

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



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

на тему

«БУДІВНИЦТВО МАСЛОПРЕСОВОГО ЗАВОДУ ПРОДУКТИВНІСТЮ 500 Т/ДОБУ В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Здобувача	Прокіпчука О.О.
4 курсу, групи	ТЗХ – 42 а
Керівник	доц. Бордун Т.В.
Консультанти:	проф. Басюркіна Н.Й., доц. Гончарук Г.А., доц. Штепа Є.П.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 03.06.2024 р., протокол № 7.

Завідувачка кафедри ТЗіК _____ Макаринська А.В.

Одеса – 2024 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	Технології зерна і зернового бізнесу
Кафедра	Технології зерна і комбикормів
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Спеціальність	181 «Харчові технології»
Освітня програма	«Технології зберігання і переробки зерна»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Макаринська

Алла Василівна

« 23 » жовтня 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Прокіпчука Олександра Олександровича

1. Тема роботи Будівництво маслопресового заводу продуктивністю 500 т/добу в Харківській області

Затверджена наказом університету від 23.10.2023 р. наказ № 607-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 03 червня 2024 р.

3. Вихідні дані роботи

матеріали переддипломної практики

4. Перелік питань, які потрібно розробити

техніко-економічне обґрунтування, науково-технологічна частина (фізична сутність процесу вилучення олії пресуванням; фактори, які впливають на глибину вилучення олії у процесі пресування; характеристика сировини і готової продукції; аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями; розрахунок обладнання приймально-відпускних пристроїв, ємності складів для зберігання сировини та готової продукції, розрахунок технологічного, транспортного обладнання, ємності оперативних бункерів; проектування внутрішньоцехової комунікації; технохімічний та технологічний контроль виробництва), розрахунок вентиляційного обладнання, електропостачання та енергозбереження, охорона праці, техніко-економічні показники

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

Схема технологічного процесу (б/м) – 1 аркуш

Плани поверхів (М 1:50) – 4 аркуші

Розрізи (поздовжній, поперечний, М 1:50) – 3 аркуші

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування Техніко-економічні показники	Басюркіна Н.Й., проф, д.е.н.		
Розрахунок вентиляційного обладнання	Гончарук Г.А., доц., к.т.н.		
Електропостачання та енергозбереження	Штепа Є.П. доц., к.т.н.		
Охорона праці	Бордун Т.В., доц., д.т.н.		

7. Дата видачі завдання _____ 23 жовтня 2023 р. _____
Керівник _____ Бордун Т.В.
Завдання прийняв до виконання _____ Прокіпчук О.О.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Техніко-економічне обґрунтування	14.03.2024 – 20.03.2024	
2.	Науково-технологічна частина	21.03.2024– 31.03.2024	
3.	Вибір розташування обладнання, комунікація	01.04.2024 – 30.04.2024	
4.	Технохімічний та технологічний контроль виробництва	01.05.2024 – 04.05.2024	
5.	Вентиляційні установки	05.05.2024 – 16.05.2024	
6.	Електрозабезпечення та енергозбереження	17.05.2024 – 21.05.2024	
7.	Графічне виконання проєкту	25.04.2024 – 02.06.2024	
8.	Техніко-економічні показники	22.05.2024 – 02.06.2024	
9.	Затвердження проєкту	03.06.2024 – 16.06.2024	
10.	Захист проєкту	17.06.2024 – 20.06.2024	

Здобувач – дипломник _____ Прокіпчук О.О.
Керівник роботи _____ Бордун Т.В.

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 – дипломник Прокіпчук О.О. _____

Анотація

Тема: «Будівництво маслопресового заводу продуктивністю 500 т/добу в Харківській області».

Мета: повоєнне відновлення регіону шляхом збільшення прибутку підприємств переробної галузі та за рахунок виробництва, реалізації соняшникової олії, макухи і лушпиння з послідуочим забезпеченням продовольчої безпеки країни у розрізі харчової і кормової галузей.

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи включає вступ, шість розділів, список використаних літературних джерел та висновки. У першому розділі проведено техніко-економічне обґрунтування проєкту будівництва маслопресового заводу в Харківській області.

У другому розділі розглянуто фізичну сутність процесу вилучення олії пресуванням та характеристику факторів, які впливають на глибину вилучення олії у процесі пресування, характеристику сировини та готової продукції. У розділі також наведено аналіз схеми технологічного процесу переробки насіння соняшнику з одержанням соняшникової олії та макухи; проведено розрахунок приймально-відпускних пристроїв, ємності силосів для зберігання сировини та готової продукції, технологічного обладнання, ємності оперативних бункерів, транспортного обладнання; представлена внутрішньоцехова комунікація; технохімічний та технологічний контроль виробництва.

У третьому розділі проведено розрахунок вентиляційного обладнання маслопресового заводу. У четвертому розділі розглянуто аспекти електропостачання та енергозабезпечення. У п'ятому розділі розглянуто заходи з охорони праці. У шостому розділі показана оцінка економічної ефективності інвестицій у будівництво маслопресового заводу.

Кваліфікаційну роботу оформлено у 2 частинах:

1 частина – пояснювальна записка, яка викладена на 116 аркушах друкованого тексту, містить 34 таблиці, 9 рисунків, список літератури включає 28 найменувань;

2 частина – графічна, представлена на 8 аркушах формату А1: схема технологічного процесу переробки насіння соняшнику з одержанням соняшникової олії та макухи – 1 аркуш (б/м), плани поверхів – 4 аркуші (М 1:50), розрізи (поздовжній і поперечний) – 3 аркуші (М 1:50).

ВИТЯГ

з протоколу засідання кафедри технології зерна і комбікормів
протокол №7 від 03 червня 2024 року

ПРИСУТНІ: д.т.н., проф. Єгоров Б.В., д.б.н., проф. Левицький А.П., д.т.н., проф. Станкевич Г.М., д.т.н., доц Макаринська А.В., к.т.н., доц. Страхова Т.В., к.т.н., доц. Дмитренко Л.Д., к.т.н., доц. Лапінська А.П., к.т.н., доц. Борта А.В., к.т.н., доц. Кац А.К., к.т.н., доц. Бордун Т.В., к.т.н., доц. Турпурова Т.М., к.т.н., доц. Ворона Н.В., к.т.н., доц. Валевська Л.О., к.т.н., доц. Фігурська Л.В., к.т.н., доц. Чернега І.С., к.т.н., доц. Цюндик О.Г., к.т.н., доц. Соколовська О.Г., зав. лаб. Луніна В.Ю., зав. лаб. Щербатюк С.І., зав. лаб. Луніна Л.О.

СЛУХАЛИ: звіт доц. Бордун Т.В. про перевірку на академічну доброчесність кваліфікаційної роботи здобувача СВО «Бакалавр» Прокіпчука Олександра Олександровича, тема: «Будівництво маслопресового заводу продуктивність 500 т/добу в Харківській області». На перевірку надавались наступні розділи: техніко-економічне обґрунтування роботи, наукова частина; інші розділи пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи, враховуючи їх ідентичність, не проходили перевірку, так як всі методики та розрахунки наведені у цих розділах виконуються відповідно до методичних вказівок, та нормативної документації. Перевірка проводилась за допомогою сервісу для запобігання плагіату PLAG.COM.UA. За результатами перевірки унікальність тексту кваліфікаційної роботи становить 73 %.

УХВАЛИЛИ: звіт доц. Бордун Т.В. про перевірку на академічну доброчесність кваліфікаційної роботи здобувача СВО «Бакалавр» Прокіпчука Олександра Олександровича, тема: «Будівництво маслопресового заводу продуктивність 500 т/добу в Харківській області» затвердити та рекомендувати до захисту на засіданні екзаменаційної комісії №29.

Зав. кафедри ТЗіК,
д.т.н., доц

Алла МАКАРИНСЬКА

Секретар кафедри ТЗіК,
к.т.н., доц.

Тетяна ТУРПУРОВА

Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1 Техніко-економічне обґрунтування проєкту будівництва маслопресового заводу в Харківській області	9
1.1 Аналіз українського ринку соняшнику та соняшникової олії....	9
1.2 Мета і гіпотеза проєктування, результати, які очікуються.....	19
Розділ 2 Науково-технологічна частина.....	20
2.1 Фізична сутність процесу вилучення олії пресуванням та характеристика факторів, які впливають на глибину вилучення олії у процесі пресування.....	20
2.2 Характеристика сировини та готової продукції.....	30
2.3 Аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу переробки насіння соняшнику в олію з технічними пропозиціями..	33
2.4 Розрахунок обладнання приймально-відпускних пристроїв.....	35
2.5 Розрахунок ємності силосів для зберігання сировини і готової продукції.....	38
2.6 Розрахунок технологічного обладнання.....	41
2.7 Розрахунок ємності оперативних бункерів.....	48
2.8 Розрахунок транспортного обладнання.....	52
2.9 Оформлення відомості руху продуктів за схемою технологічного процесу виробництва готової продукції.....	54
2.10 Технохімічний та технологічний контроль виробництва.....	60
Розділ 3 Розрахунок вентиляційного обладнання маслопресового заводу..	63
3.1 Мета і задачі вентиляційних установок.....	63
3.2 Особливості проєктування аспіраційних установок маслопресових заводів.....	65
3.3 Основні принципи компонування аспіраційних установок.....	67
3.4 Огляд основних методів розрахунку аспіраційних мереж.....	69
3.5 Розрахунок локального фільтра та фільтра-циклона.....	72
3.6 Проєктування, підбір та установка локальних фільтрів за аеродинамічними показниками.....	73

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.2.3		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Прокіпчук О.О.			Будівництво маслопресового заводу продуктивністю 500 т/добу в Харківській області		
Керівник		Бордун Т.В.					
Консульт.							
Зав.каф.		Макаринська А.В.					
Н.контр.							
					Літ.	Арк.	Аркушів
						5	116
					ОНТУ 2024		

3.7 Принцип роботи високоефективних локальних фільтрів ZEO-FG і ZEO-FV.....	73
3.8 Режим очистки.....	73
3.9 Розрахунок аспіраційної мережі для аспірації просіювальної машини УЗ-ДМП-15А.....	75
3.10 Аспірація норії Е-50 (у кількості трьох штук).....	78
3.11 Розрахунок насінневійок НВХ №1-6.....	79
3.12 Аспірація конвеєра скребкового КСТ-200 (у кількості 15 штук).....	82
Розділ 4 Електропостачання та енергозбереження.....	84
4.1 Мета та задачі проектування.....	84
4.2 Визначення розрахункової активної потужності підприємств...	84
4.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності.....	85
4.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності.....	87
4.5 Техніко-економічне порівняння роботи силових трансформаторів.....	88
4.6 Вибір перерізу жил та марки кабелю.....	90
4.7 Річні витрати електроенергії та їх економія.....	91
Розділ 5 Охорона праці.....	94
Розділ 6 Оцінка економічної ефективності інвестиційного проекту будівництва маслопресового заводу.....	106
6.1 Розрахунок необхідної суми інвестицій на будівництво.....	106
6.2 Розрахунок виробничої програми.....	108
6.3 Розрахунок собівартості продукції.....	108
6.4 Розрахунок річного обсягу реалізованої продукції та прибутку від реалізації продукції.....	111
6.5 Оцінка економічної ефективності інвестицій у будівництво заводу.....	112
Висновки та технічні пропозиції.....	113
Список літератури.....	114

Вступ

Виробництво рослинної олії є однією із стратегічних галузей народного господарства України і становить вагомую частку у секторі її продовольчої безпеки. Підприємства цієї галузі входять у першу п'ятірку харчової промисловості за обсягами виробництва та представляють важливий сектор переробної промисловості. Рослинна олія займає провідне місце в харчуванні населення і є ключовим продуктом на споживчому ринку. Україна є однією з провідних країн у вирощуванні соняшнику та лідером у переробці та експорті соняшникової олії, макухи та шроту.

Розвиток переробки соняшнику в Україні набув активного ходу наприкінці 1990-х років. Одним із каталізаторів стало введення мита на експорт соняшнику, що спонукало компанії до внутрішньої переробки. У цей період як українські, так і міжнародні гравці, такі як Cargill, Bunge, ADM, почали будувати нові заводи в Україні та активно просувати українську соняшкову олію на світових ринках [1-3].

Починаючи з 2000 року, загальні потужності з переробки соняшнику в Україні вирости в семиразовий масштаб. Наприклад, у 2012 році вони становили 12 млн тонн, у середині 2014 року – 14,5 млн тонн, а до кінця 2016 року – майже 18,5 млн тонн. На початку 2022 року ця цифра перевищила позначку в 20 млн тонн. Хоча після 2016 року потужності продовжували зростати, вони вже були на надмірному рівні, що призвело до значного поглиблення конкуренції між переробниками та зниження їхньої прибутковості.

За останні п'ятнадцять років соняшник став однією з найбільш прибуткових культур для українських фермерів, особливо через його стійкість до нестачі вологи в ґрунті порівняно з іншими культурами. Це призвело до майже безперервного зростання посівних площ під соняшником, які досягли 6,6 млн гектарів у 2021 році. Традиційно, південні та східні області України є ключовими регіонами для вирощування соняшнику, де частка цієї культури в сівозміні фермерів стабільно перевищує 30 %. У 2021 році більше ніж 40 % посівних площ під соняшником в Україні припадало на ТОП-5 областей: Кіровоградську, Дніпропетровську, Харківську, Запорізьку та Миколаївську. Останнім часом загальне збільшення площ під цією культурою відбувається за рахунок регіонів, де історично соняшник майже

не вирощували – в північних та західних областях. Наприклад, на Сумщині та Чернігівщині частка соняшника в сівозміні 2021 року перевищила 20 % [1, 2].

У 2019 році Україна досягла історичного максимуму врожайності соняшнику, що склала 2,57 тонни на гектар, тоді як найбільший врожай української історії загалом був зібраний у 2021 році, становлячи 16,4 млн тонн за офіційними даними.

В 2022 році російське вторгнення суттєво вплинуло на обсяги посівних площ і загальний врожай соняшнику в Україні. Загальні посівні площі зменшилися з 6,6 млн гектарів у 2021 році до 4,8 млн гектарів.

Соняшникова олія займає четверте місце за обсягами виробництва серед рослинних олій у світі (після соєвої, пальмової та рапсової), з часткою близько 10 %. За даними USDA, у сезоні 2021/22 світове виробництво соняшникової олії склало 19,8 млн т, порівняно з 19 млн т у попередньому сезоні [1].

Попри повномасштабне російське вторгнення, Україна продовжує утримувати позицію найбільшого світового експортера соняшникової олії. Виробництво соняшникової олії в 2022/23 маркетинговому році досягло мінімального рівня за останні 8 сезонів, склавши 4,9 млн тонн. Це зменшення виробництва було спричинене низьким урожаєм соняшнику у 2022 році, високими темпами експорту олійної продукції та систематичними перешкодами у роботі «зернового коридору», що збільшує навантаження на порти Дунаю та суттєво уповільнює внутрішній ринок.

Незважаючи на це, в поточному сезоні Україна залишається одним з провідних постачальників соняшникової олії на світовому ринку. Протягом вересня-травня 2022/23 маркетингового року з України було експортовано 4,2 млн тонн соняшникової олії, що на 19 % перевищує показник попереднього сезону, але становить один із найнижчих обсягів з 2018/19 маркетингового року [2].

У сезоні 2023/24 очікується зростання питомої ваги місцевих гравців середнього рівня на ринку. Ці компанії, такі як ViOil, Оліяр, Allseeds, Градолія, Ніжинський ОЕЗ, розташовані у відносно безпечних регіонах і можуть скористатися цими конкурентними перевагами. Проте, у більш довгостроковій перспективі міжнародні гравці повернуться на ринок, що призведе до збільшення конкуренції серед переробників [1-3].

Розділ 1 Техніко-економічне обґрунтування проєкту будівництва маслопресового заводу в Харківській області

1.1 Аналіз українського ринку соняшнику та соняшникової олії

Попри повномасштабне російське вторгнення, Україна продовжує утримувати позицію найбільшого світового експортера соняшникової олії. У 2021 році Україна збрала рекордний врожай соняшнику. За офіційними даними, він склав 16,4 млн тонн, а за неофіційними даними компанії Кернел – 16,9 млн тонн, що перевищує показник попереднього року більш ніж на 3 млн тонн.

Враховуючи високий попит на соняшникову олію на глобальному ринку та зростання світових цін, очікувалося, що в сезоні 2021/22 Україна поб'є свої попередні рекорди з виробництва та експорту олії. Проте, через повномасштабне російське вторгнення, українські чорноморські порти були заблоковані, а більшість підприємств з переробки соняшнику припинили роботу. У зв'язку з цим, переробники та експортери змушені були зосередитися на створенні нових логістичних шляхів для експорту продукції.

У 2022 році, вперше за багато років, Україна стала значним експортером соняшнику. Через загальну невизначеність фермери прагнули якомога швидше продати врожай, щоб не залежати від ситуації з експортними шляхами. Відкриття «зернових коридорів» через частину українських чорноморських портів у серпні 2022 року суттєво покращило ситуацію з експортом. За підсумками 2022 року загальний український експорт соняшникової олії склав 4,3 млн тонн на суму \$5,5 млрд (у 2021 році – 5,1 млн тонн на \$6,4 млрд). Україна продовжує бути провідним світовим виробником та експортером соняшникової олії.

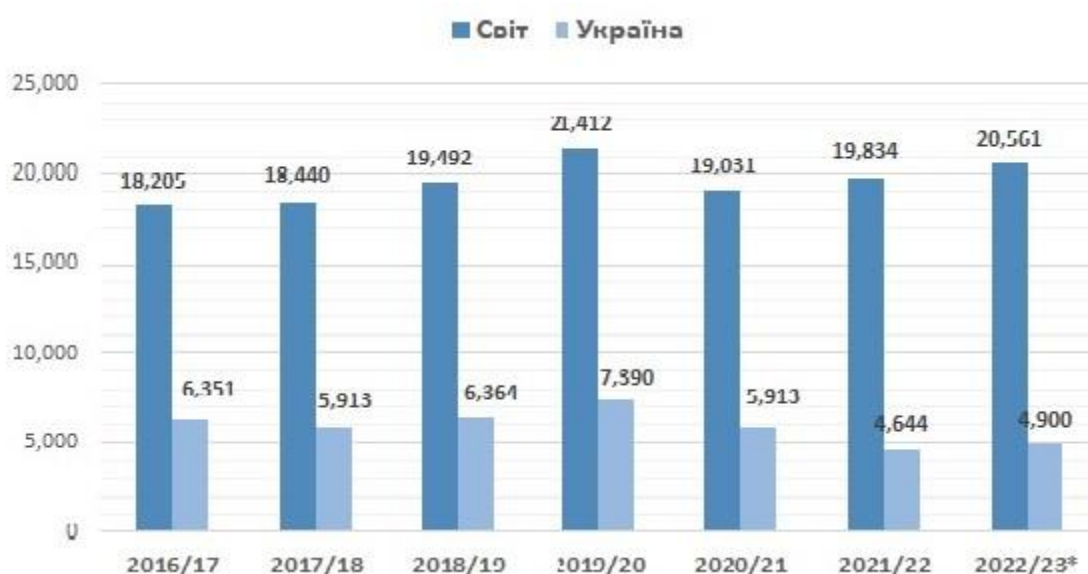
Соняшникова олія займає четверте місце за обсягами виробництва серед рослинних олій у світі (після соєвої, пальмової та рапсової), з часткою близько 10 %. За даними USDA, у сезоні 2021/22 світове виробництво соняшникової олії склало 19,8 млн т, порівняно з 19 млн т у попередньому сезоні [1].

Виробництво соняшникової олії в 2022/23 маркетинговому році досягло мінімального рівня за останні 8 сезонів, склавши 4,9 млн тонн (рис. 1.1). Це

					КРМ.ТЗіК.1.607-03.2.3			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Прокіпчук О.О.			Будівництво маслопресового заводу продуктивністю 500 т/добу в Харківській області	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Бордун Т.В.					9	11
<i>Консульт.</i>		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ 2024		
<i>Зав.каф.</i>		Макаринська А.В.						
<i>Н.контр.</i>								

зменшення виробництва було спричинене низьким урожаєм соняшнику у 2022 році, високими темпами експорту олійної продукції та систематичними перешкодами у роботі «зернового коридору», що збільшує навантаження на порти Дунаю та суттєво уповільнює внутрішній ринок.

Незважаючи на це, в поточному сезоні Україна залишається одним з провідних постачальників соняшникової олії на світовому ринку. Протягом вересня-травня 2022/23 маркетингового року з України було експортовано 4,2 млн тонн соняшникової олії, що на 19 % перевищує показник попереднього сезону, але становить один із найнижчих обсягів з 2018/19 маркетингового року [2].



*-джерело – дані USDA, виробництво в сезоні 2022/23 в Україні - оцінка ShareUAPotential

Рис. 1.1 – Виробництво соняшникової олії у світі та Україні (2016/17 – 2022/23)

Основними країнами-виробниками соняшникової олії були росія (5,8 млн т, +0,7 млн т порівняно з попереднім сезоном), Україна (4,6 млн т, –1,3 млн т) та ЄС (4,4 млн т, +1 млн т). Незважаючи на зменшення виробництва та експорту, в сезоні 2021/22 Україна залишилася найбільшим світовим експортером соняшникової олії з показником 4,5 млн т (в маркетинговому році 2020/21 – 5,3 млн т), росія експортувала 3,1 млн т, а інші країни разом – 3,5 млн т. У сезоні 2021/22 частка України в глобальному експорті соняшникової олії становила більше 40 %.

Основними країнами-імпортерами соняшникової олії є ЄС, Індія та Китай. Світові ціни на соняшкову олію зазвичай змінюються у відповідності до загальних тенденцій на інші сировинні товари, такі як соя, зернові та пальмова олія. Ціни значно зросли протягом 2020 року та першої половини 2021 року, після чого відбулася корекція. Проте, з початку 2022 року ціни знову різко зросли через повномасштабне російське вторгнення в Україну (рис. 1.2) [1-3].



*-джерело – [Trading Economics](https://tradingeconomics.com), соняшникова олія - помаранчевий колір, пальмова олія - зелений колір, кукурудза - синій колір

Рис. 1.2 – Світові ціни на соняшкову олію, пальмову і кукурудзяну олії

У табл.1.1 наведено інформацію про посівні площі соняшнику в Україні, його врожайність та загальний одержаний урожай починаючи з 2005 року.

Таблиця 1.1 – Вирощування соняшнику в Україні [1, 4]

Рік	Площа, тис. га	Врожайність, т/га	Врожай, тис. т
1	2	3	4
2005	3 743	1,26	4 706
2006	3 964	1,34	5 324
2007	3 604	1,16	4 174
2008	4 306	1,52	6 526
2009	4 232	1,50	6 364
2010	4 572	1,48	6.772
2011	4 739	1,83	8 671
2012	5 194	1,61	8 387
2013	5 051	2,19	11 051

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4
2014	5 257	1,93	10 134
2015	5 105	2,19	11 165
2016	6 073	2,24	13 627
2017	6 034	2,03	12 236
2018	6 117	2,32	14 165
2019	5 928	2,57	15 254
2020	6 457	2,03	13 110
2021	6 622	2,46	16 392
2022	4 817	2,17	10 473

*-джерело – офіційні дані, в той час як згідно інформації зі звітів групи Кернел, офіційна статистика недооцінює щорічний врожай на 0,5-1,5 млн т

За останні п'ятнадцять років соняшник став однією з найбільш прибуткових культур для українських фермерів, особливо через його стійкість до нестачі вологи в ґрунті порівняно з іншими культурами. Це призвело до майже безперервного зростання посівних площ під соняшником, які досягли 6,6 млн гектарів у 2021 році. Традиційно, південні та східні області України є ключовими регіонами для вирощування соняшнику, де частка цієї культури в сівозміні фермерів стабільно перевищує 30 %.

У 2021 році більше ніж 40 % посівних площ під соняшником в Україні припадало на ТОП-5 областей: Кіровоградську, Дніпропетровську, Харківську, Запорізьку та Миколаївську. Проте, декілька років тому стало очевидно, що в цих «базових» регіонах частка соняшнику в сівозміні досягла максимуму, і подальше зростання посівних площ вже не очікується. Останнім часом загальне збільшення площ під цією культурою відбувається за рахунок регіонів, де історично соняшник майже не вирощували – в північних та західних областях. Наприклад, на Сумщині та Чернігівщині частка соняшника в сівозміні у 2021 році перевищила 20 % [1, 2].

У 2019 році Україна досягла історичного максимуму врожайності соняшнику, що склала 2,57 тонни на гектар, тоді як найбільший врожай української історії загалом був зібраний у 2021 році, становлячи 16,4 млн тонн за офіційними даними.

У 2022 році російське вторгнення суттєво вплинуло на обсяги посівних площ і загальний врожай соняшнику в Україні. Загальні посівні площі зменшилися з 6,6 млн гектарів у 2021 році до 4,8 млн гектарів.

У розрізі посівних площ соняшнику в 2022 році порівняно з 2021 роком статистика за областями наведена у табл. 1.2 [1].

Таблиця 1.2 – Статистика за областями у розрізі посівних площ соняшнику
2021-2022 рр.

Регіон	Площа 2021, тис. га	Площа 2022, тис. га	Зміна, тис. га
Дніпропетровська	608	556	-52
Кіровоградська	608	603	-5
Харківська	582	240	-342
Запорізька	535	71	-465
Миколаївська	518	364	-154
Луганська	442	0	-442
Одеська	416	399	-17
Полтавська	388	434	46
Донецька	358	99	-259
Херсонська	349	0	-349
Інші	1818	2059	199
Всього	6622	4825	-1840

Посівні площі соняшнику, як можна бачити, скоротилися в основному тільки у тих областях, які були частково або повністю окуповані росією протягом першої половини 2022 року (втрата 2 млн га в шести областях). У інших регіонах України навпаки, площі під соняшником збільшилися.

У новому вегетаційному сезоні, у зв'язку з недостатнім обсягом азотних добрив, який був на початку 2023 року в Україні, можна очікувати, що деякі фермери скоротять площі, під кукурудзу, що є культурою з високими вимогами до азотних добрив. У той же час, площі під соєю та соняшником, навпаки, можуть збільшитися порівняно з роком 2022 [1-3].

Якщо говорити про більш далекі перспективи, то моливо, 6-7 млн гектарів – це той максимальний обсяг посівних площ під соняшник в Україні, який відповідає нормальній системі сівозміни і якого повинні дотримуватись вітчизняні фермери.

Розвиток переробки соняшнику в Україні набув активного ходу наприкінці 1990-х років. Одним із каталізаторів стало введення мита на експорт соняшнику, що спонукало компанії до внутрішньої переробки. У цей період як українські, так і міжнародні гравці, такі як Cargill, Bunge, ADM, почали будувати нові заводи в Україні та активно просувати українську соняшникову олію на світових ринках [1-3].

Починаючи з 2000 року, загальні потужності з переробки соняшнику в Україні виросли в семиразовий масштаб. Наприклад, у 2012 році вони становили 12 млн тонн, у середині 2014 року – 14,5 млн тонн, а до кінця 2016 року – майже

18,5 млн тонн. На початку 2022 року ця цифра перевищила позначку в 20 млн тонн. Хоча після 2016 року потужності продовжували зростати, вони вже були на надмірному рівні, що призвело до значного поглиблення конкуренції між переробниками та зниження їхньої прибутковості.

На рис. 1.3 наведено дані про прибутковість переробки соняшнику, які взято зі звітів найбільшого українського переробника соняшнику та експортера соняшникової олії, компанії Кернел [1].

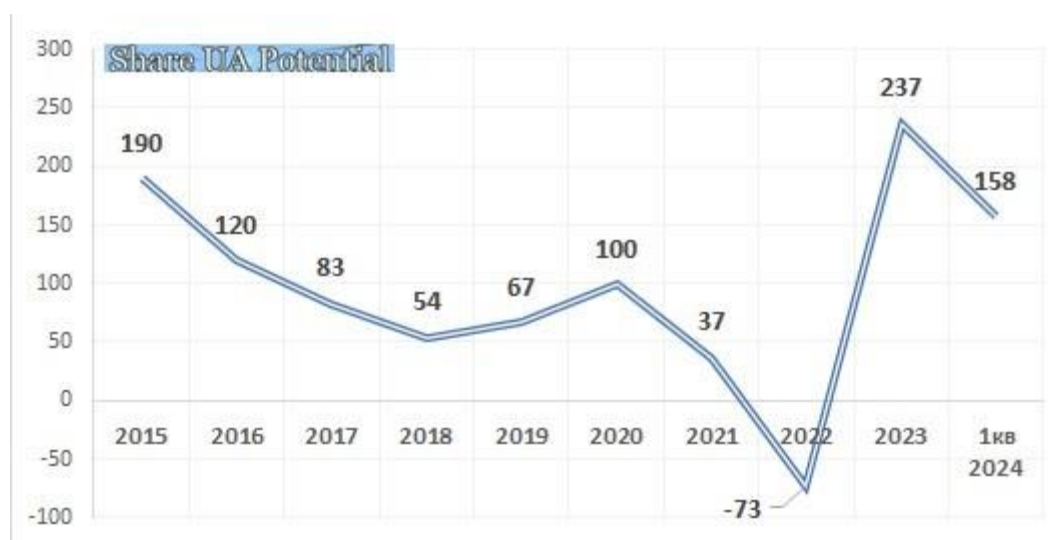


Рис. 1.3 – Прибутковість переробки соняшнику
(доларів на 1 т соняшникової олії)

У маркетинговому році 2022/23 Україна залишалася одним з провідних світових виробників соняшнику, проте відбувався значний зсув у його використанні на внутрішньому ринку. Частка експорту олії від загальної пропозиції сягнула 14 %, що є найвищим показником за останні роки. Внаслідок цього, частка переробки знизилася до 83 %, що є одним з найнижчих показників з 2009/10 року [2].

Протягом сезону в Україні спостерігався надзвичайно великий та не контрольований експорт соняшнику, що відбувався через обмежену роботу портів і зниження обсягів переробки олійної сировини, а також експорту соняшникової олії. Більшість експорту (79 %) припадала на країни Євросоюзу, зокрема на Румунію та Болгарію, які за рахунок української сировини значно збільшили експорт соняшникової олії. Однак це призвело до значного навантаження на логістику, накопичення запасів олійних культур і меншого попиту на внутрішній ринок. Внаслідок цього в квітні почалася серія протестів у

країнах Євросоюзу, і вони миттєво ввели заборони на імпорт української сировини та продукції, включаючи соняшник. У квітні експорт української олійної суттєво зменшився до мінімального рівня, а значні обсяги соняшнику були перерозподілені на внутрішній ринок. Це призвело до зниження цін у всіх секторах, проте основну роль у ціноутворенні продовжував грати спад цін на ринку соняшникової олії [2].

Унаслідок зменшення урожайності соняшнику в 2020 році, прибутковість переробки у сезоні 2020-2021 років значно скоротилась і досягла найнижчого рівня за всю історію української переробки соняшнику. Проте в 2021 році урожай соняшнику був найвищим в історії України, що призвело до значного зростання прибутковості переробки в початкових місяцях сезону 2021-2022.

Російське вторгнення в лютому 2022 року викликало непередбачений шок для промисловості. По-перше, частина підприємств опинилась на окупованій території або в зоні безпосереднього бойових дій. Наприклад, у Маріуполі залишився завод, що належав китайській корпорації Cofco (його частка у загальній переробці соняшнику в Україні становила 2-3 %), а в Каховці – підприємство американської групи Cargill (частка ринку – 3 %, до речі, у 2014 році компанія Cargill втратила завод у Донецьку, який був окупований).

У окупованому місті Пологи Запорізької області залишилося велике підприємство з переробки олійних продуктів (його частка на ринку також становила близько 2-3 %), ще одне підприємство знаходиться в Мелітополі. До деокупації Харківської області у вересні 2022 року два заводи групи Кернел опинилися на території, що перебувала під контролем російських військ – у Вовчанську та Приколотному.

Декілька інших підприємств також знаходились або залишаються у непрямій близькості до лінії фронту. Серед них – Запорізький ОЕЗ, який належить групі Оптімус і має частку ринку близько 5-6 %, Миколаївський ОЕЗ, що належить міжнародній групі Bunge, Чугуївський ОЕЗ та Viterra Колос на Харківщині, а також ОЕЗ у Вільнянську. І це лише інформація щодо великих виробників.

Декілька інших підприємств також розташовувались або залишалися у непрямій близькості до лінії фронту. Серед них був Запорізький ОЕЗ, який належить групі Оптімус і мав частку ринку близько 5-6 %, Миколаївський ОЕЗ, що власність міжнародної групи Bunge, Чугуєвський ОЕЗ та Viterra Колос на

Харківщині, а також ОЕЗ у Вільнянську. Другою важливою подією, яка мала значний вплив на галузь переробки соняшнику в Україні, стала блокада українських чорноморських портів, що тривала з лютого по серпень 2022 року. У серпні було укладено угоду про «зерновий коридор», яка дозволила вивозити сільськогосподарську продукцію з портів Одеси, Чорноморська та Південного.

Блокада портів призвела до значного зменшення експорту олії, а також до припинення виробництва багатьох переробних підприємств, що розташовувалися у відносній віддаленості від активних бойових дій [1-3].

На рис. 1.4 наведено динаміку експорту соняшникової олії протягом сезонів 2021/22 та 2022/23.



Рис. 1.4 – Динаміка експорту соняшникової олії

Ураховуючи наявні запаси соняшнику в країні, виробництво та експорт соняшникової олії у червні-серпні 2022/23 маркетингового року досягли мінімальних значень для цього періоду за більш ніж 10 сезонів.



Рис. 1.5 – Виробництво та експорт соняшникової олії

Щодо прогнозу на наступний маркетинговий рік 2023/24, варто зазначити, що потенціал виробництва та експорту соняшникової олії, за оцінками, найімовірніше, залишиться на мінімальному рівні з 2016/17 маркетингового року. Це буде визначатися такими факторами, як: функціонування «зернового коридору» та експорт через інші маршрути, великі запаси сировини для олії та самої олії в основних країнах-імпортерах ЄС, прогнозоване зростання виробництва соняшнику у країнах Східної Європи, продовжений спад цін на рослинні олії на ринку та стабільно низький рівень цін на українському експортному ринку соняшникової олії, починаючи з травня 2020 року, конкуренція на віддалених ринках збуту.

У 2022/23 маркетинговому році Україна зберігає свою ключову позицію на ринку країн ЄС, де експорт соняшникової олії зріс на 30 %. Країна залишається основним постачальником соняшникової олії до Євросоюзу, частка якої складає 89 % загального імпорту. Основним конкурентом на цьому ринку є олії місцевого виробництва.

Однак у контексті світової конкуренції слід зауважити, що через обмеження інспекцій суден у зерновому коридорі та повну блокаду порту Південний, спостерігається зростання присутності російської соняшникової олії на ринках Індії та Китаю. Хоча Україна поступово збільшує свій експорт до Китаю у цьому сезоні, проте на ринку Індії втрачає свої позиції [1, 2].

У той же час, варто відзначити надзвичайний ріст експорту української соняшникової олії до Туреччини. Протягом вересня-травня цього сезону обсяги відвантаження в цьому напрямку збільшилися у 13 разів, чим суттєво витіснили російську олію на цьому ринку. Обсяги експорту російської олії до Туреччини в цей період скоротилися на 79 %. Проте, у найближчій перспективі обсяги експорту української соняшникової олії до Туреччини можуть бути скорочені внаслідок підвищення імпортного мита, яке може запровадити Туреччина на цю продукцію [2].

Приблизно 10,5 млн тонн соняшнику зібрано у сезоні 2022/23 згідно з офіційними даними, що робить загальну пропозицію на українському ринку приблизно 13,5 млн тонн. З урахуванням експорту 1,6 млн тонн соняшнику з вересня 2022 року по лютий 2023 року Україна експортувала ще 2-2,5 млн тонн соняшнику у сезоні 2022/23. Тим часом, переробка соняшнику досягла близько 11 млн тонн, що еквівалентно майже 5 млн тонн олії [1, 2].

Попередньо до повномасштабного вторгнення загальне споживання соняшникової олії становило до 500 тис. тонн, але в 2023 році – скоротилося до 350-400 тис. тонн. Отже, український експорт олії в сезоні 2022/23 залишився приблизно на тому ж рівні, що й попереднього сезону, і склав близько 4,5 млн тонн (за оцінкою USDA, експорт олії міг бути значно меншим – близько 3,9 млн тонн, а соняшнику – 2,6 млн тонн). Протягом першої половини сезону (з вересня 2022 року до лютого 2023 року) Україна вже експортувала 2,7 млн тонн олії.

Компанія Кернел безперечно очолює ринок, переробивши близько 2,2 млн тонн соняшнику та виробивши 1 млн тонн олії в сезоні 2021/22, що становить 22 % частку ринку. Міжнародні корпорації втрачають свої позиції: активи Cofco та Cargill залишились на окупованій території, Bunge зупинив роботу свого заводу в Миколаєві, а завод ADM в Чорноморську також був змушений припинити виробництво через блокаду українських портів.

У сезоні 2020/21 група Bunge мала найбільшу частку ринку серед міжнародних компаній – 11 %. З наших оцінок, її частка збереглася на рівні близькому до 10% у сезоні 2021/22, проте в поточному маркетинговому році вона значно зменшилася через припинення роботи заводу та терміналу в Миколаєві.

Натомість МХП показує гарні результати, використовуючи переробку соняшнику як додатковий етап у виробництві м'яса птиці. У 2022 році компанія відчула позитивний вплив значного збільшення пропозиції соняшнику на внутрішньому ринку, що спонукало її до розширення обсягів переробки. За підрахунками, частка МХП на ринку українських переробників соняшнику в сезоні 2021/22 становила близько 6 %.

У сезоні 2022/23 очікується зростання питомої ваги місцевих гравців середнього рівня на ринку. Ці компанії, такі як ViOil, Оліяр, Allseeds, Градолія, Ніжинський ОЕЗ, розташовані у відносно безпечних регіонах і можуть скористатися цією конкурентною перевагою. Проте, у більш довгостроковій перспективі міжнародні гравці повернуться на ринок, що призведе до збільшення конкуренції серед переробників [1-3].

Український ринок продовжує залишатися впливовим на роботу портів, хоча сектор олійних культур менш чутливий до цього, ніж зерновий. Невизначеність стосовно подальшої долі «зернового коридору» тримає ринок в напрузі, але зараз увага повертається на Європейський аспект. Продовження заборони на експорт соняшнику та ріпаку з України до п'яти країн ЄС, а також

труднощі з транзитом стають основними факторами. Прогнозується загострення ситуації у липні через початок збирання зернових та ріпаку та переведення внутрішньої логістики країн на їх власний урожай [2].

1.2 Мета і гіпотеза проектування, результати, які очікуються

Зміст запропонованого в роботі проекту: повоєнне відновлення сектору зернопереробних підприємств у Харківській області шляхом будівництва нового маслопресового заводу продуктивністю 500 т/добу з метою диверсифікації виробничої діяльності, зростання асортименту продукції та збільшення фінансового результату підприємства і області в цілому.

Економічна мета проекту: збільшення прибутку підприємства за рахунок виробництва та реалізації соняшникової олії, макухи соняшникової та лушпиння соняшникового.

Основними завданнями проекту є створення конкурентоспроможного підприємства з виробництва олії та макухи соняшникової, задоволення споживчого попиту на дані види готової продукції та освоєння нових ринків збуту.

Очікуваний строк окупності – до 5 років, що свідчить про доцільність та економічну ефективність проекту.

Основні джерела інвестицій: залучення кредитних ресурсів, а також власні кошти підприємства.

Розділ 2 Науково-технологічна частина

2.1 Фізична сутність процесу вилучення олії пресуванням та характеристика факторів, які впливають на глибину вилучення олії у процесі пресування

Сучасне апаратне оформлення пресового способу виробництва рослинних олій пов'язане із застосуванням шнекових пресів, що дозволяють здійснювати процес у безперервному режимі. У даний час в масложировій промисловості для віджиму олії застосовують преси різних конструкцій. Вони використовуються для вилучення олії з олійної сировини на різних етапах:

- для попереднього пресування у схемах дворазового пресування та у схемах пресування – екстракція;
- для остаточного пресування у схемах дворазового пресування;
- для остаточного пресування у схемах одноразового пресування.

Вихідна мезга, що надходить у прес, є сипучий пористий матеріал. При всебічному стисканні під дією тиску в пресі відбуваються два тісно пов'язані між собою процеси:

- відділення рідкої частини (олії);
- з'єднання твердих частинок матеріалу з утворенням брикету макухи (черепашки).

Відділення олії від гелевої частки по А. М. Голдовському може бути представлено наступним чином. Вихідна мезга містить велику кількість олії на поверхні та всередині частинок, а самі частинки розділені повітряними проміжками. У початковий період стиснення мезги, хоч і починається деформація частинок і з'єднання їх у місцях окремих контактів, переважає процес витіснення повітря та зменшення повітряних проміжків у шарі між частинками з одночасним заповненням їх олією.

На наступному етапі починається процес віджиму олії, причому спочатку вичавлюється олія, що знаходиться в проміжках між частинками. Потім стиску піддаються самі частки, відбувається зближення їх внутрішніх поверхонь, і олія витікає з пор і тріщин. На цьому етапі віджимається основна кількість олії.

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.2.3			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Будівництво маслопресового заводу продуктивністю 500 т/добу в Харківській області	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Прокіпчук О.О.						
Керівник		Бордун Т.В.					20	43
Консульт.						ОНТУ 2024		
Зав.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								

При різкому зменшенні поперечного перерізу пор, каналів, а також проміжків між частинками, коли на зближених поверхнях залишаються мономолекулярні шари олії, віджимання припиняється, так як адсорбовані плівки олії не можуть бути віджаті.

З'єднання окремих частинок мезги в брикет макухи можна представити так: у початковий період пресування окремі частинки зближуються завдяки зменшенню проміжків між ними, потім вступають у безпосереднє зіткнення і тиснуть одна на одну. Це призводить до деформації окремих частинок та їх з'єднання у місцях розриву масляних плівок. Настає період, коли мезга поводить себе не як сипуче, а як ціле пластичне тіло. При підвищенні тиску з'єднання частинок призводить до утворення пористого гелевого тіла – брикету макухи. Але в макусі залишаються проміжки між частинками та групами частинок з утворенням суцільних та глухих пор. Можливе запресування олії в цих порах, її капсулювання в товщі макухи. Після зняття тиску під дією пружних деформацій у макусі утворюються дрібні пори або великі тріщини, тому можливе зворотнє вбирання олії, яка ще не витекла з пресу.

Залишкова олійність макухи складається з наступного: олії, капсульована в окремих ділянках макухи; олії, пов'язаної із зовнішньою поверхнею частинок і з внутрішньою поверхнею пор і тріщин у вигляді мономолекулярних шарів; олії, що залишилася в незруйнованих при подрібненні та смаженні клітинах [5, 6].

Загальні уявлення про перебіг пресування. Підготовлена до пресування мезга через пристрій живлення потрапляє на перший приймальний виток валу і при нормальній роботі преса повністю заповнює весь вільний об'єм в зоні витка. Між зєрним циліндром і шнековим валом, що обертається всередині нього, залишається вільний простір – гвинтовий канал, по якому переміщається пресований матеріал. Основний принцип роботи шнекового преса стиснення мезги при її русі по зєру досягається послідовним зменшенням вільного обсягу між окремими шнековими витками і зєрним циліндром, а отже, і обсягу всього пресуючого каналу в цілому.

На першому витку матеріал містить значну кількість порожніх пор, і суттєвого ущільнення білково-вуглеводної частини мезги не відбувається. При подальшому пресуванні матеріалу вздовж преса в результаті зближення зовнішніх поверхонь частинок, пов'язаного зі зменшенням вільного обсягу другого та наступних витків, відбувається ущільнення матеріалу, і в ньому

залишаються тільки порожнини, заповнені олією.

Під дією зростаючого тиску в зоні другого та наступних витків відбувається інтенсивне віджимання олії. Частинки матеріалу набувають більш щільної упаковки, збільшується їх деформація. Ці явища одночасно супроводжуються процесом деякого подрібнення частинок, утворенням нових поверхонь контакту олії та білково-вуглеводної частини, а також злипанням частинок. Але до середини пресуючого тракту матеріал, який пресують має ще розсіпчасту структуру. При подальшому русі матеріалу вздовж преса, віджимання олії практично завершується, відбувається з'єднання частинок з утворенням макухи.

Дослідження Г.В. Зарембо, проведені на меззі насіння соняшнику, показують, що основна кількість олії (до 98 % від вилученого) віджимається в першій половині преса, що підтверджується і характером зміни олійності макухи за довжиною валу: повільна зміна на самому початку і в кінці валу і значне у середині. Максимальна кількість олії віджимається в зоні першого та другого ступенів тиску.

Просування матеріалу у пресі супроводжується складними явищами. Теоретично можливі два варіанти руху матеріалу: обертальний і аксіально-поступальний (подібний до руху гайки по шпindelю, що обертається).

Обертальний рух можливий у тому випадку, якщо тертя між матеріалом і витком, а також між частинками матеріалу більше, ніж тертя матеріалу об циліндричну поверхню зеєра.

З метою підвищення глибини віджиму олії необхідно зменшити величину сили тертя між частинками матеріалу та величину сили тертя об витки шнекового валу та збільшити тертя матеріалу об зеєр. Обертальний рух значно зменшується при встановленні ножів, шліфуванні валів і «заповненості» внутрішньої поверхні зеєра.

Якщо сили тертя між матеріалом і шнековими витками, а також між матеріалом і зеєром в осьовому напрямку рівні нулю, а сила тертя між матеріалом і внутрішньою поверхнею зеєра в тангенціальному напрямку має кінцеве значення, то спостерігається лише поступальний рух, якому перешкоджає тертя матеріалу об вал та опір по каналу, включаючи опір конуса. Фактично часткове прокручування матеріалу разом з валом і рух в аксіальному напрямку призводить до того, що його загальний потік уздовж каналу рухається

по деякій спіралі у бік виходу. При цьому окремі частинки та шари матеріалу мають різні швидкості та траєкторії руху як за значенням, так і за напрямом.

При роботі шнекових пресів можливий зворотний хід матеріалу через проміжок між кромкою витка і внутрішньою поверхнею циліндра в розрив пера витків і вздовж каналу шнека. Це враховують при обґрунтуванні емпіричних коефіцієнтів повернення для рівнянь, що визначають продуктивність преса.

На глибину віджиму олії на пресах впливає ряд факторів, основними з яких є: тиск, що розвивається в пресі; температура процесу пресування; тривалість процесу пресування [5, 6].

Вплив тиску, що розвивається в пресі, на глибину віджиму олії. Рушійною силою процесу віджиму олії є тиск, що розвивається в пресі, який залежить від двох груп факторів: конструктивних особливостей преса і фізико-механічних властивостей матеріалу, що пресують.

До першої групи факторів належать: зменшення глибини гвинтового каналу преса по ходу руху матеріалу вздовж пресуючого тракту; зменшення площі перерізу вихідної щілини порівняно з перетином гвинтового каналу преса; зменшення кроку витка шнекового валу по ходу руху матеріалу; створення умов для тертя пресованого матеріалу об поверхню витків, стінки зеєрного циліндра і частинок матеріалу, що пресують між собою.

Тиск, що розвивається в пресі, у свою чергу, значною мірою визначається властивостями готової мезги. Для найбільш повного віджиму олії необхідне певне поєднання пружних та пластичних властивостей мезги.

Пластичність мезги, оптимальна для того чи іншого виду пресування (попереднє або остаточне) і матеріалу, що переробляється, досягається прийнятими режимами смаження (або волого-теплової обробки). Відхилення від оптимального поєднання вологості та температури мезги призводять до порушення процесу пресування. При пересушуванні та пресуванні мезги зниженої пластичності основний віджим олії зміщується в кінець пресуючого тракту. Макуха починає виходити у вигляді сухого, жорсткого високоолійного борошна або крупки. Навантаження на електродвигун преса спочатку підвищується, і з повним припиненням формування черепашки різко падає.

Перезволожена, з підвищеною пластичністю мезга не формується у вигляді макухової черепашки, а виходить у вигляді безформенної пластичної маси. Основний віджим олії переміщається у бік надходження матеріалу. Значна

кількість мезги виходить через зерні щілини, а віджимання олії потім практично припиняється. Навантаження на електродвигун також знижується.

Підвищення, як і зниження навантаження на електродвигун преса є наслідком зміни тиску на матеріал, що пресується. Зростання тиску при пресуванні мезги зниженої пластичності є наслідком збільшення опірності мезги переміщенню в міру її ущільнення. Зниження тиску при перезволоженні мезги пояснюється невеликим ступенем ущільнення та віджиму з неї олії за рахунок підвищеної пластичності та зниженої опірності.

Отже, пластичні властивості мезги, набуті в процесі смаження, є одним із основних факторів, що визначають величину тиску, що розвивається в пресі. Пластичність мезги, впливаючи на величину тиску, обумовлює значною мірою і глибину віджимання олії.

Тиск у шнековому пресі не є постійною величиною вздовж всього пресуючого тракту. Згідно з даними більшості дослідників, на початку шнекового валу відзначається зростання тиску, а починаючи з деякої точки (найімовірніше, після останнього витка), падіння його.

В.С. Морозов, використовуючи електротензометричний метод, що дозволяє реєструвати тиск у пресі в багатьох точках протягом необмеженого часу без порушення технологічного процесу, визначив величину тиску в пресі при навантаженні на електродвигун преса 38-40 А – 0,03 МПа на початку пресування, 1,67-2,23 МПа в середній частині зерного простору та 0,35 МПа на виході макухи [5, 6].

Вплив температури процесу пресування на глибину віджиму олії. Як зазначалося, поєднання вологості і температури мезги визначає її пружні і пластичні властивості, впливає на величину тиску, що розвивається в пресі, і в кінцевому підсумку на глибину віджиму олії.

На холодному, нерозігрітому пресі неможливо забезпечити формування міцної макухової мушлі і необхідну глибину віджиму олії. Розігрів пресів невеликою кількістю гарячої готової мезги при їх пуску веде до температури 70-80 °С. В окремих конструкціях пресів передбачено підведення пари у внутрішню порожнину шнекового валу на період його пуску. При температурі 70-80 ° С починається формування стійкої черепашки макухи та нормальний віджим олії. З'являється можливість досягти повної продуктивності преса та відрегулювати товщину макухи.

Надалі при нормальній роботі пресів попереднього віджиму олії температура пресування підтримується за рахунок гарячої мезги, що подається з жаровні. Як правило, тепло, що виділяється при терті мезги об зеєр і шнековий вал і терті частинок мезги під час перемішування, не перевищує значення тепловтрат і витрачається на підтримку оптимальної температури пресування.

Зовнішнє тертя об зеєр і шнековий вал та внутрішнє тертя частинок мезги під час перемішування є причиною значного збільшення температури в зеєрному циліндрі пресів остаточного пресування. Це пояснюється більш жорсткою структурою матеріалу, що пресують і підвищеною температурою і тиском при пресуванні. Перегрів матеріалу призводить до погіршення показників роботи пресу. Висока температура в зеєрному просторі під час остаточного віджиму олії в пресах викликає пригорання макухи до поверхні зеєра і шнекового валу, підвищення його олійності та збільшення кольоровості олії.

У деяких пресах передбачено охолодження шнекового валу шляхом подачі води в його внутрішню порожнину або зрошенням зеєрних циліндрів охолодженою олією. В останньому випадку, поряд з охолодженням, струмінь олії змиває з поверхні зеєра частину осипу, що виходить через проміжки між зеєрними пластинами [5, 6].

Вплив тривалості пресування на глибину віджиму олії. При нормальному навантаженні в шнековому пресі тривалість пресування приблизно дорівнює або близька до часу перебування матеріалу в пресі, так як після захоплення матеріалу шнековим валом він починає ущільнюватися відразу в просторі між першим і другим витками.

Тривалість пресування є важливим фактором, що впливає на продуктивність пресу та глибину віджиму олії. Чим більша тривалість пресування, тим до відомих меж повніше де віджимання олії, і, в той же час, чим триваліший процес проходження матеріалу через даний прес, тим за інших рівних умов нижча його продуктивність.

Час перебування матеріалу в пресі (тривалість пресування), своєю чергою, залежить від геометрії каналу, швидкості обертання валу, величини вихідної щільності, характеру пресування матеріалу через прес, фізико-механічних властивостей матеріалу тощо.

Розрахунок часу перебування матеріалу в кожній зоні преса з урахуванням геометричних характеристик робочих органів та ступеня стиснення проводиться за формулою:

$$t = V_{c.з} \epsilon_3 / [V_{\min}(1 - \beta_3)], \quad (2.1.1)$$

де t – час перебування матеріалу в зоні преса, хв; $V_{c.з}$ – об'єм вільного простору зони, m^3 ; ϵ_3 – ступінь стиснення мезги у цій зоні; V_{\min} – об'єм мезги, що надходить у прес за хвилину, $m^3/хв$; β_3 – коефіцієнт, що враховує кількість матеріалу, що вийшов через зеєрні щілини даної зони.

Загальна тривалість перебування матеріалу в пресі дорівнює сумі тривалості його перебування в окремих зонах.

Преса неглибокого, попереднього віджиму олії працюють при більшій кількості обертів шнекового валу і більшій ширині вихідної кільцевої щілини для макухи, ніж преса остаточного глибокого віджиму. Деякі результати експериментальних даних визначення середньої тривалості проходження мезги через шнекові преса наведено у табл. 2.1.1.

Таблиця 2.1.1 – Залежність середньої тривалості перебування матеріалу у пресі від виду пресування

Вид пресування	Частота обертання шнекового валу, об/хв	Товщина макухової черепашки, мм	Середня тривалість проходження матеріалу через прес, с
Одноразове	25 – 35	3,2 – 5,6	124 – 128
Попереде	20	9 – 12	50 – 54
	24	9 – 12	45
Остаточне	5,5	7 – 10	200 – 273

Як випливає з даних табл. 2.1.1, тривалість пресування на пресах попереднього пресування менша, ніж при одноразовому та особливо при остаточному пресуванні. Це пояснюється відмінностями геометричних розмірів пресуючого тракту різних видів пресів, фізико-механічними властивостями матеріалу, що має різні характеристики для попереднього та остаточного віджиму, а також різною шириною вихідної кільцевої щілини, що визначає товщину черепашки. Значною мірою тривалість пресування на тому самому пресі залежить від частоти обертання шнекового валу. Наприклад, зі збільшенням частоти обертання валу з 20 до 24 об/хв тривалість проходження матеріалу через прес скорочується з 50 – 54 до 45 с.

Це пояснюється тим, що при збільшенні швидкості обертання шнекового валу зростає швидкість пресування матеріалу шнеком і, відповідно, знижується час проходження матеріалу через ту саму довжину зеєрної камери від місця входу матеріалу до місця виходу макухи (при одній і тій же ширині щілини).

На тривалість пресування впливає заповнення матеріалом приймального витка шнекового валу. Зменшення інтенсивності живлення преса, зношування шнекових витків, зеєрних пластин, зношування або поломка ножів призводять до збільшення тривалості пресування. При нормальній роботі преса зменшення частоти обертання шнекового валу, і пов'язане з цим збільшення пресування часу, супроводжується зниженням продуктивності преса.

Мезга, що надходить із шнекової жаровні, спочатку проходить вертильний зеєрний циліндр, потім горизонтальний. Під дією тиску в обох зеєрних циліндрах відбувається віджимання олії, яке через зеєрні щілини горизонтального зеєрного циліндра надходить у піддон, звідки за допомогою масловідгінного шнека виводиться з преса. Пресова макуха з олійністю 7,0 – 7,5 % і температурою 120 – 125 °С спрямовується на охолодження. У пресі передбачено охолодження зеєрного циліндра частиною віджатої пресової олії. У процесі цієї операції додатково відбувається очищення зовнішньої поверхні зеєрних циліндрів від частинок макухи [5, 6].

Екструзія олійного матеріалу. За допомогою екструзії можливе здійснення комплексної переробки вихідної сировини, що полягає у спільній дії температури, тиску та зсувних зусиль, які створюються робочим органом екструдера. Протягом короткого проміжку часу компоненти сировини, що потрапляють на шнеки екструдера, спресовуються при високому тиску, нагріваються до заданої температури, продавлюються через фільтру, внаслідок чого волога, що знаходиться в екстудованому матеріалі, переходить у пароподібний стан з виділенням значної кількості енергії, що призводить до вибуху і спучування продукту. За рахунок невеликої тривалості обробки сировини в екструдері втрати термолабільних речовин незначні.

Великими перевагами екструзії є: безперервність технологічного процесу, низька питома витрата енергії, невеликі капітальні витрати, малі виробничі потужності, компактність, високий рівень механізації та автоматизації. Процес екструзії здійснюється в апаратах – екструдерах. Найбільш широке застосування у харчовій промисловості отримали шнекові екструдери. Вони поділяються на одношнекові та двошнекові.

Одношнекові екструдери прості у виготовленні, відносно дешеві, допускають відновлення зношеного робочого органу. Їх недоліком є відсутність примусового транспортування матеріалу та самоочищення. У таких екструдерах

частіше виникають підйоми тиску через надмірне накопичення матеріалу перед матрицею.

Двошнекові екструдери незважаючи на складність конструкції, внаслідок чого їх собівартість вища на 80 – 240 % порівняно з одношнековими рівною продуктивністю, і значне зношування шнеків, забезпечують більш високу якість продукції.

Екструдери використовуються для вилучення олії з різної олійної сировини: насіння ріпаку, сої, необрушеного насіння та ядрової фракції насіння соняшника. Їх особливістю є поєднання операцій подрібнення, теплової обробки та віджиму олії. Вони можуть працювати як у схемах одноразового (остаточного), так і дворазового пресування. У олійно-жировій промисловості країни експлуатуються преса-екструдери різних виробників.

Кількість нагрівальних і зеєрних камер може змінюватися в залежності від схеми, що використовується (одно- або двократне пресування). Зеєрні камери набираються із зеєрних пластин, встановлених із зазором, через які витікає олія, що віджимається. Нагрівальні камери забезпечені гріючими елементами (тенами) для підтримки необхідної температури процесу.

У порожнині камер вміщено два вали, на яких встановлені шнекові витки в завантажувальній та нагрівальній камерах. Вали обертаються від електродвигуна через роздвоєний редуктор. Шнекові витки одного валу входять у міжвитковий простір іншого валу, причому крок витка по ходу руху матеріалу зменшується.

Для забезпечення подрібнення матеріалу на валах, розташованих у нагрівальних камерах, встановлені насадки. У пресі-екструдері можливе отримання макухи у вигляді черепашки або у вигляді гранул. Залежно від цього, на виході матеріалу з преса встановлюється або конусний регулятор товщини черепашки, або матриця.

Вихідний олійний матеріал надходить у камеру завантаження і заповнює вільний об'єм між внутрішньою стінкою камери і шнековими витками. Він підхоплюється витками, що обертаються і переміщається в нагрівальну камеру. Тут він піддається подрібненню насадками та нагрівається від стінок камери. Потім він потрапляє до зеєрної камери, де відбувається його стиснення. Олія витікає через зазори, а макуха транспортується на наступний ступінь віджиму: в нагрівальну та зеєрну камери. Там протікають процеси, аналогічні описаним для першого ступеня. Макуха у вигляді черепашки або гранул виводиться з преса-екструдера [5-7].

Експандування олійного матеріалу призначене переважно для підготовки матеріалу до екстракції. Ця операція здійснюється в експандерах. В експандерах матеріал піддається впливу вологи, гострої та глухої пари, тиску. При виході з апарату (як і в екструдерах) відбувається його спучування (експандування), яке і зумовлює формування пористої структури.

Лідером у розробці експандерів є фірма «Андерсон» (США). Для високоолійного насіння, таких як соняшник, фірмою «Андерсон» розроблений експандер, в якому поєднані процеси часткового віджиму олії та формування гранул (пластівців).

Експандер фірми «Андерсон» є горизонтальним циліндричним апаратом, виконаним з легованої сталі. Циліндр (крім останньої секції) має глухі стінки. Наприкінці циліндра розташована секція віджиму олії, що має щілини для виходу олії.

У середині циліндра розміщується шнековий вал, на якому розташовані термозміцнені витки, що пресують. Шнек характеризується постійним діаметром маточини. У проміжках шнекових витків є розсікачі (ножі), призначені для створення зсуву на матеріал. На торці експандера в місці виходу макухи розташована фільтерна плита, оснащена термозміцненими насадками. Можуть використовуватися насадки різної форми та різних розмірів.

Підготовлена м'ятка з вологістю 4,5 – 5,0 % і температурою 90 – 100 °С через патрубок надходить в експандер, де підхоплюється шнековим валом і переміщається вздовж апарату. Система пресуючих витків валу та ножів забезпечує створення тиску в експандері. Матеріал зволожується через патрубок і додатково прогрівається гострим паром, що подається через форсунки.

Під дією тиску, обумовленого конструкцією насадок, в останній секції відбувається часткове віджимання олії. Олія проходить через щілини зсера в корпусі апарату і збирається в конусі, звідки йде на очищення.

Частково знежирений матеріал з олійністю 22 – 28 % в кінцевій частині апарату піддається подальшому експандуванню з утворенням пластівців. Пластівці на виході з експандера мають вологість 6,8 – 7,0 % та температуру 105 – 110 °С. Орієнтовний час знаходження матеріалу в експандері близько 60 с.

Фірмою «Андерсон» випускаються експандери із широким діапазоном продуктивності: від 10 до 350 т/добу насіння соняшника [5-7].

2.2 Характеристика сировини та готової продукції

Соняшник (ДСТУ 4694–2006) є основною олійною культурою в Україні, яка порівняно з іншими, дає найбільше олії з одиниці площі. Насіння районуваних сортів і гібридів містять понад 48...50 % жиру, 16...19 % білку, а вихід олії при заводській переробці становить майже 47 % (табл. 2.2.1) [8, 9].

Таблиця 2.2.1 – Хімічний склад насіння соняшнику, %

Показники	Норма
Вологість	7,10
Сирий протеїн	19,40
Сирий жир	45,85
Сира клітковина	8,90
Сира зола	3,29
БЕР	15,46

Товарний соняшник має відповідати умовам ДСТУ 4694–2006 «Соняшник. Олійна сировина. Технічні умови» (табл. 2.2.2). Вирощена продукція, залежно від критеріїв якості, розподіляється на вищий, перший або другий клас [9].

Таблиця 2.2.2 – Технічні вимоги до насіння соняшнику

Назва показника	Норма
Вологість, %, не більше ніж	7,0
Сміттєві домішки, %, не більше ніж	1,0
Олійні домішки, %, не більше ніж	3,0
Зараженість шкідниками	Не допускають

Класифікація соняшнику за вмістом кислот поділяється на три типи олії різної якості:

– поліненасичений, або звичайний соняшник. Цей тип містить приблизно 25-30 % олеїнової кислоти, 60-65 % лінолевої кислоти та 10-11 % насичених кислот. Він рекомендований для дієтичного харчування;

– мононенасичений, або високоолеїновий соняшник. Цей тип олії відзначається високим вмістом олеїнової кислоти – близько 82 %. Лінолева кислота та насичені кислоти разом становлять лише 10 %. Така олія швидко засвоюється, не порушуючи рівень «хорошого» холестерину в крові;

– середньоолеїновий соняшник. У цьому типі олії міститься 60-65 % олеїнової кислоти, 25-30 % лінолевої кислоти та 8-10 % насичених кислот. Цей сорт знаходиться в стадії розробки і наразі зареєстрований лише в США.

Класифікують соняшник за тривалістю вегетаційного періоду:

1. Ранньостиглі. Повний період вегетації триває від 70 до 90 днів. Олійність та врожайність ранньостиглих сортів і гібридів соняшнику становлять 48-52 %.

2. Середньоранні. Повний період вегетації триває 108-112 днів. Ці гібриди соняшнику відзначаються підвищеною олійністю (до 55 %) та врожайністю до 3 т/га.

3. Середньостиглі. Повний період вегетації триває від 110 до 116 днів. Олійність середньостиглих гібридів коливається від 49 до 54 %, а врожайність становить близько 4 т/га.

4. Середньопізні. Повний вегетаційний період триває 116-120 днів.

Продуктивність певного сорту соняшнику пов'язана з тривалістю вегетаційного періоду – при короткому терміні дозрівання врожайність сорту буде меншою. Показники олійності у пізніх сортів соняшнику зазвичай вищі, ніж у ранніх. Погодні умови також впливають на термін дозрівання соняшнику, але різниця в термінах дозрівання між сортами, що вирощуються в одній кліматичній зоні, залишається сталою незалежно від погодних умов [10].

Макуха соняшникова (ГОСТ 80-96) – одержують при пресуванні з попередньо обробленого насіння соняшнику з метою видобування з нього олії.

Макуха соняшникова використовується як корм для відгодівлі свійських тварин, птиці, риби як безпосередньо, так і в складі комбікормів. Завдяки високому вмісту легкозасвоюваного протеїну, вітамінів і фосфатидів соняшникова макуха сприяє швидкому росту молодняку, підвищує вміст жиру в молоці та добові надої корів. У комбікорми зазвичай вводять до 15-20 % соняшникової макухи, при м'ясній і беконній відгодівлі свиней – до 10-15 %, для молодняка ВРХ – до 30-35 %, для риб – до 50-55 %.

Залежно від вмісту лузги макухи соняшникові підрозділяють на низьколузжисті й звичайні. Відповідно ГОСТ 80-96 кількість лузги в низьколузжистій макусі не повинна перевищувати 4 %, золи – 1 %, сирого протеїну – не менш 50%, а у звичайній – вміст лузги допускається до 15,5 %, золи – 1,5 % і сирого протеїну – не менше 44 %. Вологість продуктів обмежена – 8 % [11].

Хімічний склад соняшnikової макухи залежить від сорту насіння, способу обробки і рівня лушення (табл. 2.2.3) [12].

Таблиця 2.2.3 – Хімічний склад макухи соняшnikової
(у перерахунку на абсолютно суху речовину)

Показник	Норма
Масова частка сирого протеїну, % не менше	38,00
Масова частка сухого жиру, % не більше	10,00
Масова частка сирогої клітковини, % не більше	20,00
Масова частка вологи, % не більше	8,50

Соняшnikове лушпиння (ДСТУ 7124:2009) – представляє собою чорно-білі оболонки насіння соняшника, які утворюються під час лушення при підготовці його до виділення олії. Лушпиння містить близько 12 % води, 3,5...4,9 – сирого протеїну, 50...70 – клітковини, 2...3,8 – золи та 20...39 % БЕР [13]. У зв'язку з поганою перетравністю лушпиння використовують в якості палива (2 т лушпиння замінюють 1 т мазуту). Фактично спалювання лушпиння як альтернативного палива на підприємствах олійно-жирової галузі використовується стільки ж часу, скільки існує сама галузь. Вихід лушпиння, як побічного продукту переробки соняшника, в процентному співвідношенні від вихідної сировини складає 15...21 %.

Теплотворна здатність 1 т сухого соняшnikового лушпиння еквівалентна 17,2 МДж. За цим показником лушпиння перевершує дрова – 14,6...15,9 МДж/кг, і буре вугілля – 12,5 МДж/кг, а коефіцієнт переведення лушпиння в умовне паливо сягає 0,63 одиниці.

Відмінно пресується в паливні брикети та гранули, в результаті виходить ефективне паливо, яке можна використовувати в печах і котельних, для побутових і промислових застосувань. Брикети з лушпиння соняшника мають теплотворну здатність понад 20 МДж/кг, що перевищує будь-який з випробуваних матеріалів, що робить брикети (або пелети) з лушпиння соняшника дуже ефективним паливом. Зольність знаходиться на рівні 3,5 % [14].

Соняшnikова олія (ДСТУ 4492:2017) – одна з найважливіших рослинних олій, що має велике народногосподарське значення. Сира соняшnikова олія, або олія першого віджиму – найкорисніша, тому що у ній повністю збережені всі біологічно цінні речовини.

Соняшникову олію широко використовують як продукт харчування у натуральному вигляді. Харчова цінність її зумовлена високим вмістом поліненасиченої жирної лінолевої кислоти (55...60 %), яка має значну біологічну активність і прискорює метаболізм ефірів холестерину в організмі, що позитивно впливає на стан здоров'я. До складу соняшnikової олії входять і такі дуже цінні для організму людини компоненти, як фосфати, стеарини, вітаміни (А, D, Е, К). Соняшникову олію використовують у кулінарії, хлібopеченні, для виготовлення різних кондитерських виробів і консервів. Вона є основним компонентом при виробництві маргарину. Соняшникову олію застосовують також при виготовленні лаків, фарб, стеарину, лінолеуму, електроарматури, плівки, водонепроникних тканин тощо [15, 16].

У зв'язку з дефіцитом енергетичних компонентів комбікормів для їх збагачення все частіше використовують соняшникову олію, жири якої представлені в основному ненасиченими жирними кислотами. Енергетична цінність соняшникової олії становить 899 ккал/100 г. До складу комбікормів соняшникову олію вводять у кількості від 1,0 до 4,0 %. При введенні в комбікорм соняшникової олії збільшується несучість на середню несучку (на 1,1 – 2,6 яйця), середня маса яйця (на 1,20-3,82 г) та кількість яйцемаси (на 0,2 – 0,4 кг) [17].

2.3 Аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу переробки насіння соняшнику в олії з технічними пропозиціями

Метою кваліфікаційної роботи є будівництво маслопресового заводу продуктивністю 500 тонн за добу. Маслопресовий завод складається з трьох відділень: рушально-віяльного, пресового та олійно-очисного.

Рушально-віяльне відділення

Насіння соняшнику очищене в робочій башті елеватора (лінія підготовки насіння соняшнику) за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №3 та норії марки Е-20 №2 подається в рушально-віяльне відділення. Насіння за допомогою скребкового конвеєра марки КСТ-200 №4 подається в магнітні сепаратори марки БМП №1-№4. Пройшовши очищення від металоманітних домішок насіння подається в насіннерушки марки РЦ-200 №1-№4. Далі обрушене насіння за допомогою скребкового конвеєра марки КСТ-200 №8 подається на насінневійки марки НВХ №1-№6, де розподіляється на п'ять фракцій.

Перша та друга фракція – лузга, за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №10, №11 та №12 подається в силос для лузги.

Третя фракція – перевій, подається за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №13 та №14, норії марки Е-10 №4 та скребкового конвеєру марки КСТ-200 №9 на повторне обвіювання в насінневійки марки НВХ №7-№9 для контролю перевію.

Четверта фракція – недоруш, за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ 200 №15 та №16, норії марки Е-20 №3 та скребкового конвеєру марки КСТ-200 №5 подається в магнітні сепаратори БМП №5 та №6, далі на повторне обрушування в насіннерушки марки РЦ-200 №5 та №6 для контролю недорушу та за допомогою конвеєрів КСТ-200 №6, №7 та №8 подається в насінневійки НВХ №1-№6.

П'ята фракції – ядро, яке подається за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №17 в оперативні бункери №2-№7, далі в магнітні сепаратори марки БМЗ-01 №7-№12 та на подрібнення у вальцьові станки марки ВС-5 №1-№6 для отримання м'ятки. М'ятка за допомогою скребкових конвеєрів марки КСТ-320 №18 та №19, норії марки Е-50 №5 подається в пресове відділення.

Пресове відділення

Ядро за допомогою норії марки Е-50 №5 пройшовши очищення від металоманітних домішок в магнітному сепараторі марки УЗ-ДКМ-02 №13, подається в оперативний бункер №8. Далі ядро подається в кондиціонер марки ТК-25, де проходить волого-теплову обробку для кращого виходу олії. Потім пройшовши етап пресування в шнековому пресі марки ЕР-25, олія йде на очистку в олійно-очисне відділення, а макуха подається в охолоджувальну колонку марки SDCC №1 та за допомогою норії марки Е-50 №6 подається на лінію гранулювання макухи.

Лінія гранулювання макухи

Гранулювання макухи включає наступні стадії: подрібнення макухи в молотковій дробарці; гранулювання на пресі-грануляторі; охолодження гранул; розділення на фракції. Макуха з пресового відділення за допомогою норії марки Е-50 №6 подається в наддробарний бункер №9. Потім макуху направляють в молоткову дробарку марки УЗ-ДБМ-20 для подрібнення. Після подрібнення макуху направляють в піддробарний бункер №10, далі в кондиціонер (для розігріву, зволоження і надання пластичних властивостей) марки СМ 6К/12

потім у прес-гранулятор марки РМV 717W. На виході з прес-гранулятора отримують гранули макухи і направляють їх на охолодження в охолоджувальну колонку марки VK 19x24 №2. Охолоджені гранули за допомогою норії марки E-50 №7 надходять в просіювальну машину марки УЗ-ДМП-15А, де отримують дрібну фракцію (прохід сита ПР №20), яку подають в піддробарний бункер №10 та на повторне гранулювання, а готову продукцію (схід сита ПР №20) за допомогою норії марки E-50 №8 направляють в силоси на зберігання.

2.4 Розрахунок обладнання приймально-відпускних пристроїв

Продуктивність заводу – 500 т/добу.

Приймання соняшника з автотранспорту – 100%.

Відпуск макухи на автотранспорт – 100%.

Відпуск олії на автотранспорт – 100%.

Таблиця 2.4.1 – Опосереднені значення
об'ємних мас сировини, готової продукції [18]

Сировина, готова продукція	Опосереднені значення об'ємних мас сировини, γ_c , т/м ³
Насіння соняшнику	0,44
Макуха соняшникова	0,50
Лушпиння соняшника розсіпне / гранульоване	0,14 / 063
Олія соняшникова	0,92

Розрахункова продуктивність пристрою для приймання соняшнику з автомобільного транспорту, т/добу:

$$G_{np} = \frac{Q_z \times a \times A_n \times K_d}{100 \times 100}, \quad (2.4.1)$$

де G_{np} – розрахункова продуктивність приймального пристрою, т/добу;

Q_z – продуктивність заводу, т/добу;

a – опосереднені витрати сировини, %;

A_n – масова частка сировини, яка надходить автомобільним транспортом, від добової продуктивності підприємства, %;

K_d – коефіцієнт добової нерівномірності надходження сировини автомобільним транспортом, $K_d = 1,45$.

Продуктивність пристроїв для різних видів сировини за годину, т/год:

$$q_{год} = \frac{G_{np}}{\tau_{заг}}, \quad (2.4.2)$$

де $q_{год}$ – продуктивність пристроїв для різних видів сировини, т/год;

$G_{пр}$ – фактична продуктивність приймального пристрою для кожного виду сировини, т/добу;

$\tau_{заг}$ – загальний час на розвантаження, год.

Розрахункова продуктивність відпускнуго пристрою для відвантаження на автомобільний транспорт, т/добу:

$$G_{ер} = \frac{Q_z \times A_в \times K_d}{100}, \quad (2.4.3)$$

де $G_{ер}$ – розрахункова продуктивність відпускнуго пристрою, т/добу;

Q_z – продуктивність заводу, т/добу;

$A_в$ – масова частка готової продукції від добової продуктивності заводу, яка відвантажується на автомобільний транспорт, %;

K_d – коефіцієнт добової нерівномірності відвантаження готової продукції на автомобільний транспорт, $K_d = 1,0$.

Експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання (транспортерів, норій), т/год:

$$q_{em} = \frac{q_{пт} \times \gamma_c \times K_{вт}}{0,75}, \quad (2.4.4)$$

де q_{em} – експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання для різних видів сировини, т/год;

$q_{пт}$ – паспортна продуктивність транспортного обладнання, т/год;

γ_c – опосереднене значення об'ємної маси сировини, т/м³;

$K_{вт}$ – коефіцієнт використання транспортного обладнання.

Фактичні витрати часу на розвантаження сировини, год:

$$\tau_{ф} = \frac{G_{пф}}{q_e}, \quad (2.4.5)$$

де $\tau_{ф}$ – фактичні витрати часу на розвантаження сировини, год;

$G_{пф}$ – фактична продуктивність приймального пристрою, т/добу;

q_e – експлуатаційна продуктивність розвантажувача для різних видів сировини, т/год.

Розрахункову продуктивність пристрою для приймання соняшнику із автомобільного транспорту, розраховують за формулою 2.4.1

$$G_{пр} = \frac{500 \times 100 \times 100 \times 1,45}{100 \times 100} = 725 \text{ (т/добу)}$$

Продуктивність пристроїв для різних видів сировини за годину розраховуємо за формулою 2.4.2

$$q_{\text{год з/с}} = \frac{725}{24} = 30,2 \text{ (т/год)}$$

На підприємстві для приймання сировини з автомобільного транспорту встановлюємо автомобілерозвантажувач марки РАГ-65 з продуктивністю 60 т/год.

Експлуатаційну продуктивність розраховуємо за формулою 2.4.4

$$q_{\text{е пр}} = \frac{60 \times 0,44}{0,75} = 35,2 \text{ (т/год)}$$

Фактичні витрати часу на розвантаження сировини розраховуємо за формулою 2.4.5

$$\tau_{\text{ф}} = \frac{725}{35,2} = 20,6 \text{ (год)}$$

Загальний час на розвантаження $\tau_{\text{з}} = 20,6$ (год)

$20,6 < 24$ – розрахунок часу виконано вірно.

На підприємстві на прийомі сировини встановлено норію НЦ-100; продуктивністю $q_{\text{п}} = 100$ т/год.

Експлуатаційну продуктивність транспортного обладнання для приймання насіння соняшнику розраховують за формулою 2.4.4

$$q_{\text{е пр}} = \frac{100 \times 0,44 \times 0,75}{0,75} = 44 \text{ (т/год)}$$

Продуктивність відпускнуго пристрою для відвантаження макухи на автомобільний транспорт розраховують за формулою 2.4.3

$$G_{\text{вр}} = \frac{500 \times 100 \times 1,0}{100} = 500 \text{ (т/добу)}$$

Розрахункову продуктивність відпускнуго пристрою для відвантаження олії на автомобільний транспорт, розраховують за формулою 2.4.3

$$G_{\text{вр}} = \frac{500 \times 100 \times 1,0}{100} = 500 \text{ (т/добу)}$$

Висновок: Продуктивність приймальних і відпускнух пристроїв підприємства забезпечує безперервну роботу при розвантаженні насіння соняшнику і відвантаженні олії, макухи та лущиння соняшникового.

2.5 Розрахунок ємності силосів для зберігання сировини і готової продукції

Таблиця 2.5.1 – Опосереднені витрати сировини у відсотках від добової продуктивності підприємства [18]

Сировина	Перерахунок, a , %
Насіння соняшнику	100
Макуха соняшникова	43
Лушпиння соняшника	15
Олія соняшникова	42

Таблиця 2.5.2 – Запаси сировини, Z_2 (діб)

Сировина	Тривалість зберігання, Z_1 , діб
Насіння соняшнику	14
Макуха соняшникова	5
Лушпиння соняшника	14

Розрахункова маса кожного виду сировини, яка надходить на підприємство та зберігається у складських приміщеннях, t [18]:

$$K_{cp} = \frac{Q \times a \times Z_H}{100}, \quad (2.5.1)$$

де K_{cp} – розрахункова маса кожного виду сировини, т;

Q_z – продуктивність підприємства, т/добу;

a – опосереднені витрати сировини (табл. 2.5.1);

Z_H – тривалість зберігання сировини (табл. 2.5.2), діб.

$$K_{cp \text{ нас.}} = \frac{500 \times 100 \times 14}{100} = 7000 \text{ (т)}$$

$$K_{cp \text{ мак}} = \frac{500 \times 43 \times 5}{100} = 1075 \text{ (т)}$$

$$K_{cp \text{ луш}} = \frac{500 \times 15 \times 14}{100} = 1050 \text{ (т)}$$

Визначення загального об'єму силосів, необхідного для зберігання кожного виду сировини, m^3 :

$$U_p = \frac{K_{cp}}{\gamma \times \eta}, \quad (2.5.2)$$

де U_p – розрахунковий загальний об'єм силосів, необхідний для зберігання кожного виду сировини, m^3 ;

γ – об'ємна маса сировини, t/m^3 (табл. 2.4.1);

η – коефіцієнт використання об'єму силоса: $\eta = 0,80$.

$$U_{p \text{ нас}} = \frac{7000}{0,44 \times 0,80} = 19886,4 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$U_{p \text{ мак}} = \frac{1075}{0,50 \times 0,80} = 2687,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$U_{p \text{ луш}} = \frac{1050}{0,63 \times 0,85} = 1960,8 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розрахункова кількість силосів, шт.:

$$n_p = \frac{U_p}{U_1}, \quad (2.5.3)$$

де n_p – розрахункова кількість силосів, шт.;

U_p – загальний розрахунковий об'єм силосів, необхідних для зберігання кожного виду сировини, м³;

U_1 – об'єм одного силоса, м³.

Об'єм одного силоса круглої форми перерізу, м³:

$$U_1 = \pi \times R^2 \times h, \quad (2.5.4)$$

де R – радіус круга, м;

h – висота силоса, м.

Розрахунок об'єму одного силоса для насіння соняшнику розраховують за формулою 2.5.4

$$U_1 = 3,14 \times 12^2 \times 12 = 5426 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розрахунок об'єму одного силоса для макухи соняшникової розраховують за формулою 2.5.4

$$U_1 = 3,14 \times 8^2 \times 8 = 1608 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розрахункову кількість силосів розраховують за формулою 2.5.3

$$n_{p \text{ нас}} = \frac{19886,4}{5426} = 3,67 \text{ (шт)}$$

$$n_{p \text{ мак}} = \frac{2687,5}{1608} = 1,67 \text{ (шт)}$$

$$n_{p \text{ луш}} = \frac{1960,8}{1608} = 1,22 \text{ (шт)}$$

Встановлюємо 4 силоси для насіння соняшника, 2 силоси для макухи соняшникової та 1 силос для лушпиння соняшникового гранульованого.

Фактична ємність силосів складу силосного типу для зберігання фактичної маси кожного виду сировини, т:

$$K_{сф} = n_{ф} \times U_1 \times \gamma_c \times \eta, \quad (2.5.5)$$

де $K_{сф}$ – фактична ємність силосів для зберігання кожного виду сировини, т.

$$K_{\text{сф нас}} = 4 \times 5426 \times 0,43 \times 0,80 = 7639,8 \text{ (т)}$$

$$K_{\text{сф макс}} = 2 \times 1608 \times 0,50 \times 0,80 = 1286,4 \text{ (т)}$$

$$K_{\text{сф луш}} = 1 \times 1608 \times 0,63 \times 0,85 = 861,1 \text{ (т)}$$

Фактична тривалість зберігання кожного виду сировини, діб:

$$Z_{\text{ф}} = \frac{100 \times K_{\text{сф}}}{Q_3 \times a}, \quad (2.5.6)$$

де $Z_{\text{ф}}$ – фактична тривалість зберігання сировини на підприємстві, діб.

$$Z_{\text{ф нас}} = \frac{100 \times 7639,8}{500 \times 100} = 15,3 \text{ (доби)}$$

$$Z_{\text{ф макс}} = \frac{100 \times 1286,4}{500 \times 43} = 6 \text{ (доби)}$$

$$Z_{\text{ф луш}} = \frac{100 \times 861,1}{500 \times 15} = 11,5 \text{ (доби)}$$

У табл. 2.5.3 наведено дані розрахунку ємностей складу силосного типу для зберігання сировини і готової продукції.

Таблиця 2.5.3 – Дані розрахунку ємностей силосів для зберігання сировини і готової продукції

Сировина	Опосередні витрати сировини, a , %	Запас сировини, Z_n , діб	Об'ємна маса сировини, γ , т/м ³	Коефіцієнт використання об'єму силоса, K_v	Розрахована ємність силосів, $K_{\text{ср}}$, т	Фактична ємність силосів, $K_{\text{сф}}$, т	Фактичні запаси сировини, $Z_{\text{ф}}$, діб
Склад силосного типу							
Насіння соняшнику	100	14	0,44	0,80	7000	7639,8	15,3
Макуха соняшникова	43	5	0,50	0,80	1075	1286,4	6
Лушпиння соняшникове	15	14	0,63	0,85	1050	861,1	11,5

Висновок: Фактична ємність складів силосного типу щодо зберігання сировини і готової продукції забезпечує задану продуктивність заводу відповідно нормам часу. Проте, необхідно проводити постійно моніторинг наявності сировини на підприємстві та слідкувати за планом її поставок. Передбачаємо, що у складі підприємства є елеватор, що дасть можливість здійснювати підкачування сировини за необхідністю.

2.6 Розрахунок технологічного обладнання

Продуктивність лінії розраховують за формулою, т/год [18]:

$$q_l = \frac{Q_z}{t}, \quad (2.6.1)$$

де q_l – продуктивність лінії, т/год;

Q_z – продуктивність заводу, т/добу;

t – тривалість роботи лінії, год.

Продуктивність технологічної лінії підготовки сировини, т/год:

$$q_m = q_l + \left(q_l \times \frac{b_\phi}{100} \right), \quad (2.6.2)$$

де q_m – продуктивність технологічної лінії підготовки сировини, т/год;

q_l – продуктивність технологічної лінії до обрушування продукту, т/год;

b_ϕ – масова частка фракції продукту, %.

Розрахунок кількості технологічного обладнання, шт.:

$$n_p = \frac{q_l}{q_n \times K_v}, \quad (2.6.3)$$

де n_p – розрахункова кількість технологічного обладнання, шт.;

q_l – продуктивність лінії, т/год;

q_n – паспортна продуктивність технологічного обладнання, т/год;

K_v – коефіцієнт використання технологічного обладнання:

$K_v = 0,7$ – коефіцієнт використання технологічного обладнання, яке застосовують для технологічних процесів подрібнення сировини;

$K_v = 0,8$ – коефіцієнт використання технологічного обладнання, яке застосовують для гранулювання продукції;

$K_v = 1,0$ – коефіцієнт використання технологічного обладнання, призначеного для технологічних процесів сепарування та інших технологічних процесів підготовки сировини.

Розрахунок коефіцієнта завантаження технологічного обладнання:

$$K_z = \frac{q_l}{q_n \times n_\phi \times K_v}, \quad (2.6.4)$$

де K_z – коефіцієнта завантаження технологічного обладнання;

q_l – продуктивність лінії, т/год;

n_ϕ – фактична кількість технологічного обладнання, шт.;

q_n – паспортна продуктивність технологічного обладнання, т/год;

K_v – коефіцієнт використання технологічного обладнання.

Передбачаємо встановлення на лінії очистки насіння соняшнику від крупних, дрібних, легких некормових домішок в робочій башті елеватора послідовно для сито-повітряних сепаратори марки БСХ-100 (виробник ПАТ «Хорольський механічний завод», Україна) з паспортною продуктивністю 100 т/год. Також необхідно встановити ваги (Норма-ТН) для контролю маси насіння соняшнику перед подачею у силоси.

Розрахунок технологічного обладнання рушально-віяльного відділення

Продуктивність лінії розраховуємо за формулою 2.6.1

$$q_{л} = \frac{500}{2 \times 12} = 20,83 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних сепараторів розраховуємо за формулою 2.6.3

$$n_{р} = \frac{20,83}{6 \times 1} = 4 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 4 шт.

Встановлюємо магнітний сепаратор марки БМП («Електромеханічний завод», Україна) з паспортною продуктивністю 6 т/год.

Коефіцієнт завантаження магнітних сепараторів розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_{з} = \frac{20,83}{6 \times 4 \times 1} = 0,87$$

Кількість насіннерушок розраховуємо за формулою 2.5.3

$$n_{р} = \frac{20,83}{8,3 \times 0,7} = 4 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість насіннерушок 4 шт.

Встановлюємо насіннерушки марки РЦ-200 (ПАТ «Хорольський механічний завод», Україна) з паспортною продуктивністю 8,3 т/год.

Коефіцієнт завантаження насіннерушок розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_{з} = \frac{20,83}{8,3 \times 4 \times 1} = 0,63$$

Враховуючи 20 % повернення на повторне обрушування розраховуємо продуктивність насіннерушок за формулою 2.6.2

$$q_{м} = 20,83 \times \frac{20}{100} = 4,2 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних сепараторів розраховуємо за формулою 2.6.3

$$n_{р} = \frac{4,2}{6 \times 1} = 1 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 2 шт.

Встановлюємо магнітний сепаратор марки БМП («Електромеханічний завод», Україна) з паспортною продуктивністю 6 т/год.

Коефіцієнт завантаження магнітних сепараторів розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_3 = \frac{4,2}{6 \times 4 \times 1} = 0,2$$

Кількість насіннерушок розраховуємо за формулою 2.6.3

$$n_p = \frac{4,2}{8,3 \times 0,7} = 1 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість насіннерушок 2 шт.

Встановлюємо насіннерушки марки РЦ-200 (ПАТ «Хорольський механічний завод», Україна) з паспортною продуктивністю 8,3 т/год.

Коефіцієнт завантаження насіннерушок розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_3 = \frac{4,2}{8,3 \times 2 \times 0,7} = 0,36$$

Кількість насінневійок розраховуємо за формулою 2.6.3

$$n_p = \frac{20,83}{3,5 \times 1} = 6 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість насінневійок 6 шт.

Встановлюємо насінневійки марки НВХ (ПАТ «Хорольський механічний завод», Україна) з паспортною продуктивністю 3,5 т/год.

Коефіцієнт завантаження насінневійок розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_3 = \frac{20,83}{3,5 \times 6 \times 1} = 0,99$$

Враховуючи 10 % повернення на повторне обвіювання розраховуємо продуктивність насінневійок за формулою 2.6.2

$$q_m = 20,83 \times \frac{10}{100} = 2,1 \text{ (т/год)}$$

Кількість насінневійок розраховуємо за формулою 2.6.3

$$n_p = \frac{2,1}{3,5 \times 1} = 1 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість насінневійок 3 шт.

Встановлюємо насінневійки марки НВХ (ПАТ «Хорольський механічний завод», Україна) з паспортною продуктивністю 3,5 т/год.

Коефіцієнт завантаження насінневійок розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_3 = \frac{2,1}{3,5 \times 3 \times 1} = 0,2$$

Враховуючи 55 % на подрібнення у вальцових станках розраховуємо продуктивність за формулою 2.6.2

$$q_m = 20,83 \times \frac{55}{100} = 11,5 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних сепараторів розраховуємо за формулою 2.6.3

$$n_p = \frac{11,5}{2 \times 1} = 6 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 6 шт.

Встановлюємо магнітний сепаратор марки БМЗ-01 («Електромеханічний завод», Україна) з паспортною продуктивністю 2 т/год.

Коефіцієнт завантаження магнітних сепараторів розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_3 = \frac{11,5}{2 \times 6 \times 1} = 0,96$$

Кількість вальцових станків розраховуємо за формулою 2.6.3

$$n_p = \frac{11,5}{3,3 \times 0,7} = 5 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість вальцових станків 6 шт.

Встановлюємо вальцові станки марки ВС-5, з паспортною продуктивністю 3,3 т/год.

Коефіцієнт завантаження вальцових станків розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_3 = \frac{11,5}{3,3 \times 6 \times 0,7} = 0,83$$

Встановлене на лінії технологічне обладнання забезпечує задану продуктивність.

Пресове відділення

На пресування подається 85 % продукту, тому продуктивність лінії буде:

$$q_m = 20,83 \times \frac{85}{100} = 17,7 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних сепараторів розраховують за формулою 2.6.3

$$n_p = \frac{17,7}{20 \times 1} = 0,9 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 1 шт.

Встановлюємо магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-02 (ТОВ «ВНІКП») з паспортною продуктивністю 20 т/год.

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_3 = \frac{17,7}{20 \times 1 \times 1} = 0,9$$

Для волого-теплової обробки встановлюємо кондиціонер марки ТК-25 («Харбург-Фройденбергер», Німеччина) з паспортною продуктивністю 25 т/год.

Кількість кондиціонерів розраховуємо за формулою 2.6.3

$$n_p = \frac{17,7}{25 \times 0,8} = 0,9 \text{ (шт.)}$$

Коефіцієнт завантаження кондиціонерів розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_3 = \frac{17,7}{25 \times 0,8 \times 1} = 0,9$$

Кількість пресів розраховуємо за формулою 2.6.3

$$n_p = \frac{17,7}{25 \times 0,8} = 0,9 \text{ (шт.)}$$

Встановлюємо прес марки EP-25 («Харбург-Фройденбергер», Німеччина) з паспортною продуктивністю 25 т/год.

Коефіцієнт завантаження преса розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_3 = \frac{17,7}{25 \times 0,8 \times 1} = 0,9$$

Враховуючи 44 % продукту, що йде на охолодження розраховуємо продуктивність лінії за формулою 2.6.2

$$q_m = 17,7 \times \frac{44}{100} = 7,8 \text{ (т/год)}$$

Кількість охолоджувачів розраховуємо за формулою 2.6.3

$$n_p = \frac{7,8}{10 \times 1} = 0,8 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість охолоджувачів 1 шт.

Встановлюємо охолоджувач марки SDCC (Muench Edelstahl GmbH, Німеччина) з паспортною продуктивністю 10 т/год.

Коефіцієнт завантаження охолоджувача розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_3 = \frac{7,8}{10 \times 1 \times 1} = 0,8$$

Встановлене на лінії технологічне обладнання забезпечує задану продуктивність.

Лінія гранулювання макухи

Продуктивність лінії – 7,8 т/год.

Кількість молоткових дробарок розраховуємо за формулою 2.6.3

$$n_p = \frac{7,8}{15 \times 0,7} = 0,7 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість молоткових дробарок 1 шт.

Встановлюємо молоткову дробарку марки УЗ-ДБМ-20 (ТОВ «ВНІКП») з паспортною продуктивністю 15 т/год.

Коефіцієнт завантаження молоткової дробарки розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_3 = \frac{7,8}{15 \times 0,7 \times 1} = 0,74$$

Кількість кондиціонерів розраховуємо за формулою 2.6.3

$$n_p = \frac{7,8}{14 \times 0,8} = 0,7 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість кондиціонерів 1 шт.

Встановлюємо кондиціонер марки СМ 6К/12 (Andritz Sprout, Данія) з паспортною продуктивністю 14 т/год.

Коефіцієнт завантаження кондиціонера розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_3 = \frac{7,8}{14 \times 0,8 \times 1} = 0,7$$

Кількість пресів-грануляторів розраховуємо за формулою 2.6.3

$$n_p = \frac{7,8}{15 \times 0,8} = 0,6 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість пресів-грануляторів 1 шт.

Встановлюємо прес-гранулятор марки РМV 717 W (Andritz Sprout, Данія) з паспортною продуктивністю 15 т/год.

Коефіцієнт завантаження преса-гранулятора розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_3 = \frac{7,8}{15 \times 0,8 \times 1} = 0,65$$

Кількість охолоджувачів розраховуємо за формулою 2.6.3

$$n_p = \frac{7,8}{15 \times 1} = 0,52 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість охолоджувачів 1 шт.

Встановлюємо охолоджувач марки VK 19x24 (Andritz Sprout, Данія) з паспортною продуктивністю 15 т/год.

Коефіцієнт завантаження охолоджувача розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_3 = \frac{7,8}{15 \times 1 \times 1} = 0,52$$

Кількість просіювачів розраховуємо за формулою 2.6.3

$$n_p = \frac{7,8}{15 \times 1} = 0,52 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість просіювачів 1 шт.

Встановлюємо просіювач марки УЗ-ДМП-15А (ТОВ «ВНПКП») з паспортною продуктивністю 15 т/год.

Коефіцієнт завантаження просіювача розраховуємо за формулою 2.6.4

$$K_3 = \frac{7,8}{15 \times 1 \times 1} = 0,52$$

Встановлене на лінії технологічне обладнання забезпечує задану продуктивність. У табл. 2.6.1 наведено зведені дані щодо ефективності використання технологічного обладнання.

Таблиця 2.6.1 – Дані розрахунку технологічного обладнання

Назва обладнання	Марка обладнання	Кількість n , шт.	Продуктивність		Коефіцієнт використання машини, K_e	Коефіцієнт завантаження машини, K_3
			Паспортна, q_n , т/ГОД	Експлуатаційна, q_e , т/ГОД		
1	2	3	4	5	6	7
Рушально-віяльне відділення						
Магнітний сепаратор №1-№4	БМП	4	6,0	6,0	1,0	0,87
Насіннерушка №1-№4	РЦ-200	4	8,3	5,8	0,7	0,63
Магнітний сепаратор №5-№6	БМП	2	6,0	6,0	1,0	0,2
Насіннерушка №5-№6	РЦ-200	2	8,3	5,8	0,7	0,36
Насінневійка №1-№6	НВХ	6	3,5	3,5	1,0	0,99
Насінневійка №7-№9	НВХ	3	3,5	3,5	1,0	0,2
Магнітний сепаратор №7-№12	БМЗ-01	6	2,0	2,0	1,0	0,96
Вальцьовий станок №1-№6	ВС-5	6	3,3	2,3	0,7	0,83

Продовження табл. 2.6.1

1	2	3	4	5	6	7
Пресове відділення						
Магнітний сепаратор №13	УЗ-ДКМ-02	1	20	20	1,0	0,9
Кондиціонер №1	ТК-25	1	20	16	0,8	0,9
Прес	ЕР-25	1	20	16	0,8	0,9
Охолоджувач №1	SDCC	1	10	10	1,0	0,8
Лінія гранулювання макухи						
Молоткова дробарка	УЗ-ДБМ-20	1	15	10,5	0,7	0,74
Кондиціонер №2	СМ 6К/12	1	14	11,2	0,8	0,70
Прес-гранулятор	PMV 717 W	1	15	12	0,8	0,65
Охолоджувач №2	VK 19x24	1	15	15	1,0	0,52
Просіювач	УЗ-ДМП-15А	1	15	15	1,0	0,52

2.7 Розрахунок ємності оперативних бункерів

Маса сировини, яку розміщують в оперативних бункерах розраховують за формулою [18]:

$$E_{pm} = q_l \times \tau, \quad (2.7.1)$$

де E_m – ємність оперативного бункера, т;

q_l – продуктивність лінії підготовки сировини або експлуатаційна продуктивність технологічного обладнання (q_e), т/год;

τ – тривалість зберігання сировини в оперативному бункері (1...2 год), год.

Розрахунок об'єму бункера, м³:

$$V_b = \frac{E_p}{\gamma \times \eta}, \quad (2.7.2)$$

де V_b – ємність бункера, м³;

E_p – ємність оперативного бункера, т;

γ – об'ємна маса сировини, т/м³;

η – коефіцієнт використання об'єму бункера: $\eta = 0,80$ – для інших видів сировини.

Розрахунок об'єму одного бункера, м³:

$$V_l = a \times b \times h, \quad (2.7.3)$$

де V_l – об'єм одного бункера, м³;

a, b – розміри бункера в плані, м;

h – висота бункера, м.

Розрахунок кількості бункерів, шт.:

$$n_6 = \frac{V_6}{V_1}, \quad (2.7.4)$$

де n_6 – кількість бункерів, шт.;

V_6 – ємність бункера, м³;

V_1 – об'єм одного бункера, м³.

Фактична ємність бункерів, E_ϕ , т:

$$E_\phi = n_\phi \times V_1 \times \gamma \times \eta, \quad (2.7.5)$$

де E_ϕ – фактична ємність бункерів, т;

n_ϕ – фактична кількість бункерів, шт.

Фактична тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах, год:

$$\tau_\phi = \frac{E_\phi}{q_\phi}, \quad (2.7.6)$$

де τ_ϕ – фактична тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах, год;

E_ϕ – фактична ємність бункерів, т.

Розрахунок ємності оперативних бункерів в рушально-віяльному відділенні

Масу сировини, яку розміщують в оперативних бункерах № 2-7 над вальцьовими станками марки ВС-5 №1-№6 розраховуємо за формулою 2.7.1

$$E_{pm} = 11,5 \times 1 = 11,5 \text{ (т)}$$

Об'єм бункерів розраховуємо за формулою 2.7.2

$$V_6 = \frac{11,5}{0,43 \times 0,80} = 32,7 \text{ (м}^3\text{)}$$

Встановлюємо 6 бункерів розмірами $a = 1$ м, $b = 1$ м, $h = 1,5$ м.

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 2.7.3

$$V_1 = 1 \times 1 \times 1,5 = 1,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою 2.7.5

$$E_\phi = 6 \times 1,5 \times 0,44 \times 0,80 = 3,2 \text{ (т)}, E_\phi \text{ одного бункера} - 0,53 \text{ т}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання в оперативних бункерах над вальцьовими станками марки ВС-5 №1-№6 за формулою 2.7.6

$$\tau_\phi = \frac{3,2}{11,5} = 0,3 \text{ (год)}$$

Розрахунок ємності оперативних бункерів в пресовому відділенні

Об'ємна маса м'ятки складає $\gamma_c = 0,38$ т/м³.

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері №8 над кондиціонером марки ТК-25 розраховуємо за формулою 2.7.1

$$E_{pm} = 17,7 \times 1 = 17,7 \text{ (т)}$$

Об'єм бункерів розраховуємо за формулою 2.7.2

$$V_6 = \frac{17,7}{0,38 \times 0,80} = 58,2 \text{ (м}^3\text{)}$$

Встановлюємо бункер розмірами $a = 1,5$ м, $b = 1,5$ м, $h = 2$ м.

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 2.7.3

$$V_1 = 1,5 \times 1,5 \times 2 = 4,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою 2.7.5

$$E_\phi = 1 \times 4,5 \times 0,38 \times 0,80 = 1,4 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання в оперативному бункері над кондиціонером марки ТК-25 за формулою 2.7.6

$$\tau_\phi = \frac{1,4}{17,7} = 0,1 \text{ (год)}$$

Розрахунок ємності оперативних бункерів на лінії гранулювання макухи

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері №9 над молотковою дробаркою марки УЗ-ДБМ-20 розраховуємо за формулою 2.7.1

$$E_{pm} = 7,8 \times 1 = 7,8 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера розраховуємо за формулою 2.7.2

$$V_6 = \frac{7,8}{0,5 \times 0,80} = 19,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Встановлюємо 1 бункер розмірами $a = 1,5$ м, $b = 1,5$ м, $h = 2$ м.

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 2.7.3

$$V_1 = 1,5 \times 1,5 \times 2 = 4,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 2.7.5

$$E_\phi = 1 \times 4,5 \times 0,5 \times 0,80 = 1,8 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання шроту в оперативному бункері над молотковою дробаркою марки УЗ-ДБМ-20 за формулою 2.7.6

$$\tau_\phi = \frac{1,8}{7,8} = 0,23 \text{ (год)}$$

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері №10 під молотковою дробаркою марки УЗ-ДБМ-20 розраховуємо за формулою 2.7.1

$$E_{pm} = 7,8 \times 1 = 7,8 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера розраховуємо за формулою 2.7.2

$$V_6 = \frac{7,8}{0,5 \times 0,80} = 19,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Встановлюємо 1 бункер розмірами $a = 2,8$ м, $b = 2,15$ м, $h = 1$ м.

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 2.7.3

$$V_1 = 2,8 \times 2,15 \times 1 = 6 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 2.7.5

$$E_\phi = 1 \times 6 \times 0,5 \times 0,80 = 2,4 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання макухи в оперативному бункері під молотковою дробаркою марки УЗ-ДБМ-20 за формулою 2.7.6

$$\tau_\phi = \frac{2,4}{7,8} = 0,31 \text{ (год)}$$

Таблиця 2.7.1 – Дані розрахунку ємності оперативних бункерів

Оперативні бункери	Об'ємна маса, γ_c , т/м ³	Коефіцієнт використання об'єму бункерів	Фактична ємність бункерів, E_ϕ , т	Запаси, τ_p , год	Фактичні запаси, τ_ϕ , год
Рушально-віяльне відділення					
Оперативні бункери № 2-7 над вальцьовими станками марки ВС-5 №1-№6	0,44	0,80	3,2 (по 0,53 т кожний)	1,0	0,3
Пресове відділення					
Оперативні бункери № 8 над кондиціонером марки ТК-25	0,38	0,80	1,4	1,0	0,1
Лінія гранулювання макухи					
Оперативні бункери № 9 над молотковою дробаркою марки УЗ-ДБМ-20	0,50	0,80	1,8	1,0	0,23
Оперативні бункери № 10 під молотковою дробаркою марки УЗ-ДБМ-20	0,50	0,80	2,4	1,0	0,31

Висновок: оперативні бункери встановлені на технологічних лініях підготовки сировини і виробництва готової продукції забезпечують задану продуктивність.

2.8 Розрахунок транспортного обладнання

Експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання, т/год [18]:

$$q_e = \frac{q_n \times \gamma_c \times K_e}{0,75}, \quad (2.8.1)$$

де q_e – експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання при транспортуванні сировини з об'ємною масою $\gamma_c < 0,75$ т/м³, т/год;

q_n – паспортна продуктивність транспортного обладнання при транспортуванні сировини з об'ємною масою $\gamma_c < 0,75$ т/м³, т/год;

γ_c – об'ємна маса сировини, яку переміщує транспортне обладнання, т/м³;

K_e – коефіцієнт використання транспортного обладнання ($K_e = 0,85$ для транспортного обладнання продуктивністю $q_e \leq 50$ т/год).

Рушально-віяльне відділення

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №3, №4 та №8 за формулою 2.8.1

$$q_e = \frac{20,83 \times 0,44 \times 0,85}{0,75} = 10,4 \text{ (т/год)}$$

Встановлюємо скребковий конвеєр КСТ-200 (ЗАТ «Технекс») з паспортною продуктивністю 20 т/год. Розраховуємо продуктивність норії №2 за формулою 2.8.1

$$q_e = \frac{20,83 \times 0,44 \times 0,85}{0,75} = 10,4 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо норію Е-20 (ЗАТ «Технекс») з паспортною продуктивністю 20 т/год. Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №5, №6, №7, №15 та №16 за формулою 2.8.1

$$q_e = \frac{20,83 \times 0,44 \times 0,85}{0,75} = 10,4 \text{ (т/год)}$$

Встановлюємо скребковий конвеєр КСТ-200 (ЗАТ «Технекс») з паспортною продуктивністю 20 т/год. Розраховуємо продуктивність норії №3 за формулою 2.8.1

$$q_e = \frac{20,83 \times 0,44 \times 0,85}{0,75} = 10,4 \text{ (т/год)}$$

Встановлюємо норію Е-20 (ЗАТ «Технекс») з паспортною продуктивністю 20 т/год. Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №9, №13 та №14 за формулою 2.8.1

$$q_e = \frac{10 \times 0,44 \times 0,85}{0,75} = 5 \text{ (т/год)}$$

Встановлюємо скребковий конвеєр КСТ-200 (ЗАТ «Технекс») з паспортною продуктивністю 10 т/год. Розраховуємо продуктивність норії №4 за формулою 2.8.1

$$q_e = \frac{10 \times 0,44 \times 0,85}{0,75} = 5 \text{ (т/год)}$$

Встановлюємо норію Е-10 (ЗАТ «Технекс») з паспортною продуктивністю 10 т/год. Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №10, №11 та №12 для транспортування лузги за формулою 2.8.1

$$q_e = \frac{10 \times 0,14 \times 0,85}{0,75} = 1,6 \text{ (т/год)}$$

Встановлюємо скребковий конвеєр КСТ-200 (ЗАТ «Технекс») з паспортною продуктивністю 10 т/год. Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №17 для транспортування ядра за формулою 2.8.1

$$q_e = \frac{20,83 \times 0,44 \times 0,85}{0,75} = 10,4 \text{ (т/год)}$$

Встановлюємо скребковий конвеєр КСТ-200 (ЗАТ «Технекс») з паспортною продуктивністю 20 т/год. Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №18 та №19 для транспортування м'ятки за формулою 2.8.1

$$q_e = \frac{50 \times 0,49 \times 0,85}{0,75} = 27,8 \text{ (т/год)}$$

Встановлюємо скребковий конвеєр КСТ-320 (ЗАТ «Технекс») з паспортною продуктивністю 50 т/год.

Пресове відділення

Розраховуємо продуктивність норії №5 для транспортування м'ятки за формулою 2.8.1

$$q_e = \frac{50 \times 0,49 \times 0,85}{0,75} = 27,8 \text{ (т/год)}$$

Встановлюємо норію Е-50 (ЗАТ «Технекс») з паспортною продуктивністю 50 т/год.

Лінія гранулювання макухи

Розраховуємо продуктивність норії №6 за формулою 2.8.1

$$q_e = \frac{50 \times 0,50 \times 0,85}{0,75} = 28,3 \text{ (т/год)}$$

Встановлюємо норію Е-50 (ЗАТ «Технекс») з паспортною продуктивністю 50 т/год. Розраховуємо продуктивність норії №7 та №8 за формулою 2.8.1

$$q_e = \frac{50 \times 0,63 \times 0,85}{0,75} = 35,7 \text{ (т/год)}$$

Встановлюємо норію Е-50 (ЗАТ «Технекс») з паспортною продуктивністю 50 т/год.

2.9 Оформлення відомості руху продуктів за схемою технологічного процесу виробництва готової продукції

Призначення внутрішньоцехової комунікації – ув'язати в єдину виробничу лінію все обладнання, яке визначене розрахунками і розміщене на поверхах будівлі виробничих корпусів, здійснити направлення проміжних продуктів, що передбачено за схемою технологічного процесу виробництва готової продукції.

Для цього використовують механічний, пневматичний, аерозольтранспорт, який дозволяє переміщувати продукти в різних напрямках згідно зі схемою технологічного процесу виробництва готової продукції. Рациональне розташування обладнання на поверхах виробничих корпусів, складських приміщень, мінімальна кількість транспортних механізмів суттєво впливають на проектування автоматизації технологічних процесів і зменшення питомих витрат енергії на виробництво продукції.

У процесі розробки комунікації враховуються вимоги техніки безпеки обслуговування і експлуатації обладнання, уточнюють розташування технологічного обладнання в залежності від особливостей конструктивних елементів будівлі виробничого корпусу та конструкції обладнання. Ув'язку технологічного обладнання здійснюють за допомогою транспортного обладнання (норій, транспортерів, конвеєрів та ін.) і самопливних труб.

Проект комунікації складається з двох частин: графічної (креслення напрямів руху продуктів на розрізах будівлі) та описової – оформлення відомості руху продуктів [18].

Графічна частина проекту комунікації

У графічну частину проекту комунікації входять поздовжній і поперечний розрізи будівлі виробничого корпусу, на яких показані поверхове розташування технологічного, транспортного обладнання і самопливних труб. Самопливні

труби (самопливи) умовно зображають у вигляді суцільної лінії (напряму руху продукту по осі самопливу). Нумерацію самопливних труб проставляють у порядку послідовності руху продуктів за схемою технологічного процесу виробництва готової продукції.

Вимоги при проектуванні внутрішньоцехової комунікації:

1. При проектуванні комунікації треба передбачити переміщення продуктів по самому короткому шляху з мінімальною довжиною самопливних труб, транспортного обладнання.

2. Самопливні труби забороняється проектувати крізь бункери, конструктивні елементи споруди будівлі (колони, балки, ригелі), диспетчерську кімнату, службові приміщення, побутові приміщення, електророзподільні пункти, сходові клітки, ліфти, тамбур-шлюз та розташовувати біля вікон, в проходах між обладнанням.

3. При проектуванні самопливних труб крізь перекриття будівлі виробничого корпусу кут нахилу повинен дорівнювати 90° .

4. Недостатній кут нахилу самопливної труби знижує швидкість руху продукту і призводить до завалів, а завищений – сприяє збільшенню швидкості руху, внаслідок чого відбувається запилення приміщення, погіршення санітарного стану поверху будівлі, поява статичної електрики.

5. Гранично допустимі мінімальні кути нахилу самопливних труб круглого перерізу для різних продуктів наведені в табл. 2.9.1.

6. Діаметри самопливних труб, в залежності від їх призначення і продуктивності ліній, вибирають за даними [18].

Таблиця 2.9.1. – Мінімальні кути нахилу самопливних труб для різних продуктів

Сировина, продукти, компоненти, готова продукція	Гранично допустимі кути нахилу самопливних труб, α , град.
Насіння соняшнику	50
Шроти, макуха	50
Відноси аспіраційних мереж	55
Готова продукція у вигляді гранул	40...47

Паралельно з розміщенням обладнання на поверхах, розробкою креслень комунікації, складаємо відомість руху продуктів, яка наведена в табл. 2.9.2. з якої видно, що обладнання встановлено вірно – фактичні кути нахилу самопливі більше допустимих.

Таблиця 2.9.2 – Відомість руху продуктів

Назва, марка технологічного обладнання (ТО), силосів, бункерів	Кількість ТО	Продукти, які		Назва, марка ТО, на яке подається продукт	Транспортне обладнання			Кут нахилу самопливу, α , град				Діаметр самопливу,	Поверх перевірки кута нахилу самопливу
		надходять до ТО (до підготовки)	виходять з ТО (після підготовки)		Номер самопливу	Марка і номер норії	Марка і номер транспортера	В позад-жньому	В поперечному	фактичний	Гранично допустимий		
Рушально-віяльне відділення													
Ваги Норма-ТН	1	Зважене насіння соняшнику	Насіння соняшника очищене від металомагнітних домішок	Магнітні сепаратори БМП №1-№4	1	Е-20 №2	КСТ-200 №3, №4	90	90	90	не менше 45	220	1
					2			74	71	69			4
Магнітні сепаратори БМП №1-№4	4	Насіння соняшника очищене від металомагнітних домішок	Рушанка	Насіннерушки РЦ-200 №1-№4	-	-	-	-	-	-			4
Насіннерушки РЦ-200 №1-№4	4	Рушанка	Недоруш, лущиння, перевій, ядро	Насінневійки НВХ №1-№6	3	-	КСТ-200 №8	90	70	70			3
					4			90	70	70			
					5			90	70	70			
					6			90	70	70			
					7			90	70	70			
					8			90	70	70			
					9			90	70	70			
					10			90	70	70			
Насінневійки НВХ №1-№6	6	Недоруш	Недоруш очищений від металомагнітних домішок	Магнітні сепаратори БМП №5, №6	11	Е-20 №3	КСТ-200 №15, №5	90	77	77			2
					12			90	77	77			
					13			90	77	77			
					14			90	77	77			
					15			90	77	77			
					16			90	77	77			
					17			83	71	69			
					18			74	65	62			
Магнітні сепаратори БМП №5, №6	2	Недоруш очищений від металомагнітних домішок	Недоруш	Насіннерушки РЦ-200 №5, №6	-	-	-	-	-	-	4		
Насіннерушки РЦ-200 №5, №6	2	Недоруш	Недоруш, лущиння, перевій, ядро	Насінневійки НВХ №1-№6	19	-	КСТ-200 №6, №7, №8	90	90	90	3		
					20			90	90	90			
					21			90	90	90			
					22			90	90	90			

КРМ.ТЗІК.1.607-03.2.3

Продовження табл. 2.9.2

Назва, марка технологічного обладнання (ТО), силосів, бункерів	Кількість ТО,шт	Продукти, які		Назва, марка ТО, на яке подається продукт	Транспортне обладнання			Кут нахилу самопливу, α, град				Діаметр самопливу, мм	Поверх перевірки кута нахилу самопливу
		надходять до ТО (до підготовки)	виходять з ТО (після підготовки)		Номер самопливу	Марка і номер норії	Марка і номер транспортера	В повдов-жньому розрізі	В поперечному розрізі	фактичний	Гранично допустимий		
Рушально-віяльне відділення													
Насінневійки НВХ №1-№6	6	Лушпиння	Лушпиння	Силос	-	КСТ-200 №12	23	90	65	65	не менше 45	220	2
							24						
							25						
							26						
							27						
							28						
							29						
Насінневійки НВХ №1-№6	6	Перевій	Недоруш, лушпиння, перевій, ядро	Насінневійки НВХ №7-№9	Е-10 №3	КСТ-200 №13, №14, №9	30	90	69	69			
							31						
							32						
							33						
							34						
							35						
							36						
							37						
Насінневійки НВХ №7-№9	3	Недоруш	Недоруш очищений від металоманітних домішок	Магнітні сепаратори БМП №5, №6	Е-20 №3	КСТ-200 №16, №5	38	90	90	90			
							39						
							40						
							41						
							18						
Насінневійки НВХ №7-№9	3	Лушпиння	Лушпиння	Силос	-	КСТ-200 №10, №11, №12	42	90	74	74			
							43						
							44						
							29						
Насінневійки НВХ №7-№9	3	Перевій	Недоруш, лушпиння, перевій, ядро	Насінневійки НВХ №7-№9	Е-10 №4	КСТ-200 №14, №9	45	90	81	81			
							46						
							47						
							48						
							37						

КРМ.ТЗіК.1.607-03.2.3

Продовження табл. 2.9.2

Назва, марка технологічного обладнання (ТО), силосів, бункерів	Кількість ТО,шт	Продукти, які		Назва, марка ТО, на яке подається продукт	Транспортне обладнання			Кут нахилу самопливу, α, град				Діаметр самопливу, мм	Поверх перевірки кута нахилу самопливу
		надходять до ТО (до підготовки)	виходять з ТО (після підготовки)		Номер самопливу	Марка і номер норії	Марка і номер транспортера	В повздовжньому розрізі	В поперечному розрізі	фактичний	Гранично допустимий		
Рушально-віяльне відділення													
Насіннєвійки НВХ №1-№9	9	Ядро	Ядро	Оперативні бункера №2-№7	-	-	КСТ-200 №17	90	87	87	не менше 45	180	2
								50					
								51					
								52					
								53					
								54					
								55					
								56					
								57					
Оперативні бункера №2-№7	6	Ядро	Ядро очищене від металомагнітних домішок	Магнітний сепаратор БМ3-01 №7-№12	-	-	-	-	-	-	-	1	
Магнітний сепаратор БМ3-01 №7-№12	6	Ядро очищене від металомагнітних домішок	М'ятка	Вальцьові станки В-5 №1-№6	-	-	-	-	-	-	-	-	
Вальцьові станки В-5 №1-№6	6	М'ятка	М'ятка очищена від металомагнітних домішок	Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-02 №13	58	Е-50 №5	КСТ-320 №18, №19	64	90	64	не менше 45	180	-1
					59			90	61	61			4
Пресове відділення													
Вальцьові станки В-5 №1-№6	6	М'ятка	М'ятка очищена від металомагнітних домішок	Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-02 №13	58	Е-50 №5	КСТ-320 №18, №19	64	90	64	не менше 45	180	-1
					59			90	61	61			4
Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-02 №13	1	М'ятка очищена від металомагнітних домішок	М'ятка очищена від металомагнітних домішок	Оперативний бункер №8	-	-	-	-	-	-	-	180	4
Оперативний бункер №8	1	М'ятка очищена від металомагнітних домішок	Зволожена м'ятка	Кондиціонер ТК-25	60	-	-	90	90	90	-	-	3

КРМ.ТЗК.1.607-03.2.3

Продовження табл. 2.9.2

Назва, марка технологічного обладнання (ТО), силосів, бункерів	Кількість ТО, шт	Продукти, які		Назва, марка ТО, на яке подається продукт	Транспортне обладнання			Кут нахилу самопливу, α, град				Діаметр самопливу, мм	Поверх перевірки кута нахилу самопливу
		надходять до ТО (до підготовки)	виходять з ТО (після підготовки)		Номер самопливу	Марка і номер порі	Марка і номер транспортера	В повздовжньому розрізі	В поперечному розрізі	фактичний	Гранично допустимий		
Пресове відділення													
Кондиціонер ТК-25	1	Зволожена м'ятка	Олія, макуха	Прес EP-20	-	-	-	-	-	-	не менше 45	180	2
Прес EP-25	1	Олія	Олія	Насос	61	-	-	72	90	72			2
		Макуха	Охолоджена макуха	Охолоджувач SDCC №1	62	-	-	90	90	90			2
Охолоджувач SDCC №1	1	Охолоджена макуха	Макуха	Оперативний бункер №9	63	E-50 №6	-	63	90	63			1
					64			64	90	64	4		
Лінія гранулювання макухи													
Охолоджувач SDCC №1	1	Охолоджена макуха	Макуха	Оперативний бункер №9	63	E-50 №6	-	63	90	63	не менше 45	180	1
					64			64	90	64			4
Оперативний бункер №9	1	Макуха	Подрібнена макуха	Молоткова дробарка УЗ-ДМБ-20	65	-	-	65	90	65			4
Молоткова дробарка УЗ-ДМБ-20	1	Подрібнена макуха	Подрібнена макуха	Піддробарний бункер №10	-	-	-	-	-	-			3
Піддробарний бункер №10	1	Подрібнена макуха	Гранульована макуха	Прес-гранулятор РМV 717W	66	-	-	90	90	90			3
Прес-гранулятор РМV 717W	1	Гранульована макуха	Охолоджені гранули	Охолоджувач VK 19x24 №2	67	-	-	90	90	90			2
Охолоджувач VK 19x24 №2	1	Охолоджені гранули	Дрібна фракція, гранули	Просіювальна машина УЗ-ДМП-15 А	68	E-50 №7	-	68	63	60			1
					69			78	67	65			4
Просіювальна машина УЗ-ДМП-15 А	1	Дрібна фракція	Дрібна фракція	Піддробарний бункер №10	70	-	-	90	57	57	4		
					71			E-50 №8	-	90	90	90	3
					72					90	90	90	4

КРМ.ТЗІК.1.607-03.2.3

Висновок: обладнання на лініях підготовки сировини та виробництва готової продукції на поверхах виробничого корпусу розміщено вірно про це свідчить відомість руху продуктів, яка наведена в табл. 2.9.2, фактичні кути нахилу самопливів більше гранично допустимих та забезпечують безперервну роботу технологічного і транспортного обладнання на лініях.

2.10 Технохімічний та технологічний контроль виробництва

Соняшникову олію необхідно виробляти з насіння соняшнику, що відповідає вимогам ДСТУ 4694:2006. Контроль якості насіння на підприємстві виконується виробничо-технічною лабораторією (ВТЛ). Вміст сміттєвих домішок в насінні до очистки контролюється 1 раз в середньозмінному зразку. Вміст вологи контролюється 1 раз в середньозмінному зразку при відборі проб через кожні 2 години [19].

Регулювання кількості насіння, що подається на переробку, відбувається згідно з завданням на виробництво. Під час роботи сепаратора необхідно звернути увагу на рівномірність подачі насіння та розподіл його по ширині сита, відсутність черезмірного запилення, ефективність виділення легких домішок, відсутність забиття сит насінням та домішками, плавність ходу ситового кузова. При вмісті у відходах корисного зерна понад 2 % зменшити навантаження на сепаратор. Контроль відходів вмісту корисного зерна та цілого і спареного насіння у відходах та вмісту виконується ВТЛ при звільненні бункеру відходів. На протязі зміни оператор очисних машин регулярно сам виконує контроль.

На обрушення надходить насіння після очистки та сушки. Вміст вологи в насінні після сушки контролюється ВТЛ та вміст сміттєвих домішок в насінні після очистки контролюється 1 раз в середньозмінному зразку (відбір проб через кожні 2 години).

Завантаження рушок регулюється за допомогою живильних шнеків. Усі рушки повинні бути навантажені рівномірно.

Очистка насіння виконується постійними магнітами, що встановлені над рушками. Магніти необхідно чистити не менш, ніж через кожні 12 годин, при необхідності (на рушку перестає йти насіння) – частіше, для максимального видалення феромагнітних домішок з потоку насіння [20].

При необхідності (підвищений прохід через сито чи більший вміст недорущу та цілого насіння в м'ятці) число оборотів ротора може змінюватися (відповідно знижуватися чи підвищуватися).

Усі роботи по контролю роботи рушок виконувати з виконанням правил техніки безпеки. Під час зупинки насіннерушок відбувається візуальний огляд цілісності керамічних вставок.

Завантаження насінневійлок регулюється за допомогою шиберів. Усі насінневійлки повинні бути навантажені рівномірно. Налаштування роботи насінневійлки починається з зачистки лузгових конусів аспіраційної камери. При виносі ядра в лузгу понад 2 % зменшують навантаження на насінневійку.

При лушпинності м'ятки понад 5,0 % зменшують навантаження на насінневійку.

Під час роботи насінневійки необхідно слідкувати за: рівномірним розподілом продукту по ширині камер в'ійки; підтриманням нормального повітряного режиму та ефективним провітрюванням продукту в в'ійці.

Контроль якості лузги виконує ВТЛ 2 рази в зміну та в середньозмінному зразку. На протязі зміни оператори рушально-віяльних установок постійно контролюють виніс ядра до лузги.

Контроль якості ядра (контроль якості м'ятки) виконує ВТЛ два рази на протязі зміни в середньо змінному зразку. На протязі зміни оператори рушально-віяльних установок постійно контролюють вміст вільної лузги в ядрі. Оператор рушально-віяльних установок виконує постійний візуальний контроль над якістю розділення.

Контроль якості м'ятки (визначається лушпинність) виконує ВТЛ 2 рази на протязі зміни в середньозмінному зразку. Завантаження кондиціонерів відбувається за допомогою живильних шнеків через частотні перетворювачі.

Візуально по ракушці на виході з преса. підвищити тиск пари на кондиціонері, перевірити лінію відводу конденсату (конденсатовідвідник повинен бути гарячим). Також можна тимчасово зменшити чи призупинити подачі мезги до преса для збільшення температури її в кондиціонері [19].

Завантаження преса регулюється за допомогою живильного шнека через частотний перетворювач. Пуск преса спочатку виконують на холостому ході. Впевнившись в нормальній роботі преса, починають невелику подачу мезги. Перехід на робочу подачу мезги виконують після прогріву шнекового валу та зеєра, при цьому вже проходить віджимання олії на всіх ступенях.

Робота преса без мезги не повинна перевищувати двох хвилин, тому що прес може бути пошкоджений.

Під час роботи преса потрібно слідкувати за: якістю та кількістю віджимання олії; структурою ракушки; навантаженням на прес; показниками амперметра приводного двигуна від 500 А до 710 А; безперервністю живлення преса продуктом; чистотою завантажувальної шахти – періодичного огляду та чистоти завантажувальної шахти.

Контроль якості макухи виконує ВТЛ кожні 2 години – експрес-метод .

Також контроль за якістю макухи візуально виконують робітники пресової ділянки – жарівник та пресувальник-віджимач. Контроль технічних показників макухи контролює ВТЛ в середньозмінному зразку через кожні 2 години. Контроль технічних показників макухи контролює ВТЛ в середньозмінному зразку. З метою якісної та безпечної роботи необхідно слідкувати за: нормами технологічного режиму; справністю манометрів; справністю запорної арматури; герметичністю ущільнень апарату та арматури; не допускати течії олії через сальникові ущільнювачі насосів; не допускати розливів олії [20].

Візуальний контроль за якістю олії виконують фільтрувальники. Також контроль якості олії виконує ВТЛ. Соняшникова олія повинна відповідати вимогам ДСТУ 4492:2005.

У залежності від технології та показників якості нерафіновану невиморожену соняшкову олію поділяють на вищий, перший та другий ґатунок; гідратовану невиморожену соняшкову олію поділяють на перший та другий ґатунок [19].

Розділ 3 Розрахунок вентиляційного обладнання маслопресового заводу

3.1 Мета і задачі вентиляційних установок

Інноваційні пристрої встановлюються на підприємствах з обробки зерна в різних країнах, і це стало новим стандартом в сфері контролю зернового пилу. У зернопереробній промисловості застосовуються касетні фільтри, а на млинах, зерносушарках і олійних підприємствах широке застосування знайшли рукавні фільтри. Вони демонструють тільки деякі з можливостей універсальних пристроїв, здатних задовольнити максимум потреб щодо усунення зернового пилу [21].

Інноваційним рішенням стали фільтри, що демонструють високу ефективність, що відрізняються низькими перепадами тиску і забезпечують високу продуктивність при зниженні експлуатаційних витрат.

На маслопресових заводах, елеваторах, підприємства з обробки насіння і кукурудзи, по виробництву комбікормів для тварин і на інших аграрних компаніях усього світу встановлені фільтри систем аспірації. Вони є широко затребуваними і найбільш широко застосовуються в переробній промисловості і в зернопереробці. Важливою перевагою сучасних фільтрів є їх здатність вловлювати пил на своїй поверхні, звідки він, завдяки імпульсному очищенню стисненим повітрям, дуже ефективно видаляється, завдяки чому пристрої працюють набагато довше і ефективніше.

Вентиляційні установки представляють сукупність спеціального обладнання (вентиляторів, повітропроводів, пиловідокремлювачі та ін). Їх об'єднують в системи для здійснення повітрообміну шляхом створення доцільно організованих повітряних потоків в будівлях, каналах, камерах або захисних кожухах машин і апаратів. Це необхідно для забезпечення чистоти повітря в приміщеннях, де працюють люди, і виконання ряду технологічних, транспортних, а також протипожежних і протипожежних функцій [21, 22].

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

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.2.3			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Будівництво маслопресового заводу продуктивністю 500 т/добу в Харківській області	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Прокіпчук О.О.						
<i>Керівник</i>		Бордун Т.В.					63	21
<i>Консульт.</i>		Гончарук Г.А.				ОНТУ 2024		
<i>Зав.каф.</i>		Макаринська А.В.						
<i>Н.контр.</i>								

Вентиляційні установки відсмоктують повітря від технологічного і транспортного устаткування, тобто здійснюють так звану аспірацію, створюючи всередині робочих просторів або захисних кожухів машин розрідження. Воно перешкоджає виділенню пилу назовні і викликає надходження в ці простори зовнішнього повітря, яке забирає із собою надлишкове тепло і вологу, що виділяються при переробці зерна в борошно і крупу.

Поряд з знепилюванням й іншими гігієнічними завданнями обладнання вентиляційних установок використовують також для виконання ряду найважливіших технологічних операцій (очищення і сушіння зерна, сортування продуктів помелу за допомогою повітряних потоків), а також для пневматичного (повітряного) транспорту зерна та продуктів його переробки.

Вентиляційні установки на зернопереробних підприємствах дозволяють при ефективній роботі:

1) підвищити продуктивність млинів, круп'яних і комбикормових заводів, завдяки підтримці нормального ходу технологічного процесу, обумовлює, зокрема, підвищенням сипкості сит поліпшити якість борошна:

- краще очищати зерно і сортувати продукти помелу;
- попередити самозігрівання зерна, знизити вологість і запобігти розвитку шкідників;
- зменшити втрати зерна, що виникають при переробці його в борошно і крупу внаслідок зменшення кількості зміток і розсіювання пиловидних продуктів;

2) санітарно – гігієнічні задачі:

- поліпшити і оздоровити умови праці, ліквідувати професійні захворювання робітників;
- створити необхідні гігієнічні передумови для підвищення продуктивності праці;
- поліпшити санітарно-гігієнічний стан підприємств у результаті запобігання можливості конденсації вологи на внутрішніх поверхнях машин, розвитку мікроорганізмів, а також шкідників зерна й продуктів його переробки всередині аспіруючого обладнання;

3) задачі пожежовибухобезпеки:

- запобігти можливості виникнення вибухів пилу і пожежі [21, 22].

3.2 Особливості проектування аспіраційних установок маслопресових заводів

Пил, що виділяється з дрібних домішок у процесі виробництва, призводить до значного збільшення запиленості повітря. Відділення дрібних домішок здійснюють як відповідним технологічним обладнанням, так і при аспірації технологічного обладнання на всіх етапах технологічного процесу. Двофазний потік, аспіруємий від технологічного обладнання, містить частинки розміром від мікрметра до декількох міліметрів. Як показало обстеження ряду підприємств масложирової промисловості України та деяких інших країн, джерелами пилоутворення є технологічне обладнання, а також пилоуловлювальні установки, призначені для очищення повітря, що аспірує сушарки, сепаратори, ваги, насіннерушки, насінневійки, аспіраційні колонки, циклони-розвантажувачі, місця пересипання і транспортування насіння, випуск очищеного повітря в приміщення. На даному виробництві значна частина пиловловлювачів встановлена безпосередньо в виробничих приміщеннях. При цьому повітря із залишковою запиленістю після пиловловлювачів повертають безпосередньо в виробниче приміщення [21, 22].

Обстеження підприємств і аналіз проектів показали, що основну частину місць пиловиділення вкривають і герметизують. Однак повного знепилювання не вдається досягти через особливості устаткування, що експлуатується, а також у зв'язку із застосуванням недостатньо досконалих місцевих відсмоктувачів і засобів пиловловлювання. Пил надходить безпосередньо в повітря виробничих приміщень при роботі стрічкових, скребкових, шнекових транспортерів, сепараторів, вагів, насіннерушек, насінневійок, аспіраційних колонок, а також від пневмотранспортних систем і норій.

У виробничих приміщеннях відбувається також вторинне пилоутворення – підйом в повітря осілого пилу під впливом вентиляційних струменів припливної вентиляції, а також при ручному прибиранні. На елеваторі насіння і в підготовчому цеху пил соняшнику, що має значну олійність, менше схильні до процесу диспергування, ніж пил шроту на елеваторі шроту. Запиленість повітря в робочій зоні ряду виробничих приміщень елеваторів насіння і шроту, підготовчого цеху перевищує гранично допустиму концентрацію. Для зниження запиленості повітря у виробничих приміщеннях необхідні вдосконалення систем вентиляції, заміна застарілого технологічного

обладнання, ретельна герметизація обладнання, впровадження систем централізованого прибирання пилю.

Компоновку аспіраційних мереж заводів виконують для таких транспортно-технологічних ліній:

- розвантаження і складування сировини;
- очищення та подрібнення;
- дозування та змішування;
- завантаження продукції в автомашини та вагони.

Пиловидну сировину (борошно, БВД, вапно та інше) як правило транспортують пневмо- та аерозольнотранспортними установками.

При визначенні місць відсосу повітря від обладнання слід враховувати такі вимоги:

- не дозволяється використання зернових норій для транспортування подрібнених та тонко дисперсних матеріалів;
- обладнання, в якому створюються пилоповітряні потоки підвищеної запиленості, слід аспірувати через транспортні самопливи шляхом відбору повітря від норійних труб або ємностей.

Завальні ями повинні бути максимально герметичними. Отвори над ямами для їх завантаження повинні забезпечувати пропускну потужність розвантажувальних засобів.

Випускні самопливи із силосів і бункерів повинні мати регулюючі засувки.

Обладнання циклічної дії (ваги, змішувачі) оснащується допоміжними повітропроводами перетоку повітря (байпасами) діаметром не менше 0,3 м. Байпаси не повинні мати ділянок з нахилом менше 70° [21, 22].

Сукупність надсилосних транспортерів і силосів аспірують через ланцюгові транспортери. Самопливи транспортерів завантаження силосів повинні мати нахил не більше 60°, що забезпечує аспірацію силосів в режимі протитоку. Підсилосні транспортери, що подають матеріалів в норії, доцільно аспірувати за допомогою норійних труб. Окремі верхні силоси або їх групи (7-8) можна знепилювати повітропроводами діаметром 0,5 м шляхом їх виводу на 2 м вище поверхні. Місця завантаження автомашин та вагонів оснащуються окремими аспіраційними мережами.

Знепилення аспіраційного повітря на комбікормових заводах здійснюють, в основному, в фільтрах. Допускається використання циклонів при знепиленні

лінії зернової сировини. На лініях обробки і транспортування вологих і теплих матеріалів використовують тільки циклони (4БЦШ, УЦ-38).

Аспіраційний пил є кормовим продуктом і повертається до лінії, яку аспірують. Швидкість повітря в горизонтальних ділянках повітропроводів повинна бути не нижчою від 21 м/с – на лініях мінеральної і вологої сировини і не нижчою від 16 м/с – на всіх інших лініях. У вертикальних ділянках повітропроводів швидкість повинна бути більшою за 10 м/с [21, 22].

3.3 Основні принципи компоновання аспіраційних установок

До основних принципів компоновання, якими слід керуватися при проектуванні об'єднання вентилязованого обладнання в централізовані мережі слід віднести [21]:

- технологічний (об'єднання в загальну мережу повітропроводів того обладнання, пил від якого досить однорідний за якістю);
- одночасність роботи аспіраційного обладнання (об'єднання в загальну мережу одночасно працюючого обладнання);
- спрощення траси повітропроводів;
- експлуатаційну надійність і зручності автоматизації;
- температурний принцип.

Технологічний принцип компоновання. Компоновання вентиляційних мереж за технологічним принципом в зерноочисних відділеннях обов'язкове, оскільки втрати або зниження якості так званого «білого» пилу, що має цінність, недопустимі.

Принцип одночасності роботи аспіраційного обладнання. При проектуванні вентиляційних установок елеватора слід, орієнтуючись на графік його операцій, об'єднувати в загальні мережі те обладнання, яке працює одночасно. Така компоновка забезпечує сталість режиму роботи вентилятора і можливість включення вентиляторів при зупинці всього устаткування, що обслуговується однією установкою. Обидві ці обставини обслуговують зменшення витрати енергії на вентиляційних установках та підвищення коефіцієнта потужності вентиляційної групи електродвигунів елеватора.

Принцип спрощення траси повітропроводів. Цей принцип вимагає об'єднання в загальну мережу устаткування, розташованого на відносно невеликій відстані один від іншого, і устаткування, що дозволяє спроектувати

мережу без зайвих перегинів повітропроводів, без горизонтальних ділянок їх або хоча б, з мінімальною довжиною таких ділянок. У відповідності з цим принципом мережу повітропроводів слід проектувати так, щоб вентилятор був розташований якомога ближче до того устаткування, у якого найбільший опір. Крім того, при довгій розгалуженій мережі повітропроводів вентилятор слід встановлювати на середині найбільшої довжини магістралі.

Принцип експлуатаційної надійності та зручності автоматизації. Для створення мережі з мінімальною довжиною і простий конфігурацією в одну мережу, слід об'єднувати близько розташоване устаткування. Для підвищення експлуатаційної надійності мережі в неї слід включати обладнання, розташоване у вертикальному, а не в горизонтальному напрямку. Застосування автоматизації технологічних процесів полегшує умови праці, поліпшує виробничі умови на елеваторах.

Температурний принцип. В одну мережу слід об'єднувати обладнання, що має однакову температуру аспіруемого повітря, так як при змішуванні повітря з різною температурою збільшується можливість конденсації і налипання пилу на стінках повітропроводу. Перед проектуванням АУ виконується аналіз технологічних режимів транспортування та обробки матеріалопотоків. Виявляються можливості зниження інтенсивності взаємодії сипучих матеріал з повітрям шляхом зменшення кута нахилу матеріалопроводів до $36...54^\circ$, кінцевої швидкості матеріалу до 4 м/с та використанням 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 передбачати 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 [21, 22]. Суміжне обладнання циклічної дії (ваги, змішувачі) додатково з'єднуються повітропроводами (бай пасами) для перетоку повітря.

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

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

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

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

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

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

Для запобігання розповсюдження можливих пилоповітряних вибухових хвиль в окремих трубопроводах АУ машин ударної дії та норій доцільно створювати легко розривні чи легко скидні отвори, зв'язані з навколишнім середовищем [21, 22].

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

3.4 Огляд основних методів розрахунку аспіраційних мереж

Основні особливості різних методів розрахунків вентиляційних мереж. Відомі в наш час методи розрахунків розгалужених повітропроводів вентиляційних установок розрізняються [21, 22]:

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

— видом і побудовами посібників, що полегшує виконання визначений багаторазово повторюваних при розрахунку вентиляційних мереж.

Розглянемо по черзі огляду, з метою ознайомлення, а не володіння ними, деякі найбільш 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.

Серйозний недолік описаного методу розрахунку – неточність 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 систем опалення, що полегшує 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 році, широко застосовували при визначенні вентиляційних сіток млинів, елеваторів і інших підприємств. Тому у подальшому радянські автори піддали його поглибленій розробці і суттєво видозмінили засоби застосування сенсу «еквівалентний отвір». Громіздкий атлас кривих F_Σ був замінений більш зручними таблицями або номограмою; окрім цього, цей метод розвинений стосовно сітей, що несуть запилене повітря.

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

Важливий недолік методу динамічних тисків – відсутність у нього будь-яких практично необхідних указань про розрахунок діаметрів відгалуджень, 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» в усіх розрахованих операціях у 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 типу «еквівалентна довжина» або «пред'явлений коефіцієнт опору ділянки»;

— врахуванням у процесі розрахунку розгалужених мереж необхідності влаштування стандартних трійників, що зберігають співвідношення

$$D_{п+D_6}=D_0;$$

— 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 найпростіших дій.

При одних і тих же значеннях λ , значення ν і при однаковій ступіні точності визначення, результати розрахунку по кожному з описаних методів повинні бути однакові. Але, як уже відзначалося, деякі методи, наприклад метод еквівалентних отворів, має у своїй основі не вірні значення вказаних величин, і тому не точність результатів при розрахунку цими методами неминуче.

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

Останні дослідження, проведені А. Альтшулем дозволили отримати зручну формулу для розрахунку величини λ . З урахуванням шорохуватості трубопроводів. Дослідження показали, що при значних величинах абсолютної шорохуватості трубопроводів ($\Delta > 0,5 \text{ мм}$) величина λ змінюється на відчутну величину в порівнянні з розрахунком її для гідравлічно гладких (формула Блазіуса) або з повна шорохуватих труб (формула Б.Шифрінсона).

Г. Хованский розробив до формули А. Альтшуля зручні для використання номограми визначення величин λ .

Розрахунок λ за формулою А. Альтшуля для повітропроводів в елеваторних вентиляційних установках, виготовлених з оцинкованої покривної сталі, відрізняється від розрахунку за формулою А. Панченко на величину 8-10 % [21-23].

3.5 Розрахунок локального фільтра та фільтра-циклона

При проектуванні та розрахунку фільтрів спочатку виконують компоновку аспіраційної мережі та визначають витрати повітря Q_{ϕ} , що необхідно відібрати від технологічного або транспортуючого обладнання Q_{TO} , м³/год з метою утворення в ньому необхідного розрідження та очистки повітря від пилу [23].

При розрахунках Q_{ϕ} необхідно обов'язково враховувати кількість повітря, що підсмоктується у фільтр – Q_{II} , м³/год.

$Q_{\phi} = 1,05 \cdot Q_{TO}$ – при одноступеневому очищенні повітря, тобто Q_{II} складають 5 % від $\Sigma Q_{\text{машин}}$ повітря, а це складає кількість підсмоктуваного повітря у межах 0,1...0,5 м³/с. По Q_{ϕ} вибирають необхідний типорозмір фільтра.

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

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

де F_{ϕ} – площа поверхні фільтрувальної тканини, м², яка визначається за кількістю фільтрувальних рукавів. В свою чергу кількість рукавів підбирають по таблицях у залежності від марки і типорозміру фільтра. Рукав фільтра сконструйовано таким чином, що одночасно працюють дві бокові його стінки. Площа кожної стінки рукава складає – 0,5 м². Таким чином, загальна площа фільтрувальної тканини одного рукава складає 1 м², а загальна площа тканини фільтра визначається за виразом:

$$F_{\phi} = n \cdot 1, \text{ м}^2$$

де n – кількість рукавів фільтра.

Таким чином:

$$H_{\phi} = a \cdot q^h,$$

де a і h – експериментальні коефіцієнти, що залежать від структури фільтрувальної тканини, конструкції фільтра та характеристики пилу.

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

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

3.6 Проектування, підбір та установка локальних фільтрів за аеродинамічними показниками

Для аспірації зерноочисного обладнання використовують фільтри-циклони ZEO-FC, а також локальні фільтри ZEO-FV та ZEO-FG. Це дає можливість додаткового збереження маси кормового продукту шляхом зниження викидів у виробниче приміщення та атмосферу за рахунок високого коефіцієнта очищення повітря у рукавах пиловідділювача та повернення продукту в потік матеріалу [23].

3.7 Принцип роботи високоефективних локальних фільтрів ZEO-FG і ZEO-FV

Пилоповітряна суміш очищується на фільтрувальних рукавах. Очищене повітря виходить в атмосферу з допомогою витяжного вентилятора. Очистка кожного рукава від пилу проходить автоматично при допомозі контролера і системи регенерації. Рукави фільтра виготовляють із фільтрувальної тканини – полістирол звичайного виконання з вологостійким, маслостійким або вологовідштовхуючим покриттям [23].

3.8 Режим очистки

Через певні проміжки часу, які задаються контролером, кожний елемент по черзі отримує короткочасний вприск стисненого повітря із відповідного патрубка. Діаметр отворів і відстань від сопла до фільтруючого елемента розраховані так, що це забезпечує примусове втягування значного об'єму пилоповітряної суміші в середину фільтра одночасно з регенерацією одного із фільтрувальних елементів.

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

При розрахунку опору фільтра циклона ZEO-FC, який використовується для знепилювання повітря від однієї або декількох машин, користуємось графічною залежністю $H_{\phi}=f(q)$ (методичні вказівки [23]).

На виході з повітропроводу, як правило встановлюють факельний викид і втрати тиску на удар визначають за виразом

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

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

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

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

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

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м;

D – діаметр повітропровода, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

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

Тоді опір мережі

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

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначається

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

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор

$$Q_s = Q_\phi.$$

Враховуючи те, що, при розрахунку втрат тиску в фільтрі, коефіцієнт a і показник ступеня h залежать від багатьох факторів і, в тому числі, від характеристики пилу, що ускладнює визначення цих параметрів втрати тиску у фільтрах типу ZEO-FG(FV) знаходять за узагальненою формулою

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

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

Q_ϕ – об'ємні витрати повітря, що повинне бути знепилено у фільтрі.

Для таких фільтрів розраховуємо опір аспіраційної мережі за виразом

$$H_{мер} = H_m + H_\phi + H_{y\partial}, \text{ Па,}$$

де H_m – опір технологічного обладнання (машини, яка аспірується),

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

При встановленні вихідного дифузора, $H_{y\partial}$ розраховуємо за формулою

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

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

n – відношення площі вихідного отвору $F_{вих}$ до площі перерізу

повітропроводу, розташованого перед дифузором $f_{нов}$, $n = \frac{F_{вих}}{f_{нов}}$.

За аеродинамічними параметрами Q_e і H_e підбираємо вентилятор.

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

Потужність вентилятора і на валу електродвигуна визначають за формулою:

$$N_e = \frac{Q_e \cdot H_e}{1000 \cdot \eta_e \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{II}}, \text{ кВт,}$$

де η_e – ККД вентилятора;

$\eta_{пер}$ – ККД передачі (0,98);

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

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

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

де K_3 – коефіцієнт запасу потужності електродвигуна.

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

Остаточну потужність електродвигунів слід приймати за комплектацією заводів–виготовлювачів.

3.9 Розрахунок аспіраційної мережі для аспірації просіювальної машини УЗ-ДМП-15А

Із таблиці у додатку методичних вказівок вибираємо значення витрат повітря на аспірацію просіювальної машини $G_{np}=600$ м³/год і втрати тиску в ній $H_{np}=50$ Па [23].

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

$$Q_\phi = Q_{np} + Q_n, \text{ м}^3/\text{год},$$

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

$$Q_\phi = 600 + 30 = 630 \text{ м}^3/\text{год} (0,18 \text{ м}^3/\text{с})$$

За витратами повітря вибираємо найближчий фільтр ZEO-FC-1000.

Площа фільтруючої поверхні рукавів $F_\phi=4,0 \text{ м}^2$.

Втрати тиску у фільтрі визначають за напруженістю тканини фільтра:

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

$$q = \frac{0,18}{4,0} = 0,045, \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2.$$

За графіком (методичні вказівки) визначаємо $H_\phi=890 \text{ Па}$.

Для розрахунку опору мережі складаємо площинну схему (рис. 3.1).

$$H_{мер} = H_{np} + H_{нов} + H_\phi + H_{y\delta},$$

де H_{np} – гідравлічний опір просіновача, (50Па);

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

H_ϕ – гідравлічний опір фільтра, Па;

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

Розраховуємо опір повітропроводу за виразом

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

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 (10...12 м/с) – λ/D , D , v , $H_{дин}$.

$$v = 11,7 \text{ м/с}, H_{дин} = 84 \text{ Па}, D = 140 \text{ мм}, \lambda/D = 0,138.$$

Коефіцієнт кожного місцевого опору приймаємо $\Sigma \xi = 0,2$; тобто $\Sigma \xi = 7 \cdot 0,2 = 1,4$, де 10 – кількість фасонних деталей.

$$H_{нов} = (0,138 \cdot 15 + 1,4) 84 = 291,5 \text{ Па}$$

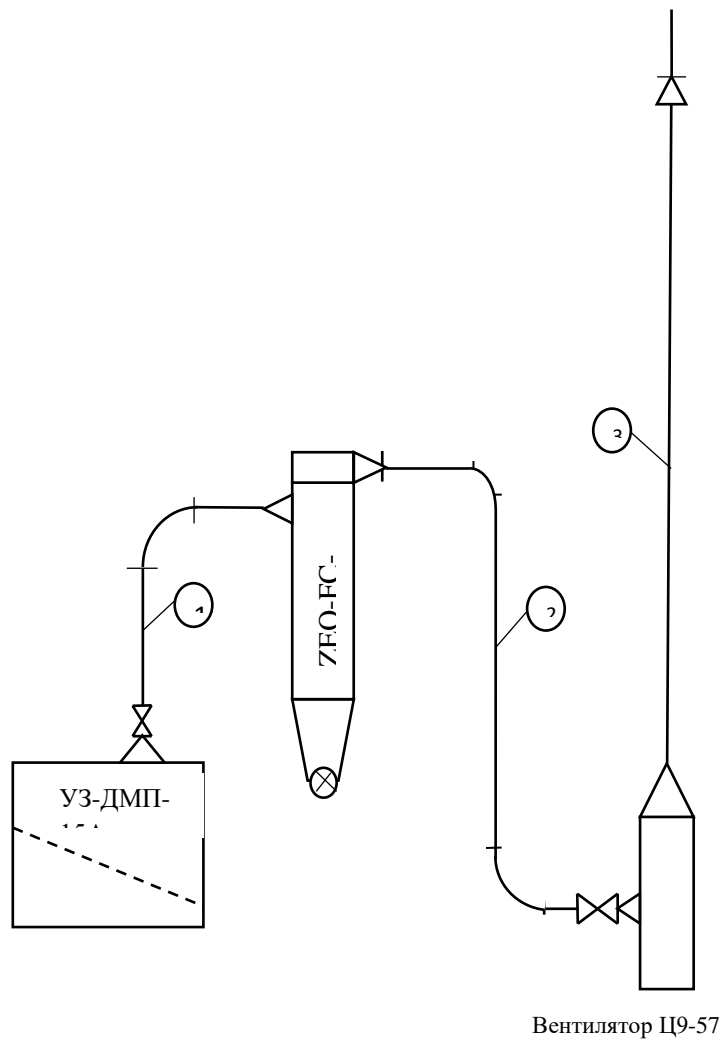


Рис. 3.1 – Площина схема №1

Розраховуємо втрати тиску на удар. При факельному викиді

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

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 конфузора, складає $20 \dots 22 \text{ м/с}$.

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

Розраховуємо опір мережі

$$H_{\text{мер}} = 50 + 291,5 + 890 + 240 = 1471,5 \text{ Па}$$

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

$$H_{\text{г}} = 1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 1471,5 = 1618,6 \text{ Па}$$

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 Ц9-57 №3, ККД якого дорівнює 0,45.

Необхідну потужність на валу електродвигуна визначають за формулою

$$N_{\text{ел.дв.}} = \frac{Q_\epsilon \cdot H_\epsilon}{1000 \cdot \eta_\epsilon \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{П}}}, \text{ кВт}$$

де η_ϵ – ККД вентилятора;

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

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

$$N_{\text{ел.дв.}} = \frac{630 \cdot 1618,6}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,45 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,7 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна N_ϕ визначають за виразом:

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

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

$$N_\phi = 1,15 \cdot 0,7 = 0,81 \text{ кВт}$$

Вибираємо електродвигун 4А71В2У3 потужністю $N=1,1$ кВт з числом обертів $n=3000$ об/хв за комплектацією заводу-виробника [23].

3.10 Аспірація норій Е-50 (у кількості трьох штук)

За додатком методичних вказівок знаходимо, що для аспірації даної норії необхідно відібрати повітря з укриття норії $Q_n=700$ м³/год. При цьому опір норії $H_n=50$ Па [23].

При виборі фільтра враховуємо підсоси повітря

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

Вибираємо фільтр ZEO-FV-800.

Розраховуємо опір фільтра за виразом

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

Визначаємо втрати тиску на удар при виході повітря з дифузора

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

n – приймаємо $n=2,0$

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

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

Розраховуємо опір мережі

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

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

По Q_ϵ та H_ϵ підбираємо вентилятор MN 602 – $N=1,1$ кВт, $Q_\epsilon=800$ м³/год, $H_\epsilon=1200$ Па.

Корисна потужність на валу вентилятора

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

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

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

3.11 Розрахунок насінневійок НВХ №1-6

Продуктивність обладнання $Q=50$ т/год і гідравлічний опір $H_{\text{нас}}=50$ Па.

За додатком методичних вказівок вибираємо значення втрат повітря на аспірацію обладнання: $Q_{\text{нас}}=1200$ м³/год [23].

При виборі фільтра враховуємо підсоси повітря у мережу, включаючи обладнання і фільтр і загальні витрати повітря, яке повинен знепилити фільтр Q_ϕ .

$$Q_\phi = Q_{\text{скал}} + Q_n, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

де $Q_{\text{нас}}$ – кількість повітря, яке необхідно відібрати від насінневійки;

Q_n – підсоси повітря у розмірі 5 % від $Q_{\text{нас}}$.

$$Q_n = 0,05 \cdot Q_{\text{скал}} = 0,05 \cdot 1200 = 60 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$Q_\phi = 1200 + 60 = 1260 \text{ м}^3/\text{ГОД} = 0,35 \text{ м}^3/\text{с}$$

Вибираємо фільтр-циклон ZEO-FC-1000. Площа фільтруючої поверхні рукавів $F_{\phi.p}=10,5$ м².

Втрати тиску у фільтрі визначаємо за напруженістю тканини фільтра

$$q = \frac{Q_\phi}{F_{\phi.p}} = \frac{0,35}{10,5} = 0,034 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2$$

За графіком $H_\phi=f(q)$ у методичних вказівках визначаємо опір фільтра $H_\phi=820$ Па.

Для розрахунку опору мережі складаємо площинну схему (рис. 3.2).

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

де $H_{нас}$ – гідравлічний опір найбільш віддаленої машини за магістральним напрямком $H_{нас}=50$ Па;

$H_{нов}$ – опір матеріалопроводу за магістральним напрямком, Па;

H_ϕ – опір фільтра;

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

Розраховуємо опір повітропроводу за виразом

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

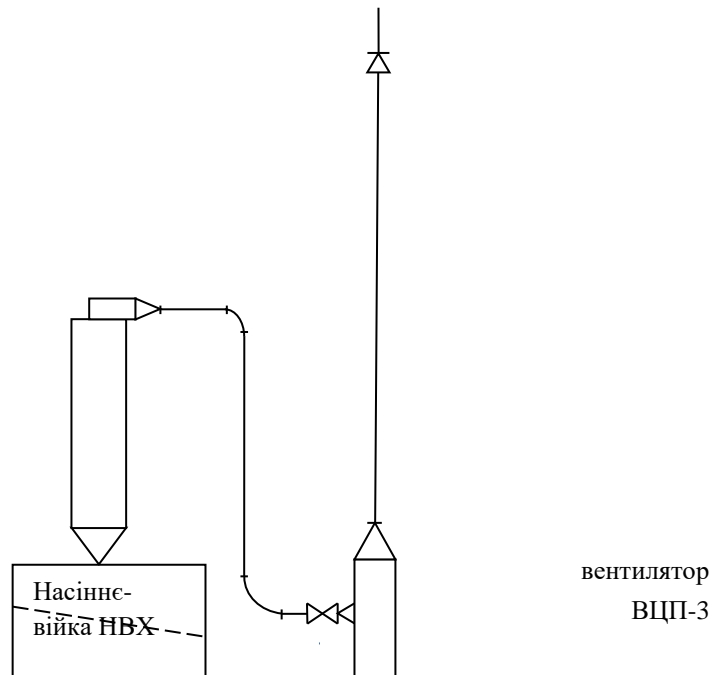


Рис. 3.2 – Площинна схема №2

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

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

За номограмою Панченко знаходимо за витратами повітря і рекомендованою його швидкістю – (13...14 м/с) – λ/D , D , v , $H_{дин}$.

$$\lambda/D=0,097; D=180\text{мм}; v=13,5\text{м/с}; H_{дин}=110 \text{ Па.}$$

Величину кожного місцевого опору в мережі за магістральним напрямком приймаємо $\xi=0,2$.

Так, як у нас за магістраллю 12 місцевих опорів, то

$$\Sigma\xi=12\cdot0,2=2,4,$$

Тому $H_{\text{пов}} = (0,097 \cdot 22 + 2,4) \cdot 110 = 499$ Па

Розраховуємо витрати тиску на удар.

При факельному викиді

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

де $v_{\text{вих}}$ – швидкість повітря на виході з конфузора, приймаємо $v=20\dots22\text{м/с}$;
 ρ – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає $1,2 \text{ кг/м}^3$.

$$H_{\text{уд}} = \frac{1,2 \cdot 22^2}{2} = 290 \text{ Па}$$

$$H_{\text{мер}} = 50 + 820 + 499 + 290 = 1659 \text{ Па}$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор збільшуємо на 10 % і визначаємо за виразом

$$H_{\text{в}} = 1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 1659 = 1825 \text{ Па}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{ф}}$$

За аеродинамічними характеристиками $H_{\text{в}}=f(Q_{\text{в}})$ вибираємо вентилятор виробництва ВЦП-3. Число обертів вала $n = 3100$ об/хв, ККД – $\eta=0,51$. Визначаємо необхідну потужність за точкою перетину характеристик вентилятора і мережі, а необхідну потужність на валу вентилятора за формулою

$$N_{\text{вент}} = \frac{Q_{\text{в}} \cdot H_{\text{в}}}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт,}$$

де $\eta_{\text{в}}$ – ККД вентилятора (0,51);

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

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

$$N_{\text{вент}} = \frac{1260 \cdot 1825}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,51 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 1,3 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна $N_{\text{в}}$ визначають за виразом:

$$N_{\text{в}} = K_{\text{з}} \cdot N_{\text{вент}}, \text{ кВт,}$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна $K_{\text{з}}$. Для електродвигунів потужністю до 5 кВт $K_{\text{з}}=1,15$.

$$N_y = 1,15 \cdot 1,3 = 1,5 \text{ кВт}$$

Вибираємо електродвигун марки 4A80B2 - потужністю $N=2,2$ кВт з числом обертів $n=2930$ об/хв, масою – 62 кг за комплектацією заводу-виробника [23].

3.12 Аспірація конвеєра скребкового КСТ-200 (у кількості 15 штук)

Згідно додатку методичних вказівок [23] (табл. 1 «Аеродинамічні дані технологічного та транспортного обладнання») вибираємо значення для конвеєра: $Q_k=600$ м³/год – повітря для аспірації; $H_k=50$ 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 , м³/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:

$$H_{мер} = H_k + H_\phi + H_{y\delta},$$

де H_k – гідравлічний опір конвеєра, Па;

H_ϕ – гідравлічний опір фільтра, Па

$H_{y\delta}$ – 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

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

де $H_{дин}$ – 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 кг/м³;

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

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

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

Розраховуємо опір мережі

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

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

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

По $H_{\text{с}}$ та $Q_{\text{ф}}$, яке дорівнює $Q_{\text{с}}$ підбираємо вентилятор іноземного виробництва MN 602, ККД якого дорівнює 0,7.

Необхідну потужність на валу електродвигуна визначають за формулою

$$N_{\text{ел.дв.}} = \frac{Q_{\text{с}} \cdot H_{\text{с}}}{1000 \cdot \eta_{\text{с}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт}$$

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

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

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

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

Фактичну потужність електродвигуна $N_{\text{ф}}$ визначають за виразом:

$$N_{\text{ф}} = K_{\text{з}} \cdot N_{\text{ел.дв.}}, \text{ кВт,}$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна $K_{\text{з}}$. Для електродвигунів потужністю до 5 кВт $K_{\text{з}}=1,15$.

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

Остаточну потужність електродвигуна приймаємо $N=1,1$ кВт з числом обертів $n=2850$ об/хв за комплектацією заводу-виробника [23].

Розділ 4 Електропостачання та енергозбереження

4.1 Мета та задачі проектування

Після будівництва маслопресового заводу у відповідності з проектом електропостачання підприємства буде здійснюватися від одного з двох незалежних джерел енергії, основного та резервного, кабельними лініями з напругою 10 кВ 50 Гц, а електрична підстанція підприємства має містити два силових трансформатори.

Компенсація реактивної потужності підприємства буде здійснюватися за допомогою конденсаторних установок.

Живлення силових установок та електроприводів робочих машин в цехах підприємства буде здійснюватися трифазною системою напруг з номінальним значенням напруги 380/220 В 50 Гц, а мережа освітлення однофазною системою з напругою 220 В 50 Гц.

Задачею теперішнього розрахунку є визначення повної потужності трансформаторної підстанції, вибір типу і потужності силових трансформаторів та установок для компенсації реактивної потужності, а також визначення перерізу і марки кабелів для системи внутрішнього електропостачання підприємства [24].

4.2 Визначення розрахункової активної потужності підприємства

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

$$P_p = \frac{W_{\text{ПИТ}} \cdot M_{\text{ДОБ}}}{T_{\text{ДОБ}}}, \quad (4.1)$$

де P_p – розрахункова активна потужність підприємства, кВт

$W_{\text{ПИТ}}$ – питома витрата електроенергії для вироблення 1 т рослинного масла;

$W_{\text{ПИТ}} = 20 \dots 30$ кВт год/т, приймаємо $W_{\text{ПИТ}} = 28,8$ кВт·год/т;

$M_{\text{ДОБ}}$ – добова продуктивність підприємства, $M_{\text{ДОБ}} = 500$ т/доб;

$T_{\text{ДОБ}}$ – кількість годин роботи підприємства за добу, $T_{\text{ДОБ}} = 24$ год.

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.2.3			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Прокіпчук О.О.				Будівництво маслопресового заводу продуктивністю 500 т/добу в Харківській області	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Бордун Т.В.						84	10
Консульт.	Штепа Є.П.					ОНТУ 2024		
Зав.каф.	Макаринська А.В.							
Н.контр.								

Визначимо розрахункову активну потужність для підприємства [24, 25]:

$$P_P = \frac{W_{ПИТ} \cdot M_{ДОБ}}{T_{ДОБ}} = \frac{28,8 \cdot 500}{24} = 600 \text{ кВт} \quad (4.2)$$

Визначимо розрахункову активну потужність на освітлення приміщень лампами накаливання:

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

Тоді $P_{ОСВ} = 0,1 \cdot P_P = 0,1 \cdot 600 = 60$ кВт.

4.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

Повна потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності визначається за формулою [25]:

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

де Q_P – розрахункова реактивна потужність приймачів:

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

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

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

для комбикормового заводу $\cos \varphi = 0,85$,

тоді $\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\arccos 0,85) = 0,62$,

$$Q_P = P_P \cdot \operatorname{tg} \varphi = 600 \cdot 0,62 = 372 \text{ квар}$$

Потужність пристроїв для компенсації реактивної потужності визначають за формулою:

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

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

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

Тоді для підприємства, що проектується:

$$Q_E = 0,3 \cdot (600 + 60) = 198 \text{ квар},$$

$$Q_K = Q_P - Q_E = 372 - 198 = 174 \text{ квар}$$

Вибираємо потужність, тип та кількість пристроїв для компенсації реактивної потужності [25].

Таблиця 4.1 – Технічні дані конденсаторних пристроїв для компенсації реактивної потужності

Тип	Номинальна напруга $U_{НОМ}$, кВ	Номинальна потужність $Q_{НОМ}$, квар	Номинальна ємність $C_{НОМ}$, мкФ	Число ступенів регулювання	Маса, кг
КК-0,38-300-150У3	0,38	216	1570	2	612

Сумарна потужність пристроїв для компенсації реактивної потужності складе:

$$Q_{КНОМ} = n \cdot Q_{НОМ}, \quad (4.9)$$

де n – кількість пристроїв для компенсації реактивної потужності, $n = 1$;

$Q_{НОМ}$ – номінальна потужність кожного пристрою, $Q_{НОМ} = 216$ квар.

Тоді:

$$Q_{КНОМ} = n \cdot Q_{НОМ} = 1 \cdot 216 = 216 \text{ квар},$$

а повна потужність трансформаторної підстанції складе:

$$S_{ТП} = \sqrt{(P_P + P_{ОСВ})^2 + (Q_P - Q_{КНОМ})^2} = \sqrt{(600 + 60)^2 + (372 - 216)^2} = 679 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

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

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

тоді

$$S_{ТР} = 0,7 \cdot 679 = 475 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Вибираємо тип силового трансформатора $S_{ТРНОМ} \geq S_{ТР}$ [25].

Таблиця 4.2 – Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номинальна потужність $S_{НОМ}$, кВА	Номинальна напруга, кВ		Струм холостого ходу, $I_x\%$	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання, $U_K\%$
		Первинне, $U_{1НОМ}$	Вторинне, $U_{2НОМ}$		холостого ходу, P_x	короткого замикання, P_K	
ТМ630/10-0,4	630	10	0,4	2,0	1,6	7,6	5,5

4.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

Використовуючи графік добового навантаження комбікормового заводу (рис. 4.1), визначимо коефіцієнт завантаження трансформаторів[25]:

$$K_{3T} = \frac{\sum S_i \cdot t_i}{24 \cdot 100}, \quad (4.11)$$

де K_{3T} – коефіцієнт завантаження трансформаторів ТП;

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

t_i – тривалість i -тої ділянки часу навантаження, год.

$$\text{Тоді } K_{3T} = \frac{\sum S_i \cdot t_i}{24 \cdot 100} = \frac{20 \cdot 6 + 30 \cdot 2 + 100 \cdot 4 + 70 \cdot 2 + 80 \cdot 4 + 50 \cdot 6}{24 \cdot 100} = 0,65$$

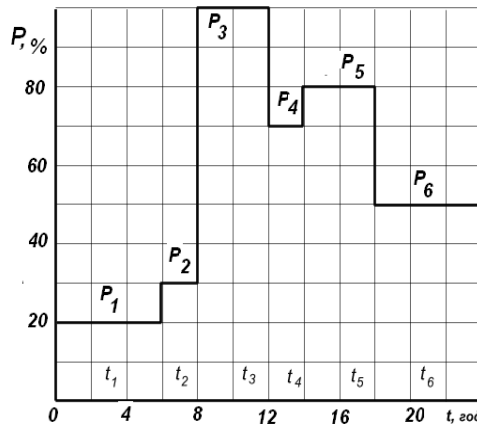


Рис. 4.1 – Графік добового навантаження маслозаводу

Максимальна потужність навантаження ТП заводу складає на протязі першої зміни з 8 до 12 годин $t_{M1} = 4$ год., та для вечірньої зміни з 14 до 17 годин $t_{M2} = 3$ год., тоді загальна тривалість максимального навантаження за добу:

$$t_M = t_{M1} + t_{M2} = 4 + 3 = 7 \text{ год}$$

По графіку допустимих силових перевантажень силового трансформатора (рис. 4.2), визначаємо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора:

$$K_{ДП} = 1,14 \text{ при } K_{3T} = 0,65 \text{ та } t_M = 7 \text{ год}$$

Потужність кожного з двох трансформаторів ТП з урахуванням їх перевантажень складе:

$$S_{TP} \geq \frac{S_{ТП}}{2 \cdot K_{ДП}}, \quad (4.12)$$

де $S_{ТП}$ – повна розрахункова потужність трансформаторної підстанції, кВ·А;

$K_{ДП}$ – коефіцієнт додаткового перевантаження трансформаторів.

Тоді

$$S_{TP} \geq \frac{S_{ТП}}{2 \cdot K_{ДП}} = \frac{679}{2 \cdot 1,14} = 297,5 \text{ кВ}\cdot\text{А.}$$

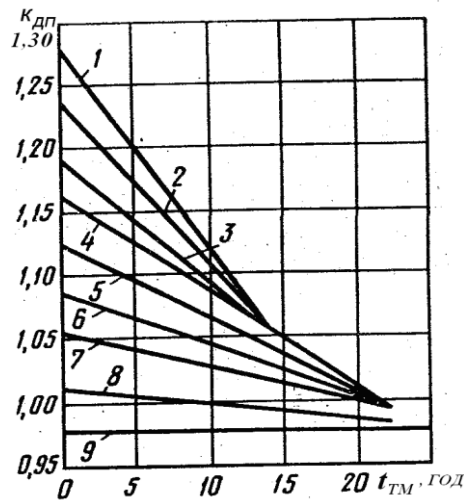


Рис. 4.2 – Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для $K_{ЗГ}$:
1 - 0,60; 2 - 0,65; 3 - 0,70; 4 - 0,75; 5 - 0,80; 6 - 0,85; 7 - 0,90; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

Уточняємо тип та номінальну потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності $S_{TP\text{ ном}} \geq S_{TP}$ [25].

Таблиця 4.3 – Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номінальна потужність $S_{НОМ}$, кВ А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу, $I_x\%$	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання, $U_K\%$
		Первинне, $U_{1НОМ}$	Вторинне, $U_{2НОМ}$		холостого ходу, P_X	короткого замикання, P_K	
ТМ400/10-0,4	400	10	0,4	2,1	1,1	5,5	4,5

Таким чином, потужність кожного з трансформаторів може бути знижена від 630 кВ·А до 400 кВ·А.

4.5 Техніко-економічне порівняння роботи силових трансформаторів

Визначимо приведені втрати у трансформаторі за формулами [25]:

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + K_E \cdot \Delta Q_X, \quad (4.13)$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_E \cdot \Delta Q_K, \quad (4.14)$$

де ΔP_X , ΔP_K – втрати трансформатора в режимах Х.Х. та К.З. вибираємо з таблиці 4.3, кВт;

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

$$K_E = 0,05 \text{ кВт/квар};$$

ΔQ_X – реактивні втрати трансформатора у режимі Х.Х:

$$\Delta Q_X = \frac{S_{НОМ} \cdot I_X \%}{100}. \quad (4.15)$$

ΔQ_K – реактивні втрати трансформатора у режимі К.З:

$$\Delta Q_K = \frac{S_{НОМ} \cdot U_K \%}{100}, \quad (4.16)$$

тоді
$$\Delta Q_X = \frac{S_{НОМ} \cdot I_X \%}{100} = \frac{400 \cdot 2,1}{100} = 8,4 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_K = \frac{S_{НОМ} \cdot U_K \%}{100} = \frac{400 \cdot 4,5}{100} = 18,0 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + K_E \Delta Q_X = 1,1 + 0,05 \cdot 8,4 = 1,52 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_E \Delta Q_K = 5,5 + 0,05 \cdot 18,0 = 6,40 \text{ кВт}$$

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

$$S_{ЕК} = S_{НОМ} \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta P'_X}{\Delta P'_K}}, \quad (4.17)$$

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

Тоді
$$S_{ЭК} = 400 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{1,52}{6,40}} = 276 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

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

$$S\% = \frac{S_{ЭК}}{m \cdot S_{НОМ}} \cdot 100\%, \quad (4.18)$$

тоді
$$S\% = \frac{276}{2 \cdot 400} \cdot 100 = 34,5 \%$$

Таким чином, при навантаженні підстанції менш ніж $S\% = 34,5\%$ один з трансформаторів можна відключити.

По графіку добового навантаження (рис. 4.1) робимо висновок, що на протязі доби один з двох трансформаторів можна відключити у перебігу $\sum t = 6$ годин, що складе:

$$\Delta T_{MAX\%} = \frac{\sum t}{24} \cdot 100\% , \quad (4.19)$$

тоді
$$\Delta T_{MAX\%} = \frac{6}{24} \cdot 100 = 25,0 \%$$

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

$$T'_{MAX} = T_{MAX} \cdot \frac{100 - \Delta T_{MAX\%}}{100} , \quad (4.20)$$

тоді
$$T'_{MAX} = 5000 \cdot \frac{100 - 25,0}{100} = 3750 \text{ год}$$

де T_{MAX} – річний фонд годин роботи підприємства, для борошномельного заводу $T_{MAX} = 5000$ год.

4.6 Вибір перерізу жил та марки кабелю

Визначаємо розрахунковий струм ТП до компенсації реактивної потужності:

$$I_P = \frac{1000 \cdot S_P}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} , \quad (4.21)$$

де S_P – повна розрахункова потужність ТП без урахування компенсації реактивної потужності, кВ·А:

$$S_P = \sqrt{(P_P + P_{ОСВ})^2 + Q_P^2} , \quad (4.22)$$

тоді
$$S_P = \sqrt{(600+60)^2 + 372^2} = 758 \text{ кВ} \cdot \text{А},$$

$$I_P = \frac{758 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 1148 \text{ А}$$

Вибираємо кабель АВРГ- чотирьохжильний з алюмінієвими жилами і полівінілхлоридною ізоляцією прокладений у землі. За таблицею [25] знаходимо стандартний переріз жил кабелю $S_K = 185 \text{ мм}^2$, струм $I_{ДОП} = 395 \text{ А}$.

Тоді кількість паралельних кабельних ліній m складає

$$m = I_P / I_{ДОП} = 1148 / 395 = 3,0 \text{ од}$$

Перевіряємо вибраний переріз жил кабелю на допустиму втрату напруги:

$$\Delta U \% = \frac{10^5 \cdot (P_P + P_{OCB})}{U_{НОМ}^2} \cdot R_{Л}, \quad (4.23)$$

$$R_{Л} = \rho \cdot \frac{L}{S_0}, \quad (4.24)$$

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

L – довжина кабелю, $L = 120$ м;

S_0 – загальний переріз жил паралельних кабелів, $S_0 = S_K \cdot m = 185 \cdot 3 = 555$ мм².

Тоді:

$$R_{Л} = 0,032 \cdot \frac{120}{185 \cdot 3} = 0,007 \text{ Ом},$$

$$\Delta U \% = \frac{10^5 \cdot (600 + 60)}{380^2} \cdot 0,007 = 3,1 \%$$

4.7 Річні витрати електроенергії та їх економія

Річна витрата електроенергії на виробництво продукції та освітлення підприємства складе [25]:

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

$$W_A = (600 + 60) \cdot 5000 = 3300000 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Вартість електроенергії складає:

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

де d_0 – тариф на електроенергію, $d_0 = 1,90$ грн./кВт·год

тоді:

$$S_0 = 1,90 \cdot 3300000 = 6270000 \text{ грн}$$

Розрахунки по економії електроенергії на підприємстві.

Розрахунковий струм лінії живлення ТП після компенсації реактивної потужності складе:

$$I'_P = \frac{1000 \cdot S_{ТП}}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = \frac{1000 \cdot 678}{\sqrt{3} \cdot 380} = 1027 \text{ А},$$

а струм лінії живлення зменшиться на:

$$\Delta I_P \% = \frac{I_P - I'_P}{I_P} \cdot 100\% = \frac{1148 - 1027}{1148} \cdot 100 = 10,5\%,$$

що зменшить вартість втрат електроенергії в лінії живлення.

Втрати електроенергії в лінії живлення складають:

– до компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

$$W_{Л} = 3 \cdot R_{Л} \cdot I_P^2 \cdot T_{MAX} \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 0,007 \cdot 1148^2 \cdot 5000 \cdot 10^{-3} = 101470 \text{ кВт}\cdot\text{год},$$

– після компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

$$W'_{Л} = 3 \cdot R_{Л} \cdot I'^2_P \cdot T_{MAX} \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 0,007 \cdot 1027^2 \cdot 5000 \cdot 10^{-3} = 92407 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Втрати електроенергії у трансформаторах складають:

– при паралельній роботі двох трансформаторів у перебігу T_{MAX} :

$$W_{TP} = 2 \cdot \Delta P'_K \cdot T_{MAX} = 2 \cdot 6,4 \cdot 5000 = 64000 \text{ кВт}\cdot\text{год},$$

– при паралельній роботі двох трансформаторів у перебігу T'_{MAX} :

$$W'_{TP} = 2 \cdot \Delta P'_K \cdot T'_{MAX} = 2 \cdot 5,5 \cdot 3750 = 41250 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Витрати електроенергії на освітлення складають:

– для ламп розжарювання:

$$W_{OCB} = q \cdot P_P \cdot T_{MAX} = 0,10 \cdot 600 \cdot 5000 = 300000 \text{ кВт}\cdot\text{год},$$

– для люмінесцентних ламп:

$$W'_{OCB} = q' \cdot P_P \cdot T_{MAX} = 0,05 \cdot 600 \cdot 5000 = 150000 \text{ кВт}\cdot\text{год},$$

де q, q' - коефіцієнти, для ламп розжарювання $q = 0,1$; для люмінесцентних ламп

– у залежності від їх типу [25], $q' = 0,035 \dots 0,06$.

Результати розрахунків по економії електроенергії зведені у табл. 4.4.

Загальна річна економія електроенергії на підприємстві за розрахунками складає $\Delta W = 181813$ кВт·год., а річна вартість електроенергії, яка заощаджена, дорівнює:

$$\Delta S_0 = d_0 \cdot \Delta W = 1,90 \cdot 181813 = 345445 \text{ грн}$$

Таблиця 4.4 – Витрати та економія електроенергії

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт·год		Економія електроенергії, кВт·год.
	До впровадження заходів по економії	Після впровадження заходів по економії	
Кабельна лінія	$W_{Л} = 101470$	$W'_{Л} = 92407$	$\Delta W_{Л} = 9063$
Трансформатори	$W_{TP} = 64000$	$W'_{TP} = 41250$	$\Delta W_{TP} = 22750$
Освітлення	$W_{OCB} = 300000$	$W'_{OCB} = 150000$	$\Delta W_{OCB} = 150000$
Всього			$\Delta W = 181813$

що складає:

$$\Delta S\% = \frac{\Delta S_0}{S_0} \cdot 100\% = \frac{345445}{6270000} \cdot 100 = 5,51 \%$$

від річної вартості електроенергії $S_0 = 6270000$ грн.

Висновки

1. Після будівництва підприємства розрахункова повна потужність його електричної підстанції складає $S_{ТП} = 678$ кВ·А, яку можливо забезпечити двома силовими трансформаторами ТМ400/10-0,4 з номінальною потужністю кожного $S_{НОМ} = 400$ кВ·А.

2. Компенсацію реактивної потужності підприємства можливо здійснювати конденсаторною установкою КК-0,38-300-150У3 з номінальною реактивною потужністю $Q_{НОМ} = 216$ квар.

3. Впроваджені заходи до компенсації реактивної потужності, зниження номінальної потужності силових трансформаторів та відключення одного з них в години зниження споживання електроенергії на підприємстві, вибору раціонального перерізу жил кабельних ліній живлення та заміна ламп розжарювання на люмінесцентні енергозберігаючі лампи. Ці заходи дають щорічну економію електроенергії на суму $\Delta S_0 = 181813$ грн/рік, що складає $\Delta S\% = 5,51 \%$ от річної вартості електроенергії, яка складає $S_0 = 6270000$ грн.

Розділ 5 Охорона праці

На маслопресовому заводі виконуються усі вимоги з охорони праці згідно з законодавством України.

Ідентифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які мають найбільший вплив на працівників виробництва

Завдання охорони праці – забезпечення безпечних, нешкідливих і сприятливих умов праці на робочих місцях під час виникнення трудових обов'язків. Для маслопресового заводу характерні наступні небезпечні та шкідливі фактори (НШФ), які наведені у табл. 5.1 [26, 27].

Таблиця 5.1 – Характеристика та нормовані значення НШФ

№ п/п	Найменування небезпечних та шкідливих виробничих факторів	Нормоване значення	Нормовані й акт	Джерело виникнення
1	2	3	4	5
1	Руйнівні частини виробничого устаткування	–	НАОП8.100-1.01-88	Технологічно-транспортне обладнання
	вироби та матеріали, що пересуваються			Насіння соняшнику та побічні продукти
	конструкції, що руйнуються			Вікна та двері на поверхах рушально-віяльного відділення
2	Підвищена запиленість повітря робочої зони	2-6 мг/м ²	НАОП8.100-1.01-88	Весь виробничий корпус, обладнання на усіх поверхах
3	Підвищений рівень шуму на робочому місці	не більше 80 дБА	НАОП8.100-1.01-88	Весь виробничий корпус, обладнання на усіх поверхах
4	Підвищений рівень вібрації	рівень вібро - швидкості не вище 92 Дб при частоті вібрації обладнання 63 Гц	НАОП8.100-1.01-88	Весь виробничий корпус, обладнання на усіх поверхах
5	Підвищена або знижена вологість повітря, у залежності від погоди і періоду року	не більше 75 %	НАОП8.100-1.01-88	Весь виробничий корпус, обладнання на усіх поверхах
6	Підвищена і знижена температура повітря в залежності від погоди і періоду року	15-21°С	НАОП8.100-1.01-88	Відділення заводу, обладнання на усіх поверхах

КРБ.ТЗіК.1.607-03.2.3				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Прокіпчук О.О.		
Керівник		Бордун Т.В.		
Консульт.		Бордун Т.В.		
Зав.каф.		Макаринська А.В.		
Н.контр.				
Будівництво маслопресового заводу продуктивністю 500 т/добу в Харківській області				
		Літ.	Арк.	Аркушів
			94	12
ОНТУ 2024				

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5
7	Підвищена або знижена рухливість повітря в залежності від погоди і періоду року	не більше 0,4 м/с	НАОП8.100-1.01-88	Весь виробничий корпус, обладнання на усіх поверхах
8	Підвищене значення напруги електричного ланцюга, замикання якого може відбутися через тіло людини	380 В	НАОП8.100-1.01-88	На усіх поверхах
9	Підвищений рівень статичної електрики	–	НАОП8.100-1.01-88	Технологічне, транспортне обладнання
10	Недостатність природного світла	коефіцієнт природного освітлення не менше 1 %	ДБН В.2.5.28-2006	Двобічне освітлення (вікна)
11	Недостатнє освітленість робочої зони (штучне освітлення)	не менше 75 Лк	ДБН В.2.5.28-2006	Виробнича будівля
12	Гострі крайки, задирки і шорсткість на поверххах заготівель, інструментів і устаткування	–	–	Виробнича будівля, інструменти та устаткування
13	Фізичні перевантаження (переважно динамічні)	2 та 3 категорія робіт	–	Фізична праця на заводі
14	Нервово-психічні перевантаження – перенапруга аналізаторів; монотонність праці; емоційні перевантаження	2 категорія – 176-232 Вт 3 категорія – 291-349 Вт	ДСН 3.3.6042-99	Під час праці
15	Біологічні фактори	–	–	Гризуни, птиця

Визначення та нормування чинників,

які впливають на комфортні та безпечні умови праці

Визначення і нормування показників мікроклімату робочої зони

Відповідно до категорії робіт, які виконуються, нормовані показники мікроклімату робочої зони у виробничому приміщенні, де реалізується технологічний процес, наведені у табл. 5.2 [26, 27].

Таблиця 5.2 – Нормування показників мікроклімату робочої зони за НАОП 8.1. 00-1. 01. 88

№ п/п	Найменування виробничого приміщення	Категорія роботи що виконується	Температура, °С	Відносна вологість, %, не більше	Швидкість руху повітря, м/с, не більше
1	Всі поверхи виробничого корпусу	II, III	15-21	75	0,4

Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин (мг/м³), які можуть бути присутні у повітрі робочої зони наведені у табл. 5.3. [26, 27].

Таблиця 5.3 – Нормування вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони за НАОП 8.1. 00-1. 01. 88

Назва речовини	Величина ГДК, мг/м ²
Пил рослинного та тваринного походження: з домішкою двоокису кремнію більше 10 % (луб'яна, бавовняна тощо)	2,0
з домішкою двоокису кремнію від 2 до 10 %	4,0

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони за НАОП 8.1. 00-1. 01. 88

Для забезпечення нормованих показників мікроклімату і чистоти повітря у робочій зоні проєктом передбачені наступні заходи: раціональне розміщення устаткування, механізація й автоматизація виробничих процесів, герметизація устаткування технологічного та транспортного, аспірація устаткування (рушки, віяльні машини), графік прибирання пилу (1 раз в зміну), засоби індивідуального захисту (одяг має бути з бавовняної тканини, халати, комбінізони, головні убори, рукавиці, респіратори, окуляри, взуття на гумовій підшві).

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

Основні організаційні заходи: експлуатація устаткування відповідно до вимог його паспорта і проведення своєчасних профілактичних ремонтів, дистанційне керування устаткуванням (у диспетчерській), проведення санітарно-профілактичних заходів (раціональний режим праці і відпочинку, медогляди).

Основні технічні заходи: використання фундаментів (преса) і віброізоляторів (вентилятори) для віброактивного устаткування, звукоізоляція (огороження для диспетчерської кімнати), віброзвукопоглинання (облицювання, спеціальні звукопоглиначі), ізоляція віброактивного устаткування від технологічних комунікацій шляхом використання гнучких гумових прокладок чи вставок, використання глушників шуму (в аспірації).

Визначення джерел виробничого шуму і вібрації та їх нормування

Основним джерелом виробничого шуму і вібрації на підприємствах по зберіганню і переробці зерна є основне та допоміжне технологічне обладнання (табл. 5.4) [26, 27].

Зниження загального рівня шуму проводиться технічними засобами до яких відносяться належний догляд за роботою машин (своєчасна змазка деталей, віброуючих і утворюючих звук деталей, збалансованість швидко обертаючих частин машини, попередження зносу і своєчасна заміна зношених зубчастих

передач), удосконалення технології ремонту і обслуговування, а також своєчасне якісне проведення технічних оглядів, попереджуючих і загальних ремонтів.

Таблиця 5.4 – Фактичні та нормовані значення виявлених джерел шуму та вібрації за НАОП 8.1. 00-1. 01. 88

Найменування одиниці технологічного обладнання	Нормоване значення шуму, дБА	Частота коливань, Гц	Вібросміщення, мм
Сепаратори різних типів	80	8,3	0,056
Війки	70	3,5	0,44
Норії	50	13,3-2,8	3,1-0,61

Для ослаблення шуму і вібрації обладнання, що викликає вібрація і шум вище установлених норм двигуни, вентилятори, мотори, повинні установлюватися на шумоізолюючих фундаментах і основах, віброізолюваних від підлоги і інших конструкцій будівель, а якщо це не достатньо – в окремих ізолюваних приміщеннях. Жорстке кріплення такого обладнання безпосередньо до обгороджуючих конструкцій будівлі не допускається. Приєднання повітропроводів і трубопроводів до вентиляторів і насосів варто проведено за допомогою гнучкої (м'якої) вставки.

Визначення і нормування показників освітлення робочої зони

Виробничі приміщення підприємств по зберіганню і переробці зерна мають природне та штучне освітлення. Вид природного освітлення в приміщенні: двостороннє (з 1-го по 5-й поверх) – вікна знаходяться в двох зовнішніх стінах (табл. 5.5) [26, 27].

Таблиця 5.5 – Показники освітлення виробничих приміщень у залежності від розряду зорової роботи

№ п/п	Виробниче приміщення	Вид освітлення	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Зорова робота		КПО, %	Освітленість, лк
				Розряд	Підрозряд		
1	Всі поверхи виробничого корпусу	Природне та штучне	1	VIII	а, б, в, г	0,1 - 1	від 75-200

Світлові отвори виробничих приміщень забороняється захищати обладнанням та матеріалами як всередині, так і поза будівлею. Очищення стекол світлових прорізів повинна проводитися по графіку, але не рідше 4 разів на рік

для приміщень первинного очищення насіння, рушально-віяльного та пресового відділень, а для решти приміщень – не рідше 2 разів на рік. Чистка світильників у запилених приміщеннях повинна проводитися регулярно за графіком, затвердженим головним інженером підприємства.

Аварійне освітлення запроєктовано 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 [26, 27].

Загальні вимоги безпеки при реалізації технології

Вимоги безпеки щодо розташування та компоновання виробничого обладнання

Розташування та компоновання основного і допоміжного технологічного обладнання відповідає наступним вимогам:

- поперечні і повздовжні проходи, що пов'язані з евакуаційними виходами на сходову клітину, або у суміжні приміщення, а також проходи між групами машин мають ширину 1,0 м, між окремими машинами – ширина 0,8 м;
- відстань між приводом преса та стіною для проходу складає 1 м, такі ж вимоги встановлені і для охолоджувача, відстань зі сторони розвантажувального устрою до стіни – 1 м;
- проходи між двома сепараторами та будівлями, для сепараторів з боковою виїмкою сит зі сторони валу приводу – шириною 1,0 м, з бокових сторін – 1,2 м;
- для сепаратору БСХ-100 прохід зі сторони випуску зерна шириною 0,7 м. Зі сторони випуску зерна у сепараторів допускається встановлення норійних труб на відстані 0,15 м від габариту сепаратора (у разі відсутності пристрою магнітного захисту);
- проходи для обслуговування башмака норії з трьох сторін шириною 0,5 м;
- для обслуговування шнекових конвеєрів, що розташовані на висоті 1,8 м від підлоги рухомих щіток у скидуючих коробках конвеєрів, розташованих на висоті

2,0 м, передбачено стаціонарні площадки з перилами для обслуговування. Для підйому на площадки встановлені стаціонарні драбини шириною 0,7 м;

– обладнання, яке не має рухомих частин: трубопровід, матеріалопровід, норійні труби та ін. розміщені (своїми сторонами, які не потребують обслуговування) біля стін і колон з розривом від них 0,25 м [26, 27].

Підлогу, площадки та сходи цехів необхідно утримувати в чистоті, не допускаючи утворення на них слизьких поверхонь від пролитих мастильних та рослинних масел, розчинника, води та інших речовин.

Виробничі приміщення, робочі місця, проходи до машин та апаратів, тамбури і сходи не повинні захаращуватися сировиною, відходами і різними предметами. Зберігати у виробничих цехах предмети.

Електробезпека при реалізації технології

Для живлення переносних світильників у приміщеннях з підвищеною небезпекою, а також для підсвітки в технологічних апаратах повинна застосовуватися напруга не вище 42 В, в особливо небезпечних приміщеннях і місцях – не вище 12 В.

Улаштування блискавкозахисту повинно піддаватися систематичному огляду влітку не рідше одного разу на місяць, з реєстрацією результатів огляду у спеціальному журналі. Встановлення щитів і пультів для приладів і засобів автоматизації у виробничих і щитових приміщеннях.

Користуватися переносними світильниками для внутрішнього освітлення апаратів (резервуарів), заповнених легкозаймистими парами або рідиною, забороняється.

Забороняється розміщувати всередині технологічного обладнання, що містить вибухонебезпечне середовище, які б то не було елементи електрообладнання, в тому числі світильники, за винятком приладів (апаратів) у вибухозахищеному виконанні, призначених для автоматизації технологічних процесів. Роботи з поточного ремонту електромережі, електрообладнання та зміна електроламп можуть проводитися тільки з дозволу начальника цеху електромонтерами після зняття напруги в мережі і вивішування плаката на пускових пристроях «Не включати – працюють люди».

Заземлення електрообладнання, захист від статичної електрики технологічного устаткування і трубопроводів повинні бути виконані з урахуванням вимог. Виробничі та допоміжні приміщення за умовами

середовища і категорією з небезпеки ураження електрострумом наведено в табл. 5.6 [26, 27].

Таблиця 5.6 – Категорія приміщень за чинниками виробничого середовища та з небезпеки ураження електричним струмом

№ п/п	Виробничі та допоміжні приміщення	Категорія приміщень за чинниками виробничого середовища	Категорія приміщень з небезпеки ураження електричним струмом
1	Підготовче відділення	СП	ООП
2	Рушально-віяльне відділення	СП	ППО
3	Пресове відділення	ЖП	ООП

Умовні позначення:

За умовами навколишнього середовища:

СП – сухі приміщення, в яких відносна вологість не перевищує 60 %;

ЖП – жаркі приміщення, в яких температура тривалий час перевищує 30 °С.

За електробезпекою:

ППО – приміщення з підвищеною небезпекою;

ООП – приміщення особливо небезпечні.

У залежності від категорії приміщень за чинниками виробничого середовища і з небезпеки ураження електрострумом, електробезпека при реалізації технології забезпечена:

- ізоляцією струмопровідних частин (броньовані кабелі в коробах);
- захисним автоматичним вимиканням живлення (аварійні вимикачі, пристрої захисного відключення);
- застосуванням знижених напруг 12-42 В, у залежності від приміщення на виробництві та видами робіт;
- застосуванням написів, плакатів, засобів індивідуального захисту (діелектричних килимків) біля розподільчих щитів (у щитових);
- заземлення технологічного і транспортного обладнання.

Пожежовибухобезпека технологічного обладнання і процесів

Визначення категорії приміщень з пожежовибухонебезпеки та класу можливих пожеж

Виробничі та допоміжні приміщення за категорією з пожежовибухонебезпеки, класом можливих пожеж і класом зони з пожежовибухонебезпеки наведені у табл. 5.7 [26, 27].

Таблиця 5.7 – Категорії приміщень з пожежовибухонебезпеки та класу
МОЖЛИВИХ ПОЖЕЖ

№ п/п	Виробничі та допоміжні приміщення	Категорія приміщень з пожежовибухонебезпеки	Клас пожежі	Клас зони з пожежовибухонебезпеки (клас пожежі)
1	Підготовче відділення	Г	А, Е	П – Па
2	Рушально-віяльне відділення	Г	А, Е	П – Па
3	Пресове відділення	В	В, Е	П – Па

Примітка. Умовні позначення:

Пожежонебезпечна зона класу П – Па – простір у приміщенні, у якому знаходяться тверді горючі речовини та матеріали.

Вибухонебезпечна зона класу 22 – простір, у якому вибухонебезпечний пил у завислому стані може з'являтися не часто і існувати недовго, або в якому шари вибухонебезпечного пилу можуть існувати і утворювати вибухонебезпечні суміші в разі аварії. Ця зона може включати простір поблизу обладнання, що утримує пил, який може вивільнитися шляхом витoku і формувати пилові утворення.

Категорія В – легкозаймисті, горючі й важкогорючі рідини, тверді горючі й важкогорючі речовини й матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одні з іншим тільки горіти за умови, що приміщення, у яких вони перебувають, або використовуються, не відносяться до категорій А або Б.

Категорія Г – негорючі речовини й матеріали в гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.

Виробничі та складські приміщення, установки і споруди повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння та пожежним інвентарем.

Пожежна безпека у проєкті забезпечується наступними заходами та засобами: встановлення блискавкозахисту на будинках і спорудах (на даху виробничого корпусу); захист електричних мереж у виробничих приміщеннях від короткого замикання і перевантажень; передбачення вогнегасників (порошкових); передбачення систем пожежогасіння (внутрішня – від пожежних кранів, установлених на мережі внутрішнього протипожежного водопроводу і зовнішня – від пожежних гідрантів, установлених на зовнішній мережі протипожежного водопостачання); передбачення додаткових первинних засобів

пожежогасіння (ящики з піском; бочки з водою; покривала з негорючого теплоізолюючого полотна; пожежні відра; совкові лопати; пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо) (при вході на кожному поверсі виробничого корпусу)).

Вибрані засоби пожежогасіння: пожежні сповіщувачі: автоматичні – теплові; вогнегасники (обираються виходячи з визначеного класу можливих пожеж і категорії приміщень з пожежовибухонебезпеки).

Виробничі приміщення маслопресового заводу за пожежовибухонебезпекою відносяться до категорії Б, у приміщенні можливі пожежі класів переважно А (Звичайні тверді горючі матеріали (дерево, вугілля, папір, гума, текстильні матеріали тощо), горіння яких супроводжується (підклас А1) або не супроводжується (підклас А2) тлінням), клас Е (Електроустаткування під напругою). Обґрунтування і вибір вогнегасників проведено в залежності від категорії приміщення з пожежовибухонебезпеки та класу можливих пожеж (табл. 5.8).

Таблиця 5.8 – Розрахунок необхідної кількості порошкових вогнегасників для виробничого корпусу

Фактична площа поверху, м ²	Клас імовірної пожежі	Мінімальна кількість порошкових вогнегасників
Більше 300 до 500 включно	А, (Е)	5 марки ВП

Вогнегасники розміщені на стінах на висоті 1,5 м від підлоги, на кожному поверсі виробничого корпусу. Системи пожежогасіння: внутрішня – від пожежних кранів, встановлених на мережі внутрішнього протипожежного водопроводу; зовнішня – від пожежних гідрантів встановлених на зовнішній мережі проти пожежного водопостачання [26, 27].

Первинні засоби пожежогасіння: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з не горючого теплоізолюваного полотна, ящик з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати); пожежні інструменти (ломи, сокири). Їх застосовують для ліквідації невеликих загорань до приведення в дію стаціонарних та пересувних засобів гасіння пожежі, або до прибуття пожежної команди. Ці засоби розміщені на пожежних щитах або стендах. Вони розміщені на сходовій площадці (евакуаційна), при головному виході.

На кожному поверсі на виході з приміщення є план евакуації. Евакуація працівників проходить через внутрішні сходи виробничого приміщення, або через зовнішню металеву пожежну драбину (запасний вихід). Під час пожежі користуватися ліфтом суворо заборонено, передбачено евакуаційне освітлення.

Заходи і засоби із забезпечення безпечних умов праці на маслопресовому заводі

При виробництві олії необхідно дотримуватись безпечних умов праці, які повинні відповідати «Правилам безпеки у виробництві рослинних олій методом пресування та екстракції».

Показники мікроклімату робочої зони повинні відповідати температурі в межах 15...21 °С та відносній вологості не вище 75 %.

Для запобігання робочих від шуму і шкідливого його впливу необхідно забезпечувати їх засобами індивідуального захисту (протишумними навушниками, вкладишами та ін.).

Для захисту від можливих розрядів статичної електрики на ділянках виробництва, в яких воно може виникати, повинні виконуватися наступні заходи:

- а) кондиціонування шроту по вологості;
- б) механізована навантаження шроту (розсипи) в вагони і автомобілі по самопливному-транспортній трубі зі швидкістю подачі не більше 2 м/с [26, 27].

Пожежовибухонебезпечні властивості сировини та готової продукції

Соняшникове насіння – горючий матеріал:

- температура займання (для аерозавислих частинок пилу з насіння) – 225 °С;
- температура тління (для аерозавислих частинок пилу з насіння) – 225 °С.

Насіння соняшнику схильне до самозаймання.

Олія соняшникова – горюча рідина, має:

- температуру спалаху не нижче 225 °С;
- температуру самозаймання 370 °С.

Фуз – горючий матеріал:

- температура спалаху 264 °С;
- температура самозаймання 418 °С.

Соняшникове лущиння – горючий матеріал:

- температура займання 235 °С.

Макухова крупка соняшникова – горючий матеріал;

- температура займання для аерозавислих сумішей 250...270 °С;
- при температурі вище плюс 230 °С матеріал обвуглюється;
- температура спалаху для аерозавислих сумішей дисперсністю 74 мкм 725 °С.

Вимоги до технологічного процесу

Технологічний процес повинен здійснюватись на справному обладнанні [26, 27].

Порядок роботи обладнання, технічний догляд, заходи, що проводяться обслуговуючим персоналом при непередбачених зупинках, або затримках у роботі, повинні здійснюватися у відповідності з інструкцією по експлуатації.

Щоб уникнути зігрівання і зависання олієнасія в бункерах складів і силосах необхідно перед складуванням піддавати насіння очищенню та сушінню. Складування соняшнику повинно проводитися з вологістю не більше 7 %. Температура його при цьому повинна бути не вище 40 °С. При температурі зовнішнього повітря вище 35 °С температура насіння повинна бути не більше ніж на 5 °С вище температури навколишнього повітря.

У разі підвищення температури насіння слід застосовувати активне вентилявання, виробляти перекачування насіння з одного силосу (бункера) в інший. Для цієї мети повинна бути завжди вільна ємність.

Експлуатаційні отвори на повітрепроводах (оглядові вікна, люки, лази, дверці збирачів пилу циклонів) при роботі вентиляційного та аспіраційного обладнання повинні бути щільно закриті.

Аспіраційні установки повинні включатись за 3...5 хвилин до початку роботи обладнання, а виключатись через 3...5 хвилин після закінчення її. Експлуатація обладнання при виключених аспіраційних системах забороняється.

Вологість шроту при надходженні повинна бути при переробці насіння соняшнику 7...9,5 %. Температуру закладеного на зберігання шроту необхідно перевіряти щодня за допомогою дистанційних, стаціонарних термометрів і термостанга.

Гранулятори у виробництві гранульованого шроту повинні бути обладнані автономною механічною витяжною вентиляційною установкою.

Для прибирання шротового і насінневого пилу повинні застосовуватись спеціальні установки для пневмоприбирання. Запиленість шротовим пилом приміщень складу та елеватора шроту необхідно контролювати за допомогою переносних приладів і оглядом з реєстрацією результатів аналізу або огляду в спеціальному журналі.

Пил, що осідає в пилезбирачах циклонів, необхідно періодично, в строки, що встановлені інструкцією по експлуатації, прибирати. Цю роботу необхідно

проводити при зупиненому обладнанні та при виключеному вентиляторі.

При збільшенні вмісту пилу в повітрі слід провести позапланову перевірку на запиленість повітряного середовища та прийняти заходи для зниження його.

Зачищати руками шнеки, башмаки норій та апарати під час роботи від завалів, запресованого продукту або сторонніх предметів, а також ліквідувати на ходу пробуксовування приводних пасів транспортних стрічок, забороняється. Для зачищення слід користуватись спеціальним пристосуванням – скребками.

При роботі не допускаються завали обладнання, транспортних елементів продуктом переробки.

При веденні технологічного процесу забороняється виключати вентиляцію. Вентиляція повинна працювати безперервно, забезпечувати в робочій зоні вміст шкідливих речовин не більше граничнодопустимої концентрації [26, 27].

Вимоги пожежної безпеки

Під'їзди до відділень, виходи та проходи у відділеннях, сходові клітки, підходи до протипожежного інвентарю та засобів гасіння пожежі не повинні захищуватись.

Палити на території заводу та у виробничих приміщеннях допускається тільки в місцях, які спеціально відведені для цієї мети й узгоджені з органами пожежного нагляду й обладнані урнами з водою.

Зберігання спецодягу, заолієних обтиральних матеріалів та фільтротканини, а також сушіння ганчірок, спецодягу на апаратах, трубопроводах у виробничих приміщеннях забороняється.

На випадок пожежі у виробничих приміщеннях є пристрої для ручного виключення вентиляційних систем у середині та зовні будівлі [26, 27].

Розділ 6 Оцінка економічної ефективності інвестиційного проєкту будівництва маслопресового заводу

6.1 Розрахунок необхідної суми інвестицій на будівництво

Для здійснення будівництва маслопресового заводу необхідні грошові кошти для вкладення в основні фонди і в оборотні кошти – інвестиції.

Загальна сума інвестицій (I) складається з [28]:

- первісної вартості впроваджуваного обладнання (ПВ_{об});
- первісної вартості будівельних робіт (ПВ_{буд});
- оборотних коштів, які знадобляться заводу для випуску необхідного обсягу продукції (ОК).

$$I = \text{ПВ об} + \text{ПВ буд} + \text{ОК} \quad (6.1)$$

Інвестиції в основні фонди є первісною вартістю запропонованого до впровадження обладнання та будівельних робіт. До складу первісної вартості впроваджуваного обладнання (ПВ_{об}) входять вартість його придбання (B_{пр}), транспортні витрати на доставку (T_р), заготівельно-складські витрати (З_с) та витрати на монтаж обладнання (M_н):

$$\text{ПВ}_{об} = 1,2 * (B_{пр} + T_{р} + Z_{с} + M_{н}), \quad (6.2)$$

де T_р = 8 % від вартості придбання обладнання;

Z_с = 2 % від вартості придбання обладнання;

1,2 – коефіцієнт, що враховує додаткові витрати у розмірі 20 % від врахованої частини первісної вартості впроваджуваного обладнання.

Вартість придбання та монтажу кожної одиниці впроваджуваного обладнання визначають за допомогою відповідних прейскурантів, довідників та прайс-листів.

Загальну суму вартості придбання та монтажу впроваджуваного обладнання необхідно розрахувати за допомогою табл. 6.1.

$$T_p = 17\,431,5 \times 0,08 = 1394,52 \text{ тис. грн}$$

$$Z_c = 17\,431,5 \times 0,02 = 348,63 \text{ тис. грн}$$

$$\text{ПВ}_{об} = 1,2 \times (17\,431,5 + 1743,15 + 1394,52 + 348,63) = 25101,36 \text{ тис. грн}$$

Розрахунок інвестицій у будівництво проводимо на основі методу питомих капітальних вкладень. Питомі капітальні вкладення на будівництво 1 кв.м.

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.2.3			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Прокіпчук О.О.			Будівництво маслопресового заводу продуктивністю 500 т/добу в Харківській області	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Бордун Т.В.					106	7
Консульт.		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ 2024		
Зав.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								

виробничої будівлі заводу складають 9500 грн. Додатково необхідно врахувати капітальні витрати на проведення комунікацій (20 % від інвестицій на будівництво).

Враховуючи загальну площу виробничої будівлі 2700 кв.м. інвестиції на будівництво становлять:

$$\text{ПВ буд} = 2700 \text{ кв.м.} \times 9500 \text{ грн/кв.м.} \times 1,2 / 1000 = 30\,780,00 \text{ тис. грн}$$

Таблиця 6.1 – Кошторисно-фінансовий розрахунок вартості придбання та монтажу впроваджуваного обладнання

Обладнання	Марка, параметри	Кількість, шт	Вартість, тис. грн	Загальна вартість, тис. грн з ПДВ	Вартість монтажу обладнання, тис. грн
Магнітний сепаратор №1-№6	БМП	6	84,0	504,0	50,40
Насіннерушка №1-№6	РЦ-200	6	251,0	1506,0	150,60
Насінневійка №1-№9	НВХ	9	302,4	2721,6	272,16
Магнітний сепаратор №7-№12	БМЗ-01	6	88,3	529,8	52,98
Вальцьовий станок № 1 -№6	ВС-5	6	358,0	2148,0	214,80
Магнітний сепаратор №13	УЗ-ДКМ-02	1	70,2	70,2	7,02
Кондиціонер	ТК-25	1	946,0	946,0	94,60
Прес	ЕР-25	1	858,0	858,0	85,80
Охолоджувальна колонка №1	SDCC	1	717,0	717,0	71,70
Молоткова дробарка	УЗ-ДМБ-20	1	592,8	592,8	59,28
Прес-гранулятор	PMV 717W	1	586,0	586,0	58,60
Охолоджувальна колонка №2	VK 19x24	1	632,0	632,0	63,20
Просіювальна машина	УЗ-ДМП-15А	1	202,1	202,1	20,21
Скребковий конвеєр	КСТ-200	15	218,0	3270,0	327,00
Скребковий конвеєр	КСТ-320	1	267,0	267,0	26,70
Норії	Е-20	2	286,0	572,0	57,20
Норія	Е-10	1	193,0	193,0	19,30
Норія	Е-50	3	372,0	1116,0	111,60
Всього				17431,5	1743,15

Заводу знадобляться оборотні кошти. Обсяг оборотних коштів визначають за формулою [28]:

$$\text{ОК} = \text{ОВ} \times \text{Т об} / 360, \quad (6.3)$$

де ОК – оборотні кошти підприємства;

ОВ – обсяг виробництва продукції за рік (п. 6.4);

Т об – тривалість 1 обороту оборотних коштів (30 днів).

$$OK = 1\,799\,424,5 \times 30 / 360 = 147202,04 \text{ тис. грн.}$$

$$I = 25101,36 + 30780 + 147202,04 = 203083,4 \text{ тис. грн}$$

6.2 Розрахунок виробничої програми

Розрахунок виробничої програми підприємства представимо у вигляді табл. 6.2 та табл. 6.3.

Таблиця 6.2 – Розрахунок планового обсягу виробництва підприємства

	Показники	Значення
1	Виробнича потужність підприємства, т/добу	500
2	Плановий фонд робочого часу підприємства, діб	320
3	Коефіцієнт використання виробничої потужності	0,75
4	Плановий обсяг переробки насіння соняшнику на рік, тис. т	120,0

Таким чином, плановий обсяг виробництва становитиме 120 тис. т на рік.

Виробнича програма підприємства визначає склад, кількість і обсяг продукції, яка повинна бути виготовлена у плановий період і поставлена споживачам.

Таблиця 6.3 – Виробнича програма підприємства

Вид продукції	Частка, %	Обсяг виробництва, т
Олія	42,0	50400,0
Макуха	43,0	51600,0
Лузга	15,0	18000,0
Всього	100,0	120 000,0

6.3 Розрахунок собівартості продукції

Матеріальні витрати

Витрати на сировину та матеріали

Відповідно до розрахунку виробничої програми загальний обсяг переробки насіння соняшника на рік становитиме 120,0 тис. т. При плановій ціні на соняшник у 13500 грн/т, загальні витрати на сировину становитимуть [28]:

$$V_{\text{сир}} = 120,0 \text{ тис. т} \times 13500 \text{ грн/т} = 1\,620\,000 \text{ тис. грн}$$

Витрати на матеріали приймаються на рівні 100 грн/т продукції:

$$V_{\text{мат}} = 120000 \times 100 / 1000 = 12\,000 \text{ тис. грн}$$

Витрати на паливо й енергію

Витрати на електроенергію заводу можна розрахувати за формулою:

$$V_{\text{ел/ен}} = N \times P_{\text{річ}} \times \Gamma_{\text{доб}} \times K_c \times m / 1000 \quad (6.4)$$

де N – сумарна потужність електродвигунів обладнання;

$P_{\text{річ}}$ – річний період роботи заводу в днях;

$G_{доб}$ – середня тривалість роботи заводу за добу;

K_c – коефіцієнт використання потужності електродвигунів;

m – тариф за 1 кВт×год електроенергії.

$$B_{ел/ен} = 938 \times 320 \times 24 \times 1 \times 3,05 / 1000 = 21\,971,7 \text{ тис. грн}$$

Загальні матеріальні витрати:

$$MB = B_{сир} + B_{мат} + B_{пе}$$

$$MB = 1\,620\,000 + 12\,000 + 21\,971,7 = 1\,653\,971,7 \text{ тис. грн}$$

Витрати на оплату праці

По проекту для роботи підприємства необхідно 3 виробничих зміни. У структурі персоналу додатковий та управлінський персонал складає 30 % від виробничого [28].

Таблиця 6.4 – Розрахунок витрат на оплату праці на 1 зміну

Склад виробничої зміни	Кількість	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Фонд робочого часу, год/рік	Фонд оплати праці, грн/рік
Начальник зміни	1	6	65,00	1800	117000
Апаратник пресу	1	4	50,20	1800	90360
Вантажник	2	2	29,34	1800	105624
Апаратник фільтрації масла	1	4	50,20	1800	90360
Апаратник рушального відділення	1	4	50,20	1800	90360
Слюсар	1	3	43,50	1800	78300
Електрик	2	4	50,20	1800	180720
Всього основна заробітна плата	9				752724
Додаткова заробітна плата (20 %)					150544,8
Всього основна і додаткова заробітна плата, тис. грн					903268,8

Чисельність виробничого персоналу: $9 \times 3 = 27$ чол.

Загальні витрати на оплату праці виробничого персоналу – 2709806,4 грн.

Чисельність невиробничого персоналу: $27 \times 0,3 \approx 9$ осіб.

Загальна чисельність персоналу – 36 осіб.

При середній заробітній платі одного працівника невиробничого персоналу у 10500 грн (на рівні середньої зарплати у Київській області), фонд оплати праці невиробничого персоналу складе:

$$9 \text{ чол.} \times 10500 \text{ грн} \times 12 \text{ міс.} / 1000 = 1134,0 \text{ тис. грн.}$$

Загальні річні витрати на оплату праці складають:

$$B_{оп} = 2709,81 + 1134,00 = 3843,81 \text{ тис. грн}$$

Відрахування на соціальні заходи

Відрахування на соціальні заходи необхідно визначити, використовуючи встановлені відсотки відрахувань (22 %):

$$B_{сз} = 3843,81 \times 0,22 = 845,6 \text{ тис. грн}$$

Витрати з амортизації основних фондів, нематеріальних активів та інших позаоборотних активів

Амортизаційні відрахування будівель, споруд ($A_{б\text{уд}}$) та обладнання ($A_{обл}$) можна розрахувати за формулою [28]:

$$\Delta A_{б\text{уд}(обл)} = (ПВ_{б\text{уд}(обл)} - БВ_{б\text{уд}(обл)}) * H_a / 100, \quad (5.5)$$

де $ПВ_{б\text{уд}}$ та $ПВ_{обл}$ – первісна вартість встановлених будівель, споруд та впровадженого обладнання;

$БВ_{б\text{уд}}$ та $БВ_{обл}$ – балансова (залишкова) вартість демонтованих будівель, споруд та обладнання тощо;

H_a – норма річних амортизаційних відрахувань для основних фондів групи 1, до складу якої входять будівлі та споруди ($H_a = 5\%$); для технологічного обладнання ($H_a = 20\%$).

$$A_{обл.} = 25101,36 / 1,2 \times 0,2 = 4183,6 \text{ тис. грн}$$

$$A_{буд.} = 30780,0 / 1,2 \times 0,05 = 1282,5 \text{ тис. грн}$$

$$A_{заг} = 4183,6 + 1282,5 = 5466,1 \text{ тис. грн}$$

Відрахування на ремонт будівель, споруд ($PM_{б\text{уд}}$) та обладнання ($PM_{обл}$) необхідно визначити у розмірі 30 % від амортизаційних відрахувань:

$$\Delta PM_{б\text{уд}(обл)} = 0,3 \times \Delta A_{б\text{уд}(обл)}, \quad (6.6)$$

$$PM_{б\text{уд}} = 4183,6 \times 0,3 = 1255,1 \text{ тис. грн.}$$

$$PM_{обл.} = 1282,5 \times 0,3 = 384,8 \text{ тис. грн.}$$

$$PM_{заг} = 1255,1 + 384,8 = 1639,9 \text{ тис. грн.}$$

Загальні витрати за статтею «Амортизація» складають:

$$5466,1 + 1639,9 = 7106,0 \text{ тис. грн.}$$

Додаткові інші витрати

Інші витрати можна прийняти на рівні 1 % від матеріальних витрат

$$B_{інші} = 1653971,7 \times 0,01 = 16539,72 \text{ тис. грн}$$

Всі статті собівартості продукції нового маслопресового заводу необхідно показати в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Розрахунок виробничих витрат підприємства

Елементи економічних витрат	Сума витрат, тис.грн	
	Всього, тис.грн	на 1 т, грн
1. Матеріальні витрати	1653971,7	13783,1
в тому числі: сировина та матеріали	1632000	13600,0
паливо та енергія	21971,7	183,1
2. Витрати на оплату праці	3843,81	32,03
3. Відрахування на соціальні заходи	845,6	7,05
4. Амортизація основних фондів, нематеріальних активів та інших позаоборотних активів	7106	59,22
5. Інші витрати	16539,72	137,83
Всього витрат (собівартість виробленої продукції)	1682306,83	14019,22

Загальна величина виробничих витрат (окрім витрат на сировину) складає 62306,83 тис. грн.

Таблиця 6.6 – Розрахунок собівартості окремих видів продукції

Вид продукції	Обсяг виробництва, т	Витрати на сировину на 1 т, грн	Загальні витрати на сировину, тис.грн	Інші витрати всього на виробництво, тис грн	Інші витрати на виробництво 1 т, грн	Собівартість 1 т, грн
Олія	50400	27000	1360800,0	52337,73	1038,45	28038,45
Макуха	51600	4855,06	250521,3	9034,49	175,09	5030,15
Лушпиння	18000	482,15	8678,7	934,61	51,92	534,07
Всього	120000		1620000	62306,83		

6.4 Розрахунок річного обсягу

реалізованої продукції та прибутку від реалізації продукції

Розрахунок річного обсягу виробництва та суми прибутку проведемо в табл. 6.7. Рівень рентабельності по кожному виду продукції приймаємо в розмірі 5 %, щоб забезпечити конкурентоспроможну ціну.

Таблиця 6.7 – Розрахунок річного обсягу реалізованої продукції та прибутку від реалізації продукції

Вид продукції	Обсяг виробництва, т	Собівартість 1 т, грн	Рентабельність, %	Ціна 1 т, грн	Собівартість виробництва продукції, тис грн	Обсяг виробництва, тис.грн	Прибуток, тис. грн
Олія	50400	28038,45	5	29440,4	1413137,9	1483796,2	70658,3
Макуха	51600	5030,15	5	5281,7	259555,7	272535,7	12980,0
Лузга	18000	534,07	5	560,7	9613,3	10092,6	479,3
Всього	120000				1682306,9	1766424,5	84117,6

Таким чином, річний обсяг виробленої та реалізованої продукції становитиме 1766424,5 тис. грн, а прибуток – 84117,6 тис. грн на рік.

6.5 Оцінка економічної ефективності інвестицій у будівництво заводу

Вихідними даними для оцінки економічної ефективності інвестицій у будівництво заводу є показники, що наведено в табл. 6.8.

Таблиця 6.8 – Вихідні дані для оцінки економічної ефективності інвестицій

Показники	Значення
1. Річний обсяг реалізованої продукції, тис.грн	1766424,5
2. Повна собівартість річного обсягу реалізованої продукції, тис.грн	1682306,9
3. Прибуток від реалізації продукції, тис.грн	84117,6
4. Чистий прибуток підприємства, тис.грн	68976,4
5. Амортизація основних фондів, нематеріальних активів та інших позаоборотних активів, тис.грн	7106,0
6. Сума інвестицій у будівництво, тис.грн	203083,4

Прибуток від реалізації продукції розраховують як різницю між виручкою від реалізації продукції та повною її собівартістю. Оцінку економічної ефективності інвестицій в будівництво маслопресового заводу здійснюють за допомогою показника строку окупності інвестицій (T).

Строк їх окупності можна розрахувати за формулою:

$$T = I : \text{ЧП} \quad (6.7)$$

де ЧП – чистий прибуток заводу

Чистий прибуток розрахуємо за формулою:

$$\text{ЧП} = \text{П} \times 0,82 \quad (6.8)$$

Враховуємо 18 % податок на прибуток.

$$\text{ЧП} = 84117,6 \times 0,82 = 68976,4 \text{ тис. грн}$$

Тоді

$$T = 203083,4 : 68976,4 = 2,9 \text{ років}$$

Висновок: результати розрахунків свідчать, що на будівництво маслопресового заводу необхідні інвестиції у розмірі 203083,4 тис. грн, які будуть окуплені на протязі 2,9 років. Таким чином можна зробити висновок, що будівництво маслопресового заводу потужністю 500 т/добу є економічно доцільним та інвестиційно привабливим.

Висновки та технічні пропозиції

Проаналізувавши стан галузі переробки насіння соняшнику з метою виробництва олії, можна зробити висновок, що попри повномасштабне російське вторгнення, Україна продовжує утримувати позицію найбільшого світового експортера соняшникової олії.

Повоєнне відновлення сектору зернопереробних підприємств у Харківській області шляхом будівництва нового маслопресового заводу продуктивністю 500 т/добу з метою диверсифікації виробничої діяльності, зростання асортименту продукції та збільшення фінансового результату підприємства і області в цілому є актуальним напрямом.

Будівництво маслопресового заводу полягало в проектуванні рушально-віяльного відділення, пресового відділення та лінії гранулювання макухи. Продуктивність ліній заводу склала 20,83 т/год, а лінії гранулювання макухи – 7,8 т/год. Виробничий процес було організовано на чотирьох поверхах виробничого корпусу маслопресового заводу.

На маслопресовому заводі було встановлено обладнання переважно вітчизняного виробництва. Для безперебійної роботи технологічного і транспортного обладнання, і ведення технологічного процесу, встановлені оперативні бункери. При будівництві дотримувались всіх правил з охорони праці, техніки безпеки та принципів компонування обладнання на маслопресових підприємствах.

Для забезпечення чистоти повітря, протипожежних та противибухових заходів встановили локальні фільтри марки ZEO-FC-1000, ZEO-FG-800 та ZEO-FV-800.

Впроваджені заходи до компенсації реактивної потужності, зниження номінальної потужності силових трансформаторів та відключення одного з них в години зниження споживання електроенергії на підприємстві, вибору раціонального перерізу жил кабельних ліній живлення та заміна ламп розжарювання на люмінесцентні енергозберігаючі лампи.

На маслопресовому заводі виконуються усі вимоги з охорони праці згідно з законодавством України.

Інвестиції на будівництво маслопресового заводу склали 203083,4 тис. грн., які будуть окуплені на протязі 2,9 років.

Список літератури

1. Огляд українського ринку соняшнику та соняшникової олії – 2022/23. URL: <http://shareupotential.com/ru/BE/ukrainian-podsolnechnik-maslo-2023.html> (дата звернення: 14.03.2024).
2. Нові виклики олійного ринку України. URL: <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1534472> (дата звернення: 14.03.2024).
3. Україна у новому сезоні залишиться лідером на ринку соняшникової олії. URL: <https://agroportal.ua/news/ukraina/ukrajina-u-novomu-sezoni-zalishitsya-liderom-na-rinku-sonyashnikovoji-oliji> (дата звернення: 15.03.2024).
4. Бойко О.С., Гейко Л.М. Сучасний стан підприємств олійно-жирової промисловості України. Економічний простір. 2020. (157). С. 32-37. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/157-6>.
5. Осейко М.І. Технологія рослинних олій. Київ, 2006, 280 с.
6. Дацишин О.В. Технологічне обладнання зернопереробних і олійних виробництв: навч. Посіб. Вінниця: Нова книга, 2009. 480 с.
7. Johann VollmannIstvan Rajcan. Oil Crops. Springer. 2010. 548 p.
8. Шаповаленко, О.І. Дослідження фізико-хімічних показників насіння соняшника за роками врожайності / О.І. Шаповаленко, О.О. Євтушенко, М.І. Кожевнікова. Зберігання і переробка зерна. 2017. №2 (210). С. 49-50.
9. ДСТУ 4694:2006. Соняшник. Олійна сировина. Технічні умови. Київ: Держстандарт України, 2007. 12 с. URL: <https://www.twirpx.com/file/604875/> (дата звернення: 21.03.2024).
10. Сорти та види соняшника. URL: <https://elitaagro.com/content/sorty-ta-vudy-sonyashnyka> (дата звернення: 23.03.2024).
11. Макуха соняшникова: її користь у раціоні, склад і протипоказання. URL: <https://agrozernoholding.com/zhmih-podsolnecni-polza-sostav/> (дата звернення: 25.03.2024).
12. Єгоров Б.В. Технологія виробництва комбікормів. Одеса: Друкарський дім, 2011. 448 с.
13. ДСТУ 7123:2009 Лушпиння соняшнику. Технічні умови. Держспоживстандарт України, 2011, 15 с. URL: <http://shop.uas.org.ua/ua/lushpinnja-sonjashniku-tehnichni-umovi.html> (дата звернення: 25.09.2023).

14. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Технологія біопалива» для студентів напряму підготовки 181 «Харчові технології» денної і заочної форм навчання / Укладачі: Т.В. Бордун, О.Є. Воецька, І.С. Чернега, О.Г. Цюндик / За ред. В.П. Федоряки. Одеса: ОНАХТ, 2019. 53 с.

15. ДСТУ 4492:2017 Олія соняшникова. Технічні умови Держспоживстандарт України, 2017, 15 с. URL: <https://f.eruditor.link/file/2981258/> (дата звернення: 27.03.2024).

16. Очеретна А.В. Фролова Н.Е. Перспективи використання високоолеїнових сортів олії соняшника у продуктах функціонально дії для оздоровчого харчування. Технологія харчової та легкої промисловості. 2020. Том 31 (70) Ч. 2. № 2. С.129-135. DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.2-2/22>.

17. Проваторов Г.В., Проваторова В.О. Годівля сільськогосподарських тварин. Київ: Університетська книга, 2022. 575 с.

18. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Проектування підприємств галузі з КП» та кваліфікаційних робіт для здобувачів вищої освіти спеціальності 181 «Харчові технології» («Технології зберігання і переробки зерна»), СВО «Бакалавр» денної і заочної форм навчання у 3-х частинах / Б.В. Єгоров, А.В. Макаринська, Т.В. Бордун, О.Г. Цюндик, В.Ю. Луніна; за ред. А.В. Макаринської; Каф. технології зерна і комбикормів. – Одеса: ОНТУ, 2022 р. – 155 с.

19. Крайнюк Л.М. Методи контролю продукції тваринництва та рослинних жирів. Київ: Університетська книга, 2017. 300 с.

20. Контроль якості та безпека продукції в галузі (комбикормова галузь): Підручник/ [під. заг. ред. проф. Б.В. Єгорова] Б.В. Єгоров, А.О. Кочетова, Т.О. Величко, Н.В. Хоренжий, В.В. Сусло, В.А. Ісламов, Т.М. Турпурова. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2013. 446 с.

21. Рекомендації щодо компонування та розрахунків аспіраційних установок. URL: <https://www.metallum.com.ua/ua/blog/rekomendaczii-po-raschetu-aspiracionnyix-ustanovok/rekomendaczii-po-komponovke-i-raschetam-aspiracion> (дата звернення: 05.05.2024).

22. Правила проектування та налагодження аспіраційних і пневмотранспортних установок підприємств по збереженню та переробці зерна

/О.І. Гапонюк, Є.А. Дмитрук, В.І. Квітинський, О.Н. Гоф, Н.М. Опря/ Зернова столиця, Одеса-Київ. – 2014р. – с. 130

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

24. Монтік П.М. Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник. Львів: «Новий світ – 2000», 2007. 500 с.

25. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Електрозабезпечення та енергозбереження» для студентів професійного напрямку 7.091701 усіх форм навчання / Укладачі: П.М. Монтік, Галіулін А.А., Є.П. Штепа. Одеса: ОНАХТ, 2020. 15 с.

26. Жидацький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. Львів: Афіша, 2004. 240 с.

27. Правила безпеки для олійно-жирового виробництва, Основа ,2000, 280 с.

28. Методичні вказівки до виконання і оформлення дипломної роботи – економічної частини міжкафедрального комплексного дипломного проекту студентів напрямку підготовки 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність» за освітньою програмою «Економіка підприємства» денної та заочної форми навчання / Укл. Н.Й. Басюркіна, Т.В. Свистун. Одеса: ОНАХТ, 2016. 38 с.