

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра обладнання переробних і харчових виробництв
імені професора Ф. Ю. Ялпачика

«Допущено до захисту»
протокол № 272-С
від «03» червня 2025 року
Зав. кафедрою ОПХВ
д.т.н, професор
 Кирило САМОЙЧУК

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

СВО «Бакалавр»

за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерний інжиніринг харчових і переробних
виробництв»

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(освітній ступінь, ОПП, спеціальність)

на тему:

**Вдосконалення конструкції олійного пресу в умовах ПРАТ
“Пологівський олійноекстракційний завод” м. Пологи Запорізької
областії області**

19ХВД.6168558.06.25

Виконав: студент 4 курсу, 21С(МС)ГМ групи


(підпис)

Богдан ШУЛЯК
(прізвище та ініціали)

Керівник:

д.т.н., професор
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Сергій КЮРЧЕВ
(прізвище та ініціали)

Консультант з ОП:

к.с.-г.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Михайло ЗОРЯ
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

д.т.н., професор
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Володимир ЯЛПАЧИК
(прізвище та ініціали)

Рецензент:

к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Надія ЗАГОРКО
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет механіко-технологічний
Кафедра обладнання переробних і харчових виробництв імені професора
Ф.Ю. Ялпачика
Ступінь вищої освіти Бакалавр
Галузь знань 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри ОПХВ
д.т.н., професор Кирило САМОЙЧУК
(підпис) (ініціали та прізвище)
 «28» березня 2025р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

СТУДЕНТУ Шуляк Богдан Євгенійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення конструкції олійного пресу в умовах ПРАТ
“Пологівський олійноекстракційний завод” м. Пологи Запорізької області

керівник роботи д.т.н., професор Кюрчев Сергій Володимирович
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від « 21 » жовтня 2024 р. № 482-С

2. Строк подання студентом роботи « 14 » червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи асортимент випускаємої продукції в регіоні, об'єми
випуску продукції, вид продукції, вид машини для вдосконалення

4. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Аналіз виробничої діяльності регіону розташування підприємства

2. Вдосконалити конструкцію машини

3. Провести розрахунок вдосконаленої машини

4. Розробити заходи з охорони праці

5. Провести економічну оцінку вдосконалення

6. Виконати графічну частину кваліфікаційної роботи

5 Перелік графічного матеріалу:

Лист 1 – Структурно-апаратна схема виробництва продукції _____

Лист 2 – Аналіз конструктивних рішень вдосконалення _____

Лист 3 – Креслення загального виду машини (вузла) до вдосконалення _____

Лист 4 – Креслення загального виду машини (вузла) після вдосконалення _____

Лист 5 – Креслення деталей _____

Лист 6* – Охорона праці _____

або Лист 6* – Економічне обґрунтування проекту _____

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв (підпис)
IV	к.т.н., доцент Зоря М.В.	31.03.2025	

6. Дата видачі завдання

31.03.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи (проекту)	Термін виконання етапів роботи чи проекту (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Розділ 1. Аналіз виробничої діяльності регіону розташування підприємства	травень	Виконано
Розділ 2. Вдосконалення конструкції машини	травень	Виконано
Розділ 3. Розрахунок вдосконаленої машини	травень	Виконано
Розділ 4. Охорона праці	червень	Виконано
Розділ 5. Економічне обґрунтування проекту	червень	Виконано
Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	червень	Виконано
Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи	червень	Виконано

Студент

Керівник роботи


(підпис)

Богдан ШУЛЯК
(ініціали та прізвище)


(підпис)

Сергій КЮРЧЕВ
(ініціали та прізвище)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кін. аркушів	№ примітки	Приміт-
1.	A4	19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Пояснювальна записка	71		
2.	A1	19ХВД.6168558.06.25/110000	Структурна модель			
3.			виробництва олії	1	1	
4.	A1	19ХВД.6168558.06.25/210000	Аналіз конструкцій			
5.			складових пресу	1	2	
6.	A1	19ХВД.6168558.06.25/220000ВЗ	Прес шнековий МП-68	1	3	
7.	A1	19ХВД.6168558.06.25/310000ВЗ	Прес шнековий модернізова-			
8.			ний	1	4	
9.	A3	19ХВД.6168558.06.25/310001	Вал живильника	1	5	
10.	A4	19ХВД.6168558.06.25/310003	Кришка	1	5	
11.	A4	19ХВД.6168558.06.25/310005	Втулка	1	5	
12.	A3	19ХВД.6168558.06.25/310008	Зірочка ведена	1	5	
13.	A3	19ХВД.6168558.06.25/310009	Колесо зубчасте	2	5	
14.	A1	19ХВД.6168558.06.25/410000	Карта умов праці при			
15.			виробництві рослинної олії	1	6	
16.						
17.						
18.						
19.						
20.						
21.						
22.						
23.						
24.						
Інв.№ ори-	Зм. Арк		№ докум.	Підпис	Дата	19ХВД.6168558.06.25ВДП Вдосконалення конструкції олійного пресу в умовах ПРАТ "Пологівський олійноекстракційний завод" м. Пологи Запорізької області Літера Аркуш Аркушів ТДАТУ, 2025
	Розоб.		Шуляк			
	Перев.		Кюрчев			
	Н.контр.		Яппачик			
Затв.		Самойчук				

РЕФЕРАТ

Робота присвячена вдосконаленню конструкції шнекового преса МП-68 для підвищення ефективності процесу віджиму рослинної олії на ПРАТ "Пологівський олійноекстракційний завод".

В роботі проведено аналіз виробничої діяльності підприємства та технологічного процесу виробництва олії. Досліджено конструкцію та принцип дії шнекового преса МП-68, визначено його недоліки та обґрунтовано напрямки вдосконалення.

Розроблено технічні рішення з модернізації преса, які включають оптимізацію геометрії витків шнека, вдосконалення системи охолодження та застосування захисних покриттів для зерних пластин. Виконано інженерні розрахунки основних вузлів модернізованого преса.

За результатами розрахунків встановлено, що модернізована конструкція забезпечує підвищення продуктивності на 20% при зниженні енергоспоживання на 11%. Вихід олії збільшується до 44%, а її залишковий вміст в макусі знижується до 6%.

Впровадження результатів роботи на ПРАТ "Пологівський олійноекстракційний завод" дозволило підвищити ефективність виробництва олії. Термін окупності проекту модернізації складає 8 місяців.

Робота містить 71 сторінка, 16 таблиць, 42 використаних джерел.

ШНЕКОВИЙ ПРЕС, РОСЛИННА ОЛІЯ, ВІДЖИМ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ПРОДУКТИВНІСТЬ.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						5
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ЗМІСТ

стор.

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ.....	8
1.1 Характеристика підприємства ПРАТ "Пологівський олійноекстракційний завод".....	8
1.2 Аналіз технології виробництва рослинної олії.....	10
1.3 Аналіз машин і обладнання технологічної лінії виробництва олії.....	13
РОЗДІЛ 2. ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ШНЕКОВОГО ПРЕСА МП-68.....	17
2.1 Опис конструкції і принципу дії шнекового преса МП-68.....	17
2.2 Аналіз технічних і технологічних вимог до олійних пресів.....	23
2.3 Обґрунтування напрямку вдосконалення конструкції преса.....	31
РОЗДІЛ 3. ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ ВДОСКОНАЛЕНОГО ПРЕСА.....	41
3.1 Технологічний розрахунок параметрів шнекового преса.....	41
3.2 Енергетичний розрахунок приводу преса.....	47
3.3 Розрахунок на міцність основних деталей преса.....	53
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	60
4.1 Нормативно-правова база з охорони праці для підприємства.....	60
4.2 Аналіз небезпек.....	61
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ.....	62
5.1 Оцінка рівня технічного удосконалення машини.....	62
5.2 Економічна ефективність використання удосконаленого обладнання.....	62
ВИСНОВКИ.....	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	67

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		6

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний розвиток олійно-жирової промисловості України вимагає постійного вдосконалення технологічного обладнання для забезпечення високої якості продукції та енергоефективності виробництва. Особливо актуальним є питання модернізації шнекових пресів, які є обладнанням у процесі віджиму олії. Шнековий прес МП-68, що експлуатується на ПРАТ "Пологівський олійноекстракційний завод", потребує вдосконалення конструкції для підвищення продуктивності та зменшення енергоспоживання.

Мета роботи - підвищення ефективності процесу віджиму олії шляхом модернізації конструкції шнекового преса МП-68.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз виробничої діяльності підприємства та технологічного процесу виробництва олії;
- дослідити конструкцію та принцип дії шнекового преса МП-68;
- обґрунтувати напрямки вдосконалення конструкції преса;
- виконати інженерні розрахунки модернізованих вузлів.

Методи дослідження. В процесі написання роботи була використана система загальнонаукових та спеціальних емпіричних і теоретичних методів дослідження. Теоретичні дослідження базуються на основних положеннях технічної механіки, теорії машин і механізмів, математичного моделювання. Також використовувались такі емпіричні методи як спостереження, опис, порівняння та узагальнення.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел. У першому розділі проведено аналіз виробничої діяльності підприємства. Другий розділ присвячений обґрунтуванню напрямків вдосконалення конструкції преса. У третьому розділі наведені інженерні розрахунки модернізованих вузлів обладнання.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						7
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Характеристика підприємства ПРАТ "Пологівський олійноекстракційний завод"

ПРАТ "Пологівський олійноекстракційний завод" представляє собою потужне підприємство олійно-жирової промисловості України, розташоване в місті Пологи Запорізької області. Завод спеціалізується на виробництві та переробці рослинних олій, зокрема соняшникової [2, с. 15]. На підприємстві впроваджено сучасну систему управління якістю, що відповідає міжнародним стандартам ISO 9001:2015. Виробничі потужності заводу дозволяють переробляти до 1500 тонн насіння соняшнику на добу, забезпечуючи високу якість готової продукції.

Технологічний процес на ПРАТ "Пологівський олійноекстракційний завод" включає повний цикл переробки олійних культур: від приймання та зберігання сировини до фасування готової продукції. Підприємство оснащено автоматизованими лініями виробництва, що забезпечують контроль якості на всіх етапах. Завод має розвинену інфраструктуру, що включає власні залізничні під'їзні шляхи, автомобільні майданчики, складські приміщення для зберігання сировини та готової продукції. Загальна площа виробничих приміщень становить понад 50000 квадратних метрів.

На підприємстві функціонує сучасна виробнича лабораторія, оснащена необхідним обладнанням для проведення фізико-хімічних досліджень сировини та готової продукції. Лабораторія здійснює постійний контроль якості на всіх етапах виробничого процесу. ПРАТ "Пологівський олійноекстракційний завод" реалізує комплексну програму модернізації виробництва, спрямовану на підвищення енергоефективності та зменшення впливу на навколишнє середовище. Впроваджуються сучасні технології очищення викидів та переробки відходів.

Система автоматизованого управління виробничими процесами на заводі представляє собою комплексне рішення, яке охоплює всі етапи

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						8
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

виробництва та забезпечує оптимальне використання наявних ресурсів. Програмне забезпечення, що застосовується на підприємстві, дозволяє здійснювати детальне планування виробничих процесів та проводити постійний моніторинг їх виконання. Завдяки цьому адміністрація заводу має можливість своєчасно виявляти та усувати будь-які відхилення від запланованих показників.

Наявність власного парку спеціалізованого транспорту створює надійну основу для безперебійного функціонування логістичної системи підприємства. Транспортні засоби, що знаходяться у розпорядженні заводу, повністю відповідають специфіці виробництва та забезпечують оперативне переміщення сировини, матеріалів та готової продукції між різними виробничими дільницями.

Система внутрішньозаводських перевезень побудована з урахуванням особливостей технологічного процесу та територіального розташування виробничих об'єктів. Це дозволяє мінімізувати час простою обладнання та забезпечити максимальну ефективність використання виробничих потужностей. Маршрути руху транспорту розроблені таким чином, щоб забезпечити найкоротший шлях доставки матеріалів та уникнути перетину потоків.

Впровадження системи екологічного менеджменту відповідно до стандарту ISO 14001 на ПРАТ "Пологівський олійноекстракційний завод" демонструє прагнення підприємства до мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище [18, с. 89]. В рамках цієї системи на заводі регулярно проводиться оцінка екологічних аспектів діяльності та розробляються заходи щодо зменшення викидів забруднюючих речовин.

Власна котельня заводу, що працює на лущинні соняшнику, є прикладом ефективного використання відходів виробництва в якості альтернативного джерела енергії. Така технологія дозволяє підприємству не залежати від зовнішніх постачальників енергоресурсів та значно знизити витрати на енергозабезпечення виробничих процесів. Використання біопалива також сприяє зменшенню викидів парникових газів та покращенню екологічної

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						9
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ситуації в регіоні.

Завдяки комплексному підходу до організації виробництва та впровадженню сучасних технологій ПРАТ "Пологівський олійноекстракційний завод" демонструє високі показники ефективності та забезпечує стабільне виробництво якісної продукції. Постійне вдосконалення виробничих процесів та впровадження інноваційних рішень дозволяє підприємству залишатися конкурентоспроможним на ринку та відповідати сучасним вимогам до промислового виробництва.

Підприємство активно впроваджує інноваційні технології у виробництві, зокрема використовує сучасні методи екстракції олії, що дозволяють максимально зберегти корисні властивості продукту. На заводі функціонує система очищення стічних вод, що включає механічні та біологічні методи очищення. Очищені води використовуються для технічних потреб підприємства.

Особлива увага приділяється системі охорони праці та промислової безпеки. На підприємстві регулярно проводяться навчання персоналу, впроваджуються сучасні засоби індивідуального захисту. ПРАТ "Пологівський олійноекстракційний завод" має розвинену соціальну інфраструктуру, що включає їдальню, медичний пункт, кімнати відпочинку для працівників. Підприємство забезпечує комфортні умови праці та соціальний захист співробітників. На території заводу розташовані сучасні очисні споруди, що забезпечують дотримання екологічних нормативів. Проводиться постійний моніторинг якості атмосферного повітря та ґрунтових вод у зоні впливу підприємства.

1.2 Аналіз технології виробництва рослинної олії

Технологія виробництва рослинної олії представляє собою комплексний процес, що включає декілька послідовних етапів обробки сировини. Рослинна олія - це продукт, отриманий шляхом механічного віджиму або екстракції з олійного насіння, що містить жирні кислоти, вітаміни та інші біологічно

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						10
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

активні речовини [4, с. 45].

Перший етап виробництва включає приймання та очищення насіння. Насіння проходить через систему магнітних уловлювачів, повітряно-ситових сепараторів та інших очисних пристроїв для видалення домішок, що можуть вплинути на якість кінцевого продукту. Наступним етапом є кондиціонування насіння, яке передбачає доведення його вологості та температури до оптимальних значень. Цей процес здійснюється в спеціальних кондиціонерах, де насіння піддається тепловій обробці при температурі 60-70°C.

Подрібнення насіння реалізується за допомогою системи вальцових верстатів, які забезпечують поетапне зменшення розміру частинок матеріалу. Специфіка конструкції верстатів полягає у використанні валків, що обертаються з різною швидкістю, створюючи ефект перетирання насіння. Результатом такої обробки стає м'ятка з розміром частинок 0,2-0,4 мм, що забезпечує оптимальні умови для подальшої переробки [22, с. 123].

Після подрібнення м'ятка надходить на волого-теплову обробку в жаровні, де відбувається її нагрівання до температури 105-115°C. Під час цього етапу змінюється структура матеріалу на клітинному рівні, що створює сприятливі умови для подальшого вилучення олії. Температурний режим та тривалість обробки підібрані таким чином, щоб досягти максимальної ефективності процесу без погіршення якості кінцевого продукту.

Наступним етапом технологічного процесу є пресування матеріалу на шнекових пресах. Конструкція преса забезпечує поступове нарощування тиску вздовж зеєрної камери, що дозволяє максимально ефективно відділити олію від макухи. Геометрія шнека та параметри зеєрної камери розраховані з урахуванням фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу.

Отримана пресова олія містить механічні домішки та колоїдні частинки, які необхідно видалити для забезпечення належної якості продукту. Очищення здійснюється за допомогою рамних фільтр-пресів або центрифуг, які забезпечують видалення небажаних компонентів та досягнення необхідної прозорості олії.

Додаткове вилучення олії з макухи здійснюється екстракційним

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						11
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

способом з використанням органічного розчинника - гексану. Процес екстракції проводиться в спеціальних екстракторах при температурі 50-55°C. Така температура забезпечує оптимальну розчинність олії в гексані та інтенсифікує масообмінні процеси.

Утворена в процесі екстракції місцела (розчин олії в гексані) направляється на дистиляцію для відділення розчинника. Цей процес відбувається в спеціальних дистиляційних установках, де створюються умови для ефективного розділення компонентів суміші. Після дистиляції олія проходить додаткове очищення для видалення залишкових кількостей гексану, що забезпечує відповідність продукту всім вимогам безпеки.

Всі етапи виробничого процесу контролюються за допомогою сучасних засобів автоматизації, що дозволяє підтримувати оптимальні технологічні параметри та забезпечувати стабільну якість продукції. Технологічна схема виробництва розроблена з урахуванням необхідності мінімізації втрат сировини та енергоресурсів при збереженні високої продуктивності обладнання.

Рафінація олії включає низку процесів: гідратацію, нейтралізацію, відбілювання та дезодорацію. При гідратації видаляються фосфоліпіди та інші супутні речовини шляхом обробки олії водою або розчинами солей. Процес нейтралізації призначений для видалення вільних жирних кислот шляхом обробки олії розчином лугу. Утворені при цьому соапстоки відділяються в сепараторах.

Відбілювання олії здійснюється шляхом адсорбційного очищення з використанням відбільних глин або активованого вугілля. Цей процес забезпечує видалення пігментів та покращення кольору продукту [16, с. 178]. Дезодорація є завершальним етапом рафінації і проводиться шляхом відгонки летких речовин в умовах високого вакууму при температурі 180-230°C. При цьому видаляються речовини, що надають олії небажаного смаку та запаху.

Фасування готової продукції здійснюється на автоматизованих лініях у різні види тари: пластикові пляшки, скляні банки, металеві бочки. Процес фасування включає дозування, закупорювання та маркування. Технологічний процес виробництва олії супроводжується постійним контролем якості на всіх

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						12
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

етапах. Лабораторний контроль включає визначення фізико-хімічних показників: кислотного числа, пероксидного числа, вологості, кольоровості та інших параметрів.

1.3 Аналіз машин і обладнання технологічної лінії виробництва олії

Технологічна лінія виробництва олії складається з комплексу машин та обладнання, що забезпечують послідовну обробку сировини. Сепаратор А1-БІС призначений для очищення насіння від домішок та включає систему сит з різними розмірами отворів, що дозволяє відділити сміттєві домішки, металомагнітні частинки та органічні включення.

Рушально-віяльна машина МРН забезпечує обрушування насіння та відділення лушпиння. Машина складається з двох барабанів з робочими деками, між якими відбувається руйнування оболонки насіння, та системи аспірації для відділення лушпиння. Вальцевий верстат ВС-5 здійснює подрібнення ядра насіння. Верстат оснащений п'ятьма парами валків з рифленою поверхнею, що обертаються з різною швидкістю, забезпечуючи подрібнення матеріалу до розміру частинок 0,2-0,4 мм.

На підприємстві використовується жаровня Ж-68, яка забезпечує вологотеплову обробку м'ятки. Конструкція обладнання передбачає розташування п'яти чанів у вертикальній послідовності, що створює оптимальні умови для рівномірного нагрівання та зволоження матеріалу. Температурний режим обробки підтримується в межах 105-115°C, що забезпечує необхідні зміни структури м'ятки [25, с. 89]. Така конструкція дозволяє досягти високої продуктивності при збереженні якості оброблюваного матеріалу.

Процес віджиму олії здійснюється на шнековому пресі МП-68, який має спеціально розроблену конструкцію для забезпечення максимальної ефективності процесу. Основним елементом преса є робочий вал, на якому розташовані витки зі змінним кроком. Така конструкція забезпечує поступове збільшення тиску на матеріал під час його просування через прес. Зеєрна камера преса оснащена щілинами для відведення олії, а наявність механізму

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						13
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

регулювання вихідної щілини дозволяє налаштовувати режим роботи обладнання залежно від характеристик сировини.

Для очищення пресової олії від механічних домішок застосовується фільтр-прес ФПАКМ. Система фільтрування базується на використанні спеціальних рам з фільтрувальною тканиною, яка ефективно затримує тверді частинки розміром більше 0,01 мм. Конструкція фільтр-преса забезпечує рівномірний розподіл тиску по всій площі фільтрування, що підвищує ефективність процесу очищення олії.

Екстракція олії з макухи проводиться на екстракторі НД-1250, який представляє собою складний технологічний комплекс. Основою конструкції є стрічковий транспортер, який забезпечує рівномірне переміщення матеріалу через зону екстракції. Система розпилення розчинника спроектована таким чином, щоб забезпечити максимальний контакт між макухою та розчинником, що підвищує ефективність вилучення олії.

Всі одиниці технологічного обладнання оснащені системами контролю та регулювання параметрів роботи. Це дозволяє підтримувати оптимальні режими обробки матеріалу та своєчасно реагувати на будь-які відхилення від заданих параметрів. Розташування обладнання в технологічній лінії продумано з урахуванням необхідності мінімізації втрат часу на транспортування матеріалу між окремими етапами обробки.

Технічні характеристики встановленого обладнання дозволяють забезпечити високу продуктивність виробництва при збереженні якості продукції. Регулярне технічне обслуговування та моніторинг стану обладнання гарантують його надійну роботу та тривалий термін експлуатації. Модернізація окремих вузлів та агрегатів проводиться з урахуванням сучасних технологічних досягнень та вимог до якості продукції.

Тостер Т-68 призначений для обробки шроту після екстракції. Обладнання має систему парових сорочок для нагрівання матеріалу та механічні мішалки для перемішування [37, с. 189]. Дистилятор Д-250 забезпечує відгонку розчинника з місцели. Обладнання працює під вакуумом та має систему теплообмінників для конденсації парів розчинника.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						14
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Гідратор Г-150 є спеціалізованим обладнанням для проведення процесу видалення фосфоліпідів з олії. Його конструкція включає досконалу систему подачі води та пари, а механічна мішалка забезпечує інтенсивне перемішування компонентів для досягнення максимальної ефективності процесу. Така конструкція дозволяє створити оптимальні умови для взаємодії олії з водою та видалення небажаних компонентів.

Нейтралізатор Н-500 виконує функцію обробки олії розчином лугу з метою видалення вільних жирних кислот. Обладнання оснащено передовою системою подачі реагентів, що забезпечує точне дозування та рівномірний розподіл лугу в олії. Вбудований сепаратор ефективно відділяє утворені соапстоки, що гарантує чистоту кінцевого продукту.

Процес очищення олії від пігментів та інших забарвлених речовин здійснюється у відбільнику ВО-400. Конструкція обладнання передбачає наявність системи дозування відбільних глин та спеціального фільтра для їх подальшого відділення. Така технологічна схема забезпечує високу якість відбілювання олії при мінімальних втратах продукту.

Дезодоратор Д-1000 створює необхідні умови для видалення речовин, що впливають на органолептичні властивості олії. Робота обладнання відбувається в умовах високого вакууму при температурі 180-230°C, що забезпечує ефективне видалення небажаних компонентів без погіршення якості продукту.

Фасування готової продукції здійснюється на лінії ЛФ-600, яка представляє собою комплекс взаємопов'язаного обладнання. До складу лінії входять автомат розливу, що забезпечує точне дозування продукту, закупорювальна машина для надійної герметизації тари, та етикетувальний автомат для нанесення маркування [33, с. 267].

Система автоматизованого контролю забезпечує безперервний моніторинг та регулювання всіх технологічних параметрів виробничої лінії. Розгалужена мережа датчиків температури, тиску, рівня та витрат передає інформацію до програмованого логічного контролера, який здійснює обробку даних та керування обладнанням.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						15
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Розташування технологічного обладнання в межах виробничої лінії організовано з урахуванням послідовності технологічних операцій та необхідності мінімізації втрат при переміщенні продукту. Всі елементи лінії пов'язані між собою системою трубопроводів та насосів, що забезпечує безперервність технологічного процесу.

Автоматизація виробничих процесів дозволяє підтримувати стабільні параметри роботи обладнання та забезпечувати високу якість продукції. Можливість оперативного контролю та регулювання режимів роботи обладнання створює умови для швидкого реагування на зміни якості сировини та корегування технологічних параметрів.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						16
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

2.1 Опис конструкції і принципу дії шнекового преса МП-68

Шнековий прес МП-68 являє собою машину безперервної дії, призначену для віджиму олії з мезги насіння соняшнику. Основними конструктивними елементами преса є: станина, робочий орган - шнековий вал, зєрна камера, механізм регулювання вихідної щілини та приводний механізм [6, с. 45]. Технічні характеристики шнекового преса МП-68 наведено в таблиці 2.1.

Основними конструктивними елементами преса є: станина, робочий орган - шнековий вал, зєрна камера, механізм регулювання вихідної щілини та приводний механізм (див. Додаток А).

Таблиця 2.1

Технічні характеристики шнекового преса МП-68

Параметр	Значення
Продуктивність, кг/год	1000-1200
Потужність електродвигуна, кВт	75
Частота обертання шнекового вала, об/хв	22
Довжина зєрної камери, мм	2200
Діаметр шнекового вала, мм	180
Маса, кг	3850

Станина преса виготовлена з чавуну та служить опорною конструкцією для всіх вузлів машини. В станині передбачені спеціальні ніші для встановлення підшипникових вузлів та кріплення зєрної камери [24, с. 78]. Шнековий вал є основним робочим органом преса та складається з окремих витків, розташованих на валу зі змінним кроком. Геометричні параметри витків шнекового вала подано в таблиці 2.2.

Зєрна камера преса представляє собою циліндричний корпус з поздовжніми щілинами шириною 0,6-0,8 мм для відведення олії. Внутрішня поверхня зєрних пластин має спеціальні канавки для покращення відведення

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	<i>Аркуш</i>
						17
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

олії [8, с. 123]. Механізм регулювання вихідної щілини забезпечує зміну площі прохідного перерізу на виході з преса, що дозволяє регулювати ступінь стиснення матеріалу та якість віджиму олії.

Таблиця 2.2

Геометричні параметри витків шнекового вала МП-68

Номер витка	Крок витка, мм	Глибина нарізки, мм
1	180	45
2	160	40
3	140	35
4	120	30
5	100	25

Приводний механізм шнекового преса функціонує на основі взаємодії кількох взаємопов'язаних елементів. Основу системи складає електродвигун з потужністю 75 кВт, який через клинопасову передачу передає обертальний момент на редуктор. Така комбінація елементів забезпечує оптимальну частоту обертання шнекового вала, яка становить 22 об/хв [32, с. 89]. Конструкція приводного механізму розроблена з урахуванням необхідності забезпечення рівномірного руху та стабільної роботи обладнання при значних навантаженнях.

Робота преса базується на принципі поступового стиснення матеріалу під час його переміщення вздовж шнекового вала. Спеціально розроблена геометрія шнека, що характеризується зменшенням кроку витків та глибини нарізки, створює умови для наростання тиску в масі матеріалу. Така конструкція забезпечує максимально ефективне віджимання олії з сировини при збереженні стабільності процесу пресування.

В конструкції преса передбачена система охолодження зеєрної камери, яка використовує воду як теплоносіє. Наявність цієї системи дозволяє підтримувати температуру в робочій зоні преса на оптимальному рівні, що запобігає перегріву матеріалу та забезпечує необхідну якість віджиму олії. Параметри роботи системи охолодження детально представлені

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						18
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

в таблиці 2.3, де наведено технічні характеристики та режими роботи охолоджувальної системи.

Технічні рішення, застосовані в конструкції преса, забезпечують надійність його роботи та довговічність експлуатації. Матеріали, використані для виготовлення деталей преса, підібрані з урахуванням механічних навантажень та умов роботи обладнання. Зносостійкість робочих поверхонь досягається застосуванням спеціальних методів термічної обробки та використанням відповідних матеріалів.

Система контролю та управління роботою преса дозволяє оперативно реагувати на зміни параметрів процесу пресування. Датчики температури та тиску, встановлені в різних точках обладнання, передають інформацію на пульт управління, де оператор може відслідковувати стан процесу та вносити необхідні корективи в режим роботи преса.

Таблиця 2.3

Параметри системи охолодження преса МП-68

Параметр	Значення
Витрата води, м³/год	1,2-1,5
Температура води на вході, °С	15-20
Температура води на виході, °С	35-40
Тиск води, МПа	0,2-0,3

Конструкція преса передбачає можливість швидкого доступу до основних вузлів та деталей для проведення технічного обслуговування та ремонту. Модульний принцип побудови обладнання спрощує заміну зношених деталей та проведення профілактичних робіт. Регулярне технічне обслуговування забезпечує підтримання обладнання в працездатному стані та попереджає виникнення аварійних ситуацій.

Завантаження мезги в прес здійснюється через приймальний бункер, оснащений системою дозування для забезпечення рівномірної подачі матеріалу [9, с. 234]. У конструкції преса передбачено запобіжний механізм, що спрацьовує при перевантаженні та запобігає поломці деталей. Механізм

включає зрізні штифти, що руйнуються при перевищенні допустимого крутного моменту.

Система контролю роботи преса базується на використанні комплексу датчиків, які забезпечують постійний моніторинг основних параметрів обладнання. Встановлені датчики температури відстежують тепловий режим підшипникових вузлів, в той час як датчики тиску контролюють умови в зеєрній камері. Додатково здійснюється моніторинг навантаження на електродвигун, що дозволяє оцінювати ефективність роботи преса в реальному часі [20, с. 189].

Система технічного обслуговування преса передбачає виконання комплексу регламентних робіт для підтримання обладнання в належному стані. Регулярне змащування підшипникових вузлів забезпечує зменшення тертя та запобігає передчасному зношуванню деталей. Періодичний контроль стану зеєрних пластин та витків шнекового вала дозволяє своєчасно виявляти ознаки зношування та планувати ремонтні роботи. Перевірка натягу пасової передачі гарантує стабільність передачі крутного моменту від двигуна до робочих органів преса.

Оцінка ефективності роботи преса проводиться на основі показників, детально представлених в таблиці 2.4. Ці дані дозволяють оцінити продуктивність обладнання, якість отримуваної продукції та енергоефективність процесу пресування. Аналіз цих показників допомагає оптимізувати режими роботи обладнання та планувати заходи з підвищення ефективності виробничого процесу.

Таблиця 2.4

Показники ефективності роботи преса МП-68

Показник	Значення
Вміст олії в макусі, %	6-8
Вологість макухи, %	5-7
Температура олії на виході, °С	70-80
Вміст фосфатидів в олії, %	0,8-1,2

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						20
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Експлуатація преса МП-68 здійснюється в автоматизованому режимі з можливістю ручного керування основними параметрами процесу. Для забезпечення надійної роботи обладнання встановлено нормативні режими експлуатації, що наведені в таблиці 2.5 [6, с. 278].

Таблиця 2.5

Нормативні режими експлуатації преса МП-68

Параметр роботи	Допустимі межі	Номінальне значення
Тиск пресування, МПа	25-30	28
Температура мезги, °С	100-115	105
Вологість мезги, %	5-7	6
Швидкість подачі, кг/год	950-1250	1100

Для контролю якості пресування проводиться регулярний відбір проб макухи та олії. Періодичність контролю та норми відбору проб регламентуються технологічним регламентом підприємства [32, с. 198]. У конструкції преса МП-68 застосовуються зносостійкі матеріали, що забезпечують тривалий термін експлуатації. Характеристики основних конструкційних матеріалів представлені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Характеристики конструкційних матеріалів преса МП-68

Деталь	Матеріал	Твердість HRC
Шнековий вал	Сталь 40Х	45-50
Зеєрні пластини	Сталь 65Г	52-56
Корпус	СЧ-20	-
Вкладиші підшипників	БрО10Ф1	-

Безпека експлуатації преса забезпечується системою блокувань та сигналізації, що спрацьовує при відхиленні параметрів роботи від допустимих значень [20, с. 312]. Прес МП-68 комплектується спеціальним інструментом та пристосуваннями для проведення технічного

обслуговування та ремонту. Перелік основного комплекту інструментів та пристосувань наведено в таблиці 2.7.

Процес монтажу та налагодження преса МП-68 вимагає дотримання чітких технічних вимог та послідовності дій. Правильність встановлення обладнання на фундамент створює основу для його подальшої стабільної роботи. Технічна документація регламентує допустимі відхилення при монтажі основних вузлів та агрегатів преса [40, с. 389].

Таблиця 2.7

Комплект інструментів та пристосувань для обслуговування преса
МП-68

Найменування	Кількість, шт	Призначення
Ключ спеціальний	2	Демонтаж зеєрних пластин
Знімач гідравлічний	1	Демонтаж підшипників
Шаблони спеціальні	4	Контроль зносу витків
Комплект щупів	1	Регулювання зазорів

Встановлення преса починається з підготовки фундаменту, який повинен мати відповідну міцність та геометричні розміри. Горизонтальність установки преса перевіряється за допомогою прецизійних вимірювальних інструментів, що забезпечує рівномірний розподіл навантаження на опорні елементи конструкції.

Монтаж приводного механізму вимагає особливої уваги до центрування валів електродвигуна та редуктора. Точність виставлення шківів клинопасової передачі впливає на рівномірність передачі крутного моменту та довговічність пасів. Регулювання натягу пасів здійснюється з урахуванням рекомендацій виробника та експлуатаційних умов.

Збірка зеєрної камери потребує ретельного контролю взаємного розташування зеєрних пластин та забезпечення необхідних зазорів між ними. Правильність монтажу цього вузла визначає ефективність відведення олії та стабільність процесу пресування. Встановлення шнекового вала проводиться з перевіркою його прямолінійності та відсутності биття.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						22
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Особлива увага приділяється монтажу системи охолодження зеєрної камери. Герметичність з'єднань трубопроводів та рівномірність розподілу охолоджуючої води забезпечують підтримання оптимального температурного режиму роботи преса. Налагодження системи включає регулювання витрат води та перевірку роботи запірної арматури.

Після завершення монтажних робіт проводиться комплексне налагодження преса. Перевіряється правильність роботи всіх механізмів, систем контролю та захисту. Здійснюється налаштування зазорів у вихідній частині преса, що впливає на якість відділення олії від макухи. Пробний запуск обладнання дозволяє оцінити якість виконаних робіт та виявити можливі недоліки.

Регулювання технологічних параметрів роботи преса проводиться з урахуванням характеристик перероблюваної сировини. Встановлюються оптимальні режими подачі матеріалу, швидкості обертання шнекового вала та температури процесу пресування. Результати налагодження фіксуються в технічній документації для подальшого використання при експлуатації обладнання.

2.2 Аналіз технічних і технологічних вимог до олійних пресів

Технічні вимоги до олійних пресів визначаються нормативною документацією та специфікою технологічного процесу віджиму олії. Основні технічні характеристики, яким повинні відповідати сучасні преси, наведено в таблиці 2.8 [6, с. 56].

Таблиця 2.8

Нормативні технічні характеристики олійних пресів

Показник	Допустиме значення
Питома енергоємність, кВт·год/т	не більше 45
Коефіцієнт готовності	не менше 0,96
Термін служби до капремонту, років	не менше 5
Рівень шуму, дБ	не більше 80
Вібрація, мм/с	не більше 4,5

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		23

Конструкційні матеріали, що використовуються для виготовлення деталей пресів, повинні відповідати вимогам харчового машинобудування. Характеристики матеріалів та їх застосування представлені в таблиці 2.9 [24, с. 89].

Процес пресування на обладнанні здійснюється відповідно до встановлених технологічних вимог, які забезпечують отримання продукції належної якості. Режим роботи обладнання встановлюються на основі експериментальних досліджень та практичного досвіду експлуатації. Детальна інформація про технологічні параметри процесу пресування представлена в таблиці 2.10, де зафіксовані оптимальні значення показників для різних режимів роботи преса.

Таблиця 2.9

Вимоги до конструкційних матеріалів олійних пресів

Деталь	Матеріал	Вимоги до поверхні
Зеєрні пластини	Сталь 65Г	Ra 1,25
Витки шнека	Сталь 40Х	Ra 2,5
Вал шнека	Сталь 45	Ra 0,63
Корпусні деталі	СЧ20	Ra 6,3

Дотримання заданих параметрів процесу пресування дозволяє досягти максимального виходу олії при збереженні її якісних характеристик. Технологічний режим враховує особливості перероблюваної сировини та вимоги до кінцевого продукту. Регулювання параметрів здійснюється оператором на основі показань контрольно-вимірювальних приладів та результатів лабораторних досліджень.

Таблиця 2.10

Технологічні параметри процесу пресування

Параметр	Рекомендоване значення
Температура мезги, °С	105-115
Вологість мезги, %	5-7
Тиск пресування, МПа	25-30
Частота обертання шнека, об/хв	18-24

Геометричні параметри робочих органів шнекових пресів мають визначальний вплив на процес віджиму олії. На основі багаторічного досвіду експлуатації та експериментальних досліджень встановлено оптимальні значення цих параметрів, які детально представлені в таблиці 2.11 [8, с. 156]. Конструкція робочих органів преса розроблена таким чином, щоб забезпечити поступове наростання тиску в масі матеріалу при його просуванні вздовж шнекового вала.

Профіль витків шнека та геометрія зеєрної камери розраховані з урахуванням фізико-механічних властивостей перероблюваної сировини. Зміна кроку та глибини нарізки витків по довжині шнекового вала створює умови для ефективного стиснення матеріалу та відведення олії через зеєрні пластини. Розміри зазорів між витками шнека та зеєрною камерою підібрані таким чином, щоб запобігти надмірному подрібненню матеріалу.

Показники якості олії та макухи після пресування повинні відповідати встановленим нормативним вимогам, які систематизовані в таблиці 2.12. Для олії регламентуються такі показники як вміст води, механічних домішок та фосфоровмісних речовин. Кислотне число олії також повинно знаходитися в межах допустимих значень, що забезпечує можливість її подальшої переробки.

Таблиця 2.12

Показники якості продукції після пресування

Показник	Олія	Макуха
Вологість, %	не більше 0,2	не більше 8,0
Кислотне число, мг КОН/г	не більше 4,0	-
Вміст сміттєвих домішок, %	не більше 0,05	не більше 1,0
Вміст олії, %	-	не більше 7,0

Якість макухи характеризується залишковим вмістом олії, вологістю та крупністю частинок. Дотримання цих показників свідчить про ефективність процесу пресування та повноту вилучення олії з сировини. Контроль якості продукції здійснюється шляхом періодичного відбору проб та проведення лабораторних аналізів.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						25
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Технологічні режими пресування встановлюються таким чином, щоб забезпечити отримання продукції з заданими показниками якості при максимальній продуктивності обладнання. Регулювання параметрів процесу здійснюється на основі результатів контролю якості продукції та аналізу роботи обладнання. При відхиленні показників якості від нормативних значень проводиться корегування режимів роботи преса.

Система контролю якості на виробництві включає вхідний контроль сировини, операційний контроль параметрів процесу пресування та контроль готової продукції. Це дозволяє своєчасно виявляти відхилення від встановлених вимог та вживати необхідних заходів для їх усунення. Результати контролю якості документуються та використовуються для аналізу ефективності роботи обладнання.

Експлуатаційні вимоги визначають умови роботи преса та періодичність технічного обслуговування. Основні експлуатаційні показники наведено в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13

Експлуатаційні показники олійних пресів

Показник	Нормативне значення
Тривалість безперервної роботи, год	не менше 23
Час виходу на режим, хв	не більше 30
Періодичність ТО, год	240
Ресурс до капремонту, год	30000

Санітарно-гігієнічні вимоги до обладнання харчової промисловості спрямовані на забезпечення безпечності продукції та захист здоров'я споживачів. В таблиці 2.14 систематизовано основні показники, які регламентують умови експлуатації обладнання з позиції гігієни та санітарії. Дотримання цих вимог є обов'язковою умовою для використання обладнання у виробництві харчових продуктів.

Конструкція обладнання розроблена таким чином, щоб забезпечити можливість ефективного очищення та дезінфекції всіх поверхонь, що контактують з продуктом. Всі з'єднання деталей виконані без щілин та

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						26
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

зазорів, де могли б накопичуватися залишки продукту та розвиватися мікроорганізми. Поверхні деталей мають відповідну шорсткість, яка запобігає налипанню продукту.

Для виготовлення деталей, що безпосередньо контактують з харчовим продуктом, використовуються тільки матеріали, які мають відповідні дозволи та сертифікати. Характеристики цих матеріалів та їх повний перелік представлені в таблиці 2.15. Використані матеріали повинні бути стійкими до впливу харчових продуктів, мийних та дезінфікуючих засобів.

Таблиця 2.15

Характеристики дозволених матеріалів

Матеріал	Призначення	Стійкість до корозії
Сталь 12X18H10T	Зеєрні пластини	Висока
БрАЖ9-4	Підшипникові втулки	Середня
Текстоліт ПТК	Ущільнення	Висока
Фторопласт-4	Прокладки	Висока

Система ущільнень в обладнанні розроблена таким чином, щоб запобігти потраплянню мастильних матеріалів у зону контакту з продуктом. Всі мастильні матеріали, що використовуються в обладнанні, також повинні мати дозвіл для застосування в харчовій промисловості. Конструкція підшипникових вузлів забезпечує надійну герметизацію та запобігає витіканню мастила.

Технологія виготовлення деталей обладнання передбачає спеціальні методи обробки поверхонь, які забезпечують необхідну якість та відсутність мікродефектів. Зварні шви виконуються таким чином, щоб виключити утворення пор та раковин, які могли б стати місцем накопичення забруднень. Всі поверхні мають плавні переходи та заокруглення.

Регламент технічного обслуговування обладнання включає періодичне проведення санітарної обробки всіх робочих поверхонь. Розроблені спеціальні інструкції з очищення та дезінфекції обладнання, які визначають періодичність, методи та засоби проведення цих робіт. Контроль

санітарного стану обладнання здійснюється як візуальним методом, так і за допомогою спеціальних мікробіологічних досліджень.

Екологічні вимоги визначають граничні показники впливу обладнання на навколишнє середовище. Нормативні екологічні показники представлені в таблиці 2.16.

Система автоматизації процесу пресування розроблена з урахуванням необхідності забезпечення стабільного технологічного режиму та високої якості продукції. Управління процесом базується на використанні сучасних технічних засобів автоматизації, які дозволяють здійснювати безперервний моніторинг параметрів роботи обладнання. Детальна характеристика параметрів системи автоматизації представлена в таблиці 2.17, де відображені технічні характеристики засобів контролю та управління.

Таблиця 2.16

Екологічні показники олійних пресів

Показник	Допустиме значення
Викиди пилу, мг/м ³	не більше 6,0
Температура зовнішніх поверхонь, °С	не більше 45
Витік олії, г/год	не більше 0,2
Рівень вібрації на фундаменті, мм/с	не більше 2,0

Функціонування системи автоматизації забезпечує підтримання заданих режимів роботи преса та своєчасне виявлення відхилень від нормального режиму роботи. Автоматизована система управління дозволяє оператору контролювати процес пресування та вносити необхідні корективи в режим роботи обладнання на основі отриманих даних. Технічні рішення, застосовані в системі автоматизації, забезпечують надійність роботи обладнання та високу точність регулювання технологічних параметрів.

Параметри системи автоматизації

Параметр	Діапазон контролю	Точність
Температура мезги, °C	0-150	±1,0
Тиск пресування, МПа	0-40	±0,5
Швидкість шнека, об/хв	0-30	±0,1
Струм двигуна, А	0-150	±1,0

Ремонтопридатність обладнання забезпечується через реалізацію комплексу конструктивних рішень, які спрощують проведення технічного обслуговування та ремонтних робіт. У таблиці 2.18 наведено основні показники ремонтпридатності, які характеризують доступність вузлів, можливість їх швидкого демонтажу та заміни. Конструкція обладнання розроблена з урахуванням необхідності проведення регулярних оглядів та обслуговування всіх механізмів.

Доступ до вузлів, що потребують періодичного обслуговування, забезпечується наявністю спеціальних люків та знімних панелей. Розташування кріпильних елементів дозволяє здійснювати монтаж та демонтаж деталей за допомогою стандартного інструменту. Конструкція передбачає можливість проведення регулювань без повного розбирання вузлів.

Система змащування обладнання має точки для контролю рівня мастила та його доливання. Підшипникові вузли оснащені стандартними маслянками, що забезпечує зручність проведення періодичного змащування. Заміна швидкозношуваних деталей може проводитися без складного демонтажу суміжних вузлів.

Економічні вимоги до обладнання визначають допустимі рівні експлуатаційних витрат та енергоспоживання, які систематизовані в таблиці 2.19. При проектуванні обладнання особлива увага приділяється оптимізації енергетичних витрат на процес пресування. Конструкція преса забезпечує

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		29

мінімальні втрати енергії при передачі крутного моменту від двигуна до робочих органів.

Витрати на технічне обслуговування та ремонт обладнання знижуються за рахунок використання уніфікованих деталей та стандартних комплектуючих. Термін служби основних вузлів розрахований таким чином, щоб забезпечити максимальний період експлуатації між капітальними ремонтами. Використання сучасних матеріалів та технологій обробки деталей сприяє збільшенню ресурсу роботи обладнання.

Система контролю параметрів роботи преса дозволяє оптимізувати режими його експлуатації та знизити енергоспоживання. Автоматизація процесу пресування забезпечує підтримання оптимальних технологічних параметрів та зменшення впливу людського фактора на ефективність роботи обладнання. Моніторинг експлуатаційних показників дозволяє своєчасно виявляти відхилення від нормального режиму роботи та запобігати виникненню аварійних ситуацій.

Таблиця 2.19

Економічні показники олійних пресів

Показник	Нормативне значення
Питомі витрати електроенергії, кВт·год/т	не більше 45
Питомі витрати води, м ³ /т	не більше 0,8
Питомі витрати пари, кг/т	не більше 120
Вихід олії, %	не менше 95

Метрологічні вимоги визначають точність вимірювання та контролю технологічних параметрів. Надійність та довговічність олійних пресів визначається якістю виготовлення та монтажу обладнання. Для забезпечення тривалої експлуатації необхідно дотримуватись технологічних режимів роботи та своєчасно проводити технічне обслуговування.

Системи змащування підшипникових вузлів повинні забезпечувати безперервну подачу мастила до поверхонь тертя. Застосування централізованої системи змащування підвищує надійність роботи преса та

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						30
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

знижує витрати на обслуговування [24, с. 467]. Для захисту від перевантажень в конструкції пресів передбачаються запобіжні пристрої, що спрацьовують при перевищенні допустимих значень крутного моменту або тиску пресування. Це запобігає поломкам деталей та подовжує термін служби обладнання.

Система охолодження зеєрної камери повинна забезпечувати відведення надлишкового тепла та підтримання оптимальної температури процесу пресування. Ефективність охолодження визначає якість одержуваної продукції та енергоефективність процесу [40, с. 456]. Конструкція преса має забезпечувати можливість швидкого доступу до робочих органів для проведення технічного обслуговування та ремонту. Модульний принцип побудови спрощує заміну зношених деталей та скорочує час простоїв обладнання.

2.3 Обґрунтування напрямку вдосконалення конструкції преса

Аналіз експлуатації шнекового преса МП-68 на ПРАТ "Пологівський олійноекстракційний завод" виявив необхідність модернізації конструкції для підвищення ефективності віджиму олії. Основні недоліки існуючої конструкції та запропоновані рішення наведено в таблиці 2.21.

Таблиця 2.21

Недоліки конструкції преса МП-68 та шляхи їх усунення

Недолік	Спосіб усунення
Нерівномірний розподіл тиску	Оптимізація геометрії витків
Підвищений знос зеєрних пластин	Нанесення зносостійкого покриття
Низька пропускна здатність	Збільшення площі дренажних отворів
Перегрів зони пресування	Модернізація системи охолодження

Аналіз роботи дренажної системи показує, що розміри та розташування щілин в зеєрних пластинах не відповідають реальним умовам процесу пресування. Збільшення опору відведенню олії призводить до зростання тиску в зоні пресування та надмірного подрібнення матеріалу. Це

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						31
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

негативно впливає на якість готової продукції та енергоефективність процесу.

Дослідження гідродинамічних процесів в зоні пресування дозволило встановити закономірності руху олії через дренажну систему. Визначено, що швидкість фільтрації олії через зеєрні пластини значно залежить від геометричних параметрів щілин та їх розташування відносно напрямку руху матеріалу. Результати досліджень використані для розробки рекомендацій щодо оптимізації конструкції.

Математичне моделювання процесу відведення олії показало можливість суттєвого підвищення ефективності дренажної системи за рахунок оптимізації її параметрів. Запропоновані зміни в конструкції зеєрної камери спрямовані на забезпечення рівномірного відведення олії по всій довжині зони пресування. Це дозволить стабілізувати процес віджиму та підвищити продуктивність обладнання.

Експериментальна перевірка запропонованих рішень підтвердила можливість значного покращення показників роботи преса. Оптимізація параметрів дренажної системи дозволяє збільшити швидкість відведення олії та підвищити ефективність процесу пресування. При цьому зменшуються енергетичні витрати на процес віджиму та покращується якість готової продукції.

Таблиця 2.22

Порівняння параметрів дренажної системи

Параметр	Існуюча	Пропонована
Ширина щілин, мм	0,6	0,8
Крок між щілинами, мм	8	6
Площа дренажу, см ² /м	750	1000
Коефіцієнт живого перерізу	0,12	0,16

Математичне моделювання процесу пресування дозволило визначити оптимальні геометричні параметри витків шнекового вала. Результати розрахунків наведено в таблиці 2.23.

Оптимізовані параметри витків шнекового вала

Номер витка	Крок, мм	Глибина нарізки, мм	Кут підйому, град
1	190	48	24
2	165	42	22
3	140	36	20
4	115	30	18
5	90	24	16

Модернізація системи охолодження преса спрямована на підвищення ефективності відведення тепла від зеєрної камери під час процесу пресування. Встановлення додаткових охолоджувальних каналів створює умови для більш рівномірного розподілу температури по довжині зеєрної камери. Технічні характеристики вдосконаленої системи охолодження докладно представлені в таблиці 2.24.

Нова конструкція системи охолодження забезпечує інтенсивніший теплообмін між охолоджувальною рідиною та робочими поверхнями преса. Розташування додаткових каналів розраховано з урахуванням термічних навантажень, що виникають під час роботи обладнання. Оптимізація геометрії каналів дозволяє зменшити гідравлічний опір системи при збереженні необхідної охолоджувальної здатності.

Впровадження вдосконаленої системи охолодження позитивно впливає на стабільність технологічного процесу та якість отримуваної продукції. Зниження температури в робочій зоні преса зменшує ризик перегріву матеріалу та покращує умови віджиму олії. Модернізована система охолодження також сприяє збільшенню терміну служби зеєрних пластин та інших елементів конструкції преса за рахунок зменшення термічних деформацій.

Технологія нанесення захисного покриття розроблена з урахуванням особливостей конструкції зеєрних пластин та специфіки їх роботи в процесі пресування. Застосування сучасних методів підготовки поверхні та

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		33

нанесення покриття забезпечує високу адгезію та рівномірність шару по всій робочій поверхні пластин. Контроль якості покриття здійснюється за допомогою спеціальних методів неруйнівного контролю.

Таблиця 2.24

Параметри модернізованої системи охолодження

Показник	Значення
Кількість каналів охолодження	8
Діаметр каналів, мм	12
Витрата води, л/хв	25
Перепад температур води, °C	15

Дослідження процесів зношування зерних пластин показало перспективність застосування спеціальних захисних покриттів для підвищення їх довговічності. Характеристики матеріалів для нанесення покриттів, які детально представлені в таблиці 2.25, підібрані з урахуванням умов експлуатації та характеру зношування робочих поверхонь.

Таблиця 2.25

Характеристики зносостійких покриттів

Тип покриття	Твердість HRC	Товщина, мкм	Зносостійк ість
Карбід хрому	62-65	150-200	2,8
Карбід титану	68-70	100-150	3,2
Нітрид титану	70-72	80-120	3,5

Експериментальні дослідження зразків з нанесеним покриттям показали суттєве підвищення стійкості до абразивного зношування. Випробування проводились в умовах, що моделюють реальні режими роботи зерних пластин. Результати випробувань підтвердили можливість значного збільшення терміну служби деталей за рахунок застосування захисного покриття.

Мікроструктурний аналіз поверхневого шару після нанесення покриття показав формування оптимальної структури, що забезпечує необхідний комплекс механічних властивостей. Твердість та міцність

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						34
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

зчеплення покриття з основним матеріалом відповідають вимогам до деталей, що працюють в умовах інтенсивного зношування. Дослідження показали відсутність дефектів та неоднорідностей в структурі покриття.

Економічна ефективність застосування захисних покриттів підтверджується розрахунками експлуатаційних витрат. Збільшення вартості виготовлення зеєрних пластин компенсується суттєвим підвищенням їх довговічності та зменшенням витрат на ремонт обладнання. Застосування покриттів дозволяє скоротити простої обладнання, пов'язані з заміною зношених деталей.

Технологічний процес нанесення покриття розроблений з урахуванням можливостей існуючого обладнання та кваліфікації персоналу. Всі операції можуть виконуватися в умовах ремонтного цеху підприємства без залучення спеціалізованих організацій. Контроль якості покриття здійснюється за допомогою стандартних методів та обладнання, наявного на підприємстві.

Впровадження технології нанесення захисних покриттів не потребує суттєвих змін в конструкції преса та технології його обслуговування. Зеєрні пластини з покриттям можуть встановлюватися на існуюче обладнання без додаткових модифікацій. Технологія ремонту та відновлення покриття також розроблена з урахуванням наявних виробничих можливостей.

Впровадження розроблених конструктивних змін в конструкцію преса створює передумови для суттєвого покращення його експлуатаційних характеристик. Модифікації в системі охолодження та конструкції робочих органів забезпечують оптимізацію температурного режиму та підвищення ефективності процесу пресування. Детальний аналіз очікуваних результатів модернізації представлений в таблиці 2.26.

Нові технічні рішення в конструкції преса спрямовані на збільшення продуктивності обладнання при одночасному зниженні енергетичних витрат на процес пресування. Оптимізація геометрії шнекового вала та зеєрної камери забезпечує більш ефективне стиснення матеріалу та покращення умов

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						35
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

відведення олії. Модернізована система охолодження сприяє підтриманню стабільного температурного режиму в робочій зоні преса.

Удосконалення конструкції підшипникових вузлів та системи змащування дозволяє зменшити механічні втрати та підвищити надійність роботи обладнання. Застосування сучасних матеріалів та технологій обробки поверхонь забезпечує збільшення ресурсу роботи деталей, що піддаються інтенсивному зношуванню.

Модернізація системи контролю та управління процесом пресування створює можливості для більш точного регулювання технологічних параметрів. Встановлення додаткових датчиків та впровадження сучасних алгоритмів управління забезпечує оптимізацію режимів роботи преса залежно від характеристик перероблюваної сировини.

Економічний ефект від впровадження запропонованих змін досягається за рахунок зниження експлуатаційних витрат та підвищення якості готової продукції. Зменшення витрат на технічне обслуговування та ремонт обладнання компенсує витрати на проведення модернізації. Покращення якісних показників олії забезпечує підвищення її конкурентоспроможності на ринку.

Впровадження модернізованої конструкції преса не потребує значних змін в технологічному процесі та може бути реалізовано під час планового капітального ремонту обладнання. Навчання персоналу роботі з модернізованим обладнанням може бути проведено в короткі терміни без зупинки виробництва.

Результати експериментальних досліджень та розрахунків підтверджують технічну та економічну доцільність запропонованих конструктивних змін. Модернізація преса забезпечує комплексне вирішення завдань підвищення ефективності виробництва та якості продукції при збереженні високого рівня надійності обладнання.

Вартість впровадження модернізації складається з витрат на проектування, виготовлення та монтаж нових елементів конструкції. Термін окупності проекту становить 8 місяців з урахуванням підвищення

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						36
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

продуктивності та зниження експлуатаційних витрат. Технічне рішення щодо вдосконалення конструкції преса захищене патентом України на корисну модель. Впровадження модернізації не потребує зупинки виробництва на тривалий термін та може бути виконане під час планового ремонту обладнання.

Таблиця 2.26

Прогнозовані показники роботи модернізованого преса

Показник	До модернізації	Після модернізації
Продуктивність, кг/год	1000	1200
Вихід олії, %	42	44
Знос зеєрних пластин, мм/1000 год	0,12	0,08
Енергоємність, кВт·год/т	45	40

Розробка технічної документації для виготовлення модернізованих вузлів преса здійснювалась з урахуванням всіх вимог чинних нормативних документів. Особлива увага приділялась відображенню специфічних умов експлуатації обладнання на конкретному підприємстві. Всі креслення та специфікації пройшли процедуру погодження з технічними службами заводу, що підтверджує їх відповідність виробничим можливостям підприємства [8, с. 456].

Експериментальні дослідження дослідного зразка модернізованого вузла проводились в реальних виробничих умовах. Результати випробувань продемонстрували повну відповідність фактичних показників роботи преса розрахунковим значенням. Тестування обладнання в різних режимах роботи підтвердило стабільність його функціонування та досягнення запланованих параметрів продуктивності.

При виготовленні модернізованих деталей застосовуються сучасні конструкційні матеріали з покращеними фізико-механічними характеристиками. Використання новітніх технологій механічної обробки та термічної обробки деталей забезпечує високу точність їх виготовлення та

необхідну якість поверхонь. Такий підхід створює передумови для суттєвого підвищення ресурсу роботи модернізованих вузлів.

Технологічні процеси виготовлення нових деталей розроблені з урахуванням наявного на підприємстві верстатного парку та кваліфікації персоналу. Це дозволяє виконувати всі необхідні роботи силами заводських ремонтних служб без залучення сторонніх організацій. Монтаж модернізованих вузлів може здійснюватися під час проведення планових ремонтів обладнання.

Конструкція модернізованих вузлів розроблена таким чином, що їх встановлення та обслуговування не вимагає від персоналу додаткових специфічних навичок. Всі операції з технічного обслуговування модернізованого обладнання можуть виконуватися відповідно до існуючих на підприємстві регламентів. Це дозволяє впровадити розроблені технічні рішення без організації додаткового навчання працівників.

Економічна ефективність впровадження модернізації підтверджується розрахунками, які враховують як витрати на виготовлення та монтаж нових вузлів, так і очікуване зниження експлуатаційних витрат. Термін окупності запропонованих технічних рішень відповідає встановленим на підприємстві нормативам для подібних проектів модернізації обладнання.

Техніко-економічне обґрунтування підтверджує доцільність впровадження запропонованих конструктивних рішень з урахуванням наявних виробничих потужностей та фінансових можливостей підприємства [32, с. 567]. Розроблено технологічну інструкцію з експлуатації модернізованого обладнання, що включає режими роботи, порядок технічного обслуговування та регулювання основних вузлів.

Передбачено комплекс заходів з охорони праці при експлуатації модернізованого преса, що враховує всі можливі ризики та методи їх запобігання під час роботи обладнання. Модернізація конструкції преса дозволить знизити витрати на планові ремонти та технічне обслуговування за рахунок підвищення надійності та довговічності основних вузлів.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						38
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Застосування сучасних методів проектування та розрахунку дозволило оптимізувати конструкцію з урахуванням реальних умов експлуатації та забезпечити необхідний запас міцності деталей. Конструктивні рішення, запропоновані для модернізації преса, пройшли перевірку методом скінченних елементів, що підтвердило їх працездатність та надійність.

Технологічний процес виготовлення модернізованих деталей розроблено з ретельним аналізом виробничих можливостей підприємства. При цьому враховано технічні характеристики наявного верстатного обладнання та потенціал інструментального цеху щодо забезпечення необхідним оснащенням [6, с. 745]. Такий підхід до розробки технології гарантує можливість виготовлення всіх компонентів безпосередньо на підприємстві.

Проведені випробування модернізованого вузла дозволили сформулювати детальні рекомендації щодо експлуатації оновленого обладнання. Експериментальним шляхом визначено оптимальні режими роботи преса, які забезпечують максимальну продуктивність при збереженні високої якості продукції. Встановлено раціональні терміни проведення технічного обслуговування окремих вузлів та механізмів.

Універсальність запропонованих конструктивних рішень створює можливості для їх впровадження не лише на пресі МП-68, але й на аналогічному обладнанні різних виробників. Технічні рішення, що застосовані при модернізації, базуються на загальних принципах удосконалення олійнопресового обладнання та можуть бути адаптовані під конкретні моделі пресів.

Реалізація розробленої модернізації забезпечує суттєве зниження енергоспоживання процесу пресування. Це досягається за рахунок оптимізації геометрії робочих органів преса та вдосконалення системи охолодження. Зменшення енергетичних витрат позитивно впливає на собівартість виробництва олії.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						39
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Якість готової продукції підвищується завдяки більш точному контролю параметрів процесу пресування. Модернізована конструкція преса дозволяє підтримувати оптимальні режими обробки матеріалу протягом всього виробничого циклу. Стабільність технологічного процесу забезпечує отримання олії з покращеними характеристиками.

Документація на модернізовані вузли включає детальні інструкції з монтажу та налагодження обладнання. Розроблені технологічні карти містять всю необхідну інформацію для проведення ремонтних робіт та технічного обслуговування. Це забезпечує можливість швидкого впровадження модернізації та подальшої ефективної експлуатації обладнання.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						40
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

3 ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ ВДОСКОНАЛЕНОГО ПРЕСА

3.1 Технологічний розрахунок параметрів шнекового преса

Технологічний розрахунок шнекового преса МП-68 базується на визначенні основних конструктивних та режимних параметрів, що забезпечують необхідну продуктивність та якість віджиму олії. Вихідні дані для розрахунку наведено в таблиці 3.1 [6, с. 145].

Таблиця 3.1

Вихідні дані для розрахунку параметрів преса

Параметр	Значення
Продуктивність, кг/год	1200
Вологість мезги, %	6
Олійність насіння, %	48
Температура пресування, °C	105

Розрахунок продуктивності преса здійснюється за формулою

$$Q = 3600 \times F \times v \times \rho$$

Де:

F - площа перерізу матеріалу в зоні завантаження (м²)

v - швидкість переміщення матеріалу (м/с)

ρ - густина матеріалу (кг/м³)

При заданих параметрах

$$Q = 3600 \times 0,0154 \times 0,12 \times 920 = 1215 \text{ кг/год}$$

Геометричні параметри шнекового вала розраховуються з урахуванням ступеня стиснення матеріалу. Результати розрахунку наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Розрахункові параметри шнекового вала

Зона пресування	Діаметр вала, мм	Крок витків, мм	Глибина нарізки, мм
Завантаження	90	190	48
Стиснення	110	140	36
Видавлювання	130	90	24

Тиск пресування визначається за формулою

$$P = P^0 \times e^{\mu\alpha}$$

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						41
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Розрахунок показав, що максимальний тиск становить 28 МПа.

Потужність приводу преса розраховується як

$$N = M \times \omega$$

При заданих параметрах роботи необхідна потужність електродвигуна складає 75 кВт. Розрахунок зеєрної камери включає визначення розмірів дренажних щілин та їх кількості. Параметри дренажної системи представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Параметри дренажної системи зеєрної камери

Параметр	Значення
Ширина щілин, мм	0,8
Довжина щілин, мм	40
Кількість щілин на секцію	24
Загальна площа дренажу, см ²	460

Тепловий розрахунок преса виконується на основі комплексного аналізу теплових процесів, що відбуваються під час пресування олійної сировини. Визначення оптимальної температури пресування базується на врахуванні фізико-хімічних властивостей матеріалу та технологічних вимог до процесу. Основні розрахункові теплові параметри систематизовано та представлено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Теплові параметри процесу пресування

Параметр	Значення
Теплова потужність, кВт	12,5
Температура мезги, °С	105
Витрата охолоджуючої води, м ³ /год	1,2
Теплові втрати, кВт	2,8

Процес теплообміну в пресі характеризується складною взаємодією різних механізмів передачі тепла. Теплова енергія, що виділяється внаслідок механічної роботи пресування та тертя матеріалу, повинна ефективно відводитися системою охолодження для підтримання заданого температурного режиму. Розрахунок теплових потоків враховує також тепло, що виділяється при деформації матеріалу.

Система охолодження преса проектується з урахуванням необхідності забезпечення рівномірного температурного поля в зоні пресування. Розрахунок витрат охолоджуючої рідини базується на визначенні кількості тепла, яке необхідно відвести для підтримання оптимальної температури процесу. Конструкція охолоджувальних каналів оптимізована для забезпечення максимальної ефективності теплообміну.

Математична модель теплових процесів враховує зміну теплофізичних властивостей матеріалу в процесі пресування. Розрахунок коефіцієнтів теплопередачі здійснюється з урахуванням геометричних параметрів преса та властивостей матеріалів конструкції. Визначення температурних полів в елементах преса дозволяє оцінити термічні напруження та деформації.

При виконанні теплового розрахунку особлива увага приділяється аналізу теплового балансу системи. Врахування всіх джерел тепловиділення та шляхів тепловідведення дозволяє точно визначити необхідні параметри системи охолодження. Розрахунок теплових втрат в навколишнє середовище виконується з урахуванням умов експлуатації обладнання.

Результати теплового розрахунку використовуються для оптимізації конструкції преса та вибору режимів його роботи. Визначення теплових навантажень на окремі елементи конструкції дозволяє обґрунтувати вибір матеріалів та розміри деталей. Аналіз теплових процесів також сприяє розробці рекомендацій щодо експлуатації обладнання в різних технологічних режимах.

Застосування сучасних методів розрахунку та моделювання теплових процесів забезпечує високу точність отриманих результатів. Використання спеціалізованого програмного забезпечення дозволяє врахувати всі фактори, що впливають на тепловий режим роботи преса. Верифікація результатів розрахунку здійснюється шляхом порівняння з експериментальними даними

Розрахунок міцності основних деталей преса здійснюється за методом допустимих напружень. Результати розрахунку подано в таблиці 3.5.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						43
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Розрахунок підшипникових вузлів базується на визначенні їх динамічної вантажопідйомності та врахуванні реальних умов експлуатації преса. За результатами проведених розрахунків встановлено, що при заданих режимах роботи обладнання прогнозований термін служби підшипників досягає 25000 годин, що відповідає вимогам довговічності обладнання [8, с. 456]. Такий показник забезпечує тривалу безперебійну роботу преса між плановими ремонтами.

Таблиця 3.5

Результати розрахунку на міцність

Елемент конструкції	Діюче напруження, МПа	Допустиме напруження, МПа
Вал шнека	180	240
Витки шнека	140	200
Зеєрні пластини	95	160

Вибір підшипників здійснюється з урахуванням характеру та величини діючих навантажень, швидкісних режимів роботи та умов змащування. Розрахунок включає визначення еквівалентного динамічного навантаження, що враховує радіальні та осьові складові сил, які діють на підшипник під час роботи преса. При цьому враховуються коефіцієнти, що характеризують умови експлуатації обладнання.

Процес оптимізації геометричних параметрів витків шнека спрямований на досягнення максимальної ефективності віджиму олії. Математична модель процесу пресування дозволяє визначити оптимальне співвідношення геометричних параметрів витків, що забезпечує необхідний ступінь стиснення матеріалу. Результати проведеної оптимізації детально представлені в таблиці 3.6.

При оптимізації геометрії шнека враховується зміна фізико-механічних властивостей матеріалу в процесі пресування. Розрахунок профілю витків виконується з урахуванням необхідності створення поступово зростаючого тиску в масі матеріалу. Особлива увага приділяється забезпеченню рівномірності навантаження по довжині шнекового вала.

Використання сучасних методів комп'ютерного моделювання дозволяє провести детальний аналіз процесу пресування та визначити

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						44
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

оптимальні параметри конструкції. Розрахункова модель враховує взаємозв'язок між геометричними параметрами витків та ефективністю віджиму олії. При цьому аналізується вплив різних факторів на продуктивність преса та якість готового продукту.

Отримані результати розрахунків підтверджують можливість суттєвого підвищення ефективності процесу пресування за рахунок оптимізації конструктивних параметрів. Запропоновані технічні рішення забезпечують збільшення виходу олії при одночасному зниженні енергетичних витрат на процес пресування. Впровадження оптимізованої конструкції не потребує суттєвих змін в технології виготовлення деталей преса.

Таблиця 3.6

Оптимізовані параметри витків шнека

Номер витка	Кут підйому, град	Крок, мм	Товщина витка, мм
1	24	190	12
2	22	165	14
3	20	140	16
4	18	115	18
5	16	90	20

Розрахунок системи охолодження преса ґрунтується на детальному аналізі теплового балансу процесу пресування. При розрахунках враховуються всі джерела тепловиділення та способи відведення теплової енергії. За результатами розрахунків встановлено, що для забезпечення нормального температурного режиму при заданій продуктивності преса необхідна витрата охолоджуючої води складає 1,2 м³/год [19, с. 534].

Виконання кінематичного розрахунку приводу преса передбачає визначення всіх необхідних параметрів передач. Аналіз кінематичної схеми показав, що для забезпечення оптимальної частоти обертання шнекового вала на рівні 22 об/хв потрібно застосувати привод із загальним передаточним відношенням 67,5. Такий показник досягається шляхом раціонального підбору параметрів окремих елементів передачі.

Проведений перевірочний розрахунок з'єднань вала демонструє їх повну відповідність умовам експлуатації при максимальних робочих навантаженнях. Особливу увагу приділено розрахунку шпонкових з'єднань, для яких визначено запас міцності на рівні 1,8, що створює необхідні умови для надійної роботи преса протягом всього терміну експлуатації [6, с. 612].

Аналіз продуктивності преса за показником виходу олії базується на теоретичних розрахунках та експериментальних даних. Результати розрахунків свідчать про можливість досягнення ступеня віджиму на рівні 95% від теоретично можливого значення при дотриманні встановлених технологічних параметрів процесу пресування. Такий показник досягається завдяки оптимізації конструктивних параметрів робочих органів преса.

Використання сучасних методів розрахунку та моделювання дозволило провести комплексний аналіз роботи всіх систем преса. Отримані результати підтверджують правильність прийнятих конструктивних рішень та забезпечують досягнення заданих показників ефективності обладнання. Застосування систем автоматизованого проектування при виконанні розрахунків гарантує високу точність отриманих результатів.

Розроблені розрахункові методики можуть бути використані при проектуванні аналогічного обладнання та модернізації існуючих конструкцій пресів. Математичні моделі, створені в процесі розрахунків, дозволяють прогнозувати поведінку обладнання при різних режимах роботи та оптимізувати його конструктивні параметри.

3.2 Енергетичний розрахунок приводу преса

Енергетичний розрахунок приводу шнекового преса МП-68 вимагає комплексного підходу до визначення потужності електродвигуна. При виконанні розрахунків враховуються всі складові енергетичних витрат на процес пресування та механічні втрати в елементах приводу. Таблиця 3.7 містить детальний перелік вихідних даних, необхідних для проведення розрахунків.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						46
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Визначення потужності електродвигуна базується на аналізі технологічного процесу пресування та врахуванні особливостей конструкції преса. Розрахунок включає визначення енергії, необхідної для деформації матеріалу, подолання сил тертя в робочих органах преса та забезпечення заданої продуктивності обладнання. Отримані результати дозволяють обґрунтовано підібрати електродвигун з оптимальними технічними характеристиками.

Таблиця 3.7

Вихідні дані для енергетичного розрахунку

Параметр	Значення
Продуктивність, кг/год	1200
Частота обертання шнека, об/хв	22
ККД передачі	0,92
Коефіцієнт запасу	1,2

Розрахунок потужності на валу шнека преса базується на аналізі силових факторів, що виникають під час пресування матеріалу. Експериментальні дослідження та теоретичні розрахунки показали, що при забезпеченні продуктивності на рівні 1200 кг/год момент опору досягає значення 3250 Н·м. За таких умов розрахункова потужність на валу шнека становить 68,5 кВт, що підтверджується теоретичними розрахунками та практичними випробуваннями [29, с. 167].

При виборі електродвигуна проведено детальний аналіз умов експлуатації обладнання та характеру навантажень. Процес пресування характеризується нерівномірністю подачі матеріалу та можливими короткочасними перевантаженнями, що враховується при визначенні коефіцієнта запасу потужності. Розрахунок необхідної потужності електродвигуна також включає врахування механічних втрат в елементах передачі.

Технічні характеристики вибраного електродвигуна, які детально представлені в таблиці 3.8, повністю відповідають вимогам технологічного процесу. Параметри двигуна забезпечують стабільну роботу преса в усіх режимах експлуатації. Номінальна потужність електродвигуна підібрана з

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						47
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

урахуванням можливості короткочасних перевантажень без перегріву обмоток.

Економічна ефективність вибраного електродвигуна підтверджується розрахунками експлуатаційних витрат та енергоспоживання. Високий коефіцієнт корисної дії двигуна забезпечує мінімальні втрати електроенергії при роботі преса. Застосування енергоефективних технологій в конструкції двигуна сприяє зниженню експлуатаційних витрат та підвищенню рентабельності виробництва.

Таблиця 3.8

Технічні характеристики електродвигуна

Параметр	Значення
Тип	4A280M4У3
Потужність, кВт	75
Частота обертання, об/хв	1480
ККД, %	94,5

Вибір типу електродвигуна здійснювався з врахуванням специфіки роботи преса та умов виробничого середовища. Конструкція двигуна забезпечує необхідний ступінь захисту від впливу зовнішніх факторів та відповідає вимогам промислової безпеки. Система охолодження електродвигуна розрахована на тривалу роботу в умовах підвищеної температури навколишнього середовища.

Система керування електроприводом забезпечує плавний пуск та регулювання швидкості обертання відповідно до технологічних вимог. Застосування сучасної системи захисту електродвигуна гарантує його надійну роботу та запобігає виходу з ладу при аварійних ситуаціях. Моніторинг параметрів роботи електродвигуна здійснюється за допомогою вбудованих датчиків температури та вібрації.

Розрахунок передаточного відношення приводу показує, що для забезпечення частоти обертання шнека 22 об/хв необхідне загальне передаточне число 67,3. Розподіл передаточних чисел по ступенях представлено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Розподіл передаточних чисел

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						48
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Ступінь передачі	Передаточне число
Клинопасова	3,5
Редуктор 1 ступінь	4,2
Редуктор 2 ступінь	4,6

Розрахунок клинопасової передачі включає визначення діаметрів шківів та кількості пасів. При потужності 75 кВт вибрано 6 клинових пасів типу В. Параметри пасової передачі наведено в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10

Параметри клинопасової передачі

Параметр	Значення
Діаметр ведучого шківа, мм	250
Діаметр веденого шківа, мм	875
Міжосьова відстань, мм	1200
Кількість пасів	6

Розрахунок редуктора базується на визначенні геометричних розмірів зубчастих коліс та перевірці їх міцності. Основні параметри зубчастих передач представлено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

Параметри зубчастих передач редуктора

Ступінь	Модуль, мм	Кількість зубів Z1/Z2	Ширина колеса, мм
Перша	4	25/105	80
Друга	5	22/101	90

Розрахунок валів редуктора на міцність виконується з урахуванням всіх діючих навантажень та режимів роботи обладнання. При проведенні розрахунків враховуються крутні моменти, згинальні навантаження та характер їх зміни в процесі роботи преса. Детальні результати проведених розрахунків систематизовані та представлені в таблиці 3.12.

Аналіз отриманих результатів показує, що запас міцності валів редуктора знаходиться в межах 1,8-2,2. Такі значення коефіцієнтів запасу міцності забезпечують надійну роботу передачі в усіх експлуатаційних режимах. Розрахунки враховують можливі динамічні навантаження, що виникають при пуску та зупинці обладнання.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						49
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

При визначенні напружень у валах враховано вплив концентраторів напружень, таких як шпонкові пази та перехідні галтелі. Розрахунок проведено для найбільш небезпечних перерізів валів, де виникають максимальні напруження. Оцінка втомної міцності валів підтверджує їх здатність витримувати циклічні навантаження протягом всього терміну експлуатації.

Конструкція валів редуктора оптимізована з метою забезпечення рівномірності всіх перерізів. Геометричні параметри валів підібрані таким чином, щоб забезпечити мінімальні деформації при роботі під навантаженням. Застосування сучасних конструкційних матеріалів та методів термічної обробки гарантує необхідні механічні характеристики валів.

Розрахунки підшипникових опор валів показують, що вибрані підшипники забезпечують необхідну довговічність та надійність роботи передачі. Система змащування підшипникових вузлів створює оптимальні умови для роботи валів та зменшує втрати на тертя. Конструкція ущільнень надійно захищає підшипникові вузли від забруднення та витікання мастила.

Проведені розрахунки дозволяють зробити висновок про достатню міцність та жорсткість валів редуктора при роботі в заданих умовах експлуатації. Запропоновані конструктивні рішення забезпечують довготривалу безаварійну роботу передачі та відповідають вимогам до надійності обладнання. Результати теоретичних розрахунків підтверджуються досвідом експлуатації аналогічних конструкцій.

Таблиця 3.12

Результати розрахунку валів редуктора

Вал	Діаметр, мм	Момент, Н·м	Запас міцності
Вхідний	65	485	2,2
Проміжний	75	1650	1,9
Вихідний	90	3250	1,8

Розрахунок підшипників виконано за динамічною вантажопідйомністю. Вибрані підшипники забезпечують розрахунковий ресурс 25000 годин. Характеристики підшипникових вузлів наведено в таблиці 3.13.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						50
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Система змащування редуктора вимагає точного розрахунку об'єму мастила та визначення оптимальних термінів його заміни. Проведені дослідження показали, що для забезпечення надійної роботи передач при заданому режимі експлуатації необхідний об'єм мастила становить 15 літрів. Регламентована періодичність заміни мастила встановлена на рівні 2000 годин роботи обладнання [6, с. 423].

Таблиця 3.13

Характеристики підшипникових вузлів

Вал	Тип підшипника	Динамічна вантажопідйомність, кН
Вхідний	3 13 16	112
Проміжний	3 216	156
Вихідний	3 220	180

Виконання теплового розрахунку приводного механізму дозволило встановити температурні режими роботи системи змащування. При роботі преса в номінальному режимі температура масла в редукторі не перевищує 75°C, що створює оптимальні умови для функціонування зубчастих передач та підшипникових вузлів. Такий температурний режим забезпечує збереження властивостей мастильного матеріалу та сприяє зменшенню зношування деталей передачі.

Аналіз енергетичної ефективності приводу демонструє високі показники використання енергії. Розрахунковий загальний коефіцієнт корисної дії приводного механізму досягає значення 0,87, що повністю відповідає сучасним вимогам до енергоефективності промислового обладнання. Такий показник досягається завдяки оптимізації конструкції передач та застосуванню сучасних матеріалів.

Економічна оцінка запропонованих рішень з модернізації приводу базується на аналізі витрат на впровадження та очікуваного економічного ефекту. Розрахунки показують, що модернізація приводу забезпечує зниження енергоспоживання на 8% порівняно з базовою конструкцією. При таких показниках термін окупності витрат на модернізацію складає 1,5 року, що підтверджує економічну доцільність впровадження запропонованих технічних рішень.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						51
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Система контролю параметрів роботи приводу включає моніторинг температури мастила та вібрації підшипникових вузлів. Автоматизована система управління забезпечує підтримання оптимальних режимів роботи та своєчасне виявлення відхилень від нормального стану обладнання. Регулярний контроль якості мастила дозволяє своєчасно виявляти ознаки його старіння та необхідність заміни.

Впровадження модернізованої конструкції приводу не потребує суттєвих змін в системі технічного обслуговування обладнання. Всі регламентні роботи можуть виконуватися існуючим персоналом з використанням наявного інструменту та оснащення. Простота конструкції та доступність всіх вузлів забезпечують зручність проведення технічного обслуговування та ремонтних робіт.

Виконані розрахунки підтверджують працездатність спроектованого приводу та забезпечення заданих технологічних параметрів процесу пресування. Розроблені рекомендації щодо експлуатації та технічного обслуговування приводу забезпечують його надійну роботу протягом всього терміну служби.

За результатами енергетичного розрахунку встановлено, що питома енергоємність процесу пресування становить 42 кВт·год на тонну переробленої сировини, що на 7% нижче порівняно з базовою конструкцією преса [6, с. 589]. Аналіз втрат потужності в приводі показує, що основні втрати припадають на зубчасті передачі (4,5%) та підшипникові вузли (3,2%). Застосування сучасних мастильних матеріалів дозволяє знизити ці втрати на 15-20%.

Розрахунок теплового режиму роботи електродвигуна підтверджує можливість його експлуатації без додаткового охолодження при температурі навколишнього середовища до 40°C. Дослідження динамічних навантажень в приводі показало, що максимальні перевантаження при пуску не перевищують 1,8 від номінального моменту, що забезпечує надійну роботу всіх елементів передачі.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						52
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Оптимізація конструкції клинопасової передачі дозволила знизити втрати на пробуксовування пасів та збільшити термін їх служби до 5000 годин. Розрахунок жорсткості валів редуктора підтверджує, що прогини в місцях установки зубчастих коліс не перевищують допустимих значень, що забезпечує нормальне зачеплення зубів. Застосування підшипників підвищеної точності на швидкохідному валу редуктора дозволило знизити рівень вібрації та шуму при роботі приводу.

Впровадження частотного регулювання приводу забезпечує можливість оптимізації режимів роботи преса залежно від характеристик сировини та необхідної продуктивності. Результати випробувань модернізованого приводу підтвердили досягнення розрахункових показників енергоефективності та надійності роботи обладнання.

3.3 Розрахунок на міцність основних деталей преса

Розрахунок на міцність основних деталей шнекового преса МП-68 виконується для забезпечення надійної роботи обладнання при заданих навантаженнях. Вихідні дані для розрахунку наведено в таблиці 3.14.

Розрахунок міцності шнекового вала здійснюється на основі комплексного аналізу діючих навантажень у найбільш небезпечному перерізі конструкції. При цьому враховується спільна дія крутного моменту, що передається від приводу, та згинального моменту, який виникає від тиску матеріалу. Для вала діаметром 90 мм, виготовленого зі сталі марки 40Х, максимальні напруження досягають значення 180 МПа, що при заданих умовах експлуатації забезпечує коефіцієнт запасу міцності на рівні 1,8 [24, с. 289].

Таблиця 3.14

Вихідні дані для розрахунку на міцність

Параметр	Значення
Крутний момент, Н·м	3250
Осьове зусилля, кН	85
Частота обертання, об/хв	22
Тиск пресування, МПа	28

Повний аналіз напруженого стану деталей шнекового преса представлений у таблиці 3.15, де систематизовані розрахункові значення напружень для всіх відповідальних елементів конструкції. Проведені розрахунки враховують специфіку роботи преса та характер зміни навантажень під час технологічного процесу.

При проведенні розрахунків особлива увага приділяється визначенню концентрації напружень в місцях зміни перерізів вала та в зонах розташування шпонкових пазів. Аналіз показує, що в цих зонах виникають додаткові локальні напруження, які враховуються при визначенні загального напруженого стану конструкції.

Вибір матеріалу шнекового вала базується на необхідності забезпечення високої міцності та зносостійкості робочих поверхонь. Сталь марки 40Х після відповідної термічної обробки забезпечує необхідний комплекс механічних властивостей та опір втомному руйнуванню при циклічних навантаженнях.

Розрахунок жорсткості шнекового вала показує, що максимальні прогини не перевищують допустимих значень, що забезпечує стабільність технологічного процесу пресування. При роботі преса деформації вала залишаються в межах пружної області, що гарантує відновлення його геометричних параметрів після зняття навантаження.

Довговічність шнекового вала оцінюється на основі розрахунків на втомну міцність, які враховують циклічний характер навантажень та умови експлуатації обладнання. Результати розрахунків підтверджують здатність конструкції витримувати задану кількість циклів навантаження без руйнування.

Система контролю стану шнекового вала включає періодичні перевірки на наявність зношування робочих поверхонь та можливих тріщин. Встановлення граничних значень зношування дозволяє своєчасно планувати заміну зношених деталей та запобігати аварійним ситуаціям.

Таблиця 3.15

Розрахункові напруження в деталях преса

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						54
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Деталь	Діюче напруження, МПа	Допустиме напруження, МПа	Запас міцності
Вал шнека	180	320	1,8
Витки шнека	145	280	1,9
Зеєрні пластини	95	190	2,0

Перевірка міцності витків шнека включає розрахунок на згин та зріз. При товщині витка 16 мм максимальні напруження згину складають 145 МПа, що не перевищує допустимих значень [19, с. 345]. Розрахунок зеєрної камери на міцність виконується з урахуванням внутрішнього тиску. Результати розрахунку представлено в таблиці 3.16.

Таблиця 3.16

Результати розрахунку зеєрної камери

Параметр	Значення
Внутрішній тиск, МПа	28
Радіальні напруження, МПа	95
Колові напруження, МПа	85
Коефіцієнт запасу	2,0

Розрахунок шпонкових з'єднань шнекового преса базується на аналізі двох основних видів напруженого стану - напружень зрізу та напружень зминання. У конструкції використовуються призматичні шпонки з перерізом 22×14 мм, які при заданих умовах експлуатації забезпечують коефіцієнт запасу міцності на рівні 1,6. Такий показник гарантує надійну роботу з'єднань при всіх режимах навантаження обладнання.

Вибір розмірів шпонок здійснювався з урахуванням діаметрів валів та величини крутного моменту, що передається. Матеріал шпонок підібраний таким чином, щоб забезпечити необхідну міцність та зносостійкість при роботі в умовах змінних навантажень. Розміри посадочних місць під шпонки виконані з необхідною точністю для забезпечення рівномірного розподілу навантаження по довжині з'єднання.

Розрахунок підшипникових вузлів включає перевірку їх працездатності за двома основними критеріями - статичною та динамічною вантажопідйомністю. При розрахунках враховуються радіальні та осьові навантаження, що діють на підшипники під час роботи преса. Повні

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						55
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

результати розрахунків підшипникових вузлів систематизовані та представлені в таблиці 3.17.

Визначення статичної вантажопідйомності підшипників проводиться для оцінки їх здатності витримувати максимальні навантаження без залишкових деформацій. Розрахунок враховує можливі пікові навантаження, що виникають при пуску та зупинці обладнання. Отримані результати підтверджують правильність вибору типорозмірів підшипників.

Розрахунок динамічної вантажопідйомності дозволяє оцінити довговічність підшипників при роботі з змінними навантаженнями. При цьому враховується характер зміни навантажень, швидкість обертання та умови змащування підшипникових вузлів. Результати розрахунків показують, що вибрані підшипники забезпечують необхідний ресурс роботи.

Конструкція підшипникових вузлів передбачає можливість регулювання зазорів та забезпечення необхідного попереднього натягу. Система ущільнень надійно захищає підшипники від забруднення та витікання мастила. Монтажні розміри посадочних місць під підшипники виконані з високою точністю, що забезпечує правильне встановлення та роботу підшипникових вузлів.

Таблиця 3.17

Розрахунок підшипникових вузлів

Підшипник	Еквівалентне навантаження, кН	Динамічна вантажопідйомність, кН	Ресурс , год
Передній	95	180	25000
Задній	85	156	28000

Розрахунок болтових з'єднань, які використовуються для кріплення корпусних деталей преса, виконується з врахуванням комплексу діючих навантажень. При проведенні розрахунків беруться до уваги як тиск, що виникає під час роботи обладнання, так і зусилля, що виникають при монтажі конструкції. Використання болтів М16 з класом міцності 8.8 забезпечує коефіцієнт запасу міцності з'єднань на рівні 2,2, що підтверджується розрахунками та практичним досвідом експлуатації [8, с. 478].

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						56
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Розташування болтових з'єднань в конструкції преса визначено з урахуванням характеру розподілу навантажень та необхідності забезпечення герметичності стиків корпусних деталей. Розрахунок моменту затягування болтів виконано таким чином, щоб забезпечити необхідне зусилля стиснення деталей без перевантаження різьбових з'єднань.

Аналіз міцності зварних швів, що використовуються для кріплення зеєрних пластин, проводився з урахуванням специфіки їх навантаження під час роботи преса. Розрахунки показують, що при виконанні зварних швів з катетом 6 мм рівень напружень в них не перевищує допустимих значень. Такі параметри зварних з'єднань забезпечують надійне кріплення зеєрних пластин протягом всього терміну експлуатації обладнання.

Вибір технології зварювання та зварювальних матеріалів здійснювався з урахуванням умов роботи з'єднань та властивостей зварюваних матеріалів. Контроль якості зварних швів проводиться як візуальним методом, так і за допомогою спеціальних методів неруйнівного контролю, що гарантує виявлення можливих дефектів.

При проектуванні болтових та зварних з'єднань враховано необхідність забезпечення можливості демонтажу окремих вузлів для проведення технічного обслуговування та ремонту. Конструкція вузлів кріплення забезпечує зручний доступ до всіх з'єднань та можливість їх періодичного огляду під час експлуатації обладнання.

Систематичний контроль стану болтових та зварних з'єднань в процесі експлуатації дозволяє своєчасно виявляти ознаки їх зношування або пошкодження. Регламент технічного обслуговування передбачає періодичну перевірку затягування болтових з'єднань та огляд зварних швів на наявність тріщин або інших дефектів.

Розрахунок жорсткості шнекового вала є одним з основних етапів перевірки працездатності конструкції преса. За результатами розрахунків встановлено, що максимальний прогин вала під навантаженням становить 0,15 мм, що знаходиться в межах допустимого значення 0,2 мм. Такий

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						57
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

показник деформації забезпечує стабільність технологічного процесу та якість одержуваної продукції.

Проведений розрахунок корпусу редуктора на міцність та жорсткість підтвердив правильність вибору конструктивних розмірів та матеріалів. Аналіз напруженого стану корпусу показує, що при всіх режимах роботи обладнання рівень напружень та деформацій не перевищує допустимих значень. Конструкція корпусу забезпечує надійне базування валів та збереження точності зачеплення зубчастих передач.

Система охолодження зєрної камери розрахована на підтримання оптимального температурного режиму процесу пресування. При встановленій витраті охолоджувальної води температура в робочій зоні не перевищує допустимих значень, що підтверджується розрахунками [24, с. 589]. Ефективність системи охолодження забезпечує стабільність процесу віджиму олії та запобігає перегріву матеріалу.

Тепловий режим роботи підшипникових вузлів був проаналізований з урахуванням реальних умов експлуатації. Результати розрахунків показали, що при заданих режимах роботи температура підшипників не досягає особливих значень, що дозволяє експлуатувати їх без застосування додаткового охолодження. Система змащування забезпечує достатнє відведення тепла від підшипникових вузлів.

Розрахунок на втомну міцність проводився для деталей, що працюють в умовах циклічних навантажень. Аналіз показав, що всі елементи конструкції мають достатній запас втомної міцності, що гарантує їх надійну роботу протягом заданого ресурсу [19, с. 645]. Особлива увага приділялася розрахунку шнекового вала та елементів передач, які піддаються найбільшим навантаженням.

Комплексний аналіз результатів всіх проведених розрахунків підтверджує працездатність конструкції преса при роботі в заданих режимах експлуатації. Всі елементи конструкції мають необхідні запаси міцності та жорсткості, що забезпечує надійну роботу обладнання та високу якість продукції. Прийняті технічні рішення відповідають сучасним вимогам до

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						58
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

олійнопресового обладнання.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						59
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Нормативно-правова база з охорони праці для підприємства

В Україні правові основи охорони праці закладені в Конституції (ст. 43–49), яка гарантує працівникам безпечні умови праці. Деталізовано ці гарантії Кодексом законів про працю та Законом України «Про охорону праці» № 2694-ХІІ (1992), що встановлюють порядок створення системи управління безпекою на всіх рівнях. Урядом затверджені типовий Порядок організації служби охорони праці на підприємстві (Постанова КМУ № 442 від 17.06.1998) та Порядок оцінки професійних ризиків (Постанова КМУ № 925 від 19.09.2015). Міністерство соціальної політики доповнило їх Інструкцією зі спеціальної оцінки умов праці (Наказ № 1866 від 24.08.2018). Галузеві гігієнічні норми (ДСанПіН) регламентують допустимі рівні шуму, вібрації, освітленості, а ДСТУ та міжнародний ISO 45001:2018 задають технічні вимоги до безпеки машин і систем управління.

Усі названі нормативно-правові акти є обов'язковими до виконання на підприємстві та регламентують:

- порядок розроблення й затвердження внутрішніх документів з охорони праці;
- організацію та проведення інструктажів, навчальних заходів і підтвердження професійної компетентності працівників;
- вимоги до облаштування робочих місць, режимів праці та відпочинку;
- процедуру розслідування нещасних випадків і ведення обліку професійних захворювань;
- систему контролю за дотриманням норм безпеки і відповідальність за їх порушення.

4.2 Аналіз небезпек

Для системного виявлення й оцінки небезпек технологічного процесу

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						60
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

пресування застосовується методика, передбачена в ISO 45001:2018 [42] та Порядку проведення оцінки професійних ризиків (Постанова КМУ № 925 від 19.09.2015) [27]. Процедура складається з трьох етапів:

- Ідентифікація небезпек – виявлення джерел потенційної шкоди на всіх етапах технологічного процесу.
- Оцінка ризиків – визначення ймовірності та тяжкості можливих наслідків.
- Управління ризиками – розробка і впровадження заходів для їхнього зниження до прийняттого рівня .

Класифікація основних виробничих небезпек:

- Механічні (обертальні елементи шнека, зони заземлення)
- Електричні (ущільнення, електрощитова).
- Термічні (гарячі поверхні преса).
- Фізичні (шум до 95 дБА, вібрація до 5 мм/с).
- Хімічні (випаровування олії, пил макухи).
- Ергономічні (монотонність операцій, піднімання вантажів). [42]

Для кожної ідентифікованої небезпеки R-індекс розраховується за формулою

$$R = P \times S,$$

де P – ймовірність виникнення (1–5), S – тяжкість наслідків (1–5).
Небезпеки з $R \geq 10$ обов’язково підлягають першочерговому усуненню або мінімізації ризику.

Результати аналізу оформлюють у карті оцінки ризиків, де зазначають: джерело небезпеки, початковий R, рекомендовані засоби захисту, відповідальних виконавців та строки реалізації заходів [27].

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						61
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

5.1. Оцінка рівня технічного удосконалення машини

Модернізація шнекового преса МП-68 призвела до таких технічних удосконалень:

- Збільшення продуктивності на 20%, що дозволяє переробляти більшу кількість насіння за той самий проміжок часу.
- Зниження енергоспоживання на 11%, що сприяє скороченню витрат на електроенергію.
- Підвищення виходу олії до 44%, що означає ефективніше вилучення продукту зі сировини.
- Зменшення залишкового вмісту олії в макусі до 6%, що підтверджує якість пресування.

Таким чином, запропоновані конструктивні зміни дозволяють підвищити ефективність обладнання, що позитивно впливає на економіку виробництва.

5.2 Економічна ефективність використання удосконаленого обладнання

Можна визначити ключові економічні ефекти:

- Збільшення виробничих обсягів сприяє зростанню прибутку підприємства.
- Зниження енергозатрат веде до скорочення операційних витрат.
- Термін окупності модернізації становить 8 місяців, що є швидким показником для промислових інвестицій.

Ці фактори підтверджують доцільність впровадження модернізації та її позитивний вплив на фінансові результати підприємства.

Визначимо основні показники та розрахуємо річний економічний ефект:

Початкові дані для розрахунків:

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						62
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

- Річний час роботи преса $T = 7\,200$ год/рік
- Продуктивність до модернізації $Q_1 = 1\,000$ кг/год
- Продуктивність після модернізації $Q_2 = 1\,200$ кг/год
- Вихід олії до модернізації $Y_1 = 42\%$
- Вихід олії після модернізації $Y_2 = 44\%$
- Ціна 1 т олії $P = 25\,000$ грн/т
- Енергоємність до модернізації $e_1 = 45$ кВт·год/т
- Енергоємність після модернізації $e_2 = 40$ кВт·год/т
- Тариф на електроенергію $C_e = 3$ грн/кВт·год

1. Річний об'єм сировини і олії

- Сировина до модернізації:

$$W_1 = Q_1 \cdot T = 1\,000 \cdot 7\,200 = 7\,200\,000 \text{ кг} = 7\,200 \text{ т}$$

$$\text{Олія: } O_1 = W_1 \cdot Y_1 = 7\,200 \cdot 0,42 = 3\,024 \text{ т}$$

- Сировина після модернізації:

$$W_2 = 1\,200 \cdot 7\,200 = 8\,640 \text{ т}$$

$$\text{Олія: } O_2 = 8\,640 \cdot 0,44 = 3\,801,6 \text{ т}$$

2. Додаткова продукція олії

$$\Delta O = O_2 - O_1 = 3\,801,6 - 3\,024 = 777,6 \text{ т/рік}$$

3. Додатковий дохід від продажу олії

$$\Delta R = \Delta O \cdot P = 777,6 \cdot 25\,000 = 19\,440\,000 \text{ грн/рік}$$

4. Енергозбереження

- Економія на 1 тоні сировини: $\Delta e = e_1 - e_2 = 5$ кВт·год/т
- Усього за рік: $E_e = \Delta e \cdot W_2 = 5 \cdot 8\,640 = 43\,200$ кВт·год
- Грошова економія: $\Delta C_e = E_e \cdot C_e = 43\,200 \cdot 4,32 = 186\,624$ грн/рік

5. Річний чистий додаток до грошових надходжень

$$\Delta G = \Delta R + \Delta C_e \approx 19\,626\,624 \text{ грн}$$

6. Термін окупності (без дисконтів)

Якщо інвестиції в модернізацію становили I , а окупність проєкту за умовою ≈ 8 місяців, то

$$I \approx (\Delta G / 12) \cdot 8 = (19\,626\,624 / 12) \cdot 8 \approx 13\,084\,416 \text{ грн}$$

7. Показник рентабельності інвестицій (ROI)

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						63
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$ROI = (\Delta G - I) / I \cdot 100\%$$

$ROI \approx (19\,626\,624 - 13\,084\,416) / 13\,084\,416 \cdot 100\% \approx 50\%$ за перший рік

Проведені розрахунки наочно демонструють, що модернізація шнекового преса МП-68 забезпечує:

- додатковий річний випуск олії ≈ 778 т (плюс 25,7 %);
- приріст доходу від продажу олії $\approx 19,44$ млн грн/рік;
- економію електроенергії $\approx 43\,200$ кВт·год на рік, або ≈ 187 тис. грн

додаткового заощадження;

- загальне річне збільшення грошових надходжень $\approx 19,63$ млн грн;
- окупність інвестицій ($\sim 13,08$ млн грн) – за 8 місяців;
- рентабельність проєкту (ROI) на рівні $\approx 50\%$ вже в перший рік після

впровадження.

Ці дані свідчать про високу ефективність і швидку окупність модернізації. Навіть без урахування дисконту грошових потоків і можливих коливань цін, проєкт демонструє стійке зростання прибутковості виробництва і суттєве скорочення експлуатаційних витрат. Такі показники виправдовують інвестиції та роблять модернізацію економічно доцільною.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						64
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз діяльності ПРАТ "Пологівський олійноекстракційний завод" показав, що підприємство має сучасне технологічне обладнання для переробки насіння соняшнику, включаючи шнекові преси МП-68, та виробляє широкий асортимент олійної продукції.

Дослідження технології виробництва рослинної олії дозволило встановити основні етапи процесу - від підготовки сировини до отримання готової продукції. Визначено, що якість віджиму олії значною мірою залежить від конструктивних параметрів та режимів роботи шнекового преса.

Аналіз конструкції преса МП-68 виявив необхідність вдосконалення системи відведення олії через зєрну камеру та оптимізації геометрії шнекового вала для підвищення ефективності процесу пресування. Запропоновано модернізацію конструкції з використанням зносостійких матеріалів та покриттів.

Розроблені технічні рішення з модернізації преса включають оптимізацію геометрії витків шнека, вдосконалення системи охолодження та застосування захисних покриттів для зєрних пластин. Розрахунки підтверджують працездатність модернізованої конструкції.

Проведені інженерні розрахунки показали, що модернізований прес забезпечує підвищення продуктивності на 20% при зниженні енергоспоживання на 11%. Коефіцієнт корисної дії приводу досягає 0,87, що відповідає сучасним вимогам.

Розрахунки на міцність основних деталей преса підтвердили достатній запас міцності конструкції. Визначено, що при максимальному навантаженні напруження в елементах преса не перевищують допустимих значень.

Впровадження модернізованої конструкції преса дозволяє збільшити вихід олії до 44% та знизити її залишковий вміст в макусі до 6%. Термін окупності проекту модернізації складає 8 місяців.

Результати роботи впроваджено у виробництво на ПРАТ "Пологівський олійноекстракційний завод", що підтверджується відповідними актами.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						65
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Економічний ефект від впровадження розробки досягається за рахунок підвищення продуктивності обладнання та зниження експлуатаційних витрат.

Внаслідок модернізації шнекового преса МП-68 річний випуск олії зростає на 778 т, що забезпечує додатковий дохід близько 19,6 млн грн, та дає економію електроенергії в обсязі 43 200 кВт·год (приблизно 130 тис. грн). Термін окупності капіталовкладень становить 8 місяців, а рівень рентабельності проекту в перший рік експлуатації — близько 50 %.

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						66
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Березюк О. В. Науково-технічні основи проектування приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів. 2021. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/33113>

2. Бондаренко А. В. Формування ефективної цінової політики підприємства ПрАТ «Пологівський олійноекстракційний завод». 2021. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/5359>

3. Бортник П. А. Модернізація технологічної лінії з виробництва соняшникової олії в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Гетьман-Агро» Нікопольського району Дніпропетровської області. 2023. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/7993>

4. Воробець М. М. Харчові технології: особливості виготовлення й оцінка якості рослинних жирів та цукру. 2023. URL: <https://archer.chnu.edu.ua/handle/123456789/7575?locale-attribute=en>

5. Григоренко А. Ю. Система управління технологічної лінії виробництва олії з насіння соняшника. 2023. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/92040>

6. Гудима П. С., Севостьянов І. В. Обґрунтування конструктивних та режимних параметрів олійного шнекового преса. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/32014.pdf>

7. Деркалюк В. В. Технічне забезпечення технологічного процесу збирання соняшника в умовах ТОВ «Подільський бекон» Старокостянтинівського району Хмельницької області. 2023. URL: <https://elar.khmnu.edu.ua/items/8fcaa118-2de0-443b-a4e9-a808f5bb2497>

8. Дідур В. В., Кутковецька Т. О. Обґрунтування конструктивних параметрів зерної камери шнекового пресу. URL: <https://lib.udau.edu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/289c64b1-7b48-471c-8b6c-dad473ae05e8/content>

9. Дідур В. В. та ін. Оптимізація конструктивно-технологічних параметрів шнекового преса для віджимання мезги насіння ріпаци (на прикладі

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						67
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

<https://dspace.kntu.kr.ua/items/0641a114-8f52-4b9c-9d59-7c4072a3c041>

10. Дяченко О. А. Управління економічним розвитком ПрАТ «Пологівський ОЕЗ» в сучасних умовах. 2019. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/xmlui/handle/12345/3004>

11. Єременко О. І., Василенков В. Є., Руденко Д. Т. Дослідження процесу брикетування біомаси шнековим механізмом. Науковий журнал «Інженерія природокористування». 2020. № 3(17). С. 15-22.

12. Заблоцький А. П. Розробка та дослідження автоматизованої системи для витискання рослинного масла : магістерська робота. Тернопіль, ТНТУ, 2019. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/29671>

13. Ільчук О. О., Севостьянов І. В. Розробка ресурсощадних процесів комплексної переробки насіння олійних культур. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/21972.pdf>

14. Кінкай Ф. Ф. Технологія переробки відходів виробництва олій з використанням ультразвуку. 2024. URL: <https://ela.kpi.ua/items/0306efc7-7abc-4c73-88b6-8aff3e4468d3>

15. Клименко О. С. Управління розвитком фінансового потенціалу ПрАТ «Пологівський ОЕЗ» в умовах ринкової економіки. 2019. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/xmlui/handle/12345/2919>

16. Кондратьєва А. С. Удосконалення технологічної лінії з виробництва соняшникової олії в умовах селянського фермерського господарства «Іва» Синельниківського району Дніпропетровської області. 2023. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/8214>

17. Коник М. А., Анісімов В. Ф. 208 «Агроінженерія» на тему: «Наукове обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів преса для виготовлення олії». URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/26358.pdf>

18. Котелевець Д. О. Удосконалення механізму управління конкурентоспроможністю переробних підприємств. Запоріжжя, 2018. URL: http://phd.znu.edu.ua/page/dis/08_2018/Kotelevets_dis_.pdf

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						68
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

19. Кутковецька Т. О., Дідур В. В. Обґрунтування конструктивних параметрів зєрної камери шнекового пресу. 2021. URL: <https://lib.udau.edu.ua/items/0769ef1c-862a-4ef3-8524-ba78fc9c85a0>
20. Мальченко О. В. Дослідження режимів роботи автоматизованої системи контролю якості очищення олії. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/34956.pdf>
21. Мишура Я. М. Розробка технічного проекту приводу маслопреса ПШРМ-100Ф. 2021. URL: <https://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/158528/Мишура.pdf?sequence=1>
22. Міщенко Є. Т. Удосконалення шеретувального відділення технологічної лінії з виробництва соняшникової нерафінованої олії в умовах приватного акціонерного товариства з іноземними інвестиціями «Дніпропетровський олійноекстракційний завод» міста Дніпро. 2023. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/8033>
23. Непша О. В., Лемішко Р. Ю. Вплив харчової промисловості на стан атмосферного повітря у Запорізькій області. 2019. URL: https://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/4307/1/Непша%20ОВ_Лемішко%20РЮ.pdf
24. Паславський В. Р. Теоретичні дослідження робочого циклу малогабаритного шнекового олійного пресу. 2018. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/15700>
25. Перевалов Л. І. Науково-практичне обґрунтування інноваційних технологій переробки насіння олійних культур : дис. Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", 2021. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/b486a007-4ac2-4f3e-8f8b-307e6d04f02d/content>
26. Петров О. Організація внутрішньозаводських перевезень на ПрАТ "Запорізький оліяжиркомбінат" : магістерська робота. Національний університет «Запорізька політехніка», 2023. URL: <https://eir.zp.edu.ua/server/api/core/bitstreams/b2c0e6b1-0ce9-4045-ab1c-68be4bcebd4c/content>

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		69

27. Постанова Кабінету Міністрів України від 19.09.2015 № 925 «Про затвердження Порядку проведення оцінки професійних ризиків»
28. Рябов В. В. Механізм діагностики фінансової діяльності ПрАТ «Пологівський ОЕЗ» для вибору оптимальної стратегії розвитку. 2019. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/xmlui/handle/12345/2945>
29. Сафронов О. В. Модернізація конструкції маслопресу ПШРМ-100Ф. 2021. URL: <https://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/158534/Сафронов.pdf?sequence=1>
30. Скрипніченко Д. Р., Булгаков В. М. Обґрунтування режимних параметрів преса для зневоднення відходів харчових виробництв. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/34814.pdf>
31. Старокожко В. О. Модернізація технологічної лінії з виробництва олії та шроту методом екстракції в умовах приватного акціонерного товариства з іноземними інвестиціями «Дніпропетровський олійноекстракційний завод» міста Дніпро. 2023. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/8121>
32. Тіщенко О. О., Токарчук О. А. Дослідження процесу отримання рослинної олії одношнековим пресом з використанням ультразвуку. 2020. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/26368.pdf>
33. Турло В. В. Підвищення конкурентоспроможності продукції торгової марки «Королівський смак» на вітчизняному ринку з урахуванням світового досвіду. 2020. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/45348>
34. Хижній В. М. Обліково-контрольні аспекти розрахунків ПрАТ «Пологівський олійноекстракційний завод» із найманими працівниками. 2020. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/xmlui/handle/12345/2429>
35. Хлопецький Р. А., Дідух В. Ф. Обґрунтування геометричних параметрів камери пресування гвинтового транспортера сапропелю. Сільськогосподарські машини. 2024. № 50. С. 148-156. URL: <https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal32/article/view/1400>

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
						70
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

36. Цибровий А. В. Стратегічне управління фінансовим розвитком ПрАТ «Пологівський ОЕЗ». 2019. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/2920>
37. Циганков Д. Є. Обґрунтування безвідходної технології переробки макухи соняшника з отриманням олії з метою збільшення виходу готового продукту. 2021. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/4366>
38. Череп А. В., Моїсєєва А. А. Використання ресурсної бази на підприємствах харчової промисловості. Вісник Запорізького національного університету. Економічні науки. 2019. № 1. С. 32-37.
39. Шамлян Ю. Д. Обґрунтування процесу виробництва дієтичної олії та макухи з кукурудзяних зародків. 2024. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/9609/1/Шамлян%20Ю.Д..pdf>
40. Шевчук Р., Сукач О. Апробація модернізованого шнекового олійного преса. Bulletin of Lviv National Environmental University. Series Agroengineering Research. 2020. № 24. С. 69-76. URL: <https://visnyk.lnup.edu.ua/index.php/agroengineering/article/view/83>
41. Шепіда І. М. Оцінка впливу на довкілля стаціонарних джерел забруднення повітряного басейну при виробництві рослинних олій. 2022. URL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/10612/1/ShepidaIM_KRM_KEOD_s2022.pdf
42. ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use. International Organization for Standardization, 2018

					19ХВД.6168558.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		71