрачено близько 13 мільйонів тонн потужностей зберігання. Частина зерносховищ була зруйнована або опинилася на окупованих територіях. За даними аналітиків Центру досліджень продовольства та землекористування KSE Institute та Міністерства аграрної політики і продовольства, збитки від пошкодження або знищення зерносховищ оцінювались у 272 мільйони доларів США. Через ці обставини восени 2022 року в Україні прогнозували серйозний дефіцит елеваторних потужностей для зберігання нового врожаю на рівні 10–15 мільйонів тонн. Дефіцит ємностей був складною проблемою, яку необхідно вирішувати комплексно. Серед можливих шляхів подолання цієї ситуації виокремлюють кілька стратегій [1-4]:

1. Оцінити можливість розширення існуючих зерносховищ або покращення їх продуктивності. Це може передбачати будівництво нових сховищ чи модернізацію застарілих об'єктів.

2. Активне залучення приватних інвесторів для створення нових або розширення діючих зерносховищ, що могло б значно прискорити вирішення проблеми.

3. Оптимізація транспортних маршрутів і засобів перевезення для забезпечення більш швидкої і ефективної доставки зерна до існуючих ємностей.

4. Використання сучасних технологій для управління зберіганням зерна, включаючи системи для моніторингу температури і вологості, що дозволяють максимально раціонально використовувати існуючі ресурси.

5. Впровадження програм і стимулів для мінімізації втрат зерна під час його транспортування та зберігання.

6. Проведення глибокого аналізу поточного стану ринку зерна і прогнозування майбутніх потреб із метою ефективного планування розвитку інфраструктури.

Різноманітні підходи можна поєднувати для ефективного розв'язання проблеми нестачі потужностей для зберігання зерна.

Наразі доступними вважаються лише 60,9 млн тонн ємностей для зберігання, а перехідні залишки поточного сезону займуть 35% цих потужностей.

Сьогодні елеватор є не просто об'єктом для зберігання зерна, а комплексним багатофункціональним пунктом, який здебільшого інтегрований у сільськогосподарське виробництво. Завдяки цьому елеватори стали важливим елементом аграрної інфраструктури, яка розвивається комплексно та охоплює різні складові: вирощування рослин, тваринництво, зберігання й експорт зерна. Відповідно до статті 24 Закону України «Про зерно та ринок зерна в Україні», зерно має зберігатися у спеціалізованих зерносховищах. Для цього використовуються підлогові склади, бетонні або металеві силоси, а також полімерні зернові рукави [5]..

У горизонтальних або похилих підлогових складах зерно зберігають насипом на підлозі або в засіках. Висота насипу залежить від якісного стану та виду зерна, а також його призначення. Такі склади дозволяють окремо зберігати невеликі партії продукції чи дрібнонасінневі культури.

Силоси забезпечують тривале й надійне зберігання очищеного зерна з середньою вологістю 8–14%. Це найбільш поширений тип споруд для зберігання різних культур в Україні, що належить до високотехнологічних рішень. Бетонні силоси дозволяють тривалий час зберігати великі обсяги зерна у відповідних умовах і є одними з найнадійніших варіантів таких споруд [5].

Металеві силоси, у свою чергу, оснащені автоматизованими системами контролю якості зернової маси, що здійснюється за допомогою комп'ютерів і спеціального програмного забезпечення [5].

Фермери в Європі й Америці вже тривалий час успішно впроваджують проекти міні-елеваторів у свої господарства. Обладнання інтегрується в єдиний міні-елеватор, що складається з силосів, зерносушарки, норій і систем самопливу [6].

На території передбачаються зручні місця для під'їзду транспорту та вивантаження зерна. Така система є одночасно зручною та економічною [6] :

- відповідає потреба в транспортуванні зерна між місцями сушіння та зберігання, оскільки всі операції виконуються на одній локації;
- комплекс оснащений необхідними транспортерними механізмами, що дозволяє вирішувати будь-які завдання з переміщення зерна в межах міні-елеватора;
- технологічне обладнання розташовується так, щоб забезпечити легкість обслуговування та ремонту всіх модульних вузлів.

Встановлення міні-елеватора на фермі потребує певних фінансових вкладень. Однак практика свідчить, що перехід на автономну систему сушіння та зберігання зерна окупується за 3-4 роки. Потужності міні-елеватора вистачає не лише для забезпечення внутрішніх потреб фермера, а й для отримання

додаткового прибутку, надаючи послуги зберігання іншим господарствам. Такий підхід активно впроваджується в Україні та демонструє свою ефективність.

1.2 Характеристика об'єкту

У кваліфікаційній роботі передбачається будівництво міні-елеватора місткістю 11,2 тис. т у Черкаській області. На об'єкті здійснюються наступні технологічні операції:

- приймання зерна з автотранспорту;
- очищення зерна від домішок;
- сушіння зерна до базисних кондицій;
- тривале та тимчасове зберігання;
- відпускання зерна на автотранспорт.

Будівництво нового міні-елеватора здійснюється з метою розширення потужностей елеваторної промисловості України, зокрема Черкаської області. Вибір регіону обґрунтований тим, що Черкащина є одним із лідерів агропромислового виробництва з високою врожайністю зернових та технічних культур. Будівництво доцільне через значну концентрацію фермерських господарств, які потребують локальних потужностей для доробки збіжжя, що дозволяє суттєво скоротити логістичні витрати на транспортування до великих лінійних елеваторів.

Проект передбачає застосування сучасних будівельних конструкцій та енергоефективних вузлів. Використання новітнього обладнання переважно вітчизняного виробництва дозволяє знизити капітальні інвестиції та експлуатаційні витрати, що позитивно впливає на техніко-економічні показники роботи підприємства.

Технологічні параметри та обсяги робіт:

Загальний річний об'єм приймання: 11,2 тис. т/рік.

Структура культур: Ранні зернові: 7,0 тис. т/рік (60% – пшениця, 40% – ячмінь). Пізні зернові: 4,2 тис. т/рік (100% – кукурудза).

Період заготівель: для ранніх культур – 16 діб, для пізніх – 25 діб.

Коефіцієнт добової нерівномірності: 1,6 (ранні) та 1,7 (пізні).

Коефіцієнт погодинної нерівномірності: 2,9.

Розрахункова вантажність автотранспорту: 20 т.

Режим роботи: обладнання (крім сушарок) – 24 год/добу; зерносушарки – 615 год/місяць.

Якість зерна, що надходить на міні-елеватор автомобільним транспортом, характеризується значною нерівномірністю за показником вологості, що визначає обсяги робіт із сушіння. Згідно з розрахунковими даними:

Для ранніх зернових культур:

Основна частина зерна 60%, надходить із базовою вологістю до 15% включно, що не потребує інтенсивного сушіння.

Решта об'єму розподілена порівну: 20% має вологість від 15% до 17%, і ще 20% надходить із вологістю від 17% до 22%.

Зерно з вологістю понад 22% для ранніх культур у розрахунках не передбачається.

Для пізніх зернових культур (кукурудза):

Частка сухого зерна (до 15%) є нижчою і становить 40%

Значна частина врожаю потребує обов'язкової термічної обробки: 30% надходить із вологістю 15–17%, та ще 30% – з вологістю від 17% до 22%.

Надходження пізніх культур із вологістю понад 22% у межах даного завдання не закладено.

Загальний річний обсяг відвантаження зерна на автотранспорт – 11,2 тонн

Кількість місяців відпускання зерна на автотранспорт на рік – 5 міс.

Тривалість відпускання зерна на автотранспорт за місяць – 24 діб

Тривалість відпускання зерна на автотранспорт за добу – 8 год.

Коефіцієнт місячної нерівномірності відвантаження на автотранспорт – 1,55

Коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на автотранспорт – 1,4

Коефіцієнт погодинної нерівномірності відпускання зерна на автотранспорт – 1,2

1.3 Мета і завдання проєкту

Метою кваліфікаційної роботи є розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 11,2 тис. тонн у Черкаській області, що забезпечить ефективне зберігання та доробку сільськогосподарської продукції.

Завдання проєкту:

1. Проєктування технологічної лінії для оперативного приймання, очищення та сушіння зерна з використанням сучасного обладнання.
2. Забезпечення якісного зберігання збіжжя шляхом впровадження систем активного вентилявання та автоматизованого контролю температури.
3. Оптимізація логістичних процесів всередині підприємства для мінімізації пошкодження зерна та скорочення часу розвантаження/завантаження транспорту.
4. Підвищення рентабельності агровиробництва за рахунок можливості реалізації продукції у період пікових ринкових цін та доведення зерна до експортних стандартів якості.

Розділ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Черкаська область стабільно займає лідируючі позиції за врожайністю зернових та зернобобових культур (пшениця, кукурудза, ячмінь). У регіоні працює велика кількість малих та середніх фермерських господарств, які не мають власних потужностей для сушіння та зберігання. Запланований обсяг приймання у 11,0 тис. т/рік повністю забезпечується місцевим виробництвом, що гарантує завантаження елеватора протягом сезону. Будівництво об'єкта саме «в полі» або поблизу господарств дозволяє фермерам не потрібно транспортувати збіжжя на великі портові або лінійні елеватори (де часто виникають черги), що суттєво знижує витрати на пальне. Черкаська область має розгалужену мережу автомобільних доріг державного значення, що дозволяє оперативно відвантажувати сформовані партії зерна на експорт або внутрішню переробку автомобілями вантажністю 20 т і більше.

Нами передбачено будівництво нового міні-елеватора у Черкаській області місткістю 11,2 тис. тонн на основі виявлення вільного залишку зерна, який необхідно зберегти. Баланс сировини і обґрунтування розвитку потужнісного потенціалу підприємства. Метою цього розрахунку є визначення потенціалу заготівель зернових культур у сировинній зоні підприємства [8]. Розрахунок заснований на інформації про земельні угіддя, на яких вирощують злакові культури, і даних про середню урожайність (дані Державної служби статистики України, URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>) [9].

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

Регіон (область)	Господарства усіх категорій		
	Площа зібрана, ПЛ _{базова} , тис.га	Урожайність, У ₁ , ц з 1 га зібраної площі	Обсяг виробництва, ВЗ ₁ , тис. ц
Черкаська	334,7	56,4	1886,8

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.21			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив	Паламарчук М.Є.				Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 11,2 тис. т в Черкаській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Соколовська О.Г.							
Консультант	Басюркіна Н.Й.					ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.	Макаринська А.В.							

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

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

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

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

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

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

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

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

Аналогічно, площу вирощування на перспективу розраховуємо за формулою:

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

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

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

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

$$K_{пл} = K_{пл}^t, \quad (2.4)$$

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

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

Через те, що існуючі тенденції нарощування площ під зернові культури та врожайності у Черкаській області свідчать про те, що останні 5 років щорічно площа оранки приростає на 5 %, а урожайність – на 6 %, то приймаємо до уваги ці тенденції до 2028 року (періоду засвоєння інвестицій) та виконаємо розрахунок наведених показників у перспективі до 2028 року, на основі даних Державної служби статистики України за 2025 р. і коригуючих коефіцієнтів на прогнозні 4 роки (з 2025 до 2028 р.).

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

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

$$U_{\text{прогноз}} = 56,4 \times (1,06)^4 = 71,2 \text{ ц/га,}$$

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

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = 334,7 (1,06)^4 = 406,8 \text{ тис. га.}$$

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

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

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (406,8 \times 71,2)/10 = 2896,8 \text{ тис.тонн}$$

Результати виконаних розрахунків наводимо у табл. 2.2.

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

Регіон (область)	Площа сільськогосподарських угідь, $ПЛ_{\text{прогноз}}$, тис. га	Середня урожайність, $U_{\text{прогноз}}$, ц/га	Валовий збір, $ВЗ_{\text{прогноз}}$, тис. тонн
Черкаська	546,0	72,1	2896,8

У всіх регіонах України існують зерносховища, на яких обробляється та зберігається зерно, вирощене у нашій країні, та на які надходить ввезене з інших регіонів і країн (імпортне) зерно. Їх прогнозна сумарна місткість ($MZ_{\text{прогноз}}$) має покривати такий обсяг зернових:

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

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

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

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

- споживання зерна всередині сільськогосподарських підприємств Черкаській області дорівнює:

$$C_{\text{сг}} = 0,20 \times 2896,8 = 579,4 \text{ тис. тонн};$$

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

$$I_p = 0,005 \times 2896,8 = 14,5 \text{ тис. тонн.}$$

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

$$MZ_{\text{прогноз}} = 2896,8 - 579,4 + 14,5 = 2331,9 \text{ тис. тонн}$$

Отримані дані занесли в табл. 2.3.

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

Регіон (область)	Прогнозний валовий збір у 2025 році, $VZ_{\text{прогноз}}$	Споживання всередині сільського господарства, $C_{\text{сг}}$	Ввезення з інших регіонів та із за кордону, I_p	Сумарна місткість зерносховищ, $MZ_{\text{прогноз}}$
Черкаська	2896,8	579,4	14,5	2331,9

В результаті, прогнозний обсяг дефіциту (або профіциту) місткостей для зберігання зерна ($\Delta\PiЗ$) визначаємо як різницю між прогнозою 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 даному регіоні, 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 [8].

$$\Delta\PiЗ = 2331,9 - 1800 = 531,9 \text{ тис. тонн.}$$

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 Черкаській області існує дефіцит місткостей, а саме:

$$\Delta\PiЗ = \text{тис. тонн. } 531,9 > 0,$$

$$\Delta\PiЗ > \PiЗ, \text{ тобто } 531,9 > 11,2 \text{ тис. тонн,}$$

тому будівництво нового міні-елеватора запланованої місткості 11,2 тис. тонн є доцільним та обгрунтованим.

Вантажооборот (B) підприємства елеваторної галузі розраховують за формулою:

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

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

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

$$B = 1 \times 11,2 = 11,2, \text{ тис. тонн,}$$

Вихідні дані для розробки проєкту будівництва міні-елеватора є наступними (табл. 2.4):

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

Місткість елеватора, який проєктується, тонн	11,2
Область	Черкаська
Коефіцієнт обороту місткості зерносховища, K_0	1
Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту, A_{np}^a , т/рік	11,2
у тому числі:	
Річний об'єм приймання ранніх культур, $A_{np}^{a(p)}$, т/рік	7,0
Пшениці 60%	4,2
Ячмінь 40%	2,8
Частки зерна ранніх культур різної вологості, що надходить а/т:	
Сухе (W до 15 %) α_0	0,6
Вологе: (W понад 15-17 % вкл.) α_1	0,2
(W понад 17-22 % вкл.) α_2	0,2
Період заготівель ранніх культур, P_p , діб	16
Річний об'єм приймання пізніх культур, $A_{np}^{a(n)}$, т/рік	4,2
Кукурудзи (% від обсягу пізніх культур)	4,2
Частки зерна пізніх культур різної вологості, що надходить а/т-том:	
Сухе (W до 15 %) α_0	0,4
Вологе: (W понад 15-17 %, вкл.) α_1	0,3
(W понад 17-22 %, вкл.) α_2	0,3
Період заготівель пізніх культур, P_p , діб	25
Загальний річний обсяг відвантаження зерна на автотранспорт, A_{vp}^a , тонн/рік	
Кількість місяців відпускання зерна на а/т на рік, N , міс.	5
Тривалість відпускання зерна на а/т за місяць, $T_{вп м}^a$, діб	24
Тривалість відпускання зерна на а/т за добу, $T_{вп д}^a$, год.	8
Коефіцієнт місячної нерівномірності відвантаження на а/т, $K_{вп м}^a$	1,55
Коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K_{вп д}^a$	1,4
Коефіцієнт погодинної нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K_{вп г}^a$	1,2

Розділ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання

3.1.1 Розрахунок обсягів робіт

Приймання зерна з автомобільного транспорту

При надходженні зерна автомобільним транспортом розрахунковий добовий ($A_{\text{пд}}^a$) і погодинний ($A_{\text{пг}}^a$) об'єми визначаємо для ранніх культур за формулою:

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

Коефіцієнт нерівномірності надходження зерна K_d^a з автомобільного транспорту приймаємо в залежності від об'ємів заготівель і розрахункового періоду заготівель. Таким чином коефіцієнт нерівномірності становить 1,6 для ранніх і 1,7 для пізніх культур [10, 11]

$$A_{\text{пд.р}}^a = \frac{0,8 \cdot 7000 \cdot 1,6}{16} = 560,0 \text{ т/добу}$$

$$A_{\text{пд.п}}^a = \frac{0,8 \cdot 4000 \cdot 1,7}{25} = 217,6 \text{ т/добу}$$

Погодинне приймання зерна:

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

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

Погодинне приймання ранніх культур:

$$A_{\text{пг.р}}^a = \frac{560 \cdot 2,9}{24} = 67,6 \text{ т/год}$$

Погодинне приймання пізніх культур:

$$A_{\text{пг.п}}^a = \frac{217,6 \cdot 2,9}{24} = 26,3 \text{ т/год}$$

Так як, добове приймання зерна ранніх культур перевищує об'єми приймання пізніх культур, то подальший розрахунок проводимо за ранніми культурами.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.21			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Паламарчук М.Є.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 11,2 тис. т в Черкаській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.						
Консультант		Соколовська О.Г.						
Зав. каф.		Макаринська А.В.						
						ОНТУ, ТЗХ-416		

Відвантаження зерна на автомобільний транспорт

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: $K_{\text{вп.м.}}^a = 1,55$; $K_{\text{вп.д.}}^a = 1,4$; $K_{\text{вп.г.}}^a = 1,2$ [10, 11].

При відпусканні зерна на автомобільний транспорт приймаємо:

Розрахункове місячне відпускання:

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

де N – число місяців відпускання. $N = 4$ місяці;

$K_{\text{вп.м.}}^a$ – коефіцієнт місячної нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт – 1,7 [10, 11].

$$A_{\text{вп.м.}}^a = \frac{11000 \cdot 1,55}{4} = 4250 \text{ т/міс}$$

розрахункове добове відпускання:

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

де $T_{\text{вп.м.}}^a$ – тривалість відпускання за місяць – 20 днів;

$K_{\text{вп.д.}}^a$ – коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт – 1,4

$$A_{\text{вп.д.}}^a = \frac{4250 \cdot 1,4}{20} = 297,5 \text{ т/добу}$$

розрахункове погодинне відпускання:

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

$T_{\text{вп.д.}}^a$ – тривалість відпускання за добу – 16 годин;

$K_{\text{вп.г.}}^a$ – коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт – 1,2.

$$A_{\text{вп.г.}}^a = \frac{297,5 \cdot 1,2}{16} = 22,3 \text{ т/ГОД}$$

3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання

3.1.2.1 Визначення кількості та продуктивності зерноочисного обладнання. Все зерно, що надходить автотранспортом на елеватор підлягає попередньому очищенню від грубих і легких домішок в потоці приймання і

основному очищенню від відділюваних домішок до кондицій, що відповідають його цільовому призначенню.

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

Для будівництва міні-елеваторів сумарну продуктивність скальператорів попереднього очищення сухого зерна $\sum_1^n Q_c$ визначаємо за формулою:

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

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

$K_1^c, K_2^c, \dots, K_n^c$ - коефіцієнти, що залежать від культури, вологості і вмісту віддільних домішок [10, 11];

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

$$\sum_1^n Q_{c.p.} = \frac{0,04}{21} \left(\frac{5000}{1} + \frac{2000}{0,8} \right) = 14,2 \text{ т/ГОД}$$

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

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

$$N_c = \frac{14,2}{50} = 0,28, \text{ шт}$$

Розрахунки показали необхідність та достатність одного сепаратора основного очищення продуктивністю $Q = 50$ т/год.

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 [10, 11].

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

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

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

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

K_B – коефіцієнт переведення фізичних тонн маси зерна в планові тонни сушіння (ранні $K_B=0,9$; пізні $K_B=1,0$);

K_K – коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності зерносушарки в залежності від роду культури, що просушується,

K_K (пшениця) = 1,0; K_K (ячмінь) = 1,0., K_K (кукурудза) = 1,54 [12].

$K_{п}$ – коефіцієнт, що враховує призначення зерна, $K_{п} = 1,0$.

Для ранніх культур:

$$A_{с. р.}^p = 0,8 \cdot 7000 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 5040 \text{ пл.т.}$$

Для пізніх культур:

$$A_{с. р.}^p = 0,8 \cdot 4000 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,54 = 4928 \text{ пл.т.}$$

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

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

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

$K_{пер}$ – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки в залежності від числа партій зерна, що надходять до неї ($K_{пер} = 0,94$) [12];

$K_d = 1$, коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки при прив'язці зерносушарок до елеваторів;

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

P_p (для ранніх)=16; P_p (для пізніх)=25.

Для ранніх культур:

$$A_{с}^{3/c} p. = 20,5 \cdot 20 \cdot 0,94 \cdot 16 \cdot 1,0 = 6166,4 \text{ пл. т.}$$

Для пізніх культур:

$$A_{с}^{3/c} п. = 20,5 \cdot 20 \cdot 0,94 \cdot 25 \cdot 1,0 = 9635 \text{ пл. т.}$$

Розрахунки показали, що 1 зерносушарки продуктивністю 25 т/год достатньо для просушування зерна ранніх і пізніх культур.

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

3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу

Структурна схема елеватора показує які операції присутні на підприємстві, та в якій послідовності вони мають виконуватись [10, 13].

На рис. 3.1 наведена структурна схема технологічного процесу міні-елеватора, що проектується.

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

За схемою все зерно в потоці приймання з автотранспорту має проходити попереднє очищення, а потім сухе зерно одразу подається на основне очищення, а вологе та сире зерно з початку подається на операцію сушіння, після якої також направляється на основне очищення. Після операції основного очищення все зерно потрапляє на зберігання. А відпуск на автотранспорт здійснюється з операції зберігання, тобто відвантажуються підготовані партії зерна.

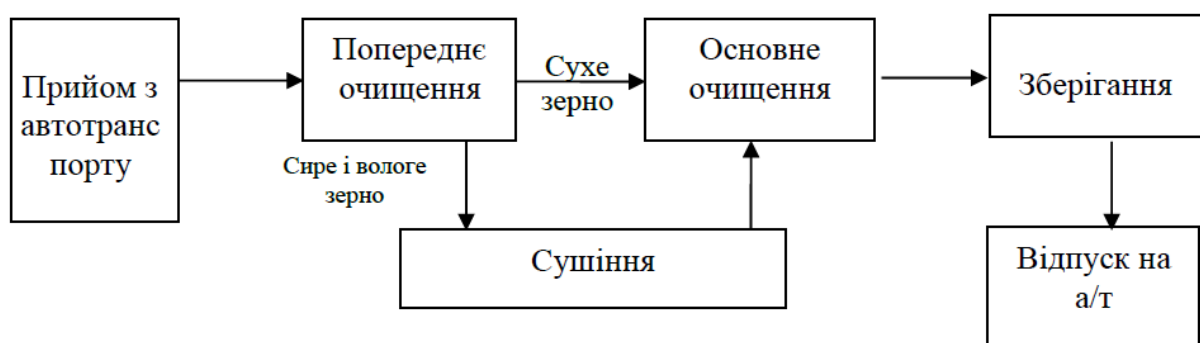


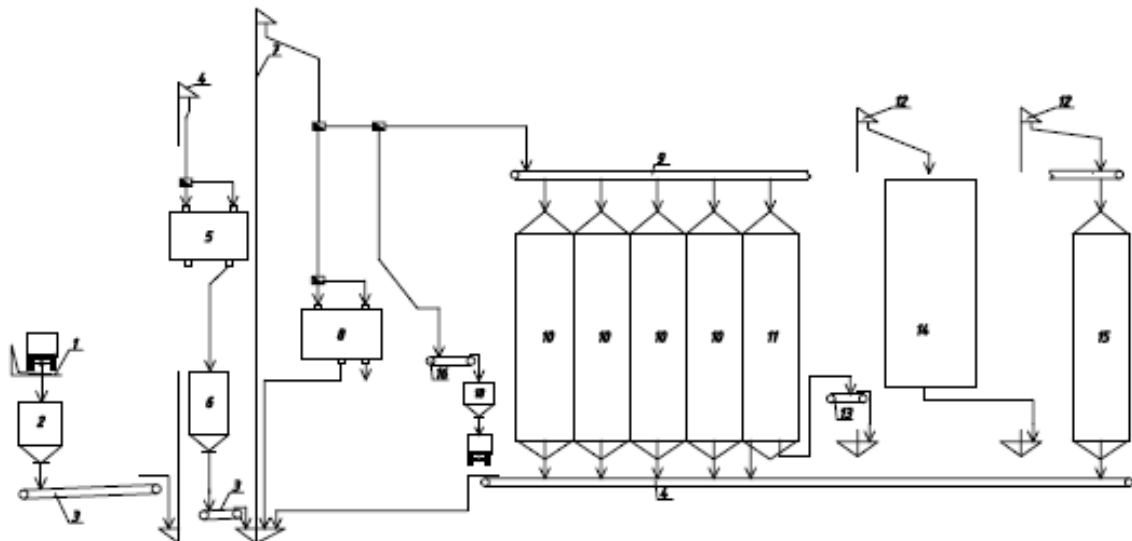
Рисунок 3.1 – Структурна схема технологічного процесу проектного міні-елеватора

Принципову схему будуюмо на базі структурної, вона показує на якому обладнанні планується виконання кожної операції, де необхідно встановити міжопераційні бункери та як здійснити переміщення партій зерна із бункера, що випорожнюється в бункер або силос, який наповнюється.

Принципова схема технологічного процесу – це конкретизована структурна схема, яка показує взаємозв'язок транспортного, вагового, технологічного обладнання й бункерів, а також лінії руху зерна по цьому обладнанні, тобто, це схема, яка показує на якому обладнанні можливо виконувати конкретну операцію та де встановлені в лініях необхідні оперативні накопичувальні бункери [10].

В принциповій схемі технологічного процесу елеватора, що проектуємо, відобразили розташування та взаємну ув'язку транспортного, вагового, розподільного, зерноочисного, зерносушильного обладнання та бункерів різного призначення.

Принципова схема технологічного процесу міні-елеватора, що проектується наведена на рис. 3.2.



1-автомобілерозвантажувач; 2-приймальний бункер; 3-приймальний конвеєр; 4-норія автоприймання; 5-скальператор; 6 - конвеєр; 7 - основна норія; 8 - сепаратор; 9 - надсилосний конвеєр; 10- силоси; 11-досушительний силос; 12- норія; 13- конвеєр; 14 - зерносушарка; 15 -післясушительний силос; 16-відпускний конвеєр; 17 -відпускний бункер.

Рисунок 3.2 – Принципова схема технологічного процесу проектного міні-елеватору

На елеваторі всі операції з зерном пов'язані з необхідністю його транспортування (внутрішнього переміщення), для чого використовують обладнання безперервного типу дії (конвеєри, норії і т.д.) і самопливні труби. Обробляють же зерно на технологічному обладнанні (зерноочисних машинах, зерносушарках). Взаємозв'язок технологічного обладнання, а також місткостей (бункерів, силосів), з'єднаних транспортуючим обладнанням, являє собою технологічний процес обробки зерна на підприємствах елеваторної промисловості.

3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання

3.3.4.1 Розрахунок основних норій

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

а) *спеціалізовані норії* – ті, що беруть участь у зовнішніх операціях (встановлюються у відповідних приймальних і відпускних пристроях, використовуються для розвантаження і завантаження транспортних засобів і для передачі зерна, що надходить із засобів доставки в накопичувальні місткості та на попереднє очищення в потоці приймання), а також обслуговуючі зерносушарки і ті, що транспортують відходи [10, 11, 12];

б) норії, що виконують внутрішні операції, як правило, є *універсальними (основними) норіями* елеватора і встановлюються в робочій башті елеватора [10, 11, 12];.

Для кращого використання основних норій рекомендується передбачати:

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

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

Розрахунок кількості та продуктивності основних норій здійснюють у три етапи:

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

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

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

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

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

Зовнішні: приймання і відпуск по видах транспорту у розрахункових добових обсягах;

Внутрішні: основне очищення зерна у добовому обсязі

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

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

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

$$A_{\text{очд}} = 560 \text{ т}$$

– сушіння зерна у добовому обсязі

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

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

$$A_{\text{сд}}=560(1 - 0,5)=280 \text{ тонн,}$$

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

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

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

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

$$Q_{\text{min}}^a = \frac{67,6}{2 \cdot 0,87 \cdot 0,9} = 43,2 \quad \text{т/год}$$

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

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

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

$$K_{\text{вс}} = (0,2)0,85 + (1 - 0,3) \cdot 1 = 0,87$$

Висновок: таким чином розрахунки показали, що мінімальна продуктивність основних норій повинна бути 50 т/год.

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

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

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

Подальші розрахунки необхідно вести по двох варіантах: для обраної мінімальної продуктивності Q_1 і для найближчої наступної більшої по наведеному вище ряду Q_2 .

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

Операції, що співпадають у часі	Розрахункова формула	Число норій при $Q_{\min}=50$ т/год
Приймання зерна з а/т	$n_{\text{на}} = \frac{A_{\text{пг}}^a}{Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{п}}^a}$	$= \frac{67,6}{50 \cdot 0,9 \cdot 0,97} = 1,54$
Прибирання зерна після очищення і подача на зберігання	$n_{\text{ноч}} = \frac{A_{\text{очд}}}{24 \cdot Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{н}}}$	$= \frac{560}{24 \cdot 50 \cdot 0,95} = 0,49$
Подача зерна після сушіння на очищення	$n_{\text{нв}} = \frac{A_{\text{сд}}}{24 \cdot Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{н}}}$	$= \frac{280}{24 \cdot 50 \cdot 0,95} = 0,25$
Всього норій	ΣN	2,28

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

Таблиця 3.2 – Розрахунок числа норіє-годин

№ п/п	Найменування операцій	Розрахункові формули	Число норіє-годин при продуктивності	
			$Q_1=50$ т/год	$Q_2=100$ т/год
1	Подача сухого зерна в потоці приймання з а/т на основне очищення	$H_{\Gamma} = \frac{A_{\text{пд}} \cdot \alpha_0}{Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}}}$	$= \frac{560 \cdot 0,5}{50 \cdot 0,95} = 5,89$	$= \frac{560 \cdot 0,5}{50 \cdot 0,9} = 3,11$
2	Подача вологого зерна в потоці приймання з а/т на сушку	$H_{\Gamma} = \frac{A_{\text{пд}} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2)}{Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}}}$	$= \frac{560 \cdot 0,5}{50 \cdot 0,95} = 5,89$	$= \frac{560 \cdot 0,5}{100 \cdot 0,9} = 3,11$
3	Подача просушеного зерна на основне очищення	$H_{\Gamma} = \frac{A_{\text{пд}} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2)}{Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}}}$	$= \frac{560 \cdot 0,5}{50 \cdot 0,95} = 5,89$	$= \frac{560 \cdot 0,5}{100 \cdot 0,9} = 3,11$
4	Подача зерна з основного очищення на зберігання	$H_{\Gamma} = \frac{A_{\text{пд}}}{Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}}}$	$= \frac{560}{50 \cdot 0,95} = 11,78$	$= \frac{560}{100 \cdot 0,9} = 6,22$
5	Подача у відпускні бункери на а/т	$H_{\Gamma} = \frac{A_{\text{вп д}}}{Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}}}$	$= \frac{297,5}{50 \cdot 0,95} = 6,26$	$= \frac{297,5}{100 \cdot 0,9} = 3,3$
	Усього норіє- годин		$\Sigma=35,73$	$\Sigma=18,86$

Необхідне число норій розраховують за формулою:

$$N_r = \frac{\sum H_r}{24K_t}, \text{ шт.} \quad (3.14)$$

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

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

$$N_{H50} = \frac{35,73}{24 \cdot 0,65} = 2,29 \sim 3 \text{ шт.}$$

$$N_{H100} = \frac{18,86}{24 \cdot 0,65} = 1,20 \sim 2 \text{ шт.}$$

Розрахунки показали, що встановлення на міні-елеваторі трьох основних норій НЦК-50 (продуктивністю 50 т/год) вистачає для виконання всіх операцій у запланованих об'ємах.

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 [10,11, 12, 14].

Продуктивність конвеєрів повинна відповідати продуктивності пов'язаних з ними норій,

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

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

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

Число конвеєрів потрібно визначати:

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

б) число підсилосних конвеєрів визначається об'ємно-планувальними рішеннями, але не може бути менше числа відпускних потоків за добу максимальної роботи, приймаємо 2 шт.;

в) число надсилосних конвеєрів визначається об'ємно-планувальними рішеннями, але не може бути менше числа операцій, що одночасно виконуються по завантаженню зерна в силоси, приймаємо 2 шт.

3.1.4.3 Самопливи

Приймаємо за рекомендаціями:

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

3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв

Вивантаження і завантаження зерна в автомобільний транспорт

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

$$N_{л} = \frac{1,2 \cdot A_{пт}^a}{Q_{л}^a \cdot K_{к}^T \cdot K_{вз}^T}, \text{ шт.}, \text{ при } p^c = \sum P_{пт}^c, \quad (3.14)$$

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

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

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

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

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

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

$$N_{л} = \frac{1,2 \cdot 67,6}{73 \cdot 1,0 \cdot 1,0} = 1,11 \text{ шт.}$$

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

Продуктивність автомобілерозвантажувача визначати за формулою

$$Q_{\text{ар}} = \frac{Q_{\text{арт}} \cdot K_{\text{п ар}}}{1,2}, \text{ т/год} \quad (3.15)$$

де $Q_{\text{арт}}$ – технічна продуктивність автомобілерозвантажувача певної марки;

$K_{\text{п ар}}$ – коефіцієнт зниження технічної продуктивності автомобілерозвантажувача;

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

$$Q_{\text{ар}} = \frac{220 \cdot 0,65}{1,2} = 119 \text{ т/год}$$

Розрахунки показали, що необхідно та достатньо встановити 1 автомобілерозвантажувач марки У15-УРАГ на один приймальний потік.

Відпуск на автотранспорт. Приймаємо 1 відпускний потік. У лінії відвантаження зерна на автотранспорт передбачено відпускний накопичувальний бункер місткістю 40 тонн і самопливні труби з перегинами для гасіння швидкості подачі зерна в кузов автомобіля.

3.2.Обробка і зберігання відходів

У процесі післязбиральної обробки та зберігання зернових мас на підприємствах галузі хлібопродуктів неминуче утворюються побічні продукти та відходи, які потребують систематизованого обліку та раціонального поводження. За морфологічними та фізико-хімічними властивостями їх поділяють на такі групи [15, 16]:

1. Аспіраційні пилові відходи: сукупність дрібнодисперсних часток мінерального та органічного походження, що виділяються з зернової маси в процесі її переміщення та пневмосепарування.

2. Відходи очищення: фракції, що виділяються на решітних та триєрних поверхнях, до складу яких входять частинки соломи, бур'янів, пошкоджені зернівки та інертні домішки.

Згідно з нормативною класифікацією, відходи диференціюють за вмістом придатної до використання зернової маси на три категорії:

- I категорія: зернові домішки з вмістом зерна основної культури від 30 % до 50 %. Дана категорія розглядається як цінна кормова сировина.
- II категорія: відходи з вмістом зерна від 10 % до 30 %.
- III категорія: некормові відходи (смітна домішка), вміст зерна в яких не перевищує 10 %. Дана фракція підлягає обов'язковій утилізації або знищенню відповідно до санітарних норм.

Алгоритм організації операцій очищення та технохімічного контролю

Технологічний процес очищення зерна реалізується з метою доведення його показників чистоти до вимог державних стандартів (ДСТУ) або умов контрактів. Послідовність операцій передбачає:

Первинне та вторинне сепарування на віброцентрофугальних або сито-повітряних сепараторах.

Фракціонування за геометричними ознаками у трієрах-куколевідбірниках та вівсюговідбірниках.

Магнітну сепарацію для вилучення металоманітних домішок.

Виробничо-технологічна лабораторія (ВТЛ) здійснює безперервний технохімічний контроль, що включає:

Визначення вихідного вмісту домішок у середньодобовій пробі.

Моніторинг ефективності роботи зерночисного обладнання шляхом аналізу виходів (контроль за відсутністю вільного зерна у відходах III категорії).

Контрольне визначення якості очищеного зерна перед його спрямуванням у силоси для тривалого зберігання.

Документальне оформлення операцій із зерновими відходами

Облік кількісно-якісних показників на підприємстві базується на суворому дотриманні галузевих форм звітності:

Форма № 34 (Розпорядження-акт на підробку зерна): є основним первинним документом, що обґрунтовує зміну маси партії внаслідок виділення домішок та

вологи. В акті відображаються фактичні виходи відходів за категоріями та результати їх лабораторного аналізу.

Форми № 30 (Акт зачистки) та № 36 (Журнал кількісно-якісного обліку): забезпечують безперервний моніторинг руху зерна. Акт зачистки складається за результатами повного витрачання партії та є підставою для інвентаризаційного підсумку.

Форма № 23 (Акт на списання відходів): оформлюється для документального підтвердження факту вивезення з території підприємства або знищення непридатних відходів (III категорії) та пилу.

Екологічний менеджмент у контексті стандартів ISO 14000

Сучасне зернопереробне підприємство зобов'язане функціонувати в межах системи екологічного менеджменту, регламентованої міжнародними стандартами серії ISO 14000. Ключові аспекти включають:

Превентивні заходи: мінімізація пилоутворення через герметизацію транспортного обладнання та встановлення ефективних систем пилогазоочищення (циклонів, рукавних фільтрів).

Управління життєвим циклом відходів: пріоритетність переробки відходів I та II категорій для потреб тваринництва, що відповідає концепції безвідходного виробництва.

Моніторинг довкілля: систематичний контроль за викидами в атмосферу та станом прилеглої території, що дозволяє мінімізувати антропогенний вплив підприємства на екосистему.

3.3 Проектування зерносховищ

Форму і розміри силосів вибираємо відповідно до місткості елеватора, максимального числа партій зерна, що одночасно зберігаються, їх величиною, будівельним матеріалом і способом проведення будівельних робіт [10, 11].

Для елеватора місткістю 11,2 тонн прийнято встановити силоси. силоси типу СМВУ з конусним дном діаметром 11,0 м. Обираємо силоси марки

СМВУ.110.13.К45.В12.А місткістю 1840 т, виробництва «Карлівський машинобудівний завод» [18].

Для силосів круглого перерізу приймаємо рядкове розташування. Вибираючи кількість рядів силосів, потрібно враховувати необхідну місткість елеватора, мінімальну кількість над- і підсилосних конвеєрів, а також форму і розміри ділянки будівництва.

Оскільки місткість елеватора складає 11200 т., то для забезпечення даного об'єму необхідно 6 силоси.

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

Проектування планів поверхів робочої башти елеватора проводять у наступній послідовності:

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

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

- дотримання норм проходів, регламентованих правилами охорони праці і техніки безпеки, між устаткуванням та від стін до відповідного устаткування (з урахуванням розміру 1/2 колони);

- природну освітленість робочих місць;
- зручність його обслуговування.

Можливий ряд варіантів розміщення обладнання в РБ в плані (тобто проектування є багатоваріантним), наприклад:

- основні норії, продуктивність яких нижче 250 т/год, можуть розташовуватися віссю барабана головки норії уздовж довгої осі робочої башти або перпендикулярно їй. Якщо продуктивність основних норій від 250 т/год і більше, то їх розташовують тільки віссю барабана уздовж довгої осі робочої башти. Розташування приводних пристроїв норій також може бути різним. Остаточне положення норій на планах поверхів робочої башти вибирають з урахуванням зручності ув'язування його із зерноскладами (силосними корпусами, складами);

- сепаратори та можуть розташовуватися довгою віссю поперек робочої башти елеватора, або уздовж, звичайно їх розміщують на планах поверхів так, щоб їхні приймальні коробки були з боку вікон.

Розподільчі поворотні труби у зв'язку зі своєю формою на планах поверхів розміщують по одному варіанту.

Розміри робочої башти елеватора в плані визначають за диктуючим поверхом, тобто поверхом, який має максимальні величини довжини або ширини серед усіх виробничих поверхів робочої башти елеватора (головок норій, вагового, розподільчого, зерноочисних машин). Тобто можливі випадки, коли довжину РБ диктує один, а ширину – інший поверхи.

На рис. 3.3 наведено плани робочої башти міні-елеватора на різних значенні висот: 0.000 – поверх башмаків норій, +19.000 – поверх сепаратору. +23.800 – поверх надсилосних конвеєрів, +28.400 – поверх головок норій.

3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП

Висоту кожного виробничого поверху робочої башти (крім вагового, та поверхів надсепараторних і підсепараторних бункерів) обчислюють по *диктуючій лінії*, яка складається із суми висот [10]:

- необхідних для монтажу устаткування;
- машини, встановленої на поверсі;
- вертикальної проекції диктуючого самопливу, який подає на цю машину зерно(тобто самого довгого самопливу з тих, що подають зерно у встановлене на поверсі обладнання, який повинен бути розташований під кутом до горизонту не менше нормативного);
- деталей самопливу (засувок, перекидних клапанів, секторів, вводів, скидних коробок, насипних лотків і ін.).

Висота встановлюваного на поверсі устаткування та деталей самопливів вибирається за каталогами або на сайтах заводів-виробників.

Вертикальна проекція диктуючого самопливу (hd.c.) визначається за формулою

$$\text{hd.c.} = a \cdot \text{tg}\alpha, \text{ м}, \quad (3.16)$$

де a – величина горизонтальної проекції диктуючого самопливу, мм (вимірюється з урахуванням масштабу на планах відповідних поверхів проектованого елеватора). Тобто на плані відповідного поверху вимірюється у міліметрах довжина відрізка горизонтальної проекції диктуючого самопливу, яку потім потрібно помножити на масштаб даного креслення – отримане значення і буде « a ».

α – кут нахилу зернового самопливу (нормативну величину кута приймають рівною 36° для сухого зерна та 45° для сирого зерна більшості культур).

Висота, необхідна для монтажу й обслуговування встановленого на поверсі устаткування приймається за правилами техніки безпеки і виробничої санітарії.

Отримані значення висот виробничих поверхів робочої башти і силосного корпусу, побудованих із залізобетону, остаточно приймають кратними 0,6 м, якщо вони зводяться монолітними, і кратними 1,2 м, якщо виконання збірне.

Розрахунок висоти поверху башмаків норій робочої башти міні-елеватора

$$\text{Нб.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9 \quad (3.17)$$

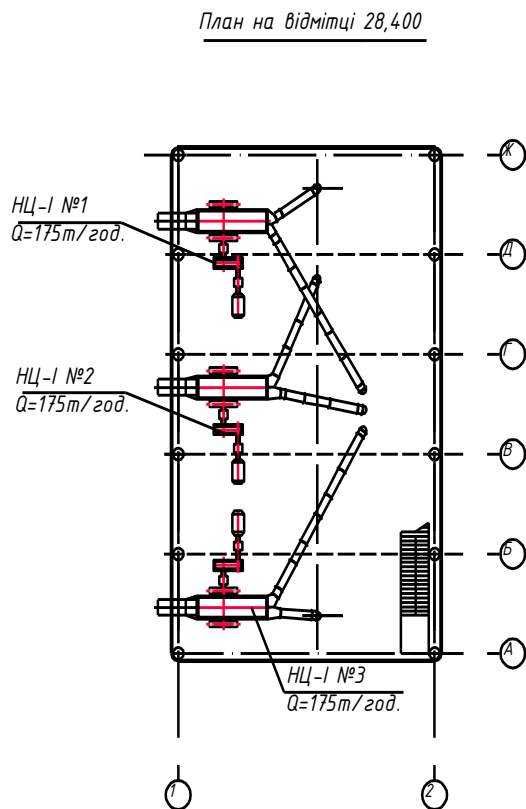
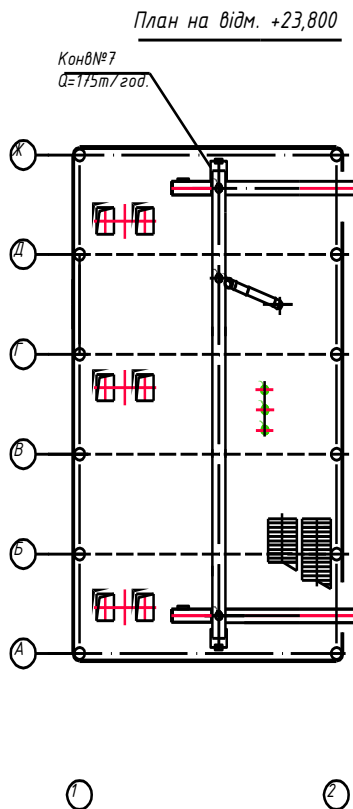
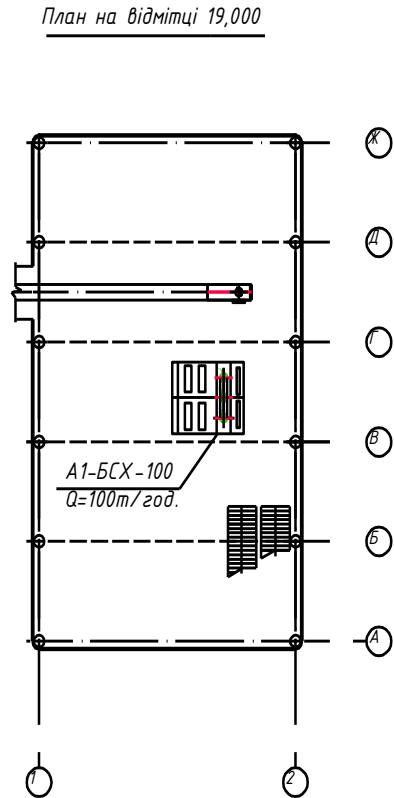
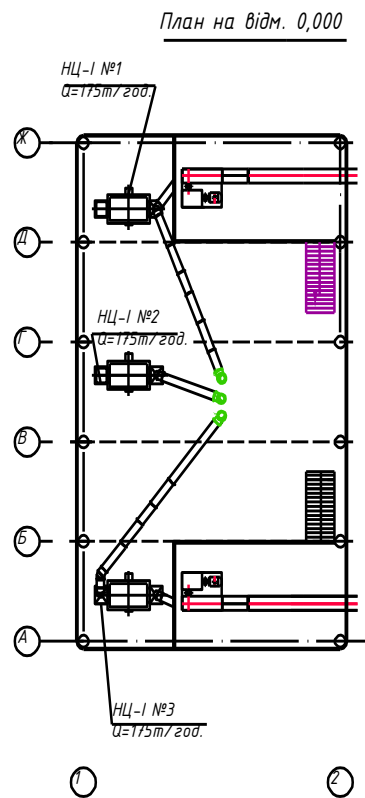


Рисунок 3.3 – План поверхів робочої башти міні-елеватор

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{Нб.н.} = 0,1 + 0,45 + 0,45 + 1,8 + 0,4 + 0,2 + 0,6 = 4,8 \text{ м.}$$

Розрахунок висоти поверху зерноочисних машин зерносховища

Висота поверху сепараторів основного очищення розраховується за формулою

$$\text{Нс.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 \quad (3.18)$$

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

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

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

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

$$h_4 = 0,2 \cdot \operatorname{tg}45 = 0,2 \text{ м.}$$

h_6 – висота косої патрубку під бункером, м.

$$\text{Нс.} = 2,5 + 0,3 + 0,25 + 0,5 + 0,2 + 0,2 = 4,6 \text{ м.}$$

Розрахунок висоти поверху головок норій зерносховища

$$\text{Нг.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (3.19)$$

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

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

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

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

$$\text{Нг.н.} = 0,6 + 1,0 + 0,4 + 1,8 = 4,8 \text{ м.}$$

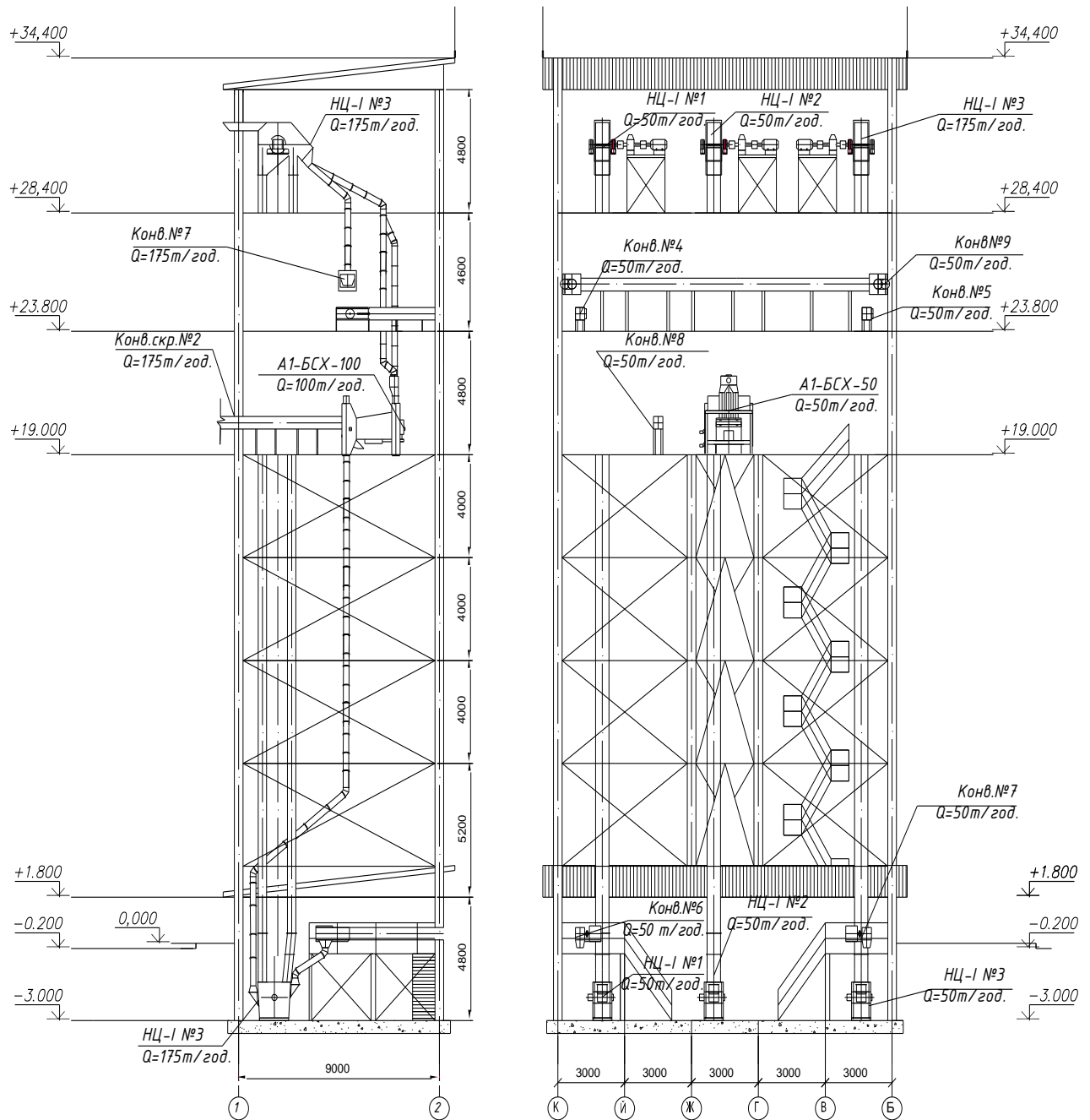


Рисунок 3.4 – Розрізи робочої башти міні-елеватор

3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів

На міні-елеваторі, що проектується ми встановлюємо приймальний бункер місткістю 40 т.

Для відвантаження зерна на автомобільний транспорт встановлено готового металевий відпускний накопичувальний бункер з конусним дном, з можливістю проїзду під ним автомобілів, місткістю 40 т.

Зерносушарки потрібно проектувати в комплексі з накопичувальними і оперативними бункерами. Загальну місткість оперативних бункерів для сирого і сухого зерна приймати з розрахунку безперебійної роботи зерносушарки не менш 8 годин. Враховуючи, не великій період надходження сирого та вологого зерна, по незначну кількість різних за вологістю партій зерна прийнято рішення у якості досушительних та післясушительних силосів використовувати силоси для зберігання зерна місткістю 1710 т.

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

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; номера і місткості оперативних і накопичувальних місткостей [10, 11, 14].

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

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

Структурною схемою називається схема, яка показує визначені технологічним процесом зерносховища послідовність і взаємозв'язок операцій.

Принципова схема — це конкретизована структурна схема, в якій наведений взаємозв'язок транспортного, технологічного устаткування, накопи.чувальних і оперативних бункерів, вагового устаткування, що забезпечує поопераційну обробку зерна в потоці. Ця схема показує, на якому устаткуванні повинна бути виконана конкретна технологічна операція і місце міжопераційних бункерів.

Даний міні-елеватор призначений для виконання наступних операцій:

1. Приймання з автотранспорту;
2. Попереднього очищення;
3. Основне очищення
4. Сушіння;
5. Зберігання в силосах;
6. Відвантаження на автотранспорт.

На схемі РСЗіВ проектуемого елеватора представлені три основні норії продуктивністю $Q=50$ т/год. кожна, які встановлені в робочій башті елеватора. Для здійснення вищевказаних операцій, на схемі сказано наступне технологічне обладнання: скальператор марки А1-БЗО-50 ($Q = 50$ т/год); Сепаратор А1-БСХ-50 ($Q = 50$ т/год) ; зерносушарка марки ДСП- ($Q = 20$ пл. т/год).

Опис технологічних ліній

Запроектований міні-елеватор має виконувати такі операції приймання зерна з автомобільного транспорту, попереднє очищення зерна, основне очищення зерна, сушіння, зберігання та відпуск на автомобільний транспорт. Для здійснення цих операцій передбачено таке устаткування: металевий приймальний бункер місткістю 40 т; три основні норії продуктивністю $Q = 50$ т/год; скальператор А1-БЗО продуктивністю 50 т/год – для виконання попереднього очищення зерна в потоці приймання зерна з автотранспорту; сепаратор А1-БСХ-50 продуктивністю 50 т/год для основного очищення зерна; шахтна зерносушарка ДСП-25 продуктивністю 25 пл. т/год з двома спеціалізованими норіями продуктивністю по $Q = 50$ т/год; один відпускний накопичувальний бункер для відвантаження зерна на автотранспорт місткістю 40 т; шість металевих силоса для довготривалого зберігання зерна місткістю по 1841 т кожен; конвеєра продуктивністю по 50 т/год.

Приймання зерна з автотранспорту

Вивантаження зерна з автомобільного транспорту виконується одним транспортно-технологічним приймальним потоком продуктивністю 50 т/год.

Зерно, що надходить автомобільним транспортом, розвантажується в приймальний (ПБ) металевий бункер $E = 40$ т, з якого подається на приймальний

скребковий ланцюговий конвеєр №1 $Q = 50$ т/год, що передає його норію №4 (продуктивністю $Q = 50$ т/год). Норія №1 в свою чергу подає зерно на скальператор А1-БЗО-50.

Попереднє очищення зерна

Для попереднього очищення зерна від крупних, грубих та легких домішок на даному міні-елеваторі використовується скальператор марки А1-БЗО продуктивністю $Q=50$ т/год. Після скальператора очищене зерно подається на конвеєр №2 (продуктивністю $Q=50$ т/год.) і далі самопливними трубами через перекидні клапани на основні норії елеватора. Сухе зерно після попереднього очищення подається на основне очищення, а вологе та сире зерно після скальператора подається самопливом через перекидні клапани в досушительний силос далі – на операцію сушіння.

Основне очищення зерна

Зерно з приймального пристрою, як описано раніше, може бути подане через основні норії на сепаратор А1-БІС-50, продуктивністю 50 т/год і далі основними норіями №№ 1, 2 чи №3 може бути подане на надсилосні конвеєри №№ 4, 5 і завантажане в силоси на зберігання.

Відходи, отримані при очищенні зерна за допомогою конвеєра №3 подаються в бункери відходів.

Сушіння зерна

Вологе та сире зерно, що надійшло на підприємство автотранспортом, після попереднього очищення направляється в досушительний силос. З нього за допомогою конвеєра №10 до допоміжної спеціалізованої норії №5 марки НЦ-50 продуктивністю $Q = 50$ т/год зерно подається на зерносушарку ДСП-20 продуктивністю 20 пл.т/год. Просушене на сушарці зерно подається на башмак спеціалізованої норії №6 марки НЦ-50 (продуктивністю $Q = 50$ т/год), яка завантажує післясушительний силос.

Зберігання зерна

Зберігання зерна здійснюється у шістьох металевих силосах С1–С6 з конусним дном, місткістю кожен по $E = 1660$ т, тобто загальна силосна місткість складає 9960 тонн

Завантаження силосів відбувається наступним чином: основні норії подають зерно на надсилосні конвеєри № 4 для силосів С1-С3, та № 5 для силосів С4-С6, за допомогою самопливів у силоси.

Розвантаження силосів здійснюється на підсилосні стрічкові конвеєри продуктивністю 50 т/год кожен, а саме: силоси С1-С3 вивантажується на конвеєр №6, а силоси С4-С6 на конвеєр №7. Підсилосні конвеєри №6 і №7 транспортують зерна на башмак основних норій.

Відвантаження на автотранспорт

Зерно з елеватора відпускають з силосів, тобто з операції зберігання. Силоси розвантажуються за допомогою підсилосних конвеєрів, які розміщені в підземних галереях. З силосів С1-С3 зерно вивантажується на конвеєр №6 продуктивністю $Q = 50$ т/год, з силосів С4-С6 зерно вивантажується на конвеєр №7 також продуктивністю $Q = 50$ т/год. Вони відповідно направляють зерно на башмаки основних норій. З головки норії самопливом та через перекидні клапани зерно направляється на конвеєр №8 і у відпускний накопичувальний бункер (ВА) місткістю $E = 40$ т, з якого воно подається самопливом на автотранспорт.

Аналіз робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ) міні-елеватора

Аналіз досліджуваної РСРЗіВ міні-елеватора показав наявність наступних недоліків:

є тільки один приймальний потік з автотранспорту, що ускладнює приймання зерна різної якості та різних культур;

відсутні приймальні накопичувальні бункери, які відокремлюють зовнішню роботу від внутрішньої;

так як не встановлені ваги в робочій башті, то відсутній міжопераційний ваговий контроль;;

приймальний пристрій і основна норія робочої башти з'єднані нижньою галереєю;

відсутність над- і підсепараторного бункера може викликати простої та може перевантажувати транспортне обладнання, що буде зменшувати термін експлуатації.

З переваг даної схеми можна назвати наступне:

для стабільної роботи зерносушарки передбачено до- і післясушарні силоси та дві спеціалізовані норії;

в лінії відпуску зерна на автотранспорт встановлено відпускний накопичувальний бункер (ВА) достатній місткості $E = 40$ т, що дозволяє відокремити зовнішню та внутрішню роботу елеватора та збільшити ефективність використання основних норій.

3.8. Система управління роботою елеватора

Сучасний елеваторний комплекс або зерносховище має в своєму складі велику кількість устаткування і вимагає простого централізованого управління технологічними процесами. Це забезпечується застосуванням сучасних систем автоматизованого управління.

Продуктивність праці на підприємствах зберігання та переробки зерна щорічно підвищується в результаті впровадження нової техніки вдосконалення організації праці та управління виробництвом.

Всі системи автоматизованого управління технологічним процесом на виробничій ділянці розподіляються на два рівні. Контролювання і встановлення виконуючих приладів безпосередньо біля технологічного обладнання. Також другий рівень контроль за всім технологічним процесом з пульту керування. При цьому системи, які встановлені про місцю необхідні, як дублюючі системи, а також для швидкої зупинки технологічного обладнання, не з пульту керування.

Автоматизація технологічним процесом — використання енергії неживої природи в технологічному процесі або його складових частинах для їх виконання і керування ними без безпосередньої участі людей, що здійснюється з метою зменшення трудових затрат та покращення умов виробництва.

Ефективність роботи елеватора може бути істотно підвищена шляхом застосування сучасних технологій автоматизації на базі комп'ютерів і промислових контролерів.

Мета і призначення СДАУ міні-елеватором.

За оцінкою фахівців галузі, власники елеваторів втрачають значну кількість прибутку від порушення технологічних регламентів, викликаних помилковими або невчасними діями персоналу. З тієї ж причини щорік відбуваються втрати зерна внаслідок недосконалості технологічного процесу. Уникнути цих проблем і зберегти якість зерна дозволяє загальний комплекс автоматизації. При цьому технологічно уникають багатьох негативних чинників:

- блокування можливості включення транспортного устаткування оператором в неправильній послідовності;

- блокування пуску вентиляторів силосу при зупиненому даховому вентиляторі - для уникнення утворення конденсату на внутрішній стороні даху силосу

- попередній пуск аспіраційних установок при включенні (виключенні); автоматизована подача зерна в місткості зерносушарки;

- захист технологічного та допоміжного обладнання від неприпустимих режимів роботи;

- аварійно-попереджувальна сигналізація при несправності в роботі технологічного та допоміжного обладнання;

- аварійно-попереджувальна сигналізація при несправності в роботі обладнання автоматизації;

- автоматична зупинка потоку при заповненні ємності зберігання зерна;

- «Протяжка продукту» - автоматична відкладена зупинка транспортного устаткування маршруту після припинення подачі продукту з метою видалення залишків зерна з конвеєрів і норій;

- аварійно-попереджувальна сигналізація за зерносховищу про дистанційному пуску транспортного устаткування.

Автоматизація технологічного процесу елеватора здійснюється на основі апаратно-технічних і програмних засобів за блочно-модульним принципом. Система легко перебудовується під зміни технологічного процесу на перспективу реконструкції елеватора [18, 19].

Програмний комплекс СДАУ елеватора

Програмний комплекс автоматизації включає в себе управління всіма маршрутами транспортування зерна, прийому та відвантаження автомобільного, залізничного транспорту, включаючи управління засувками, перекидними клапанами і розподільними механізмами, а також супутніми системами аспірації.

Система автоматичного управління і візуалізації з єдиного пульта керування дозволяє:

- здійснювати оперативний збір і обробку даних про стан усього технологічного обладнання (транспортерів, норій, сепаратор, перекидних клапанів, супутніх датчиків)
- безперервно діагностувати аварії і відхилення від технологічного процесу з видачею аварійної сигналізації та інформації про характер несправності,
- вживати дії, що запобігають блокуванню обладнання, зупинку маршрутів;
- контролювати струми навантаження двигунів, і виконувати їх відключення;
- контролювати наявність зерна в бункерах і металевих силосах;
- відображати технологічні параметри у різних графічних формах;

Дуже часто системі автоматизації технологічних процесів (АСУ ТП) зерносховища при проектуванні приділяється недостатньо уваги. Мотивується це іноді дорожнечою, іноді складністю обслуговування автоматичних систем. Система ж автоматики на елеваторах і зерносховищах не просто важлива, а необхідна.

Система автоматизації (АСУ ТП) однозначно потрібна для середніх і великих об'єктів зберігання і переробки зерна. Як правило на середньому зерносховище встановлено понад 150 одиниць технологічного обладнання і для кожного з них необхідно контролювати по 2 - 5 параметра або сигналу [18, 19].

Функції програмного забезпечення з управління елеватором:

1. Візуалізація роботи комплексу (робота технологічного і транспортного устаткування, положення перекидних клапанів і засувки, стан датчиків рівня);
2. Контроль струмового навантаження норій і транспортерів;
3. Управління транспортним та технологічним обладнанням, перекидними клапанами і засувками;
3. Автоматична побудова маршрутів шляхом вибору початкового («джерело») та кінцевого («приймач») елемента маршруту, запуск необхідних транспортних елементів і технологічного обладнання в потрібній послідовності і їх зупинка по команді оператора або щодо заповнення силосу;
4. Послідовний запуск обладнання маршруту для розгону транспортних елементів і зменшення ударного навантаження на енергосистему;
5. Послідовне виключення обладнання маршруту для очищення транспортних елементів від продукту;
6. Підсвічування різних маршрутів різними кольорами, для зручного візуального контролю роботи маршрутів;
7. Програмна блокування запуску конфліктуєчих між собою маршрутів;
8. Предпускова сигналізація;
9. Аварійно - попереджувальна сигналізація про несправності в роботі устаткування;
10. Видача аварійних повідомлень;
11. Ведення лог-файлу подій (включення/ вимикання обладнання, виникнення аварійних і позаштатних ситуацій, дії оператора);
12. Розмежування прав доступу користувачів;
13. Можливість віддаленого доступу до керуючого комп'ютера по мережі Інтернет;
14. Можливість непрямого обліку кількості продукту в силосах елеватора (при внесенні відповідних даних про прихід/ видаток з поточних, автомобільних ваг);
15. Видача даних в 1С Бухгалтерії.

Автоматизація виробничих процесів - основний напрямок, по якому в даний час просувається виробництво в усьому світі. Все, що раніше виконувала сама людина, її функції, не тільки фізичні, але і інтелектуальні, поступово переходять до техніки, яка сама виконує технологічні цикли і здійснює контроль за ними.

Впровадження новітніх інформаційних технологій та останніх розробок в сфері промислової автоматизації підприємств зберігання і переробки зерна має значний вплив на підвищення ефективності керування, зростання конкурентоспроможності підприємств в цілому.

Зберігання і переробка зерна - це складний, багатоступінчастий, енергоємний процес, який вимагає використання досконалих, надійних систем автоматизації зберігання і переробки зерна для досягнення високої ефективності роботи даної галузі.

Система для дистанційного визначення рівня зерна в силосах

При прийомі зерна в елеватор, який може складатися з декількох силосних споруд, проводиться його зважування, і таким чином ведеться облік продукції, що зберігається. Але, крім цього, важливо ще слідкувати і за величиною рівня зерна в силосах, адже від цього залежить, наскільки оператор може наповнювати ще елеватор зерном.

Контур регулювання рівня зерна забезпечує кінець загрузки силоса при спрацюванні верхніх давачів рівня. Також до задач контура можна віднести відкривання та закривання заслонок подачі та загрузки зерна в конкретний момент часу. Іншим завданням контуру є контроль роботи конвеєра подачі зерна.

За принципом проведення вимірювань давачі рівня ділять на кілька типів: поплавкові (гнучкі, багаторівневі, однорівневі, міні-давачі), лопатеві, емнісні, вібраційні, давачі тиску, наскрізні, ультразвукові, давачі швидкості обертання і ін.

Забезпечуючи потрібні результати вимірювань, кожен з типів давачів демонструє свої переваги і недоліки. Найпопулярнішими типами давачів для визначення рівня сипучих матеріалів є мембранні, ультразвукові та ротаційні давачі. Виберемо давач з пристроїв різного типу(табл. 3.3)

Таблиця 3.3 – Давачі рівня

Модель	Тип	Діапазон температур, °С	Діапазон виміру, м
MFA	Мембранний	-30...+200	-
FineTek SE-111	Ротаційний	-20...+70	-
Vegason 61	Ультразвуковий	-40...+80	2

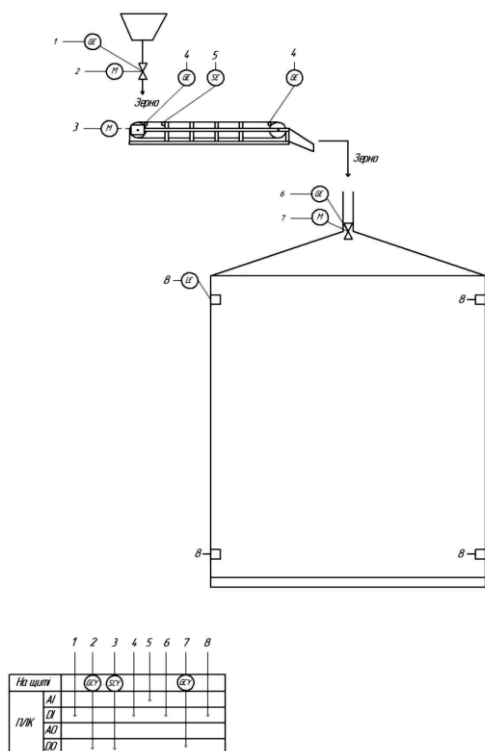


Рисунок 3.5 – Контур регулювання рівня зерна

Так як давачі рівня в нашій системі керування використовуються для визначення мінімального і максимального рівня зерна в силосі з метою позначення моменту зупинки завантаження або вивантаження зерна, немає необхідності в точному визначенні висоти насипу зерна, також температури навколишнього середовища чи матеріалу точно будуть знаходитись в діапазоні $-20...+70^{\circ}\text{C}$. Отже, можна зробити висновок, що давач рівня ротаційний SE-111 краще за інших задовольняє представлені вимоги для використання з метою вимірювання рівня сипучих матеріалів. Характеристики давача наведені в табл. 3.4.

Принцип роботи ротаційних лопатевих давачів рівня SE-111 дуже простий – зазвичай давач встановлюють в стінці бункера для контролю верхнього, середнього або нижнього рівнів.

У вільному режимі (при відсутності контролюваного матеріалу) синхронний двигун обертає лопать давача зі швидкістю приблизно 1 оберт в хвилину. Коли навколо лопаті з'являється матеріал, що перешкоджає обертанню, двигун зупиняється, викликаючи зміну стану мікроперемикача (формує сигнал індикації або керування). Застосовуються для вимірювання рівня практично будь-яких сипучих матеріалів: зерно, комбікорм (в тому числі гранульований), борошно, добрива, фураж, цемент, пластик і т.д.

Принцип роботи контрольного вимикача давача (рис. 3.6):

1. Синхронний двигун обертається. Це означає, що матеріал не торкається лопатей і контакти (С,L) замкнуті.

2. Коли матеріал торкається лопатей, контакти (С,L) встановлюються в положення - розімкнуті, а контакти (С,Н) в положення - замкнуті, струм через обмотки синхронного двигуна не протікає.

3. Коли матеріал перестає контактувати з лопатями (матеріал відсутній), синхронний двигун запускається знову, контакти (С,L) встановлюються в положення - замкнуті, це говорить про те, що цикл почався знову.

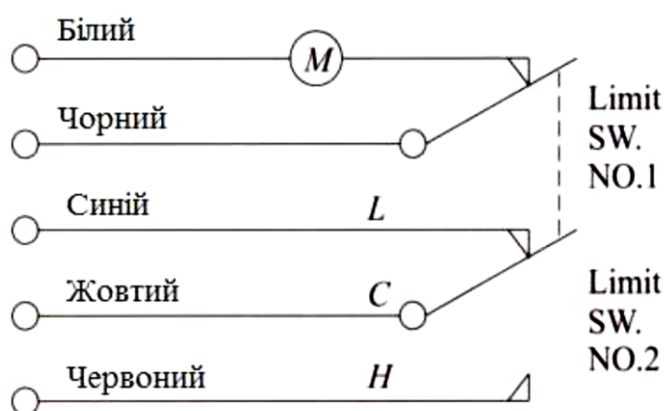


Рисунок 3.6 – Принцип роботи контрольного вимикача давача рівня SE-111

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики ротаційного давача рівня SE-111

Назва	Давач рівня ротаційний SE-111
Бренд	FineTek
Країна виробництва	Тайвань
Тип приладу	Лопатевий
Кількість рівнів	1
Контрольоване середовище	Сипучі матеріали
Номинальний струм	5 А
Матеріал корпусу	Алюміній
Ступінь захисту	IP65
Температура навколишнього середовища	T -20 ... + 70°C
Вага	1,7 кг
Напруга живлення	110-120 В або 220-240 АС 50-60 Гц, 24В, 48В АС 50-60Гц, 24В DC, універсальне живлення

Розділ 4 ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

4.1 Заходи для економії електроенергії і енергозбереження

Електропостачання підприємства здійснюватиметься від районної енергосистеми з напругою 10 кВ. Електрообладнання електроустановок зернопереробних підприємств відносять до приймачів другої категорії, для яких перерва в електропостачанні допустима не більше однієї години, оскільки перерва більшої тривалості пов'язана з масовим недовипуском готової продукції, простоем технологічного устаткування і промислового транспорту. Тому в схемі електропостачання передбачена двохтрансформаторна підстанція [19].

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

Економія електроенергії і енергозбереження може бути досягнуто за рахунок [20, 21]:

- правильного вибору потужності трансформаторів і компенсуючих пристроїв;
- визначення потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності;
- узгодження режиму роботи трансформаторів з добовим графіком електричних навантажень підприємства;
- зменшення втрати в лініях живлення за рахунок компенсації реактивної потужності;
- зменшення втрати електроенергії в трансформаторах за рахунок відключення одного із них відповідно до графіка навантаження;
- зменшення втрати електроенергії на освітлення за рахунок заміни ламп розжарювання люмінесцентними лампами.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.21			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Паламарчук М.С.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 11,2 тис. т в Черкаській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					54	11
Консультант		Штепа С.П.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макарянська А.В.						

4.2 Розрахунок активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії

Розрахункову активну потужність методом питомих витрат електроенергії визначаємо за формулою [20, 21].:

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

де $W_{\text{норм}} = 30$ кВт.год/т - нормована питома витрата електричної енергії для елеваторів

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

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

$$P_p = \frac{22 \cdot 10000}{3000} = 75 \text{ кВт}$$

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

4.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

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

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

Реактивну розрахункову потужність знаходимо за формулою:

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

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

$$\text{Тоді } Q_p = 75 \cdot 0,75 = 60 \text{ квар.}$$

Потужність компенсуючого пристрою визначаємо за формулою:

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

де Q_E - оптимальна реактивна потужність, що задається енергосистемою:

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

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

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

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

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

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

Потужність одного трансформатора знаходять так:

$$S_{\text{тр}} = (0,6 \dots 0,8)$$

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

За одержаною потужністю, користуючись таблицею технічних даних трансформаторів, вибираємо номінальну потужність трансформатора [20].

Таблиця 4.1 – Номінальна потужність трансформатора

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

4.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

Суть економічного режиму роботи трансформаторів полягає в тому, що при наявності на підстанції двох паралельно працюючих трансформаторів, навантаження, при якому один трансформатор доцільно відключити, визначається мінімумом електричних втрат в них при заданому графіку навантаження [20,21].

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності в визначаємо за формулою

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

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

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

$$k_{ЗГ} = \frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + \dots + P_i t_i}{T \cdot 100\%}, \quad (4.7)$$

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

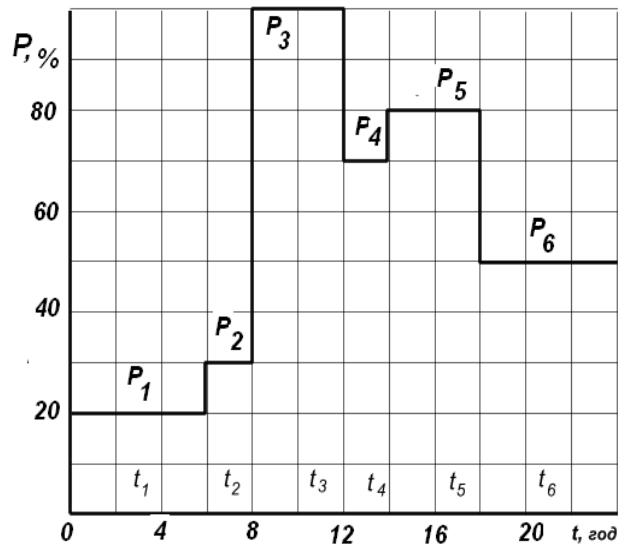


Рисунок 4.1– Графік добового навантаження.

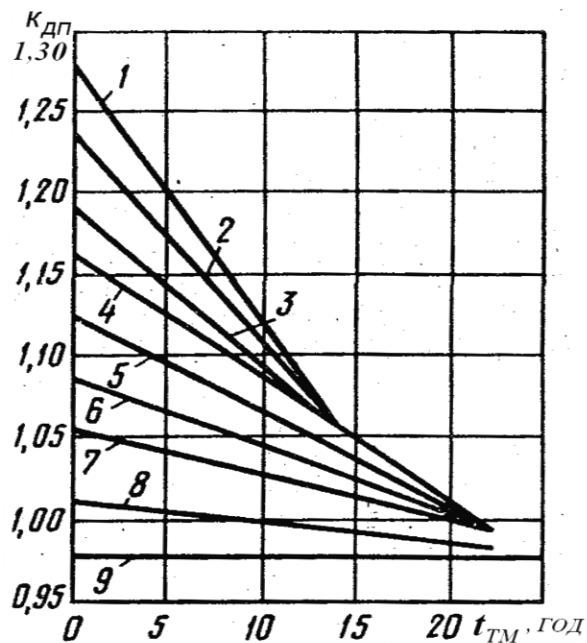


Рисунок 4.2 – Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів

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

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

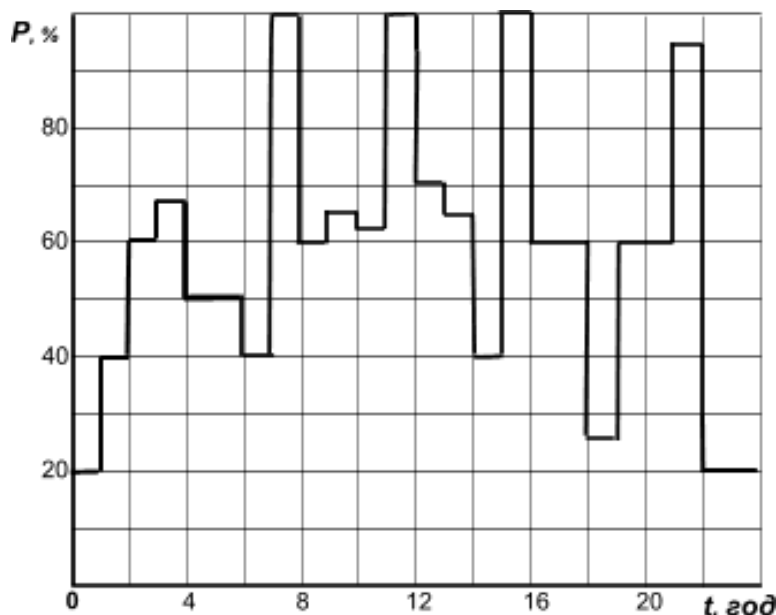


Рисунок 4.3 – Графік добового навантаження елеватора.

Для графіка добового навантаження (рис.4.3) тривалість максимального навантаження складає: t_{TM1} з 7 до 8 год; t_{TM2} з 11 до 12; t_{TM3} з 15 до 16 год. Тобто $t_{TM} = t_{TM1} + t_{TM2} + t_{TM3} = 1 + 1 + 1 = 3$ год. Тоді, користуючись графіком допустимих перевантажень силових трансформаторів, (рис.4.2) знайшли коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора $k_{ДП} = 1,23$.

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

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

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

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

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

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

Таблиця 4.2- Потужність трансформатора

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

4.5 Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів

Знайшли приведені втрати в трансформаторі за формулами

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

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

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

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

Втрати ΔQ_x і ΔQ_k знаходимо за формулами:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

і складатиме

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

4.6 Вибір перерізу жил і марку кабелю

Вибір необхідного перерізу жил кабелю напругою до 1000 В проводять для підприємства за допустимим струмовим навантаженням і допустимою втратою напруги [19,20]. Для цього визначаємо розрахунковий струм за формулою

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

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

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

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

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

де Q_p - реактивна розрахункова потужність.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

L - довжина кабелю, м;

S - площа перерізу жили кабелю, мм^2 .

Річна витрата електроенергії та її вартість

Річну витрату електроенергії знаходимо за формулою:

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

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

Річну вартість електроенергії визначаємо за формулою:

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

$$S_o = 2,22 \cdot 264000 = 586080 \text{ грн.}$$

4.7 Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві

Економію електроенергії на підприємстві можна досягнути за рахунок [19]:

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

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

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

Після виконаної компенсації реактивної потужності розрахунковий струм лінії живлення буде

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

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

Втрати електроенергії в лінії живлення будемо

- до впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

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

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

- після впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

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

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

Річна економія електроенергії в лінії живлення буде

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

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

Втрати електроенергії в трансформаторах будуть

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

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

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

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

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

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

Річна економія електроенергії в трансформаторах буде:

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

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

Витрати електроенергії на освітлення будуть

- лампами розжарювання

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

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

- люмінесцентними лампами

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

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

де $k=0,63$ – коефіцієнт перерахунку добового споживання електроенергії для самого короткого дня в середньодобове [22].

-ламп розжарювання $q = 0,1$;

-люмінесцентних ламп $q' = 0,046$.

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

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

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

Результати розрахунків з економії електроенергії зводимо в таблицю 4.3

Таблиця 4.3 – Розрахунок з економії електроенергії

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт.год		Економія електроенергії, кВт.год
	До впровадження заходів економії	Після впровадження заходів економії	
Кабельна лінія	4992	3668	1324
Трансформатори	5820	4850	970
Освітлення	15120	6955	8165
Разом			10459

Загальна річна економія електроенергії буде:

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

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

Річну вартість зекономленої електроенергії визначаємо за формулою

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

$$\Delta S_o = 2,22 \cdot 10459 = 23218 \text{ грн.}$$

Висновок

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

$$\Delta S = \frac{23218}{586089} \cdot 100\% = 3,96\%$$

Розділ 5 АСПІРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА

5.1 Мета і завдання аспіраційних установок елеваторів

Вентиляційні (аспіраційні) установки представляють сукупність спеціального устаткування (вентиляторів, повітропроводів, пиловідділювачів та ін.). Його об'єднують в системи для здійснення повітрообміну шляхом створення доцільно організованих повітряних потоків у будівлях, каналах, камерах або захисних кожухах машин та апаратів. Це необхідно для забезпечення чистоти повітря в приміщеннях, де перебувають люди, і виконання ряду технологічних, транспортних а також противибухових і протипожежних функцій .

Вентиляційні установки відсмоктують повітря від технологічного і транспортного устаткування, тобто здійснюють так звану аспірацію, створюючи всередині робочих просторів або захисних кожухів машин розрідження.

Для нормального самопочуття людини, збереження його працездатності і здоров'я необхідно забезпечити не лише чистоту повітря, а й створити певні метеорологічні умови, тобто, підтримати відповідну температуру повітря, його відносну вологість і швидкість руху. Створюють ці умови системи вентиляції.

Отже, умови вентиляції заключаються в наступному:

- в підтримці таких метеорологічних умов (температури, вологості і швидкості руху повітря) в приміщенні, де знаходяться люди, які обумовлюють найкраще самопочуття і найвищу працездатність людини; ці умови в гігієнічній практиці прийнято називати комфортними;
- в підтримку чистоти повітря на рівні вимог, які висуваються відповідними нормами.

Технологічними задачами вентиляції виробничих приміщень є підтримання постійної температури , вологості і чистоти повітря.

Це цілком відповідає викладеним раніше гігієнічним задачам.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.21			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Паламарчук М.Є.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 11,2 тис. т в Черкаській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					65	18
Консультант		Гончарук Г.А.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

Всі операції із зерном і продуктами його переробки, при яких відбувається переміщення однієї частки щодо іншої неминуче супроводжуються інтенсивним виділенням пилу в повітря.

Завдання аспірації й полягає, зокрема, в тому, щоб запобігти виділення запиленого повітря з пилозахисних кожухів у виробниче приміщення.

Аспірація являє собою одну з різновидів вентиляції, причому цей термін можна застосовувати лише при розгляді питань, пов'язаних з відсмоктування повітря з обладнання, але не з приміщень.

Розглядаючи завдання аспірації обладнання, слід розрізнити дві групи:

- обладнання тільки аспіруєме;
- обладнання, що використовує повітряні потоки для здійснення технологічних процесів.

Устаткування, що вимагає тільки аспірації. До нього відносять:

- вагові прилади - автоматичні і ковшові порційні ваги для зерна та продуктів його переробки;
- транспортні механізми - черевики і головки норій, завантажувальні черевики і скидають барабани стрічкових транспортерів, поворотні самопливні труби. Транспортні механізми, що подають продукти при невеликих швидкостях руху (наприклад, шнеки, ланцюгові транспортери), зазвичай аспірують тільки в місці завантаження в них матеріалу;
- силоси, бункери та інші ємкості для зерна в період їх завантаження;
- трієри дискові, циліндричні і лопатеві.

Обладнання, що використовує повітряні потоки для здійснення технологічних процесів. До нього відносять:

- повітряні сепаратори - аспіраційні колонки, аспіратори з двократним продуванням зерна;
- повітряно-ситові сепаратори - зернові сепаратори і ситові машини;
- теплове обладнання - зерносушарки, зернові кондиціонери та інші машини.

Особливо слід відзначити найважливіші завдання вентиляційних установок в області активного вентилявання та зберігання зерна. Вони полягають у зниженні

температури і вологості зерна, у створенні умов, не сприятливих для життєдіяльності мікробів і шкідників шляхом інтенсивного провітрювання зерна за допомогою вентиляторів.

Винятково важливі завдання вентиляційних установок підприємств по зберіганню зерна полягають у забезпеченні умов, що попереджають можливість виникнення пилових вибухів і пожеж.

5.2 Основні принципи компоновки аспіраційних мереж

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

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

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

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

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

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

При визначенні місць відсосу повітря необхідно враховувати взаєморозташування обезпилювача повітря, вентилятора, аеродинамічні зв'язки

через протяжні укриття, інтенсивність пилеутворення та напрямки переміщення пилеповітряних потоків.

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

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

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

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

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

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

5.3 Особливості проектування аспіраційних установок елеваторів

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

- 1 – розвантаження автотранспорту;
- 2 – транспортування зерна до надскальператорних бункерів;
- 3 – завантаження складів;
- 4 – розвантаження складів;
- 5 – подача зерна у автотранспорт або у виробничий корпус.

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

Підсилові конвеєри аспіруються з використанням суцільних укрить.

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

Аспірація поворотних труб забезпечується:

- для прямоочних режимів руху повітря та сипких матеріалів використанням дублюючих поворотних аспіраційних труб;

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

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

Надсилові транспортери і силоси аспірують шляхом відбору від насипних лотків або з самопливу у місцях завантаження силосу. Аспіраційні повітропроводи розміщують над або біля транспортерів. Умовою надійної аспірації розвантажуючих візків є їх герметизація, з використанням двох типів аспіраційних відсосів:

- суцільного, через щільний повітропровід;
- розривного, через окремі клапанні патрубки.

Окрім центральних АУ можуть використовуватись автономні системи аспірації розвантажуючих візків з розміщенням на них циклонів і вентиляторів. Вивід аспіраційного повітря за межі елеватора забезпечується одним з перелічених вище повітропроводів.

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

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

Основні вимоги до обладнання елеваторів:

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

5.4 Огляд основних методів розрахунку розгалужених аспіраційних мереж

Метод повних тисків. При одних і тих же виразах значеннях і при однаковому ступені точності обчислень результати розрахунку по кожному з описаних методів повинні бути цілком однаковими.

Особливості:

- застосування поняття «повний тиск» у всіх розрахункових операціях в якості основної величини ;

- зазначенням певних , практично застосовні аналітичних і графічних способів розрахунку діаметрів відгалужень вентиляційних повітропроводів;
- застосуванням величини, залежної від V і D ;
- відсутністю необхідності введення в розрахунок яких штучних допоміжних понять на кшталт « еквівалентом довжина » або « наведений коефіцієнт опору ділянки » ;
- урахуванням в процесі розрахунку розгалужених мереж необхідності установки стандартних трійників , що зберігають співвідношення;
- застосуванням номограм як для визначення елічіни тиску, який повинен розвивати вентилятор в даній мережі , так і для визначення діаметрів отворів, які обумовлюють протікання заданих обсягів повітря;
 - відсутністю необхідності введення в розрахунок допоміжних понять, таких як «еквівалентна довжина» або «приведений коефіцієнт опору ділянки»;
 - обліком в процесі розрахунку розгалуженої мереж необхідності установки стандартних трійників:
 - застосування номограм як для визначення величини тиску, який повинен розвивати вентилятор в цій мережі, так і для визначення параметрів отворів, що обумовлюють протікання заданих об'ємів повітря, чисто графічний метод розрахунку.

Метод еквівалентних отворів. Еквівалентним отвором цього повітропроводу називають площу такого уявного отвору, який при однакових з повітропроводом різницях повних тисків пропускає той же об'єм повітря, що і цей повітропровід. Величину еквівалентного отвору, замінюючого в сенсі опору ділянку мережі.

Цим методом користуються рідко оскільки його деякі положення застарілі.

Метод втрати тиску на одиницю абсолютної довжини повітропроводу

Цей метод загальних по своїй побудові для оптимальних трубопроводів і ветиляційних повітропроводів

Серйозний недолік цього методу - неточність визначення діаметрів отворів. Важливу перевагу має цей метод в тому, що процес розрахунку більш наглядний

та має загальний обсяг з затасуванням метода для розрахунку трубопроводів опалювальних систем.

Метод динамічних тисків

Він полягає в характеристиці опору ділянок приведеними коефіцієнтами, подібними коефіцієнтами місцевого опору.

Суттєвий недолік метода динамічних тисків – відсутність в ньому необхідних вказівок до розрахунків діаметрів розгалужень, що особливо важливо для розгалужених повітропроводів промислових вентиляційних установок.

5.5 Методи розрахунку аспіраційних мереж

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

–видом тиску (повного, статичного або динамічного), що переміщується в якості основної величини у всіх розрахункових операцій;

–видом основного вираження коефіцієнта опору одиниці відносної довжини повітря, величини λ ;

–способами врахування шляхових і місцевих втрат тиску в ділянках повітропровода (довжина повітропровода, еквівалентним місцевим опором, приведений коефіцієнт опору ділянка повітропроводу і інші способи);

–способами визначення діаметрів розгалужень від магістралі;

–видом і побудовами посібників, що полегщує виконання визначений багаторазово повторюючихся при розрахунку вентиляційних мереж.

Розглянемо у черзі огляду, з метою ознайомлення, а не володіння ними, деякі най більш відомі методи розгалужень повітропроводів вентиляційних установок.

Метод втрат тиску на одиницю абсолютної довжини повітропроводу.

Одним із перших в часі публікування в печаті методів розрахунку вентиляційних мереж являється метод втрат тиску на одиницю довжини. Він описаний XIX століття керівництві Г. Ритшеля і вітчизняних курсах по опалення і вентиляції, на

прикладі професора В. Чапліна. Цей метод загальний по своїй побудові для опалюючих трубопроводів і вентиляційних повітропроводів.

Серйозний недолік описаного методу розрахунку – не точність рекомендованого ним визначення діаметрів отворів. Важлива перевага його перед іншими складається на прикладі процесу розрахунку, перешкоджаючих виникнення помилок і описань, а також в загальності цього методу з застосування методу для розрахунку трубопроводу опалюючих систем, що полегшую володіння ними.

Метод еквівалентних отворів. Еквівалентним отвором даного повітропроводу називають площу такого уявного отвору, яке при однакових з повітропроводом різниці повних тисків пропускає той же об'єм повітря, що і даний повітропровід.

Цей метод, запропонований Блессом в 1911 р., широко застосовували при визначенні вентиляційних сіток млинів, елеваторів і інших підприємств. Тому у подальшому радянські автори піддали його поглиблені розробці і суттєво видозмінили засоби застосування смисл «еквівалентний отвір». Громіздкий атлас кривих F_3 був замінений більш зручними таблицями або номограмою; окрім цього, цей метод розвинений стосовно сітей, що несуть запилене повітря.

У теперішній час описаними засобами користуються рідко в наслідок застарілості багатьох основних його положень і малої наочності.

Метод динамічних тисків. Він закладається у характеристиці опору ділянок пред'явленими коефіцієнтами, схожими коефіцієнтами місцевого опору.

Важливий недолік методу динамічних тисків – відсутність у ньому будь – яких практично необхідних указань про розрахунок діаметрів відгалужень, що особливо важливо для розгалужених повітропроводів промислових вентиляційних установок.

Метод повних тисків. Запропонований А. Панченко у 1933 р. метод повних тисків відрізняється наступними особливостями:

- застосуванням поняття «повний тиск» у усіх розрахованих операціяху якості основної величини;

- зазначенням визначених, практично застосованих аналітичних і графічних способів розрахунку діаметрів розгалужень вентиляційних повітропроводів;
- застосуванням величини λ , що залежна від D і ϑ ;
- відсутністю необхідності введення в розрахунок будь – яких додаткових понять типа « еквівалентна довжина» або « пред’явлений коефіцієнт опору ділянки»;
- врахуванням у процесі розрахунку розгалужених мереж необхідності влаштування стандартних трійників, що зберігають співвідношення $D_n + D_b = D_o$, тобто з рівними площами входу в трійник і виходу із нього; відомо, що табличні значення коефіцієнтів опору трійників, наведені в додатках, правильні лише при нагляді цього співвідношення поперечних перерізів трійників;
- застосуванням номограм як для визначення величини тиску, який повинен розвивати вентилятор у даній мережі, так і для визначення діаметрів отворів, що обслуговують протікання заданих об’ємів повітря; чисто графічний метод розрахунку, передбачений цим методом, не виключає нормальної розрахункової лінійки для най простіших дій.

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

5.6 Розрахунок і вибір локальних фільтрів горизонтального і вертикального виконання

Розрахунок аспірації сепаратора А1-БСХ-50

Значення витрат повітря на аспірацію: сепаратора А1-БСХ-50

$Q_c = 6000 \text{ м}^3/\text{год}$ і втрати тиску в ньому $H_c = 50 \text{ Па}$.

Визначаємо величину підсосів повітря в мережу Q_n і загальні витрати повітря, які повинен знепилити фільтр Q_ϕ

$$Q_{\phi} = Q_c + Q_n, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.1)$$

$$Q_n = 0,05 \cdot Q_c = 0,05 \cdot 6000 = 300 \text{ м}^3/\text{год},$$

$$Q_{\phi} = 6000 + 300 = 6300 \text{ м}^3/\text{год} (1,75 \text{ м}^3/\text{с})$$

За витратами повітря вибираємо найближчий фільтр ZEO-FC-6000.

Площа фільтруючої поверхні рукавів $F_{\phi}=21,5 \text{ м}^2$.

Втрати тиску у фільтрі визначаємо за напруженістю тканини фільтра:

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

$$q = \frac{1,75}{21,5} = 0,08 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2$$

За графіком визначаємо $H_{\phi}=1040 \text{ Па}$.

Для розрахунку опору мережі складаємо площинну схему (рис.5.1)

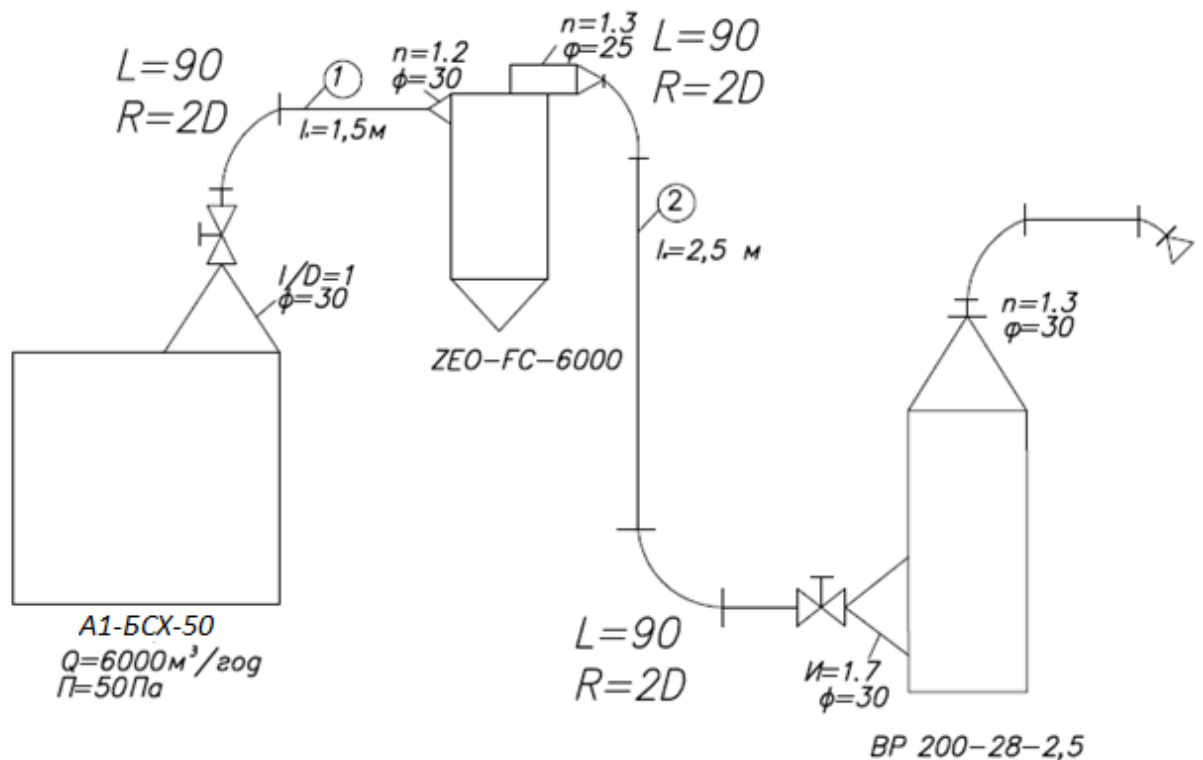


Рисунок 5.1 – Площинна схема

$$H_{\text{мер}} = H_c + H_{\phi} + H_{\text{нов}} + H_{\text{уд}} \quad (5.3)$$

де H_c – гідравлічний опір, (50Па);

H_{ϕ} – гідравлічний опір фільтра, Па;

$H_{нов}$ – гідравлічний опір повітропроводу, Па;

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

Розраховуємо опір повітропроводу за виразом

$$H_{нов} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2} \quad (5.4)$$

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м;

D – діаметр повітропроводу, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

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

За номограмою О.В. Панченко знаходимо за витратами повітря Q_ϕ і його рекомендованою швидкістю (12...13 м/с) – λ/D , D , v , $H_{дин}$.

$v = 13$ м/с, $H_{дин} = 100$ Па, $D = 480$ мм, $\lambda/D = 0,029$.

Коефіцієнт кожного місцевого опору приймаємо $\sum \xi = 0,2$

$$\sum \xi = \Phi \cdot 0,2 \quad (5.5)$$

$$\sum \xi = 11 \cdot 0,2 = 2,2$$

де Φ – кількість фасонних деталей.

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

$$H_{нов} = (0,029 \cdot 6 + 2,2) \cdot 100 = 237,4 \text{ Па}$$

Розраховуємо втрати тиску на удар, при факельному викиді

$$H_{уд} = H_{дин} \left(\frac{1}{n} \right)^2, \text{ Па}, \quad (5.7)$$

$$H_{уд} = 100 \left(\frac{1}{2} \right)^2 = 25, \text{ Па.}$$

Розраховуємо опір мережі

$$H_{мер} = 50 + 237,4 + 1040 + 240 = 1617,4 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

$$H_B = 1,1 \cdot H_{мер} \quad (5.8)$$

$$H_B = 1,1 \cdot 1617,4 = 1779,1 \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор $Q_{\phi} = Q_{\epsilon}$

По H_{ϵ} та Q_{ϕ} , вибираємо вентилятор за аеродинамічними характеристиками $H_{\epsilon} = f(Q_{\epsilon})$ вітчизняного виробництва ВР89-75-4, ККД якого дорівнює 0,82.

Необхідну потужність на валу електродвигуна визначаємо за формулою:

$$N_{\text{ел.дв.}} = \frac{Q_{\epsilon} \cdot H_{\epsilon}}{1000 \cdot \eta_{\epsilon} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}} \quad (5.9)$$

де η_{ϵ} – ККД вентилятора;

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

$\eta_{\text{п}}$ – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,72).

$$N_{\text{ел.дв.}} = \frac{1,75 \cdot 1779,1}{1000 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,82} = 3,9 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна N_{ϕ} визначаємо за виразом:

$$N_{\phi} = K_3 \cdot N_{\text{ел.дв.}} \quad (5.10)$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна K_3 .

$$N_{\phi} = 1,15 \cdot 3,9 = 4,5 \text{ кВт.}$$

Вибираємо електродвигун 4А71В2У3 потужністю $N=4$ кВт з числом обертів $n=2880$ об/хв за комплектацією заводу-виробника.

Аспірація башмака норії НЦ-І №1, №2, №3 $Q=50$ т/год

Значення витрат повітря на аспірацію башмака норії: $Q_{\text{н}}=500$ м³/год і втрати тиску в ньому $H_{\text{н}}=50$ Па.

Загальна кількість повітря яке необхідно очистити визначається як сума повітря яке відбирається від всіх машин та розраховується за формулою:

$$Q_{\phi} = 1,05 \cdot Q_{\text{ГО}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.11)$$

де $Q_{\text{ГО}}$ – кількість повітря, що необхідно відібрати від технологічного або транспортуючого обладнання з метою утворення в ньому необхідного розрідження. [3, Додаток табл.1], м³/год.

$$Q_{\phi} = 1,05 * 500 = 525 \text{ м}^3 / \text{год} = 0,14 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

По Q_{ϕ} вибираємо необхідний типорозмір фільтра [3, Додаток табл.2] марки ZEO-FV-800 Технічні данні фільтра наведені в табл. 5.1.

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

$$F_{\phi p} = Q_{\phi} \cdot q^{-1}, \text{ м}^2, \quad (5.12)$$

де q – напруженість тканини фільтра ($\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$) розрахункова, яка визначається за формулою:

$$q = Q_{\phi} \cdot F_{\phi}^{-1}, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}, \quad (5.13)$$

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики фільтрів де F_{ϕ} – площа поверхні фільтрувальної тканини, м^2 ,

Тип обладнання	ZEO-FV-800
Характеристики	
Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	800
Опір, Па	700
Площа фільтрувальної поверхні, м^2	4
Об'ємспоживаного повітря, л/хв	50-60
Вага, кг	100
Тип тканини	Поліесте р PES +BS006
Коефіцієнт динамічного навантаження*	1,2

$$q = 0,14 / 4 = 0,035 \approx 0,04, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с};$$

$$F_{\phi p} = 0,1 / 0,04 = 2,5 \text{ м}^2.$$

Опір аспіраційної мережі визначається по формулі:

$$H_{\text{мер}} = H_{\text{м}} + H_{\phi} + H_{\text{уд}}, \text{ Па}, \quad (5.14)$$

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

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

При розрахунку опору фільтра циклона ZEO-FV користуємось узагальненою формулою:

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

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

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

$$H_{\phi} = 670 + 360 \cdot 0,14^2 = 677,1$$

При встановленні вихідного дифузора, як показано на рис. 5.3 втрати тиску на удар $H_{\text{уд}}$ розраховують за формулою:

$$H_{y\partial} = H_{\text{дин}} \left(\frac{1}{n} \right)^2, \text{ Па}, \quad (5.15)$$

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

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

$$H_{\text{дин}} = \frac{1,2 \cdot 15^2}{2} = 135$$

n – відношення $F_{\text{вих}}$ до $F_{\text{тр}} \left(\frac{\pi D_1^2}{4} / \frac{\pi D^2}{4} \right)$.

$$H_{y\partial} = 135 \left(\frac{1}{2} \right)^2 = 33,75 \text{ Па}.$$

$$H_{\text{мер}} = 50 + 677,1 + 33,75 = 760,85 \text{ Па}.$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначається за формулою:

$$H_{\text{в}} = 1,1 \cdot H_{\text{мер}}, \text{ Па}; \quad (5.16)$$

$$H_{\text{в}} = 1,1 \cdot 760,85 = 836,9 \text{ Па}.$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор приймаємо: $Q_{\text{в}} = Q_{\text{ф}}$, $\text{м}^3/\text{год}$;

$$Q_{\text{в}} = 525 \text{ м}^3/\text{год}.$$

За аеродинамічними параметрами $Q_{\text{в}}$ і $H_{\text{в}}$ вибираємо вентилятор марки ВР 200-28-2,5 [3 , Додаток табл.5].

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

$$N = \frac{Q_{\text{в}} \cdot H_{\text{в}}}{1000 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт}, \quad (5.17)$$

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

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

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

$$N = \frac{0,14 \cdot 836,9}{1000 \cdot 0,79 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,15 \text{ кВт.}$$

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

$$N_y = K_z \cdot N, \text{ кВт,} \quad (5.18)$$

Для електродвигунів потужністю до 5 кВт $K_z=1,15$.

$$N_y = 1,15 \cdot 0,9 = 0,135 \text{ кВт.}$$

Остаточну потужність електродвигунів слід приймати за комплектацією заводів-виготовлювачів.

За ([5], с.49) приймаємо електродвигун АИР 63А6 потужністю 0,18 кВт и частотою обертання 1000 об/хв.

Розрахунок аспірації конвеєра №1

Продуктивність конвеєра 50 т/год. Згідно додатка методичних вказівок (табл. 1 «Аеродинамічні дані технологічного та транспортного обладнання») вибираємо значення для конвеєра: $Q_k=600 \text{ м}^3/\text{год}$ – повітря для аспірації; $H_k=50 \text{ Па}$ – гідравлічний опір укриття конвеєра.

Для аспірації конвеєра необхідно встановити модульний фільтр горизонтального виконання ZEO-FG, який вибираємо за витратами повітря на аспірацію з урахуванням підсосів повітря у конвеєрі та фільтрі – $Q_n, \text{ м}^3/\text{год}$

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

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

$$Q_\phi = Q_k + Q_n = 600 + 30 = 630 \text{ м}^3/\text{год} = 0,175 \text{ м}^3/\text{с.}$$

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

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

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

де H_k – гідравлічний опір конвеєра, Па;

H_ϕ – гідравлічний опір фільтра, Па

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

Розраховуємо опір фільтра за узагальненою формулою

$$H_\phi = A + B \cdot Q_\phi^2,$$

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

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

Визначаємо втрати тиску на удар при виході повітря з дифузора

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

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

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

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

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

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

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

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

Розраховуємо опір мережі

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

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

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

По H_ϵ та Q_ϕ , яке дорівнює Q_ϵ підбираємо вентилятор іноземного виробництва MN 602, ККД якого дорівнює 0,7.

Необхідну потужність на валу електродвигуна визначають за формулою

$$N_{ел.дв.} = \frac{Q_в \cdot H_в}{1000 \cdot \eta_в \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{п}}, \text{ кВт.}$$

де $\eta_в$ – ККД вентилятора;

$\eta_{пер}$ – ККД передачі (0,98);

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

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

Фактичну потужність електродвигуна N_{ϕ} визначають за виразом:

$$N_{\phi} = K_з \cdot N_{ел.дв.}, \text{ кВт,}$$

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

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

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

Розділ 6 ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД

6.1 Опис генплану

Генеральний план підприємства є ув'язуванням у плані всіх основних, допоміжних і підсобних будівель та споруд, всіляких під'їзних шляхів, лінії енергопостачання та водопостачання (надземних та підземних).

Генеральний план – проєктний документ, на підставі якого здійснюється планування, забудова, реконструкція та інші види містобудівного освоєння територій. Основною частиною генерального плану (також званої власне генеральним планом) є масштабне зображення, отримане методом графічного накладення креслення проєктованого об'єкта на топографічний, інженерно-топографічний або фотографічний план території. При цьому об'єктом проєктування може бути як земельна ділянка з розташованим на ньому окремим архітектурною спорудою, так і територія цілого міста або муніципального району [10].

Роза вітрів – векторна діаграма, що характеризує в метеорології та кліматології режим вітру в даному місці за багаторічними спостереженнями. Виглядає як багатокутник, у якого довжини променів, що розходяться від центру діаграми в різних напрямках (румбах горизонту), пропорційні повторюваності вітрів цих напрямів («звідки» дме вітер). Розу вітрів враховують при будівництві злітно-посадочних смуг аеродромів, автомобільних доріг, планування населених місць, оцінці взаємного розташування житлового масиву і промзони (з точки зору напрямку перенесення домішок від промзони) і безлічі інших господарських завдань (агрономія, лісове і паркове господарство, екологія та ін.).

Роза вітрів, побудована за реальними даними спостережень, дозволяє по довжині променів побудованого багатокутника виявити напрямок панівного, або переважаючого вітру, з боку якого найчастіше приходить повітряний потік в дану місцевість. Тому справжня роза вітрів, побудована на підставі ряду спостережень, може мати істотні відмінності довжин різних променів [10, 11].

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.21			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Паламарчук М.С.			Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 11,2 тис. т в Черкаській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					83	10
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

Майданчик для будівництва підприємства повинен задовольняти наступним вимогам:

- мати мінімальні розміри з врахуванням раціональної щільності забудови;
- забезпечити розташування будівель і споруд відповідно до напрямку руху зерна і відходів і мати можливість розширення виробництва;
- мати відносно рівну поверхню і ухил (0,001...0,003), що забезпечує стік поверхневих вод;
- рівень ґрунтових вод має бути нижче за глибину пристрою підвалів, тунелів, галерей і т.п.;
- мати зручне приєднання до найближчої залізничної станції;
- планування майданчика не має бути пов'язано з виконанням великого об'єму земляних робіт.

При проектуванні генеральних планів зернозберігаючих підприємств враховують наступні вимоги :

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

На території у відповідності з нормами проектування розміщують мережі каналізації, водопостачання, енергопостачання, теплопостачання, газопостачання і ін.

Будівлі і споруди розташовують на генеральному плані по їх виробничій ознаці окремими групами.

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

Передзаводська зона (за межами огорожі або умовного кордону підприємства) призначена для розміщення контрольно-пропускних пунктів, прохідних, допоміжних будівель, передзаводської площі, площадки стоянки автомобілів і ін. В виробничій зоні розташовують елеватор, цех відходів.

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

Будівельними нормами і правилами по проектуванню генеральних планів промислових будівель допускається уточнювати ділення території підприємства на зони з врахуванням конкретних умов будівництва.

Санітарно-гігієнічні вимоги проектування генерального плану обумовлюють розташування будівель і споруд відносно сторін світу і рози вітрів так, щоб були забезпечені умови природного освітлення, природного провітрювання. Промислові підприємства з джерелами виробничих факторів (шум, пил, запах, дим і т.д.), які несприятливо впливають на навколишнє середовище, по шкідливості ділять на п'ять класів, які передбачають між підприємством і жилою зоною санітарно-захисну зону від 50 до 1000 м (для мукомельних, комбікормових та крупозаводів вона має бути не менш 100 м).

Санітарні розриви між будівлями для нормальної природної освітленості приймають не менше ніж висота протистоячої будівлі.

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

Вимоги пожежної безпеки обумовлюють необхідність встановлення необхідних розмірів між будівлями та спорудами, а також забезпечення зручного і швидкого переміщення пожежних автомобілів до всіх об'єктів підприємства.

На території встановлюють закріплені пожежний водопровід, який має невичерпне джерело водопостачання чи запасні баки для води об'ємом 250-500 куб.м з трьох годинним запасом гасіння пожеж. На кільцевому водопроводі встановлюють пожежні гідранти на відстані 50 – 100 м, для того щоб було можливо подавати воду до об'єкта гасіння не менш ніж з двох гідрантів.

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

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

На підприємствах з майданчика більше 5 га передбачають не менше двох в'їздів. Ширину воріт автомобільних в'їздів приймають не менше 4,5 м, а ширину воріт для залізничних в'їздів - не менше 4,9 м. До водоймищ, які можуть бути використані для гасіння пожеж, влаштовують під'їзди з майданчиками розміром не менше 12х12 м. Пожежні гідранти розміщують уздовж автомобільних доріг на відстані не більше 2,5 м від краю проїжджої частини, але не ближче від стін будівлі.

Підземні мережі зернопереробних підприємств, що будуються, прокладають поза проїжджою частиною автомобільних доріг. На території підприємств, що реконструюються, допускається розміщення підземних мереж під автомобільними дорогами. Вентиляційні шахти, входи і інші пристрої каналів і тунелів доцільно розміщувати поза проїжджою частиною і в місцях, вільних від забудови.

При безканалній прокладці допускається розміщення мереж в межах узбіч. У відповідності з СНіП 2-89-80 відстаней по горизонталі (у світлі) від найближчих підземних інженерних мереж до будівель і споруд варто приймати не більше

вказаних в таблиці, за винятком газопроводів горючих газів, для яких приведені в таблиці відстані є мінімальними.

Відстань від теплових мереж при безканальній прокладці до будівель і споруд слід приймати рівним 5 м. Розміщення силових кабелів зв'язку над і під трубопроводами у вертикальній площині не допускається.

Відстань від каналізації до господарського-питного водопроводу приймають: до водопроводу із залізобетонних і азбестоцементних труб, які прокладаються в глиняних ґрунтах, - не менше 5 м; у великообмолочних і пісчаних ґрунтах - не менше 10 м; до водопроводу із чавунних труб діаметром до 200 мм - не менше 1,5 м, діаметром більше 200 мм - не менше 3 м; до водопроводу із пластмасових труб - не менше 1,5 м.

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

Висоту над рівнем землі до низу труб або поверхні ізоляції, які прокладаються на високих опорах, слід приймати: у непроїжджій частині площадки (території), в місцях проходу людей - 2,2 м; в місцях перетину з автомобільними шляхами (від верху покриття проїзної частини) - 5 м; в місцях перетину з електрифікованими і не електрифікованими внутрішніми залізничними шляхами у відповідності із стандартом; в місцях перетину з не електрифікованими внутрішніми залізничними шляхами у відповідності із стандартом.

Впорядкування території підприємства передбачає озеленення території, яке дозволяє забезпечити захист будівель і споруд від пилу, вітру, створити необхідну чистоту повітря. Озеленення виконують однорядною, дворядною посадкою дерев, а також чагарнику. Породи дерев підбирають з врахуванням кліматичних умов, специфіки підприємства і стійкості дерев до шкідливих речовин, які виділяє підприємство.

Такі дерева, як липа, сосна, ялина, тополя виділяють бактерицидні речовини, які оздоровляють навколишнє середовище. Однак в межах нормативних протипожежних відстаней посадка дерев хвойних порід не допускається.

Впорядкування території повинно забезпечити рішення комплексу санітарно-гігієнічних, експлуатаційних і естетичних умов всього персоналу. Впорядковані площадки для відпочинку працюючих розташовують з повітряного боку по відношенню до будівель з виробництвами, які виділяють викиди в атмосферу. Розміри площадок приймають із розрахунку не більше 1 м² на одного працюючого в найбільш чисельній зміні. Відстані від будівель і споруд до дерев і чагарників слід приймати не менше нормативних.

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

Основними показниками раціонального використання території підприємства і її благоустрою служать коефіцієнти забудови K_3 , коефіцієнт мощення K_M і коефіцієнт озеленення K_0 значення яких (%) визначають наступні чином:

$$K_3 = \frac{\sum f}{F} \cdot 100 \quad (7.1)$$

$$K_M = \frac{F_M}{F} \cdot 100 \quad (7.2)$$

$$K_0 = \frac{F_{03}}{F} \cdot 100 \quad (7.3)$$

де F – площа всієї території підприємства, м²;

f – площа окремої будівлі, м²;

F_{03} – сумарна площа озеленення, м²;

F_M – сумарна площа мощення, м².

$$K_3 = \frac{20800}{32000} \cdot 100 = 65 \%$$

$$K_M = \frac{7680}{32000} \cdot 100 = 24 \%$$

$$K_{03} = \frac{3520}{32000} \cdot 100 = 11 \%$$

6.2 Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору

До виробничих споруд відносяться такі технологічні споруди як металева робоча башта елеватора, вузол приймання зерна з автотранспорту, станція відпуску зерна на автомобільний транспорт.

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

Проєктом передбачено спорудження металевої робочої башти. Зведення металевих конструкцій робочих башт – чи не найпоширеніший вид будівництва на сьогоднішній день.

Головна перевага даного способу – швидкість. У найкоротші терміни і за порівняно невеликі кошти можна звести будівлю, яка за технічними характеристиками не поступатиметься бетонним спорудам.

Іншими перевагами металевих споруд є:

1. Контроль над витратою матеріалів. Деталі виготовляються максимально точно, отже – монтаж спрощується в рази. Замовник отримує конкретну інформацію про те, що саме необхідно придбати і в яких кількостях.

2. Будівництво в зимовий період. З іншими будівельними матеріалами вельми складно працювати в зимовий період, як правило роботи зупиняються на невизначений термін до тих пір, поки холоди не спадуть. Виготовлення конструктивних елементів з металу дозволяє продовжувати зведення будівлі навіть у морози.

3. Міцність. Металеві каркаси відрізняються високою міцністю, що дає гарантії тривалого терміну експлуатації конструкції і її надійності.

4. Демонтаж. Важливим плюсом стане можливість демонтажу та повторного монтажу, у випадку, якщо були використані болти для з'єднання між собою елементів конструкції.

5. Мала вага. Металеві каркаси характеризуються малою вагою, при цьому – вони мають високу водо- і газонепроникність.

Каркас споруди з металу являє собою металеву раму, яка монтується на залізобетонний фундамент. До основних елементів каркасу відносяться: зварна балка; ферми перекриття і колони; ригелі і стійки; зв'язки, прогони, елементи кріплення; арки і закладні деталі, а також інші елементи.

Металеві ферми – система прямокутних стержнів, скріплених між собою у вузлах, за допомогою яких можна створити геометрично незмінну конструкцію. Їх використовують у разі виготовлення колон каркаса будівлі. Застосування металевих ферм значно полегшує навантаження на інші елементи конструкції.

Проектом передбачено встановлення металних силосів з конусним дном. Конструкція металевих силосів з конусним дном наведена на рис.6.1.

Силоси з конусним дном підходять для високих вимог до зберігання, безперервного завантаження та розвантаження, сегментації, відпуску та сушіння. Крім того, бункерні днища силосу заощаджують час, енергію та фінансові втрати завдяки конструкції саморозвантажування бункера. Кут пропонується як 37-40-45-60° відповідно до діаметра силосу, типу та призначення продукту для зберігання.

Завдяки більш високим ємностям зберігання, спеціально сконструйована бункерна конструкція та жорсткість легко переносять завантаження силосу. Структура є міцною з опорним шасі, що використовується для рівномірного перенесення навантаження на землю.

У місцях з'єднання листових панелей використовується термостійка бутилкаучукова мастика, що забезпечує відмінне ущільнення у всіх кліматичних зонах.

Для забезпечення максимальної міцності з'єднання стінових панелей і ребер жорсткості, використовуються болти класу 10.9 з покриттям DACROMET 500. Це дозволяє зберігати цілісність стін і правильну геометрію силосу після численних циклів завантаження чи розвантаження [17].

Завдяки міцним конічним ущільнюючим шайбам з поліетилену високої щільності, що застосовуються в болтових з'єднаннях, герметизація підтримується на найвищому рівні.

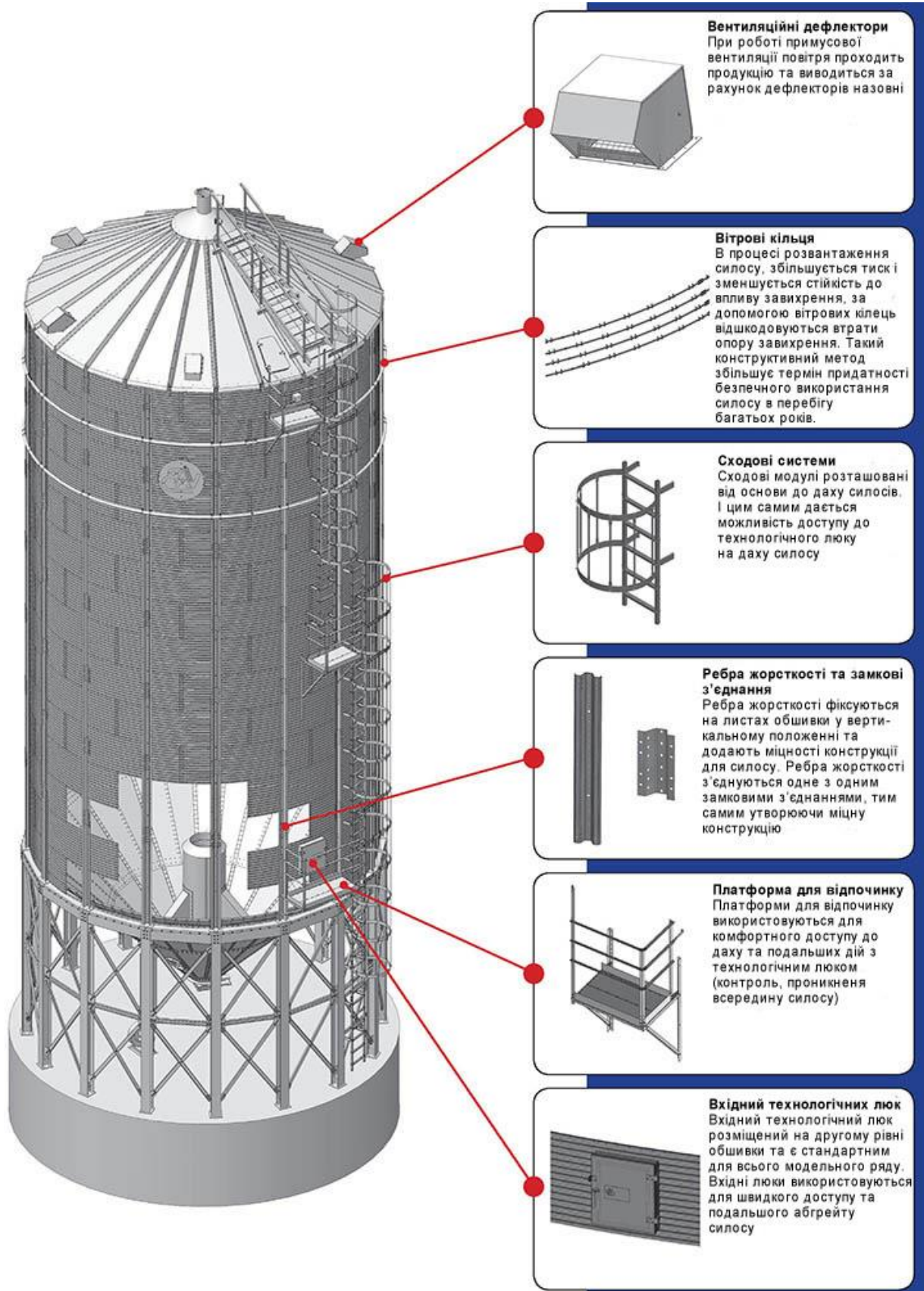


Рисунок 6.1 – Конструкція силосів з конусним дном

Зернохранилища мають стінові листи з самої вузької довжиною хвилі в світі (65мм). Навіть при однакових характеристиках металу, зменшення довжини хвилі істотно збільшує міцність готової конструкції силосу. Отже, чим коротше довжина хвилі, тим міцнішим є силос, виготовлений з неї.

Приймальний пристрій для прийому зерна з автотранспорту виконується в монолітному залізобетоні. Для зменшення витрати бетону простір між опорними частинами заповнюється засипом з гранітного щебеню дрібної фракції.

Конструкція автоприйому передбачає пристрій навісу для захисту автомобіля із зерном від атмосферних опадів. Фундаменти стійок навісу виконуються монолітно з конструкцією автоприйому. Стійки навісу і покриття з прокатних профілів, покриття з панелей профільованого настилу. Від приймального пристрою для транспортування зерна в сторону робочої будівлі виконується підземна галерея, в якій розміщується скребковий конвеєр, що подає зерно на норію. Для забезпечення міцності і стійкості конструкція пандуса автоприйому виконується в залізобетоні. Приймальний бункер, стіни якого служать підірними стінами, приймають навантаження від великовантажних автомобілів, які виїжджають на конструкцію автоприйому для розвантаження зерна. Приймальний бункер засипається щебенем по ухилу з подальшим влаштуванням по щебеню асфальтобетонного дорожнього покриття. Довжина пандусу для заїзду і виїзду на завальну яму має довжину по 6,2 м, ширина 4,8 м. Загальна довжина приймального пристрою 24,4 м. Перекриття каналу, який перетинає проїжджу частину майданчика, виконуване в монолітному залізобетоні, також розраховане на навантаження від автомобілів

Розділ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці [32].

Охорона праці відіграє важливу роль, як суспільний чинник, оскільки, якими б вагомими не були трудові здобутки, вони не можуть компенсувати людині втраченого здоров'я, а тим більше життя – те і інше дається лише один раз. Необхідно пам'ятати, що через нещасні випадки та аварії гинуть на виробництві не просто робітники та службовці, на підготовку яких держава витратила значні кошти, а перш за все люди – годувальники сімей, батьки та матері дітей.

Під час роботи на виробництві на людину можуть впливати один, або низка небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Безпека того чи іншого технологічного процесу може бути визначена за їх кількістю і за ступенем небезпеки кожного з них зокрема. Безпека праці на виробництві визначається ступенем безпеки окремих технологічних процесів.

Безпека праці на підприємстві може бути на належному рівні тільки тоді, коли всебічно виконуються вимоги трудового законодавства, державних стандартів України, норм і правил, розроблених для збереження здоров'я працюючих. Важливе місце при цьому належить виконанню організаційних вимог з охорони праці, а також трудовій та виробничій дисципліні працюючих.

Створення безпечних і нешкідливих умов праці на виробництві вимагає значних матеріальних витрат, впровадження знань і рішень науково-дослідних робіт в галузі охорони праці. Поки поміж тим, що ми знаємо про методи і засоби охорони праці, і тим, що реалізовано на виробництві, різниця все ще велика.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.21			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Паламарчук М.Є.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 11,2 тис. т в Черкаській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.						
Консультант		Соколовська О.Г.						
Зав. каф.		Макаринська А.В.						
					ОНТУ, ТЗХ-416			

7.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ)

Під виробничою середовищем мається на увазі сукупність фізичних, хімічних, біологічних, психофізіологічних факторів на виробництві, впливають на людину. Всі ці фактори класифікуються як небезпечні та шкідливі [25-27].

Небезпечні виробничі фактори - ті, вплив яких на працівника призводить до травм, різкого погіршення здоров'я або до смерті.

Шкідливі виробничі фактори - ті, вплив яких на працівника може призвести до захворювання та зниження працездатності.

До фізичних небезпечних і шкідливих факторів відносяться [25-27]:

- рухливі машини і механізми, рухомі частини виробничого обладнання, пересуваються вироби (матеріали, заготовки);

- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони (спостерігається у силосах, головок норій, сепаратору). Згідно з вимог НАОП 8.1.00-1.01-88 (НАОП 15.0-1.01-88) – «Правила техніки безпеки и производственной санитарии на предприятиях по хранению и переработке зерна Министерства хлебопродуктов СССР» гранично допустима концентрація (ГДК) пилу у повітрі робочої зони (незалежно від вмісту двоокису кремнія) повина бути не більше 4,0 мг/м³

- підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів, повітря робочої зони. 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°C, температура повітря поза постійних робочих місць 13–24 °С.

- підвищені рівні шуму, вібрації, ультразвуку, інфразвукових коливань Підвищений рівень шуму на робочому місці – утворюється на поверсі головок та башмаків норій, сепаратору. Нормативне значення цього параметру визначається відповідно до ГОСТ 12.1.003-83 становить 85 дБа на робочих місцях, у робочих зонах, у виробничих приміщеннях і на території. Допустимі параметри вібрації визначаються відповідно з ДСН 3.3.6-039-99 і у деяких машин становить: сепаратори

різних типів – частота обертання-500 об/хв., частота коливань – 8,3 Гц, віброзміщення – 0,056, середньоквадратичне значення коливальної швидкості – 0,2 м/с 10⁻², норії – частота обертання – 80 – 170 об/хв., частота коливань – 13,3 – 2,8 Гц віброзміщення – 3,1 – 0,61, середньоквадратичне значення коливальної швидкості – 1,3м/с 10⁻²;

- підвищена або знижена вологість, рухомість, іонізація 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; припустимі норми швидкості руху повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року – 0,4 м/с, не більше;

- підвищений рівень іонізуючих випромінювань, напруги в електромережі, статичної електрики, електромагнітних випромінювань, напруженості електричного і магнітного полів.

- відсутність або нестача природного світла, знижена контрастність, пряме і відбите блискотіння, підвищена пульсація світлового потоку. норми КПО при боківому освітленні у виробничих приміщеннях підприємств по зберіганню та переробці зерна – 1,5 % мінімум відповідно до [СНИП 11-4-79];

- 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, сепараторів: при лампах розжарення – 30 Лк, газорозрядних – 75 Лк; надсилосний та підсилосний поверхи, приймальні пристрої, галереї ,відповідно до [СНИП 11-4-79]);

- гострі краї, шорсткість, задирки на поверхні заготовок, інструментів та обладнання;

- розташування робочого місця на значній висоті відносно землі (підлоги);

До хімічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать хімічні речовини, які за характером дії на організм людини поділяються на

загальнотоксичні, подразнюючі, енсібiлізуючі, канцерогенні, мутагенні, такі, що впливають на репродуктивну функцію[33,34].

До біологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, мікроскопічні гриби та ін.) та продукти їх життєдіяльності, а також макроорганізми (рослини та тварини).

До психофізіологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать фізичні (статичні та динамічні) і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження органів чуття, монотонність праці, емоційні перевантаження).

До технічних заходів належать заходи з виробничої санітарії та техніки безпеки. Заходи з виробничої санітарії ми передбачили організаційні, гігієнічні та санітарно-технічні заходи та засоби, що запобігають дії на працюючих шкідливих виробничих чинників.

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

- раціональне розміщення обладнання з можливістю зручного і безпечного обслуговування і ремонту;
- механізація й автоматизація виробничих процесів – всі процеси механізовані й автоматизовані. Вручну здійснюється очищення верхніх площин сит сепаратора, очистка живлячих механізмів, очищення 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, сепаратор А1-БЦС-100, конвеєри);
- графік прибирання пилу (2 рази на день);

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

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, сепаратор, 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, сепаратор конвеєри);

– проведення санітарно-профілактичних заходів (раціональний режим праці і відпочинку, медогляди).

Основні технічні заходи:

– використання фундаментів і віброізоляторів для віброактивного устаткування – головки норій, сепаратор конвеєри, вентилятори

– звукоізоляція (вентилятору аспірації);

– вібросукопоглинання (облицювання, спеціальні звукопоглиначі);

– ізоляція віброактивного устаткування від технологічних комунікацій;

– використання глушників шуму.

Для забезпечення нормованої освітленості виробничих приміщень і робочих місць проектом передбачене природне, штучне або суміщене освітлення. Згідно з вимогами ДБН В.2.5-28-2006. «Природне і штучне освітлення», у приміщенні із постійним перебуванням у ньому людей повинно бути, як правило, природне освітлення. Для забезпечення необхідного освітлення в нічний час чи при недостатності природного освітлення або при неможливості його застосування за умов технологічного процесу застосовують штучне освітлення[25-27].

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:

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

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

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

Основним та небезпечним для життя людини є відкритті частини механізмів. Тому ми зробили так, що всі рухомі частини конвеєрів, до яких можливий дотик робітників, були огорожені. Огорожі зблоковані з приводом конвеєра з метою вимикання приводу при знятті або відкриванні огорожі. Поставили огорожу для оглядових люків, пересипних лотків, бункерів, розташованих у місці завантаження і розвантаження конвеєрів. Проходи і проїзди під конвеєрами огорожуються суцільними навісами, які виходять за межі конвеєра на 1 м. Частини траси конвеєрів, де прохід людей заборонений, загороджуються поруччям висотою 1,0 м від підлоги. Конвеєри мають аварійні вимикачі у головній і хвостовій частинах. Встановленні

аварійні вимикачі та натягнутий аварійний дріт уздовж проходу для обслуговування конвеєра. Встановленна також двостороння запобіжна передпускова та світлова сигналізація, яка спрацьовує автоматично до вмикання приводу конвеєра.

Розміщення виробничого устаткування і його обслуговування. Усе виробниче устаткування встановлене з урахуванням умов його технічного обслуговування відповідно до вимог технічного паспорта, НАОП 8.1.00-1.01-88 (НАОП 15.0-1.01-88).

Ширина проходів для обслуговування конвеєрів становить не менше 0,75 м (для пластинчастих – 1,0 м). Між паралельно встановленими конвеєрами передбачили прохід шириною 1,0 м (для пластинчастих – 1,2 м). При довжині конвеєрів понад 20 м встановлювали містки з поручнями для проходу людей. При цьому відстань між настилом містка і будівельними конструкціями та комунікаціями не менше 2,0 м. Ширина містків становить не менше 1,0 м.

Гвинтові конвеєри обладнуються блокуванням, яке вимикає конвеєр при відкритті кришки або люка. Редуктор, передачі, муфти огорожуються. Верхня та нижня частини елеватора з'єднуються сигналізацією.

Вжили заходи з техніки безпеки які передбачають систему організаційних та технічних заходів та засобів, що запобігають дії на працюючих небезпечних виробничих чинників[33,34].

До них належать:

- розроблення та впровадження безпечного устаткування;
- механізація та автоматизація технологічних процесів;
- використання запобіжних пристосувань, автоматичних блокувальних засобів;
- правильне та зручне розташування органів керування устаткуванням;
- впровадження систем автоматичного регулювання, контролю та керування технологічними процесами, принципово нових нешкідливих та безпечних технологічних процесів.

До організаційних заходів належать:

-правильна організація роботи, навчання, контролю та нагляду з охорони праці;

-дотримання трудового законодавства, міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці;

- впровадження безпечних методів та наукової організації праці;

-проведення оглядів, лекційної та наочної агітації і пропаганди з питань охорони праці;

-організація планово-попереджувального ремонту устаткування, технічних оглядів та випробувань транспортних та вантажопідіймальних засобів, посудин, що працюють під тиском.

7.2 Організаційні та технічні заходи з електробезпеки

До роботи на електроустановках допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли інструктаж та навчання з безпечних методів праці, перевірку знань правил безпеки та інструкцій відповідно до займаної посади та кваліфікаційної групи з електробезпеки, і які не мають проти показів, визначених Міністерством охорони здоров'я України.

Для забезпечення безпеки робіт у діючих електроустановках вижили заходи, що належить виконувати наступні організаційні заходи [25-27]:

- призначення осіб, які відповідають за організацію та проведення робіт;

- оформлення наряду чи розпорядження на проведення робіт;

-організація нагляду за проведенням робіт;

-оформлення закінчення робіт, перерв у роботі, переведення на інші робочі місця.

До технічних заходів, які необхідно виконувати в діючих електроустановках для забезпечення безпеки робіт при проведенні робіт зі зняттям напруги в діючих електроустановках чи поблизу них:

- вимкнення установки (частини установки) від джерела живлення електроенергії;

- механічне блокування приводів апаратів, які здійснюють вимкнення, зняття запобіжників, від'єднання кінців лінії, яка здійснює електропостачання та інші заходи, що унеможливають випадкову подачу напруги до місця проведення робіт;

- встановлення знаків безпеки та захисних огорож біля струмопровідних частин, що залишаються під напругою і до яких в процесів роботи можливе доторкання або наближення на недопустиму відстань;

- встановлення заземлення (ввімкнення заземлювальних ножів чи встановлення переносних заземлень);

- огороження робочого місця та вивішування плакатів безпеки;

До технічних заходів, які необхідно виконувати в діючих електроустановках для забезпечення безпеки робіт при проведенні робіт на струмовідних частинах, які знаходяться під напругою та поблизу них:

- виконання робіт за нарядом не менш ніж двома працівниками зі застосуванням електрозахисних засобів, під постійним наглядом, із забезпеченням безпечного розташування працівників, використовуваних механізмів та пристосувань.

7.3 Заходи щодо пожежної безпеки

Елеватор є об'єктом підвищеної вибухо- та пожежонебезпеки. Тут присутня велика кількість потенційних джерел запалювання та горіння, сприятливих умов для швидкого поширення пожежі та велика кількість чинників, що ускладнюють процес її ліквідації.

Основою безпеки елеватора (як і будь-якого виробництва) є людський фактор. Забезпечення пожежної безпеки суб'єкта господарювання покладається на власників та керівників цих суб'єктів господарювання.

Початок роботи новоутворених підприємств здійснюється суб'єктом господарювання на підставі поданої декларації відповідності матеріально-технічної бази суб'єкта господарювання вимогам законодавства з питань пожежної безпеки. На кожному підприємстві АПК мають бути розроблені загальна інструкція про заходи пожежної безпеки та інструкції для всіх вибухопожежонебезпечних,

пожежонебезпечних та вибухонебезпечних приміщень. Співробітники повинні пройти обов'язковий протипожежний інструктаж.

Ми розробили та затвердили інструкцію з пожежної безпеки, яка закріплює основні положення протипожежного режиму в кожному приміщенні елеватора.

Усі працівники які приймалися та будуть прийматися на роботу на робочому місці повинні проходити інструктажі з питань пожежної безпеки. Факт проведення інструктажів фіксується у спеціальному журналі, який прошнурований, пронумерований та скріплений печаткою підприємства та підписом керівника.

Ми визначили спеціальні місця для куріння, позначили відповідним знаком та написом, і місця, де встановили урну і попільницю з негорючих матеріалів. У таких місцях розміщується наочна інформація, яка складається із відповідного графічного знака та тексту такого змісту: «Місце для куріння. Куріння шкодить Вашому здоров'ю!».

Спеціальні місця для куріння займають сумарну площу не більше 10% загальної площі елеватора, знаходяться подалі від легкозаймистих речовин та встановленні у добре провітрюваному місці .

Куріння за межами спеціально відведених місць забороняється. У місцях та закладах, де куріння заборонено, розміщена наочна інформація, яка складається із графічного знака про заборону куріння та тексту такого змісту: «Куріння заборонено!».

Для запобігання можливості розповсюдження пожежі та забезпечення шляхів під'їзду для пожежної техніки між сусідніми будівлями та спорудами були зроблені протипожежні відстані. Протипожежні відстані не використовуватися для складування матеріалів та устаткування, стоянок транспорту, будівництва та встановлення тимчасових будівель, споруд, індивідуальних гаражів

Для зменшення швидкості розповсюдженню пожежі в межах приміщення влаштували протипожежні перешкоди. Протипожежна перешкода – це будівельна конструкція чи споруда, яка має високу межу вогнестійкості і перешкоджає поширенню вогню. Протипожежні стіни поділяють усю будівлю за висотою на окремі пожежні відсіки, а протипожежні перегородки – в межах поверху на секції. Отвори

у протипожежних стінах, перегородках та перекриттях обладнані захисними пристроями -протипожежні двері, тамбури-шлюзи ,проти поширення вогню та продуктів горіння. Протипожежні ворота та двері за нормальних умов відкриті і не перешкоджають руху транспорту та проходу людей. При виникненні пожежі, з метою локалізації її осередку та недопущення розповсюдження продуктів горіння, вони вручну або автоматично зачиняються [25-27].

З метою зниження швидкості розповсюдження вогню по поверхні конструкцій та горючих матеріалах ми використовували такі протипожежні перешкоди, як гребені, бортики, козирки, пояси. У підземних гірничих виробках для попередження розповсюдження вибухів та пожеж встановили водяні або сланцеві заслони (з інертним пилом), які спрацьовують внаслідок дії на них вибухової хвилі, а також водяні завіси

Захист людей у разі пожежі – найважливіше завдання всієї системи протипожежного захисту. Вимушене пересування людей назовні з метою їх урятування при пожежі або появи безпосередньої загрози її виникнення називають евакуацією. Для забезпечення швидкої та безпечної евакуації людей із будівель та споруд будівельними нормами встановлені певні вимоги до шляхів евакуації та евакуаційних виходів [27].

План евакуації вивішений на видних місцях, зокрема, на об'єктах з постійним або тимчасовим перебуванням на них осіб або таких, що мають хоча б одне окреме приміщення із перебуванням в ньому декілька осіб , у будинках та спорудах.

Шляхом евакуації є безпечний для руху людей маршрут, який веде до евакуаційного виходу. Евакуаційний вихід з будинку – це вихід безпосередньо назовні, а евакуаційним виходом з приміщення є вихід, що веде до коридору чи сходової клітки (безпосередньо або через сусіднє приміщення).

Евакуаційних виходів з кожного поверху будівель не менше двох. Евакуаційні виходи розташовуватися розосереджено на відстані, яка визначалася залежно від периметра приміщення. Ширина шляхів евакуації в не менша 1 м, висота проходу – не менша 2 м. Двері на шляху евакуації відкриваються за напрямком виходу . За наявності людей у приміщенні, двері евакуаційних виходів можуть замикатися

лише на внутрішні запори, які легко відмикаються. Мінімальна ширина дверей на шляхах евакуації 0,8 м. Ширина зовнішніх дверей сходових кліток не менша ширини маршу сходів.

Одне із найважливіших завдань системи протипожежного захисту об'єкта – своєчасне виявлення та ліквідація пожежі. Для своєчасного виявлення пожежі вибухопожежонебезпечні елеватор обладненні системами пожежної сигналізації. Сигналізація може вмикатися вручну або автоматично. Для вмикання сигналізації вручну всередині приміщень (на відстані 50 м один від одного) та поза їх межами (на відстані 150 м) встановленні ручні сповіщувачі – спеціальні комутуючі пристрої (кнопки, тумблери тощо). Шляхом дії на ці пристрої, особа, яка виявила пожежу, передає сигнал на пульт пожежної сигналізації. Автоматичне вмикання сигналізації здійснюється автоматичними пожежними сповіщувачами. Сповіщувачі встановлюються в зоні, яка охороняється, та автоматично подають сигнал на приймальний прилад (пульт) при виникненні однієї або кількох ознак пожежі: підвищення температури, поява диму або полум'я, появи оксиду вуглецю, підвищеної концентрації вуглекислого газу тощо.

Для ліквідації осередків пожежі в початковій стадії їх розвитку силами робітників та службовців усі виробничі, складські, допоміжні приміщення, зовнішні установки, а також пожежонебезпечні ділянки території підприємства забезпечені первинними засобами пожежогасіння, пожежним ручним інструментом і інвентарем.

А саме : внутрішні пожежні крани, ручні вогнегасники, гідропульти, ручні насоси, бочки з водою, ящики з піском, покривала з повстини, ручний пожежний інструмент і інвентар (відра, ломы, сокири, лопати, кирки, багри, пожежні стенди, щити тощо) [25, 27].

Відповідно до протипожежних норм кожне промислове підприємство обладнують пожежним водопроводом. Внутрішні пожежні крани встановили у шафах або нішах із зашклюденими дверцятами на площадках сходових кліток, у коридорах на висоті 1,35 м від підлоги. Число кранів визначається з розрахунку взаємного перекриття струменя з рукавів довжиною 10 м. Пожежні крани обладнані пожежними

рукавами довжиною 10—20 м, пожежним стволом та пристроями для швидкого приєднання рукавів. Продуктивність струменя пожежного крана 4,5 л/с.

Відстань від можливого осередку пожежі до місця розташування первинних засобів пожежогасіння становить :

-30 м – для приміщень, в яких застосовуються вибухонебезпечний пил і волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28°C та горючі рідини у такому стані і в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа;

-40 м – для приміщень, в яких знаходяться негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, спалимі рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо

-70 м – для приміщень приміщення, в яких знаходяться негорючі речовини та матеріали в холодному стані.

Підходи до вогнегасників та інших первинних засобів пожежогасіння зручні і не захищені. Для кращої видимості елементи будівельних конструкцій (частини колон і огорож, підлоги) у місцях розташування цих засобів виділенні червоними смугами шириною 200–400 мм, а засоби пожежогасіння пофарбованні в червоний колір.

Для гасіння великих загорянь використовують стаціонарні, напівстаціонарні й пересувні установки пожежогасіння. Стаціонарні установки – це такі, в яких усі елементи змонтовані і постійно знаходяться в готовності до дії. Такі установки автоматичні, тобто приводяться в дію автоматично (за відсутності людей у будинку) або людьми.

Розділ 8 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

«Дослідження розподілу підприємств галузі зберігання зерна в Україні»

8.1 Стан питання

На сучасному етапі економічного розвитку для вітчизняних виробників розвиток елеваторної інфраструктури є одним з найважливіших факторів забезпечення їх ринкового успіху. Останнім часом в Україні спостерігався підвищений обсяг виробництва зернових та зернобобових культур, що вплинуло на розбудову елеваторів в країні та зниження дефіциту елеваторних потужностей. Запровадження ринку землі та повномасштабна війна гальмують притік інвестицій в розвиток елеваторної інфраструктури. Географічне розташування елеваторів є негативним чинником, в одних областях має місце профіцит, в інших спостерігається дефіцит. В областях, де існує дефіцит, деякі підприємства користуються своєю геолокацією та підвищують ціни. В умовах війни значна кількість елеваторів постраждала та логістично відрізана від регіонів. В областях, де спостерігається профіцит, спостерігається конкурентна боротьба господарств за клієнта шляхом використання маркетингу. Тому проблема розвитку елеваторів стає дедалі актуальнішою/

Вітчизняними та зарубіжними науковцями глибоко опрацьовані теоретичні та практичні засади розвитку елеваторної інфраструктури в Україні. Фундаментальні основи управління елеваторним господарством розкрито у працях О. Литвинової, В. Докучаєвої, Т. Дудар, Д. Куніної, М. Кісіль, М. Корецького, О. Шестопаль, В. Юрчишина, О. Яновської та ін. Водночас, віддаючи належне науковим напрацюванням вчених у дослідженні цієї проблематики, потрібно відзначити, що досі деякі питання потребують подальших наукових досліджень та пошуку шляхів їх вирішення.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.21			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Паламарчук М.Є.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 11,2 тис. т в Черкаській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					103	111
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ, ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

Елеватор (елеваторний комплекс) – різновид стаціонарного зерносховища, оснащеного спеціалізованим обладнанням і призначеного для зберігання/обробки зерна.

Елеватори вирішують проблеми, пов'язані з заготівлею, сушінням, зберіганням і транспортуванням зерна. Усі технологічні процеси елеватора автоматизовані, що виключає помилки обслуговуючого персоналу. Елеватори бувають декількох типів, кожен з яких, у свою чергу, ділиться на підтипи [28, 29]

Основні типи елеваторів, що використовуються на Україні наведено у табл. 8.1.

Таблиця 1 – Класифікація елеваторів за функціональним призначенням

Тип елеватора	Основні функції та призначення	Місткість та розташування	Особливості
Хлібоприймальні і / Заготівельні	Первинна обробка (приймання, очищення, сушіння) та короткочасне зберігання зерна від здавачів. Додаткова обробка для тривалого зберігання чи відправки.	В районах інтенсивного сільського господарства	Також готують посівний матеріал (зернові, технічні культури, трави).
Базисні	Сушіння та очищення зерна (надходить вже первинно оброблене). Створення оперативного запасу для поточного споживання. Формування великих партій зерна.	Великі, високопродуктивні, великої місткості. Розміщуються на перетині транспортних магістралей.	Займаються підготовкою та формуванням великих партій зерна, які відповідають встановленим якісним вимогам.
Перевалочні (Вузлові)	Приймання зерна і його транспортна перевалка.	Здовж основних транспортних шляхів (залізниці, автомагістралей) та в портах,	В окремих випадках: приймання з полів і тривале зберігання.
Фондові	Тривале зберігання (3-4 роки) стратегічного запасу державного зернового резерву підвищеної якості.	Дуже великої місткості.	Зерно відпускається лише у виняткових випадках (оновлення запасу, покриття дефіциту).
Виробничі	Забезпечення сировиною зернопереробних підприємств (борошно, крупи, комбікорм).	Будуються на території зернопереробних підприємств.	Ємності та обладнання для безперебійної роботи та обробки сировини відповідно до заданої рецептури.

Примлинові	Підготовка продовольчих культур (пшениця, жито) до переробки на млині. Сорткування, сушіння, зберігання, формування помольних фракцій.	Запас має вистачити на 3 місяці безперервної роботи млина.	Повністю автоматизовані, управління поєднане з керуванням млином.
Елеватор для заводів з виробництва комбікорму	Сушіння, очищення, зберігання і обробка зернових культур для комбікормового виробництва.	Запасів має вистачити на 3 місяці безперервної роботи.	Повністю автоматизований, управління поєднане з керуванням заводом.
Портові зерносховища	Прийом зерна з базисних/перевалочних елеваторів, імпортного зерна. Відвантаження зерна на експорт, а також внутрішнім споживачам.	Високопродуктивні, великої місткості.	Необхідні високопродуктивні транспортні потужності.
Реалізаційні бази	Приймання зерна від хлібоздавців і забезпечення споживачів зерном, борошном, крупою, комбікормом.	поблизу основних ринків збуту та великих населених пунктів (міст) та/або на перетині розвинених транспортних магістралей	Головне завдання цього типу елеваторів — логістичне та торгове забезпечення. Вони виступають як регіональні центри для розподілу зернової та переробленої продукції.
Фермерські	Забезпечення зберігання річного врожаю фермера з власних полів. Приймання, очищення, сушіння, зберігання і відвантаження.	Є частиною фермерського господарства. Розташовані на території або в межах земельних ділянок самого сільськогосподарського виробника (фермера).	Забезпечити зберігання річного врожаю фермера, зібраного з його власних полів.
Тимчасові елеватори-сховища	Мобільне зберігання зернової сировини.	Термін монтажу не більше тижня.	Легко переміщуються, зберігання в кондиції не менше півроку. Накриті брезентом, обладнані системою аерації.

На сьогодні більшість малих та середніх сільськогосподарських підприємств зіткнулись з проблемою недостатньої кількості елеваторів. З початком повномасштабного вторгнення росії та обмеженням експорту потужностей для зберігання зерна для всіх сільськогосподарських підприємств не вистачає. У даних обставинах деякі фермери ймовірно готові залишити врожай на полях для перезимівлі. Тому досить актуальним на сьогодні є будівництво нових елеваторів, що є ризикованими, проте необхідним заходом.

Елеватором називається промислове зерносховище, в конструкції і облаштуванні якого враховуються усі технологічні процеси, що гарантують прийом, підготовку, зберігання та організацію відпустки зерна.

Принцип елеватора у сфері АПК – певний алгоритм технологічних процесів:

1. Прийом зерна. Може здійснюватися з транспорту будь-якого виду. У заготівельних елеваторах для господарств частенько створюється проект автомобільного пункту розвантаження в приймання і бункери. На перевалочних елеваторах можуть бути організовані причали і ж/д шляхи.

2. Обробка і підготовка. Завдяки конструкції елеватора можна займатися очищенням зернової купи, сушкою в зерносушарках, сортуванням по розмірах. Залежно від джерел вступу зерна можна використати комплекси ЗАВ і КЗС, шахтні зерносушарки, устаткування аспіраційного типу.

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

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

8.2 Мета і завдання роботи, об'єкти і методи досліджень та аналізів

Мета роботи: проведення комплексного аналізу елеваторної промисловості України, включаючи оцінку її регіонального розподілу, виявлення ключових

чинників, що впливають на цей розподіл, та обґрунтування перспектив її розвитку в умовах змін економічного середовища та військових дій.

Задачі дослідження:

– проаналізувати регіональний розподіл елеваторних потужностей (за кількістю та місткістю) та визначити ступінь його нерівномірності.

– визначити ключові чинники, що формують регіональний розподіл елеваторів (зокрема, прив'язку до транспортних магістралей, портової інфраструктури та виробничих центрів).

– оцінити конкурентну ситуацію на ринку зберігання зерна, зокрема, проаналізувати концентрацію потужностей (ТОП-15 компаній) та виявити ризики монополізації/завищення цін у дефіцитних регіонах.

– дослідити вплив зовнішніх чинників (повномасштабна війна, ринок землі) на розвиток елеваторної інфраструктури та визначити актуальність подальшого будівництва.

Методи дослідження

Аналіз та синтез: використано для обробки теоретичних засад розвитку елеваторної інфраструктури та систематизації даних.

Порівняльний метод: застосовано для аналізу регіонального розподілу елеваторів за кількістю та потужністю.

Метод класифікації та групування: використано для класифікації елеваторів за функціональним призначенням та для складання рейтингу.

Логічний метод використано для формулювання висновків щодо конкурентної ситуації на ринку та тенденцій його розвитку.

8.3 Результати досліджень

Елеватори потрібні для вирішення комплексних завдань зі зберігання зерна, їх функціонал може відрізнитися з урахуванням особливостей логістики, розташування на місцевості і прив'язки до інших об'єктів [30].

В Україні станом на листопад 2022 року 972 підприємства надавали послуги із зберігання зерна (табл. 8.2).

Таблиця 8.2: Кількість елеваторів України та розподіл елеваторів за способом залучення сировини

Регіон	Всього, од.*	Власне зерно, од.*	Давальницьке зерно, од.*	Власне та давальницьке зерно, од.*
Україна	972	137	815	20
Вінницька	64	10	53	1
Волинська	22	5	16	1
Дніпропетровська	74	3	64	7
Донецька	26	3	23	-
Житомирська	29	3	26	-
Закарпатська	2	0	2	-
Запорізька	36	0	36	-
Івано-Франківська	7	2	4	1
Київська	47	7	39	1
Кіровоградська	64	12	52	-
Луганська	19	3	16	-
Львівська	27	6	21	-
Миколаївська	47	3	44	-
Одеська	58	1	57	-
Полтавська	74	13	57	4
Рівненська	19	8	11	-
Сумська	47	10	36	1
Тернопільська	39	7	32	-
Харківська	75	3	71	1
Херсонська	40	1	38	1
Хмельницька	53	22	31	-
Черкаська	38	2	35	1
Чернівецька	7	1	6	-
Чернігівська	58	12	45	1

*станом на листопад 2022 р. за даними [32]

Незважаючи на прогресивний темп розвитку вітчизняної елеваторної інфраструктури за останні роки, регіональний розподіл їх потужностей є нерівномірним, саме це створює різну конкурентну ситуацію для підприємств сільськогосподарської сфери. В областях, де спостерігається профіцит спостерігається боротьба господарств за клієнта шляхом використання маркетингу. Тому проблема розвитку елеваторів стає дедалі актуальнішою.

З даних табл. 8.2 бачимо, що розподіл елеваторів за регіонами України нерівномірний.

Найбільша концентрація елеваторних потужностей (понад 70 од.) знаходиться у великих аграрних регіонах: Харківська (75), Полтавська (74), та Дніпропетровська (74) області.

Центральний регіон є беззаперечним лідером як за кількістю елеваторів, тут розташовано так і за загальною потужністю (19,5 млн т). Це логічно, оскільки в Центрі знаходяться ключові зерновиробні області (наприклад, Кіровоградська, Черкаська, Полтавська).

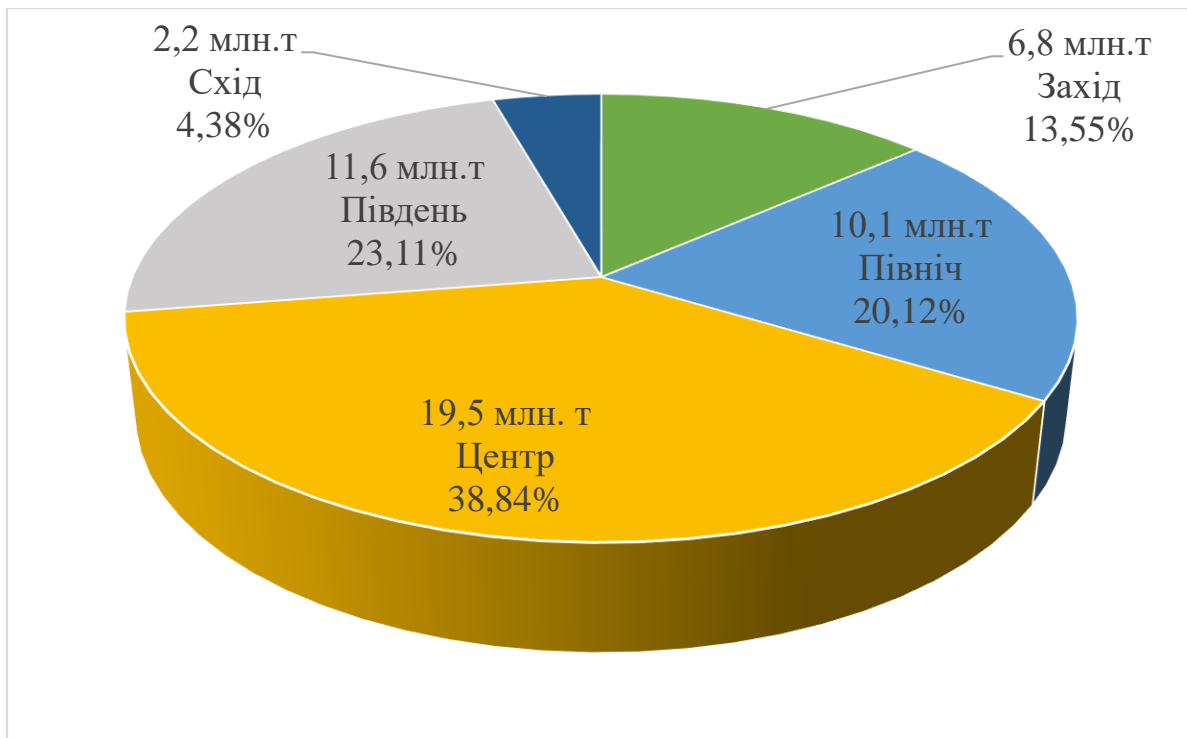


Рисунок 8.1 – Регіональне розміщення підприємств елеваторної промисловості

Центр також має найвищий показник середньої потужності на один елеватор (55,2 тис. т), що свідчить про наявність тут великих, високопродуктивних елеваторів.

На південь і півночі співставна кількість елеваторів, проте, на півдні 11,6 млн т загальної потужності, ніж на півночі – 10,1 млн т. Це пояснюється тим, що на Півдні розташовані великі портові елеватори та потужності, орієнтовані на експорт (Одеська, Миколаївська області).

Східний регіон має найменшу кількість елеваторів (64 од.) та найменшу загальну потужність (2,2 млн т). Це відображає як географічні, так і історичні особливості ведення сільського господарства в регіоні.

Ця тенденція збігається з даними міжнародних аналітиків: за 2023–2024 роки Львівська, Волинська та Тернопільська області увійшли до п'ятірки лідерів за темпами будівництва нових зерносховищ. Логістичні маршрути до ЄС суттєво підвищили їхній інфраструктурний вес.

Отже, за даними табл. 2 можна зробити висновок про неоднорідну у регіональному розрізі ситуацію із наявністю елеваторних потужностей.

Основна частина елеваторів в Україні розподілена за способом залучення сировини, а саме за власним зерном – 137 од., за давальницьким зерном – 815 од. та власне давальницьким зерном – 20 од.

У деяких регіонах, де недостатній рівень забезпеченості об'єктами інфраструктури, створюються передумови для монополізації. Наприклад, Антимонопольний комітет України на засіданні 14 травня 2021 року схвалив звіт за результатами дослідження ринку послуг зі зберігання зерна на території Хмельницької області, де зазначається, що проблемним питанням функціонування ринків послуг зернових складів та зерна, на даний час є відсутність регламенту зберігання зерна та продуктів його переробки та будь-яких загальнодержавних методик, положень щодо формування цін на послуги зернових складів. Провівши попередній аналіз укладених зерновими складами договорів складського зберігання встановлено, що суб'єкти господарювання не дотримуються типової форми зазначеного договору. Такі дії суб'єктів господарювання можуть містити ознаки порушення законодавства про захист економічної конкуренції. У зв'язку з цим суб'єкти господарювання застосовують різні підходи до формування цін (ціни на одну і ту ж послугу можуть коливатися від 20 грн до 120 грн), що може призвести до порушень при формуванні цін, і як наслідок, до їх завищення [31].

Ця тенденція збігається з даними міжнародних аналітиків: за 2023–2024 роки Львівська, Волинська та Тернопільська області увійшли до п'ятірки лідерів

за темпами будівництва нових зерносховищ. Логістичні маршрути до ЄС суттєво підвищили їхній інфраструктурний вес.

Більшість елеваторів (815 з 972, або близько 83.8%) працюють за схемою давальницького зерна. Це підкреслює їхню роль як комерційних постачальників послуг зі зберігання та обробки для фермерів і трейдерів.

Давальницьке зерно: Регіони з найвищою часткою елеваторів, орієнтованих на послуги: Запорізька (100%), Одеська (98.3%), та Харківська (94.7%).

Регіони з найбільшою часткою елеваторів, які, ймовірно, обслуговують власні господарства (фермерські елеватори): Хмельницька (22 од.) та Рівненська (8 з 19, висока пропорція).

Доступ до залізничних станцій в Україні мають 728 елеваторів, не мають – 230 одиниць. Погіршує конкурентну ситуацію на ринку домінування окремих потужних гравців. У рейтингу 2022 року ТОП-15 компанії за елеваторними потужностями сукупно складають близько 36% ринку (табл. 8.3) [33].

Таблиця 8.3 – ТОП-15 компаній України за елеваторними потужностями

№	Назва	Діюча потужність
1	ДПЗКУ	3,50 млн т
2	Кернел	3,00 млн т
3	UkrLandFarming	2,66 млн т
4	НІБУЛОН	2,03 млн т
5	Прометей	1,69 млн т
6	Епіцентр Агро	1,57 млн т
7	МХП	1,10 млн т
8	ОптімусАгро Трейд	839 тис. т
9	TESSLAGROUP	827 тис. т
10	Держрезерв	700 тис. т
11	Bunge Україна	570 тис. т
12	Астарта-Київ	565 тис. т
13	ІМК	554 тис. т
14	АГРОТРЕЙД	529,7 тис. т
15	Контінентал Фармерз Груп	506 тис. т

Не зважаючи на масштабне елеваторне будівництво у 2021 році, істотних змін у рейтингу компаній за елеваторними потужностями не відбулось.

Змінилася лише загальна сума елеваторних потужностей деяких компаній з першої шестірки.

Таблиця демонструє високу концентрацію елеваторних потужностей у руках великих агрохолдингів та державних компаній.

Трійка найбільших гравців, за потужністю, контролює значну частку загального ринку:

ДПЗКУ (Державна продовольчо-зернова корпорація України) займає перше місце з потужністю 3,50 млн т. Це підкреслює важливу роль державних операторів у системі зберігання.

Кернел знаходиться на другій позиції з показником 3,00 млн т.

UkrLandFarming посідає третє місце, маючи 2,66 млн т.

Сумарна потужність лише цієї трійки становить 9,16 млн т.

Компанії з 8 по 15 місце мають потужності від 506 тис. т до 839 тис. т.

Ця частина рейтингу включає як агрохолдинги, так і великих трейдерів, наприклад, Bunge Україна (570 тис. т).

Наявність Держрезерву (700 тис. т) у рейтингу свідчить про врахування стратегічних державних запасів у загальній потужності.

Так, «Кернел» залишається власником найбільшої кількості та місткості елеваторів, які знаходяться в приватній власності. За рахунок добудованих «Трансгрейнттермінала» і «Старокостянтинівського елеватора», розширення деяких діючих зернокомплексів, об'єм одночасного зберігання «Кернел» зріс до 3,0 млн т.

ГК «Прометей» та «Епіцент Агро» збільшили свої потужності шляхом придбання елеваторів інших підприємств («Прометей») та приватизації державного комбінату хлібопродуктів («Епіцентр»). Ці агрокомпанії, а також деякі інші, продовжують вже зараз нарощувати об'єми зберігання, не зупиняючись на досягнутому. Тому в наступному рейтингу ми побачимо чималі зміни.

І на останню сходинку рейтингу-2021 після покупки ще одного колишнього елеватора «Мрія Агрохолдинг» на Івано-Франківщині, потрапила

компанія «Контінентал Фармерз Груп», потіснивши «Агропросперіс» з попереднього рейтингу-2020. В процесі оптимізації складських активів Агропросперіс» зменшив потужності зберігання у зв'язку з продажем одного елеватора. [33]

Елеваторна компанія «Лубнимаш» продовжує будувати елеватори попри війну в Україні. Станом на вересень 2022 р. ведуться монтажні роботи у Тернопільській та Полтавській областях [34].

Висновки

Таким чином, в сучасних умовах елеваторна діяльність в контексті розвитку рослинницької галузі України має першочергове значення, та сприяє розвитку та конкурентоспроможності елеваторів, забезпечення потужностей для зберігання врожаю. Повномасштабне вторгнення росії на Україну призвело до зменшення кількості елеваторів, що знаходяться на окупованій території, або логістично відрізані від регіонів. Наразі регіональний розподіл елеваторних потужностей є нерівномірним, що створює різну конкурентну ситуацію для підприємств сільськогосподарської галузі.

Рейтинг підтверджує, що український ринок зберігання зерна є висококонцентрованим. Значна частина потужностей належить вертикально інтегрованим агрохолдингам та компаніям-експортерам, які використовують ці елеватори для забезпечення власної сировинної бази та логістики.

Розділ 9 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

9.1 Розрахунок чисельності працюючих

Існує декілька методів розрахунку чисельності працюючих на стадії проектування, основним з яких є визначення чисельності через сумарну трудомісткість та ефективній фонд робочого часу.

Але через відсутність у цей час даних про трудомісткість одиниці робіт та послуг в статистичній звітності підприємств галузі запропоновано робити розрахунок чисельності основних робітників ($Ч_p^o$) на основі питомого показника, який характеризує чисельність робітників на 1000 тонн місткості зерносховища ($Ч_{TM}$) [7]:

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

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

$$Ч_p^o = 11,2 \times 0,55 = 6,16 \text{ осіб, приймаємо } 7 \text{ осіб}$$

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

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

Чисельність допоміжних робітників для нашого проекту дорівнюватиме:

$$Ч_p^d = 7 \times 0,25 = 1,75 \text{ осіб, приймаємо } 2 \text{ особи}$$

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

$$Ч_p = Ч_p^o + Ч_p^d. \quad (9.3)$$

Сумарна чисельність основних і допоміжних робітників для проектуемого елеватора буде дорівнювати:

$$Ч_p = 7 + 2 = 9 \text{ осіб.}$$

Дані про структуру і чисельність працівників проектуемого підприємства зводять у табл. 9.1.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.21			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 11,2 тис. т в Черкаській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
		Паламарчук М.С.						
		Соколовська О.Г.					114	13
		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ, ТЗХ-416		
		Макаринська А.В.						

На основі такого підходу розрахуємо сумарну чисельність всіх працюючих – робітників і адміністративного персоналу проєктуємого елеватору складає 12 людей.

Таблиця 9.1 – Структура чисельності працівників

Категорії чисельності працівників	Питома вага, %	Кількість, осіб
Робітники (основні та допоміжні)	80	9
Керівники, фахівці	20	3
ВСЬОГО	100	12

9.2 Розрахунок виробничої програми

Виробничу програму, яка в елеваторній галузі представляє собою обсяг робіт та послуг в сфері зберігання зерна, розраховують в натуральному і грошовому виразах.

У натуральному виразі річний обсяг послуг та робіт ($O_{\text{ПР}}$) визначають як сукупність робіт по:

- прийманню – відпуску (в тоннах);
- зберігання зерна (тоннах-місяцях або тоннах-добах);
- очищенню (планових тоннах);
- сушінню (планових тоннах).

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

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

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

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

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

Таблиця 9.2 – Тарифи на обробку зернових вантажів [35]

Назва робіт та послуг	Вартість, Трп, грн/тонну.
Приймання з накопиченням у зерноскладах:	
з автотранспорту	172,6
Відпуск зерна	215,8
Зберігання (грошових од. за зберігання 1 тонни протягом 1 доби	5,2
Очищення зерна, грошових од./тонну/відс.	38,8
Сушіння зерна, грошових од./тонну/відсоток	43,2
Лабораторний аналіз зерна, грошових од. за один аналіз	1249,5
Оформлення складської квітанції (свідоцтва), грошових од./партія зерна	113,9

9.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства

Дані розрахунки виконують на основі специфічних для кожного підприємства тарифів на роботи та послуги. Розрахунки за даними нашого проєкту зводимо у табл. 9.3. Зазначимо, що в даному нами передбачено зберігання зерна поклажодавця та власного зерна, придбаного міні-елеватором у сільськогосподарських виробників.

Таблиця 9.3 – Обсяг реалізації послуг міні-елеватору

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, Оріп ^н , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, Трп, грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, Оріп, тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	11,2	-	
- ранніх культур:	7	-	
<i>власного, в тому числі:</i>	4,0	-	
- пшениця	2,2	132,8	292,16
- ячмінь	1,8	132,8	239,04
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	3,0		0,00
- пшениця	2,0	172,6	345,20
- ячмінь	1,0	172,6	172,60
- пізніх культур:	4,2		0,00
<i>власного, в тому числі:</i>	2,2		0,00
- кукурудза	2,2	132,8	292,16
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	2,0		0,00
- кукурудза	2,0	172,6	345,20

Відпуск зерна на автомобільний, в т.ч.	11,2	--	
- ранніх культур:	7	-	
власного, в тому числі:	4,0	-	
- пшениця	2,2	166,0	365,20
-ячмінь	1,8	166,0	298,80
поклажодавця, в тому числі:	3,0	-	
- пшениця	2,0	215,8	431,60
-ячмінь	1,0	215,8	215,80
- пізніх культур:	4,2	-	
власного, в тому числі:	2,2	-	
- кукурудза	2,2	166,0	365,20
поклажодавця, в тому числі:	2,0	-	
- кукурудза	2,0	215,8	431,60
Зберігання зерна ($C_{\text{ел}} \times 330$ діб): в тому числі:	3696	-	
власного	2046	4,0	8184,00
поклажодавця	1650	5,2	8580,00
Очищення зерна:	11,2	-	
власного	6,2	29,9	185,38
поклажодавця	5,0	38,8	194,00
Сушіння зерна ранніх культур:		-	
від вологості 17 % до 14 %	1,24	-	
власного	0,70	33,2	23,24
поклажодавця	0,54	43,2	23,33
від вологості 22 % до 14 %:	1,24	-	
власного	0,60	33,2	19,92
поклажодавця	0,64	43,2	27,65
Сушіння зерна пізніх культур		-	
від вологості 17 % до 14 %	1,5	-	
власного	0,8	33,2	26,56
поклажодавця	0,7	43,2	30,24
від вологості 22 % до 14 %:	1,5	-	
власного	1,5	33,2	49,80
Всього	-	-	21138,68
- власного	-	-	10341,46
- поклажодавця	-	-	10797,22

При визначенні кількості аналізуємих проб при прийманні зерна слід визначити кількість транспортних одиниць, що доставляють вантажі. Розрахунок роблять окремо для автомобілів, залізничних вагонів, барж і суден.

Кількість транспортних одиниць буде відповідати кількості середніх проб, які складають на кожну одиницю транспорту.

Таким чином кількість середніх проб (Т) визначають за формулою:

$$T_{\text{п}} = A_{\text{пр}} / E_{\text{т}}, \text{ од.}, \quad (9.5)$$

де $A_{\text{пр}}$ – річний обсяг зерна, доставлений на підприємство одним видом транспорту, тонн

$E_{\text{т}}$ – вантажопід'ємність однієї одиниці транспорту, тонн. Приймаємо розрахункову вантажопід'ємність автомобіля 20 тонн.

$$T_{\text{п}} = 11200 / 20 = 560 \text{ одиниць (аналізів).}$$

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

$$T_{\text{вп}} = A_{\text{впр}} / E_{\text{т}}, \text{ од.}, \quad (9.6)$$

де $A_{\text{впр}}$ – річний обсяг зерна, відвантажений підприємством, тонн

$$T_{\text{вп}} = 11200 / 20 = 560 \text{ од.}$$

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

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (T_{\text{п}} + T_{\text{вп}}) \times 1,10, \text{ од.}, \quad (9.7)$$

де 1,10 – коефіцієнт, що враховує додатковий 10% -ний резерв на випадок повторення аналізів.

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (560 + 560) \times 1,10 = 1232 \text{ од.},$$

Тоді вартість аналізів зерна ($BA_{\text{лаб}}$) за рік дорівнюватиме:

$$BA_{\text{лаб}} = \Sigma T_{\text{лаб}} \times C_{\text{лаб}}, \text{ грн.} \quad (9.8)$$

де $C_{\text{лаб}}$ – загальна середньозважена ціна лабораторного аналізу зерна, що надходить на елеватор, за всіма потрібними для даної культури стандартними показниками, грн/од. середню пробу

Кількість складських свідоцтв, які видає елеватор на партії зерна, що закладають на зберігання, буде дорівнювати :

$$N_{\text{пс}} = 330 \times P_{\text{пд}}, \text{ од.}, \quad (9.9)$$

де 330 – тривалість роботи підприємства протягом року, діб;

$P_{\text{пд}}$ – середня кількість різних партій, що надходять у добу на підприємство, од. (приймати за узгодженням з керівником дипломного проекту). $P_{\text{пд}} = 3 \text{ од.}$, в результаті:

$$N_{\text{пс}} = 330 \times 3 = 990 \text{ одиниць (свідоцтв).}$$

Таблиця 9.4– Річний обсяг реалізації послуг лабораторії елеватору

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натураль-ному ви-разі, О _{РП} ^Н , тис. од.	Тариф на роботи та послуги окре-мого виду, Т _{РП} ,грн/од.	Обсяг реаліза-ції послуг підприємства, О _{РП} , тис. грн
Лабораторний аналіз зерна, од./рік:	1,232	-	-
- власного	0,682	961,1	655,47
- поклажодавця	0,550	1249,5	687,23
Оформлення складського свідоцтва:	0,990	-	
- власного	0,548	87,6	48,00
- поклажодавця	0,442	113,9	50,34
Всього, в тому числі:	-	-	1441,04
- власного зерна	-	-	703,48
- зерна поклажодавця	-	-	737,57

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства як при здійсненні різних операцій з зерном, так і при виконанні послуг лабораторією дорівнюватиме 22579,72 тис. грн (табл. 9.5).

Таблиця 9.5 – Загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт міні-елеватора

Види робіт та послуг	Обсяг реалізації послуг та робіт підприємства, О _{РП} , тис. грн
Послуги елеватора при здійсненні різних операцій з зерном, всього, в тому числі:	21138,68
- власного зерна	10341,46
- зерна поклажодавця	10797,22
Послуги лабораторії, всього в тому числі:	1441,04
- власного зерна	703,48
- зерна поклажодавця	737,57
Всього	22579,72
- власного зерна	11044,94
- зерна поклажодавця	11534,78

9.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік

На першому етапі розраховують собівартість одиниці кожного виду робіт та послуг за наступною формулою[7]:

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

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

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

На другому етапі виконують розрахунок собівартості річного обсягу робіт та послуг (C_{PP}) за формулою:

$$C_{PP} = \sum(O_{PI}^H \times C_P^{OD}), \text{ тис. грн,} \quad (9.11)$$

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

В нашому проекті закладено середньогалузеву величину рентабельності у тариф за одиницю робіт та послуг на рівні 30 %.

Отже, собівартість приймання 1 т зерна з автомобільного транспорту:

$$C_1^{OD} = 172,6 / (1,0 + 0,3) = 132,8 \text{ грн /тонну.}$$

Подальші розрахунки собівартості є аналогічними, тому наведемо розрахунки собівартості робіт та послуг у табл. 9.6

Таблиця 9.6 – Розрахунок собівартості робіт та послуг

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, O_{PI}^H , тис. тонн	Собівартість од. робіт та послуг, C_P^{OD} , грн/тонну	Собівартість річного обсягу робіт та послуг, C_P^P , тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	11,2	-	
- <i>ранніх культур:</i>	7	-	
<i>власного, в тому числі:</i>	4,0	-	
- пшениця	2,2	132,8	292,16
- ячмінь	1,8	132,8	239,04
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	3,0		0,00
- пшениця	2,0	132,8	265,60
- ячмінь	1,0	132,8	132,80
- <i>пізніх культур:</i>	4,2		0,00
<i>власного, в тому числі:</i>	2,2		0,00
- кукурудза	2,2	132,8	292,16
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	2,0		0,00
- кукурудза	2,0	132,8	265,60
Відпуск зерна на автомобільний, в т.ч.	11,2	--	
- <i>ранніх культур:</i>	7	-	

<i>власного, в тому числі:</i>	4,0	-	
- пшениця	2,2	166,0	365,20
-ячмінь	1,8	166,0	298,80
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	3,0	-	
- пшениця	2,0	166,0	332,00
-ячмінь	1,0	166,0	166,00
- пізніх культур:	4,2	-	
<i>власного, в тому числі:</i>	2,2	-	
- кукурудза	2,2	166,0	365,20
<i>поклажодавця, в тому числі:</i>	2,0	-	
- кукурудза	2,0	166,0	332,00
Зберігання зерна (Є _{ел} x 330 діб): в тому числі:	3696	-	
<i>власного</i>	2046	4,0	8184,00
<i>поклажодавця</i>	1650	4,0	6600,00
Очищення зерна:	11,2	-	
<i>власного</i>	6,2	29,9	185,38
<i>поклажодавця</i>	5,0	29,9	149,50
Сушіння зерна ранніх культур:		-	
від вологості 17 % до 14 %	1,24	-	
<i>власного</i>	0,70	33,2	23,24
<i>поклажодавця</i>	0,54	33,2	17,93
від вологості 22 % до 14 %:	1,24	-	
<i>власного</i>	0,60	33,2	19,92
<i>поклажодавця</i>	0,64	33,2	21,25
Сушіння зерна пізніх культур		-	
від вологості 17 % до 14 %	1,5	-	
<i>власного</i>	0,8	33,2	26,56
<i>поклажодавця</i>	0,7	33,2	23,24
від вологості 22 % до 14 %:	1,5	-	
<i>власного</i>	1,5	33,2	49,80
Лабораторний аналіз зерна, од./рік:	1,232	-	
- <i>власного</i>	0,682	961,1	655,47
- <i>поклажодавця</i>	0,55	961,1	528,61
Оформлення складського свідоцтва:	0,99	-	
- <i>власного</i>	0,548	87,6	48,00
- <i>поклажодавця</i>	0,442	87,6	38,72
Всього	-	-	19918,18
- <i>власного</i>	-	-	11044,94
- <i>поклажодавця</i>	-	-	8873,24

9.5 Розрахунок прибутку

Прибуток від реалізації робіт та послуг (Π_P) нового елеватора визначають за формулою [7]:

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

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

$\Sigma C_{\text{P}}^{\text{P}}$ – сумарна річна собівартість робіт та послуг, тис. грн.

Таким чином річний прибуток від реалізації робіт та послуг (П_{P}) поклажодавцям на новоствореному міні-елеваторі буде дорівнювати:

$$\text{П}_{\text{P}} = 22579,72 - 19918,18 = 266,54 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток від продажу власного зерна ($\text{П}_{\text{P}}^{\text{B}}$) нового міні-елеватора дорівнюватиме:

$$\text{П}_{\text{P}}^{\text{B}} = \Sigma(O_{\text{РП}}^{\text{H}}_{\text{відпуску } i} \times \text{Ц}_i) - \Sigma C_{\text{P}}^{\text{B}}, \text{ тис. грн,} \quad (9.13)$$

де $O_{\text{РП}}^{\text{H}}_{\text{відп.}}$ – сумарний річний обсяг робіт з відпуску власного зерна всіх культур з елеватора в натуральному виразі, тис.тонн. Це річний об'єм відпуску власного зерна на автотранспорт ранніх та пізніх культур, якій загалом складає 4,5 тис. тонн.

Ц_i – ціна 1 тонни зерна i -тої культури, грн/тонну. Так, для Черкаської області середня ціна купівлі складає 8241 грн за 1 тонну зерна у 2025 р.

$\Sigma C_{\text{P}}^{\text{B}}$ – собівартість річного обсягу власного зерна у вартісному вигляді, тис. грн. Визначаємо її, аналогічно сумарній річній собівартості робіт та послуг. Умовно приймемо, що для власного зерна собівартість на 30 % нижче обсягів реалізації послуг підприємства, а саме:

$$\Sigma C_{\text{P}}^{\text{B}} = 6,2 \times 8241 / 1,3 = 39303,2 \text{ тис. грн.}$$

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

$$\text{П}_{\text{P}}^{\text{B}} = \Sigma O_{\text{РП}}^{\text{H}}_{\text{відпуску } i} \times \text{Ц}_{\text{ср}} - \Sigma C_{\text{P}}^{\text{B}}, \text{ тис. грн,} \quad (9.14)$$

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

$\text{Ц}_{\text{ср}}$ – середня ціна 1 тонни зерна, грн/тонну.

$$\text{П}_{\text{P}}^{\text{B}} = 6,2 \times 8241 - 39303,2 = 11791,0 \text{ тис. грн.}$$

В результаті, загальний (балансовий) прибуток підприємства (П) дорівнюватиме:

$$\text{П} = \text{П}_{\text{P}} + \text{П}_{\text{P}}^{\text{B}}, \text{ тис. грн.} \quad (9.15)$$

Підставимо у формулу (9.15) значення:

$$\Pi = 266,54 + 11791,0 = 14452,51 \text{ тис. грн.}$$

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

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

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

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

$$\text{ЧП} = 14452,51 - 0,18 \times 14452,51 = 11851,1 \text{ тис. грн.}$$

9.6 Розрахунок інвестицій

У загальному вигляді суму інвестицій (капітальних вкладень) визначають за формулою [7]:

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

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

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

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

M – вартість монтажу устаткування (15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн [7];

$V_{\text{Н}}$ – невраховані витрати (10-15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн [7];

$V_{\text{З}}$ – залишкова вартість устаткування, яке демонтують, тис. грн;

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

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

$\Delta\text{ОК}$ – приріст власних оборотних коштів, тис. грн.

У практиці проектування використовують також інший, простіший метод визначення обсягу інвестицій, який можна розрахувати за формулою [7]:

$$I = ПЗ \times I_{\text{ПИТ}}, \text{ грн.}, \quad (9.18)$$

де ПЗ – передбачена проектом місткість нового елеватора, тонн;

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

Цей укрупнений метод рекомендовано для практичного застосування в дипломному проєкті.

В нашому випадку потрібний для будівництва міні-елеватора обсяг інвестицій визначаємо укрупненим методом.

Питомі інвестиції у будівництво ($I_{\text{ПИТ}}$) прийемо на рівні 3080,0 грн на тонну місткості міні-елеватору [7].

В результаті інвестиції на будівництво дорівнюватимуть:

$$I = 11,2 \times 3080 = 34496 \text{ тис. грн}$$

9.7 Розрахунок рентабельності інвестицій

Рентабельність інвестицій на будівництво нового елеватору знаходять за формулою [7]:

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

$$R = (11851,1 : 34496) \times 100 = 34,4 \%$$

9.8 Розрахунок строку окупності інвестицій

Строк окупності інвестицій (Т) визначають за формулою:

$$T = I / \text{ЧП}, \text{ роки}, \quad (9.20)$$

де I – інвестиції (капітальні вкладення), тис. грн.

У тому випадку, коли строк окупності капітальних вкладень не перевищує чотирьох років, можна зробити висновок про їх економічну ефективність.

$$T = 34496 / 11851,1 = 2,9 \text{ роки.}$$

Строк окупності інвестицій у будівництво нового елеватору дорівнює 2,9 роки, що не перевищує нормативний термін 4 роки.

Величина строку окупності свідчить про економічну ефективність інвестицій.

9.9 Основні техніко-економічні показники проєкту

Техніко-економічні показники проєкту наведені в табл. 9.7.

Таблиця 9.7 – Основні техніко-економічні показники проєкту будівництва нового міні-елеватору

№	Найменування показника та одиниці його виміру	Величина показника
1.	Місткість елеватора, тис. тонн	11,2
2.	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн	22579,72
3.	Чисельність працівників, осіб	12
4.	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу	1881,64
5.	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн	19918,18
6.	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн	266,54
7.	Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн	11791,0
8.	Чистий прибуток, тис. грн ((п. 6+п.7) x 0,82)	11851,1
9.	Інвестиції, тис. грн	34496
10.	Строк окупності інвестицій, роки	2,9
11.	Рентабельність інвестицій, %	34,4

Висновки

Проєкт демонструє високі показники рентабельності та відносно короткий термін окупності, що свідчить про його фінансову стійкість:

Загальний обсяг інвестицій становить 34496 тис. грн. Капітальні вкладення окупаються за 2,9 року, що є відмінним показником для об'єктів агропромислової інфраструктури. Рівень рентабельності проєкту складає 34,4%, що значно перевищує середні ринкові показники та підтверджує ефективність обраної технологічної моделі.

Елеватор розрахований на інтенсивну експлуатацію, що дозволяє максимізувати прибуток і генерує стабільний чистий прибуток у розмірі 11851 тис. грн. Чистий прибуток на одну тону потужності зберігання складає понад 1000 грн. Визначена собівартість (19 918 тис. грн) у поєднанні з очікуваним прибутком свідчить про збалансовану цінову політику та оптимізацію експлуатаційних витрат.

Загальна чисельність працюючих становить 12 осіб. 80% персоналу (9 осіб) – це робітники, які безпосередньо забезпечують технологічний процес, а 20% (3 особи) — керівний склад та фахівці. Середньорічний виробіток на одного працівника становить 1881,6 т, що свідчить про високий рівень автоматизації технологічних ліній.

Виявлений в Черкаській області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна робить доцільним будівництво нового міні-елеватора місткістю 11,2 тис. тонн.

Проект є економічно доцільним та високоефективним. Він демонструє збалансоване співвідношення між витратами на будівництво та майбутніми доходами. Короткий термін окупності (трохи більше 3 років) робить цей проєкт привабливим як для власних інвестицій, так і для залучення кредитних коштів.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз сучасного стану зернової галузі та інфраструктури зберігання дозволив встановити дефіцит потужностей зберігання зерна. Через повномасштабну агресію рф Україна втратила близько 15% елеваторних потужностей. Понад 70% існуючих сховищ є застарілими. Необхідний перехід на сучасні металеві силоси з автоматизованим контролем якості. Формат міні-елеватора місткістю 11,2 тис. т є оптимальним для фермерського господарства, оскільки забезпечує автономність циклу (приймання–сушіння–зберігання). Будівництво об'єкта є повністю доцільним, оскільки потреба регіону в зерносховищах значно перевищує проєктну потужність елеватора.

2. Аналіз зернового ринку Черкаської області виявив значний дефіцит потужностей для зберігання (понад 530 тис. т). Встановлено, що будівництво міні-елеватора потужністю 11,2 тис. т є обґрунтованим рішенням для забезпечення якісного дороблення та зберігання зерна в регіоні.

3. На основі розроблених технологічних рішень та проведених розрахунків встановлено:

Для забезпечення потужності 50 т/год обрано комплекс обладнання, що включає скальператор А1-БЗО, сепаратор А1-БСХ-50 та зерносушарку ДСП-25. Це дозволяє здійснювати повний цикл обробки зерна в потоці.

Проєктом передбачено 6 силосів СМВУ.110.13.К45.В12.А загальною місткістю 11,2 тис. т, що забезпечує надійне тривале зберігання з активною вентиляцією.

Розроблена технологічна схема міні-елеватора забезпечує гнучкість операцій: можливість одночасного приймання, сушіння та відвантаження зерна без перехрещення потоків, що мінімізує енерговитрати.

Визначено оптимальні розміри робочої башти та приймально-відпускних пристроїв у плані. Висоти поверхів башти розраховані з урахуванням габаритів норій НЦК-50 та забезпечення необхідних кутів нахилу самопливних труб (не менше 36–45°) для безперебійного руху зерна. Сформована робоча схема руху зерна та відходів дозволяє ефективно

розділяти основний продукт та побічні фракції, спрямовуючи останні у відповідні накопичувальні бункери.

4. Проведено розрахунок активної та повної потужності трансформаторної підстанції. Впроваджено заходи з компенсації реактивної потужності та обрано оптимальні перерізи кабелів, що дозволяє знизити питомі витрати електроенергії на тонну обробленого зерна.

5. Розроблено системи аспірації для норій НЦК-50 та конвеєрів КСЛ. Розраховані параметри мереж забезпечують ефективне пилозатримання, що відповідає нормам вибухобезпеки та екологічним стандартам підприємства.

6. Описано генплан об'єкта з раціональним розміщенням робочої башти, силосних корпусів та допоміжних споруд. Будівельні рішення прийняті з урахуванням геологічних умов Черкащини та навантажень від технологічного обладнання.

7. Проведено аналіз потенційних небезпек (пил, рухомі механізми, шум). Передбачено комплекс засобів захисту працюючих, заходи пожежної безпеки та систему сигналізації, що мінімізує ризики виробничого травматизму.

8. Досліджено розподіл підприємств галузі зберігання зерна в Україні. Виявлено тенденцію до зростання сектору малих елеваторів фермерського типу, що підтверджує актуальність обраного напрямку проектування.

9. Проєкт демонструє високу ефективність: при обсязі інвестицій 34,5 млн грн, чистий прибуток становить 11,85 млн грн на рік. Проєкт має термін окупності 2,9 року та рівень рентабельності 34,4%, що свідчить про його фінансову стійкість.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Понад 15% зерносховищ Україна втратила внаслідок війни [Електронний ресурс] / <URL: <https://agrotimes.ua/elevator/ponad-15-zernoshovyshh-ukrayina-vtratyla-vnaslidok-vijny/>> (дата звернення: 8.04.2026).
2. В Україні дефіцит елеваторів. Чи буде куди складати новий врожай? [Електронний ресурс] / <URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/v-ukraini-deficit-elevatoriv-ci-bude-kudi-skladati-novij-vrozaj>> (дата звернення: 10.04.2026).
3. Практикум «Елеватор-2022: формула успіху» [Електронний ресурс] / <URL: <https://www.grainexpo.com.ua/praktikum-elevator-2022-formula-efektivnosti-2/>> (дата звернення: 10.04.2026).
4. Агробізнес-Україна [Електронний ресурс] / <URL: <https://agrobusiness.com.ua/maiemo-dopomahaty-ahrarii-am-operatyvno-vyrishuvaty-problemu-z-nestacheiu-elevatornykh-potuzhnostei>> (дата звернення: 8.04.2026).
5. Особливості зберігання зерна в різних типах зерносховищ [Електронний ресурс] / <URL: <http://voldpss.gov.ua/viewNews/osoblyvosti-zberihannia-zerna-v-riznykh-typakh-zerno/>> (дата звернення: 8.04.2026).
6. Міні елеватор – майбутнє прогресивного фермерства [Електронний ресурс] / <URL: <https://gmt.net.ua/novini/fermerskiy-mini-elevator-2/>> (дата звернення: 10.04.2026).
7. Методичні вказівки до виконання розділів "Техніко-економічне обґрунтування", "Техніко-економічні показники" дипломного проекту на тему: "Будівництво нового елеватора" [Електронний ресурс] : для студентів освітнього рівня "бакалавр" і "магістр" спец. 181 "Харчові технології" галузі знань "Виробництво та технології" освітніх програм "Технології зберігання і переробки зерна", "Кормова біоінженерія", " ден. та заоч. форми навчання / Н. Й. Басюркіна, Л. Д. Дмитренко, Т. В. Свистун ; відп. за вип. Н. Й. Басюркіна ; Каф. управління бізнесом. – Одеса : ОНАХТ, 2019. – 30 с.

8. Держстат <https://stat.gov.ua/> (дата звернення: 15.03.2026).

9 Збитки елеваторної галузі України через війну оцінюють в мільярд доларів – KSE <https://latifundist.com/novosti/69601-zbitki-elevatornoyi-galuzi-ukrayini-cherez-vijnu-otsinyuyut-v-milyard-dolariv--kse> (дата звернення: 15.03.2026).

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

11. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з освітнього компонента "Проєктування підприємств галузі з КП" [Електронний ресурс] : для здобувачів СВО "Бакалавр" зі спец. G13 "Харчові технології" галузі знань G "Інженерія, виробництво та будівництво" освітньо-професійної програми "Технології зберігання і переробки зерна" ден. і заоч. форм навч. / Л. Д. Дмитренко, Т. В. Страхова, А. К. Кац, Г. М. Станкевич ; відп. за вип. А. В. Макаринська ; Каф. ТЗіК. – Одеса : ОНТУ, 2025. – 63 с.

12. Станкевич Г.М., Страхова Т.В., Атаназевич В.І. Сушіння зерна. К.: Либідь, 1997. 320 с.

13. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Технологія зберігання та сушіння зерна". Розділ "Технологія елеваторної галузі" [Електронний ресурс] : для студентів СВО "Бакалавр" освіт.-проф. програми "Технології зберігання і переробки зерна" зі спец. 181 "Харчові технології" галузі знань 18 "Виробництво та технології" ден. і заоч. форм навчання / Г. М. Станкевич, А. К. Кац, Л. Д. Дмитренко ; відп. за вип. А. В. Макаринська ; Каф. технології зерна і комбікормів. – Одеса : ОНТУ, 2022. – 46 с.

14. Конспект лекцій з курсу "Технологія зберігання та сушіння зерна", розділ "Технологія елеваторної галузі" [Електронний ресурс] : для студентів спец. 181 "Харчові технології" ден. та заоч. форм навчання / А. К. Кац, Г. М. Станкевич, Л. К. Овсянникова ; відп. за вип. Г. М. Станкевич ; Каф. технології зберігання зерна. – Одеса : ОНАХТ, 2020. – 47 с.

15. Методичні вказівки до виконання практичних занять з курсу "Контроль якості та безпеки харчової продукції та сировини" [Електронний ресурс]: для студентів, що навчаються за СВО "Бакалавр" освіт.-проф. програм "Економіка підприємства", "Міжнародна торгівля зерном" та "Управління бізнесом", спец. 076 "Підприємництво, торгівля та біржова діяльність", галузі знань 07 "Управління та адміністрування", ден. та заоч. форм навчання / Л. Д. Дмитренко, Л. К. Овсянникова, І. С. Калмикова ; відп. за вип. Г. М. Станкевич ; Каф. технології зберігання зерна. – Одеса : ОНАХТ, 2020. – 50 с.

16. Про затвердження Інструкції про ведення обліку й оформлення операцій із зерном і продуктами його переробки на хлібоприймальних та зернопереробних підприємствах : Наказ Міністерства аграрної політики України від 13 жовт. 2008 р. № 661 (скасовано згідно з Розпорядженням КМ № 166-р від 10.03.2017). *Офіційний вісник України*. 2008. № 89. С. 98. ст. 2993.

17. Карлівський машинобудівний завод <https://kmzindustries.ua/>

18. Система управління мініелеватором і зерноприймальним пунктом <https://kck.ua/applications/sistema-upravlinnya-minielevatorom-i-zernoprijmalnim-punktom-dlya-chajnikiv> (дата звернення: 3.05.2026).

19. Автоматизація елеваторів: у чому її суть і що це дасть у реальному житті. <https://elevatorist.com/blog/read/795-avtomatizatsiya-elevatoriv-u-chomu-yiyi-sut-i-scho-tse-dast-u-realnomu-jitti-ch-1> (дата звернення: 5.05.2026).

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

21. Мазепа С.С., Марущак Я.Ю., Куцик А.С. Електрообладнання промислових підприємств К. Магнолія, 2019. 260 с.

22. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Вентиляційні установки» при проектуванні або реконструкції підприємств по збереженню і переробці зерна. Укладачі О.І. Гапонюк, Г.А. Гончарук, А.В. Ульяницький: ОНАХТ, 2014р. с.28.

23. Рекомендації щодо компонування та розрахунків аспіраційних установок [Електронний ресурс] /

<https://www.metallum.com.ua/ua/blog/rekomendaczii-po-raschetu-aspiraczionnyix-ustanovok/rekomendaczii-po-komponovke-i-raschetam-aspiraczionnyix-ustanovok> (дата звернення: 28.04.2026).

24. Правила проектування та налагодження аспіраційних і пневмотранспортних установок підприємств по збереженню та переробці зерна /О.І. Гапонюк, Є.А. Дмитрук, В.І. Квітинський, О.Н. Гоф, Н.М. Опря/ Зернова столиця, Одеса-Київ. 2012. с. 130

25. Голінько В.І. Г 60 Основи охорони праці: підручник. М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т– Донецьк: НГУ, 2014. 271 с.

26. Лисюк В.М., Фесенко О.О. Основи охорони праці: навчальний посібник. Одеська національна академія харчових технологій, 2017. 153 с

27. Фесенко О.О., Лисюк В.М., Сахарова З.М. Охорона праці та цивільний захист в галузі (Модуль 1 – Охорона праці в галузі): Навчальний посібник. Одеська національна академія харчових технологій, 2017. 115 с.

28. Що таке елеватор. Якими бувають? Сайт журналу «Нове століття» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://nsplus.com.ua/stati-ua/shho-take-elevator-i-yakimi-buvayut> (дата звернення: 11.10.2025).

29. Що таке елеватор? Сайт журналу «Вінниця.info» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.vinnitsa.info/news/shcho-take-elevator.html> (дата звернення: 11.10.2025).

30. Сайт журналу «Аналитприбор» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://analit-pribor.com.ua/uk/developments/yak-praczyuye-elevator/> (дата звернення: 10.10.2025).

31. Елеватори Хмельниччини підозрюють у завищенні цін на послуги – АМКУ Сайт журналу «Agravery» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agravery.com/uk/posts/show/elevatori-hmelniccini-pidozruut-u-zavisenni-cin-na-poslugi-amku> (дата звернення: 10.10.2025).

32. Карта елеваторів. Сайт «sho-tam» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sho-tam.com.ua/uk/fs/capacity-max-is-1000000/> (дата звернення: 11.10.2025).

33. Топ-15 компаній за елеваторними потужностями у 2021 р. Сайт «elevatorist.com» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://elevatorist.com/rating/top-15-kompaniy-zaelevatornimi-potujnostyami-u-2021-r> (дата звернення: 10.10.2025).

34. В Україні будують два нових елеватори. Сайт «landlord.ua» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://landlord.ua/news/v-ukraini-buduiut-dva-novykh-elevatory/> (дата звернення: 11.10.2025).

35. Елеваторні послуги. Сайт «alebor.com» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://alebor.com/prices/> (дата звернення: 12.10.2025).