

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 № 53-С

від «26» січня 2026 року

Зав. кафедрою ОПХВ

д.т.н, професор

 Кирило САМОЙЧУК

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

СВО «Магістр»

за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування»

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(освітній ступінь, ОПП, спеціальність)

на тему: Вдосконалення технологічної лінії виробництва кисломолочної продукції в умовах м. Запоріжжя

19ХВД.11960349.02.26ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, 21МБ ГМ групи


(підпис)

Владислав КАПЛІЙ
(прізвище та ініціали)

Керівник:

К.Т.Н., СТ.ВИКЛ
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Олександр КОВАЛЬОВ
(прізвище та ініціали)

Консультант з ОП:

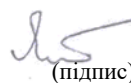
К.С.-Г.Н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)


(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)

Олена ДЕРЕЗА
(прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2026 р.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						1
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		



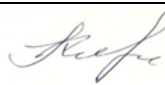
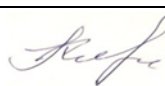
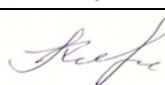
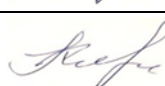
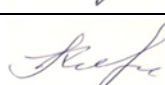
5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання ви- дав (дата)	завдання прийняв (під- пис)
V	к.т.н., доцент Зоря М.В.	1.12.2025	


6. Дата видачі завдання

01.12.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

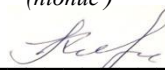
Назва етапів кваліфікаційної роботи (проекту)	Термін вико- нання етапів роботи чи проє- кту (місяць)	Відмітка керівника про виконання (за- свідчується підпи- сом)
Розділ 1. Стан та перспективи розвитку переробного підприємства	грудень	
Розділ 2. Вдосконалення технологічної лінії переробного підприємства	грудень	
Розділ 3. Монтаж і експлуатація обладнання	січень	
Розділ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	січень	
Розділ 5. Економічна оцінка вдосконаленої лінії	січень	
Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	січень - лютий	
Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи	лютий	

Студент


(підпис)

Владислав КАПЛІЙ
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

Олександр КОВАЛЬОВ
(ініціали та прізвище)

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						3
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кіл.	№ прим.	Примітка
1.	A4	19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Пояснювальна			
2.			записка	75		
3.	A1	19ХВД.11960349.02.26/21000	План			
4.			цеху			
5.			пресування	1	1	
6.	A1	19ХВД.11960349.02.26/31000	Прес			
7.			шнековий			
8.			Е8-МПШ	1	2	
9.	A1	19ХВД.11960349.02.26/21000	Технологічна схема			
10.			виробництва соняшникової			
11.			олії.	1	3	
12.	A1	19ХВД.11960349.02.26/22000	Карта монтажу преса			
13.			шнекового			
14.			Е8-МПШ	1	4	
15.	A1	19ХВД.11960349.02.26/61000	Економічна			
16.			ефективність	1	5	
17.						
18.						
19.						
20.						
21.						
22.						
23.						
24.						

					Аркуш	
					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата	4	

3
Підп. і дата
Інв. № оригін.

					19ХВД.11960349.02.26ВДР			
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Вдосконалення потоково-технологічної лінії виробництва соняшникової олії в умовах Гуляйпільського району Запорізької області	Літера	Аркуш	Аркушів
Розоб.	Каплій		<i>KB</i>					
Перев.	Ковальов		<i>KB</i>					
Н.контр.	Ялпачик		<i>JS</i>					
Затв.	Самойчук		<i>JS</i>			ТДАТУ, 2026		

РЕФЕРАТ

Дипломна робота освітньо-кваліфікаційного рівня "Магістр" на тему: «Вдосконалення потоково-технологічної лінії виробництва соняшникової олії в умовах Гуляйпільського району Запорізької області» складається з 75 сторінки і 5 листів графічної частини формату А1.

У першому розділі проведено детальний аналіз сучасного стану олійно-жирової галузі України та сировинної бази Гуляйпільського району Запорізької області. Охарактеризовано виробничу діяльність ПрАТ «Гуляйпільський ОЕЗ» та асортимент продукції, що включає нерафіновану та рафіновану олію, шрот і паливні пелети. На основі технічного аудиту виявлено «вузьке місце» лінії — пресовий цех, де застаріле обладнання призводить до підвищеної залишкової олійності макухи (до 18-20%) та перевитрат енергії.

У другому розділі обґрунтовано вибір технологічної схеми «форпресування – екстракція» та виконано розрахунок матеріального балансу для добової продуктивності 500 тонн насіння. Проведено розрахунок необхідної кількості обладнання, зокрема визначено потребу у встановленні 8 модернізованих шнекових пресів Е8-МПШ.

У третьому розділі розроблено заходи з монтажу та експлуатації обладнання. Визначено вимоги до підготовки фундаментів, послідовності встановлення машин та правил їх технічного обслуговування згідно з діючими нормами ДБН.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ		Аркуш
					5		
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата			

Четвертий розділ присвячено теоретичним та експериментальним дослідженням процесу віджиму олії. Запропоновано вдосконалення геометричних параметрів шнекового валу та зерної камери преса для підвищення ступеня вилучення олії та зменшення температури нагріву макухи.

У п'ятому розділі розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Проаналізовано небезпечні фактори виробництва та розроблено заходи щодо створення безпечних умов праці на робочих місцях пресового відділення.

У шостому розділі наведено економічне обґрунтування проекту. Розраховано виробничу собівартість продукції та доведено, що зниження залишкової олійності макухи за рахунок модернізації пресів забезпечує значний економічний ефект і швидку окупність капітальних вкладень.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						6
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						7
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1.СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА	8
1.1. Характеристика місцезнаходження і аналіз сировинної бази підприємства	8
1.2. Характеристика виробничої діяльності підприємства	10
1.3. Аналіз купівельного попиту на продукцію підприємства	11
2.ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА	13
2.1. Теоретичні основи процесу видобування рослинних олій	13
2.2. Обґрунтування вибору технологічної схеми виробництва	14
2.3. Детальний опис технологічного процесу	15
2.4. Розрахунок об'єму сировини за етапами її переробки	24
2.5. Розрахунок виробничої потужності технологічної лінії	26
3. МОНТАЖ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	29
3.1. Організація та підготовка до монтажних робіт	29
3.2. Розрахунок та облаштування фундаменту під прес	30
3.3. Технологія монтажу шнекового преса	31
3.4. Пусконаладжувальні роботи	32
3.5. Експлуатація та система планово-попереджувальних ремонтів	33
3.6. Діагностика несправностей	35
4. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРЕСУВАННЯ	38
4.1. Аналіз сучасного стану проблеми та постановка задач дослідження	38

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						8
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		

4.2. Теоретичні дослідження процесу віджиму	39
4.3. Методика проведення експериментальних досліджень	40
4.4. Результати експериментальних досліджень та їх аналіз	41
4.5. Математична обробка та оптимізація	42
4.6. Теоретичні висновки	43
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	45
5.1. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів	45
5.2. Електробезпека	47
5.3. Розрахунок штучного освітлення цеху	48
5.4. Пожежна безпека	49
5.5 Інструкція з охорони праці № 12 для апаратника-пресувальника	49
6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	53
6.1. Методика визначення економічної ефективності	53
6.2. Розрахунок капітальних вкладень на модернізацію	53
6.3. Розрахунок зміни експлуатаційних витрат	54
6.4. Розрахунок економічного ефекту від збільшення виходу олії	55
6.5. Показники ефективності проекту	56
ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ	58
ЛІТЕРАТУРА	61
ДОДАТОК	62

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						9
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

ВСТУП

Агропромисловий комплекс України на сучасному етапі історичного та економічного розвитку держави є, без перебільшення, фундаментом національної економіки. Він не лише гарантує продовольчу безпеку країни, але й виступає ключовим донором валютних надходжень до державного бюджету, забезпечуючи стабільність національної валюти та торговельного балансу. У структурі вітчизняного аграрного експорту лівову частку займає продукція олійно-жирової промисловості, яка є однією з найбільш високотехнологічних та інвестиційно привабливих галузей харчової індустрії. Україна впевнено утримує лідерські позиції на світовому ринку, забезпечуючи понад 50% світового експорту соняшникової олії, що накладає на вітчизняних виробників високу відповідальність щодо якості продукції та ефективності виробництва.

Запорізька область, завдяки своєму унікальному географічному розташуванню та сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам степової зони, традиційно є одним із центрів вирощування соняшнику та його промислової переробки. Гуляйпільський район, зокрема, має розвинену інфраструктуру та потужні виробничі традиції, що робить його стратегічно важливим вузлом на олійно-жировій карті України. Тут зосереджені значні виробничі потужності, які здатні переробляти сотні тисяч тонн насіння на рік.

Проте, аналіз сучасного стану матеріально-технічної бази багатьох переробних підприємств регіону свідчить про наявність низки системних проблем. Значна частина технологічного обладнання, введеного в експлуатацію ще у 80-90-х роках минулого століття або на початку 2000-х, характеризується високим ступенем фізичного та морального зносу. В умовах постійного зростання вартості енергоносіїв (природного газу, електроенергії, пари) та посилення конкуренції на зовнішніх ринках, експлуатація застарілого обладнання стає фактором, що стримує розвиток підприємств та знижує їх рентабельність.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						10
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Актуальність теми дослідження. Найбільш енергоємною та технологічно складною ділянкою виробництва олії є пресове відділення, а саме стадія попереднього віджиму (форпресування). Ефективність цього етапу визначає економіку всього заводу. Саме тут відбувається відділення основної маси олії (до 75-80% від загального вмісту в насінні) механічним шляхом, що є значно дешевшим, ніж подальша хімічна екстракція. Однак, практика експлуатації шнекових пресів, зокрема поширених моделей серії МПШ, показує, що їх конструктивні параметри не завжди відповідають характеристикам сучасних високоолійних гібридів соняшнику. Це призводить до недостатнього ступеня розкриття клітинної структури м'ятки, явища "прослизання" матеріалу в каналі шнека та, як наслідок, до високої залишкової олійності макухи. Замість нормативних 14-16%, вміст олії в макусі часто сягає 18-20%. Це створює надмірне навантаження на екстракційний цех, призводить до перевитрат розчинника, збільшення енерговитрат на дистиляцію місцели та шроту, а також знижує якість кінцевої продукції. Таким чином, вдосконалення конструкції робочих органів шнекового преса з метою інтенсифікації процесу механічного зневоднення є актуальним науково-технічним завданням, вирішення якого дозволить суттєво підвищити ефективність виробництва.

Мета роботи полягає у підвищенні техніко-економічної ефективності функціонування потоково-технологічної лінії виробництва соняшникової олії в умовах переробного підприємства Гуляйпільського району шляхом модернізації геометричних параметрів зерної камери та шнекового валу преса попереднього віджиму.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються наступні **задачі**:

- 1.Провести детальний аналіз сучасного стану та перспектив розвитку олійно-жирової галузі України.
- 2.Дослідити сировинну базу Гуляйпільського району Запорізької області, проаналізувати логістичні потоки та якісні показники насіння.
- 3.Виконати аналіз існуючої технологічної схеми підприємства, виявити «вузькі місця» в роботі обладнання пресового цеху.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						11
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

4.Обґрунтувати вибір раціональної технологічної схеми переробки та основного технологічного обладнання.

5.Розробити інженерні пропозиції щодо вдосконалення конструкції шнекового преса для підвищення ступеня віджиму.

6.Розробити заходи з монтажу, технічного обслуговування та ремонту обладнання.

7.Проаналізувати стан охорони праці на підприємстві та розробити заходи безпеки.

8.Виконати техніко-економічне обґрунтування доцільності модернізації.

Об'єкт дослідження: технологічний процес видобування рослинної олії методом пресування.

Предмет дослідження: конструктивні параметри робочих органів шнекового преса та їх вплив на залишкову олійність макухи.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						12
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 1

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1. Характеристика місцезнаходження і аналіз сировинної бази підприємства

Вибір місця розташування олійноекстракційного заводу (ОЕЗ) є стратегічним рішенням, що визначає логістику постачання сировини та збуту готової продукції. Підприємство, що розглядається в даній роботі (на базі потужностей ПрАТ «Гуляйпільський ОЕЗ» або аналогічного комплексу), розташоване в місті Пологи Запорізької області. Це розташування є надзвичайно вдалим з точки зору близькості до сировинних ресурсів.

Агрокліматична характеристика регіону. Гуляйпільський район розташований у східній частині Запорізької області, в межах Причорноморської низовини. Клімат регіону характеризується як помірно-континентальний, з вираженими рисами посушливості, що є типовим для степової зони України.

- Температурний режим:** Літо спекотне і сухе, середня температура липня становить +23...+25°C, зима порівняно м'яка, малосніжна, з частими відлигами. Сума активних температур (вище +10°C) становить 3100-3300°C, що повністю забезпечує потреби соняшнику в теплі протягом вегетаційного періоду (квітень-вересень).

- Вологість:** Річна кількість опадів коливається в межах 400-450 мм. Це відносить регіон до зони ризикованого землеробства. Однак, соняшник є посухостійкою культурою. Завдяки потужній стрижневій кореневій системі, яка здатна проникати на глибину до 2-3 метрів, рослини ефективно використовують вологу з глибоких горизонтів ґрунту, що робить соняшник основною "страховою" культурою для аграріїв регіону.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						13
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

•Грунти: Грунтовий покрив представлений переважно чорноземами звичайними малогумусними та південними. Ці ґрунти мають високу природну родючість, сприятливу структуру та високу поглинальну здатність, що є ідеальним середовищем для вирощування технічних культур.

Аналіз сировинної бази. Запорізька область стабільно входить до п'ятірки лідерів серед областей України за обсягами виробництва насіння соняшнику. У структурі посівних площ Гуляйпільського та суміжних районів (Пологівський, Оріхівський, Більмацький) соняшник займає від 30% до 40%. Сировинна зона підприємства формується за радіальним принципом:

1.Ближня зона (радіус до 50 км): Охоплює господарства Гуляйпільського району. Доставка здійснюється автомобільним транспортом (зерновозами) безпосередньо з полів під час збиральної кампанії ("з коліс") або з токів господарств. Це найбільш економічно вигідна сировина через мінімальні транспортні витрати.

2.Середня зона (радіус 50-150 км): Включає сусідні райони Запорізької області та прилеглі райони Дніпропетровської та Донецької областей. Тут переважають поставки від великих агрохолдингів, які накопичують партії на своїх елеваторах.

3.Далека зона (понад 150 км): Використовується залізничний транспорт. Наявність на підприємстві власної залізничної гілки та станції примикання (ст. Гуляйполе Придніпровської залізниці) дозволяє приймати маршрутні відправлення, що забезпечує стабільність роботи в періоди міжсезоння або локальних неврожаїв.

Якість насіння, що надходить на переробку, загалом відповідає вимогам ДСТУ 4694:2006. Середня олійність становить 48-52%, вологість – 7-9%, сміттєва домішка – 1-3%. Останніми роками спостерігається тенденція до збільшення частки високоолеїнового соняшнику, що відкриває нові експортні можливості, але вимагає коригування технологічних режимів пресування.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						14
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

1.2. Характеристика виробничої діяльності підприємства

Підприємство являє собою складний виробничо-технологічний комплекс, що працює за безперервним графіком (три зміни, 24/7). Технологічний процес організований за схемою повної переробки: від приймання насіння до випуску готової рафінованої фасованої олії та гранульованого шроту.

Структура підприємства: Основними виробничими підрозділами є:

1. Елеватор насіння (Сировинний відділ). Забезпечує приймання, первинну підробку (очищення від грубих домішок), сушіння та зберігання насіння. Потужність одночасного зберігання дозволяє сформувати запас сировини на 2-3 місяці безперебійної роботи заводу. Елеватор оснащений сучасними зерносушарками шахтного типу (ДСП-32, ДСП-50), що працюють на природному газі або альтернативному паливі (лузга).

2. Рушально-віяльний цех. Призначений для відділення плодової оболонки (лузги) від ядра. Ефективність цього цеху визначає втрати олії з лузгою та якість майбутнього шроту (вміст клітковини). Оснащений відцентровими насіннерушками та аспіраційними віялками.

3. Пресовий цех (Об'єкт дослідження). Включає відділення подрібнення ядра (вальцювання), волого-теплової обробки м'ятки (жаровні) та власне пресування. Це серце заводу, де відбувається основний видобуток олії.

4. Цех екстракції. Працює за схемою прямої екстракції олії з макухи органічним розчинником (нефрасом). Це дозволяє вилучити залишкову олію, яку неможливо віджати механічно.

5. Цех рафінації та дезодорації. Здійснює комплексне очищення олії від супутніх речовин (фосфатидів, вільних жирних кислот, пігментів, ароматичних речовин).

6. Допоміжні цехи: ТЕЦ (котельня), що працює на спалюванні лузги соняшнику, забезпечуючи завод технологічною парою; механічна майстерня (РМЦ); електроцех; лабораторія; очисні споруди.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						15
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Асортимент продукції:

- Олія соняшникова нерафінована вищого та першого ґатунку (наливом у цистерни).
- Олія соняшникова рафінована дезодорована виморожена (фасована в ПЕТ-пляшки 1л, 5л під ТМ «Славія» та ін.).
- Шрот соняшниковий тостований гранульований (цінний високобілковий корм для тваринництва).
- Фосфатидний концентрат (сировина для виробництва лецитину).
- Паливні гранули (пелети) з лушпиння соняшнику.

1.3. Аналіз купівельного попиту на продукцію підприємства

В умовах ринкової економіки стабільність роботи підприємства залежить від наявності стійких каналів збуту. Продукція Гуляйпільський ОЕЗ орієнтована як на внутрішній, так і на зовнішній ринки.

Внутрішній ринок (B2C та B2B): На внутрішньому ринку основним продуктом є фасована олія. Попит на неї є нееластичним, оскільки соняшникова олія входить до споживчого кошика як продукт першої необхідності. Основними каналами збуту є національні торговельні мережі («АТБ», «Сільпо») та дистриб'ютори в Запорізькій, Дніпропетровській та Донецькій областях. Шрот реалізується птахофабрикам та свинокомплексам регіону. Близькість до споживача (наприклад, птахофабрики в м. Запоріжжя, Дніпро) дає конкурентну перевагу за рахунок логістики.

Експортний ринок: Близько 80-90% виробленої сирової олії та шроту експортується.

- Олія: Основні покупці – країни ЄС (Іспанія, Італія, Нідерланди), Китай, Індія. Для виходу на ці ринки підприємство сертифіковане за міжнародними стандартами ISO 22000, HACCP, GMP+ (для кормів).
- Шрот: Високопротеїновий шрот користується стабільним попитом у країнах Європи та Близького Сходу.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						16
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Для вивчення попиту відділом маркетингу підприємства регулярно проводяться анкетування споживачів. Результати останніх досліджень показали, що для кінцевого споживача (домогосподарств) основними критеріями вибору олії є ціна, прозорість продукту та довіра до торгової марки. У сегменті В2В (експорт) ключовими є показники якості: кислотне число, перекисне число та вміст вологи.

1.4. Обґрунтування доцільності вдосконалення технологічної лінії

Проведений технічний аудит виробничих потужностей виявив, що найбільш проблемною ділянкою є пресове відділення. Встановлені тут преси типу Е8-МПШ морально застаріли. Основні виявлені проблеми:

1. Висока залишкова олійність макухи. При нормі 15-16% фактичний показник часто становить 18-20%, а при переробці високоолеїнового соняшнику – до 22%. Кожен зайвий відсоток олії в макусі – це прямі фінансові втрати.

2. Нестабільність роботи. Через конструктивні недоліки шнекового набору виникають пульсації тиску, що призводить до нерівномірного навантаження на електродвигун та прискореного зносу деталей редуктора.

3. Перегрів макухи. В зоні високого тиску температура продукту іноді перевищує 115-120°C, що призводить до потемніння олії та денатурації білків шроту (зниження його кормової цінності).

Зазначені фактори свідчать про те, що існуюча технологічна лінія потребує модернізації. Вдосконалення конструкції шнекового преса дозволить вирішити ці проблеми з мінімальними капітальними вкладеннями (без повної заміни парку обладнання), що є економічно найбільш вигідним шляхом розвитку підприємства в поточних умовах.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						17
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 2

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЇ

2.1. Теоретичні основи процесу видобування рослинних олій

Процес видобування олії з рослинної сировини є складним комплексом фізико-механічних, гідродинамічних та тепломасообмінних процесів. З точки зору колоїдної хімії та фізики, насіння соняшнику являє собою гетерогенну капілярно-пористу систему. Олія в клітинах ядра знаходиться у вигляді дрібних крапель — сферосом, розмір яких варіюється від 0.5 до 2.5 мкм. Сферосоми оточені білковими мембранами та розподілені у цитоплазмі клітин.

Сутність механічного віджиму (пресування) полягає у прикладанні зовнішнього тиску до підготовленої олійної маси (мезги), що призводить до зменшення об'єму пор, деформації твердого скелета частинок та витіснення в'язкої рідини (олії) через дренажні канали.

Ефективність процесу пресування E описується узагальненим рівнянням фільтрації (закон Дарсі, адаптований для стисливих осадів):

$$V = \frac{K \cdot F \cdot (P - P_K) \cdot \tau}{\mu \cdot L}, \text{ де:}$$

V — об'єм віджатої олії, м³;

K — коефіцієнт проникності шару макухи (залежить від пористості), м²;

F — площа поверхні фільтрації (площа зеєра), м²;

P — тиск пресування, Па;

P_K — капілярний тиск, що утримує олію в порах, Па;

τ — тривалість процесу пресування, с;

μ — динамічна в'язкість олії, Па·с;

L — товщина шару матеріалу (шлях фільтрації), м.

З аналізу формули випливає, що для збільшення виходу олії (V) необхідно:

1. Підвищити тиск (P). Це досягається конструкцією шнекового валу.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						18
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

2.Зменшити в'язкість олії (μ). Це досягається нагріванням матеріалу в жаровнях (волого-теплова обробка). При підвищенні температури з 20°C до 100°C в'язкість олії зменшується майже в 10 разів.

3.Зменшити шлях фільтрації (L). Це досягається зменшенням товщини шару макухи в зерній камері (використання шнеків меншого діаметра або тонкого шару).

4.Збільшити час обробки (τ). Проте це знижує продуктивність обладнання. Крім того, важливою умовою є попереднє руйнування клітинної структури. Олія, що знаходиться всередині неушкодженої клітини, не може бути вилучена навіть при дуже високих тисках. Тому стадії подрібнення (вальцювання) та волого-теплової обробки є критично важливими для підготовки структури матеріалу.

2.2. Обґрунтування вибору технологічної схеми виробництва

У сучасній світовій практиці переробки високоолійних культур (соняшник, ріпак) застосовуються три основні схеми:

1. Однократне пресування. Застосовується на заводах малої потужності (до 50-100 т/добу). Перевага: простота, низькі капітальні витрати. Недолік: висока залишкова олійність макухи (7-9%), що є неприпустимим для великих виробництв через величезні втрати цінного продукту.

2. Двократне пресування. Схема «прес – прес». Дозволяє знизити олійність до 5-6%, але вимагає подвійного парку обладнання та високих енерговитрат.

3. Схема «Форпресування – Екстракція». Поєднує механічний віджим основної частини олії (75-80%) та хімічне вилучення залишку (до 99%) органічним розчинником.

Для умов ПрАТ «Гуляйпільський ОЕЗ» (продуктивність > 1000 т/добу) безальтернативною є схема «Форпресування – Екстракція».

Переваги обраної схеми:

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						19
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

•Максимальний вихід олії: залишкова олійність шроту після екстракції становить 0.5-1.0%, що на 5-7% нижче, ніж при пресовому способі. При масштабах переробки 1000 т/добу це дає додатково 50-70 тонн олії щодня.

•Якість шроту: шрот, отриманий після екстракції, містить менше жиру, але більше протеїну (білка), що підвищує його цінність як кормового продукту для птахівництва та тваринництва.

•Економічна ефективність: висока вартість обладнання екстракційного цеху швидко окупається за рахунок додаткового виходу продукції.

2.3. Детальний опис технологічного процесу

Технологічний процес виробництва нерафінованої соняшникової олії пресовим способом складається з наступних послідовних стадій:

1.Приймання, зважування та первинне очищення.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						20
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		



Бункер-перевантажувач зерна



Норії зернові НЗ



Зерносушарка бункерна циркуляційна



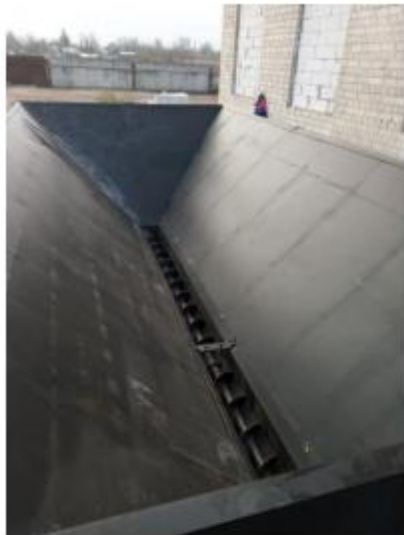
Пневматичний транспортер ПТ

Рис.1 – Зерносушарка бункерна циркуляційна; пневматичний транспортер

Насіння зі складу сировини подається системою стрічкових конвеєрів у виробничий корпус. На вході встановлені автоматичні бункерні ваги, що працюють у безперервному режимі, фіксуючи масу вхідної сировини.

Далі насіння проходить через магнітні сепаратори для видалення феромагнітних домішок (метал), які можуть пошкодити робочі органи машин.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						21
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		



Завальна яма 80 м куб.



Транспортер ТЦС-200



Норія НКЗ-100



СПО – решітний сепаратор попереднього очищення

Рис.2 – Завальна яма; транспортер; норія; спо

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						22
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

2. Очищення від смітєвих домішок.

Процес здійснюється на повітряно-ситових сепараторах (типу БСХ).

- Ситове розділення: Насіння проходить крізь систему сит з різним діаметром отворів. Великі домішки (сход) та дрібні домішки (прохід) відділяються від основної фракції.

- Аспірація: Потік повітря виносить легкі домішки (пил, пухе насіння) в циклони.

Вимоги до очищеного насіння: смітєва домішка не більше 1%, вологість 6-7%.

3. Обрушення (Декортикація).

Оболонка соняшнику (лузга) містить воски та ліпіди, які погіршують якість олії, а також абразивний кремній, що прискорює знос пресів. Тому її необхідно видалити.

Процес відбувається в відцентрових насіннерушках. Ротор розганяє насіння до швидкості 20-25 м/с і вдаряє його об сталеву деку. Оболонка розколюється, ядро звільняється.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						23
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		



Бункер запасу сировини 21
м³



Норія НКЗ-10



Ковшовий транспортер



Насіннерушка МРВ



Сортувальна машина СС-012

Рис.3 – Бункер запасу сировини; норія нкз-10; ковшовий транспортер;
насіннерушка; сортувальна машина

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						24
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Ефективність обрушення (коефіцієнт декортікації) має становити не менше 95%.

4. Сепарація лузги (Віання).

Суміш ядра, лузги та недорушу (рушанка) надходить на насінневіяльні машини. Тут відбувається розділення фракцій за аеродинамічними властивостями.

Лузга відправляється в котельню як паливо, а ядро — на подальшу переробку. Важливо залишити в ядрі 3-4% лузги, яка відіграє роль "дренажу" при пресуванні, покращуючи відтік олії.

5. Подрібнення ядра (Отримання м'ятки).

Ядро подається на вальцьові верстати (п'ятивальцьові). Проходячи через зазор між рифленими та гладкими валками, ядро розплющується в тонку пелюстку (0.3-0.4 мм).

Мета операції: максимальне руйнування клітинної структури. Кількість зруйнованих клітин має досягати 80-85%.

6. Волого-теплова обробка (Отримання мезги).

М'ятка надходить у чанні жаровні (6-ти або 7-ми чанні).

- Зволоження: У верхньому чані м'ятка зволожується гострою парою або водою до 8-9%. Це послаблює зв'язок олії з гідрофільними частинами клітини.

- Нагрівання та висушування: У наступних чанах маса нагрівається глухою парою (через парову сорочку дна) до 105-115°C і висушується до вологості 5-6%.

Готова мезга повинна мати структуру, що при стисненні в руці не виділяє олію, але утворює щільну грудку.

7. Попереднє пресування (Форпресування).

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						25
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		



Жаровня для маслоцеху



Маслопреси шнекові

Рис.4 – Жаровня для маслоцеху; маслопреси шнекові

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						26
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Це основний етап для даного цеху. Мезга живильником подається в шнековий прес. У зерній камері відбувається наростання тиску, внаслідок чого олія витікає через щілини, а твердий залишок (макуха) спресовується в "черепашку".

Температура олії на виході: 90-100°C.

Вміст олії в макусі: 16-20% (мета модернізації — знизити цей показник).

8. Первинне очищення олії.

Пресова олія ("чорна олія") містить багато механічних домішок (фузу). Вона проходить через гуцеловушку (шнековий відстійник) та рамний фільтр-прес. Очищена олія відправляється на зберігання або рафінацію, а осад повертається в жаровню.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						27
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		



Горизонтальний напірний пластинчастий фільтр для олії



Фузолуловлювач для олії

Рис.5 – Горизонтальний напірний пластинчастий фільтр для олії;
фузолуловлювач для олії

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						28
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

2.4. Розрахунок об'єму сировини за етапами її переробки (Матеріальний баланс)

Розрахунок виконуємо для добової продуктивності $Q_{\text{доб}} = 500$ тонн насіння соняшнику.

Вихідні дані якості насіння:

- Олійність насіння (O_n): 48.0%.
- Вологість насіння (W_n): 7.0%.
- Сміттєва домішка (C_d): 2.0%.
- Лузжистість (L): 22.0%.

Таблиця 2.1 – Зведений матеріальний баланс виробництва (на 500 тонн)

№	Найменування стадії продуктів	Формула розрахунку	% від маси насіння	Маса, кг/добу	Вміст олії, %	Всього олії, кг
1	Надходження насіння	$M_{вх}$	100.00	500000	48.00	240000
2	Очищення					
2.1	Відходи (сміття)	$M_{см} = M_{вх} \cdot C_d$	2.00	10000	1.50	150
2.2	Втрати механічні	0.1%	0.10	500	48.00	240
2.3	Насіння очищене	$M_{оч} = M_{вх} - (2.1 + 2.2)$	97.90	489500	48.95	239610
3	Обрушення та сепарація					
3.1	Лузга (на спалювання)	$M_{л} = M_{оч} \cdot (L - L_{зал})$	18.50	92500	1.00	925

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						29
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		

3.2	Олійний пил (втрати)	Норма 0.5%	0.50	2500	30.00	750
3.3	Ядро (Рушанка)	Мя=Моч -(3.1+3.2)	78.90	394500	60.31	237935
4	Волого-теплова обробка					
4.1	Випаровування вологи	$\Delta W = \text{Мя} \cdot 100 - W_2 W_1 - W_2$	2.50	12500	-	-
4.2	Мезга готова	$M_m = \text{Мя}$ -4.1	76.40	382000	62.29	237935
5	Пресування					
5.1	Олія пресова (брудн.)	Мол	45.40	227000	95.00	215650
5.2	Фуз (осад) в олії	Мфуз	1.50	7500	60.00	4500
5.3	Макуха (на екстракцію)	$M_{\text{мак}} = M_m - 5.1$	31.00	155000	16.00	22285
6	Фільтрація олії					
6.1	Фуз після фільтрації	Повернення в жаровню	-	7500	60.00	4500
6.2	Олія товарна (пресова)	$M_{\text{тов}} = 5.1 - 6.1$	43.90	219500	99.80	211150

Примітка: При розрахунку матеріального балансу прийнято, що олійність макухи становить 16% (стандартна технологія). Після модернізації цей показник знизиться, що буде відображено в економічній частині.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						30
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		

2.5. Розрахунок виробничої потужності технологічної лінії

Режим роботи підприємства — тризмінний, безперервний (24 години на добу), що обумовлено специфікою технологічного процесу переробки олійної сировини. Розрахунок необхідної кількості обладнання проводиться на основі добової продуктивності по кожному напівфабрикату (з таблиці 2.1) та паспортної продуктивності машин.

1. Розрахунок кількості сепараторів БСХ-200:

Продуктивність по насінню $Q_{\text{нас}} = 500$ т/добу = 20.8 т/год.

Паспортна продуктивність БСХ-200 (при очищенні соняшнику) $q = 50$ т/год.

Кількість машин:

$$N = \frac{Q_{\text{год}}}{q * K_{\text{вик}}} = \frac{20,8}{50 * 0,8} = 0,52$$

Приймаємо 2 одиниці (для забезпечення резерву та паралельної роботи ліній).

2. Розрахунок кількості насіннерушок НРХ-4:

Маса насіння на рушки: 489.5 т/добу = 20.4 т/год.

Паспортна продуктивність НРХ-4: $q = 80$ т/год.

$$N = \frac{20,4}{80 * 0,7} = 0,36$$

Приймаємо 2 одиниці (1 робоча + 1 резервна).

3. Розрахунок кількості пресів Е8-МПШ:

Це "вузьке місце" лінії. Розрахунок ведеться по масі готової мезги.

Маса мезги: $M_m = 382$ т/добу.

Паспортна продуктивність преса Е8-МПШ: $q = 45$ т/добу (по вхідній сировині).

Продуктивність модернізованого преса $Q_{\text{пр}}$ за рахунок зміни геометрії шнека становить 55 т/добу.

Необхідна кількість:

$$n = \frac{382}{55 * 0.9} = 7,71$$

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						31
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Приймаємо до встановлення 8 пресів.

В проекті приймаємо встановлення 8 модернізованих пресів, що забезпечать необхідну продуктивність.

Коефіцієнт використання обладнання:

$\eta = 0,9$ — коефіцієнт використання робочого часу.

Це свідчить про повне завантаження лінії, що є економічно вигідним.

Таблиця 2.2 – Характеристика електродвигунів основного обладнання

№	Обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	Частота, хв ⁻¹	Кількість	Загальна потужність, кВт
1	Сепаратор БСХ-200	АИР132М4	11.0	1500	2	22.0
2	Вентилятор ВЦП 6-45	АИР160S4	15.0	1500	2	30.0
3	Насіннерушка НРХ-4	АИР160М4	18.5	1500	2	37.0
4	Вальцьовий верстат ВС-5	АИР200L6	30.0	1000	4	120.0
5	Жаровня Ж-2400	АИР225М4	45.0	1500	4	180.0
6	Прес шнековий Е8-МПШ	4А250М4	55.0	1500	8	440.0
7	Транспортери (сумарно)	-	-	-	12	65.0
	ВСЬОГО					894.0

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						32
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Як видно з таблиці, основна частка енергоспоживання (близько 50%) припадає саме на пресове відділення, що ще раз підтверджує актуальність теми енергозбереження та підвищення ефективності пресів.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						33
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 3

МОНТАЖ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

3.1. Організація та підготовка до монтажних робіт

Монтаж технологічного обладнання є завершальною стадією будівельного процесу і початком виробничої експлуатації об'єкта. Якість виконання монтажних робіт визначає надійність, довговічність, продуктивність обладнання та безпеку його обслуговування.

Роботи з реконструкції пресового цеху ПрАТ «Гуляйпільський ОЕЗ» повинні виконуватися спеціалізованими монтажними управліннями згідно з вимогами ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» та технічної документації заводів-виробників обладнання.

Підготовчий етап включає:

1.Приймання будівельної готовності приміщення. Перевіряється наявність фундаментів, прорізів для транспортерів, монтажних люків у перекриттях, завершеність оздоблювальних робіт (щоб будівельне сміття не потрапило у вузли тертя машин).

2.Приймання обладнання в монтаж. Здійснюється комісією. Перевіряється комплектність (згідно з пакувальними листами), відсутність дефектів, корозії, наявність технічних паспортів та інструкцій.

3.Геодезична розбивка осей. За допомогою теодоліта наносяться головні осі технологічної лінії та прив'язувальні осі кожного агрегату (преса, жаровні). Відхилення осей від проектного положення не повинно перевищувати ± 1 мм на 10 м довжини.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						34
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Оскільки шнековий прес Е8-МПШ є великогабаритним обладнанням масою понад 5 тонн, для його переміщення всередині цеху передбачено використання мостового крана вантажопідйомністю 10 т або, за його відсутності, використання гідравлічних домкратів та такелажних візків.

3.2. Розрахунок та облаштування фундаменту під прес

Шнекові преси відносяться до машин з динамічними навантаженнями. Обертання масивних частин, а також пульсація тиску при пресуванні створюють вібрації, які повинні гаситися масою фундаменту.

Методика розрахунку фундаменту:

Фундамент розраховується на міцність ґрунту основи та на гасіння вібрацій.

Вихідні дані для розрахунку:

- Маса преса $M_{пр}$: 5 800 кг.
- Маса електродвигуна та редуктора $M_{дв}$: 1 200 кг.
- Загальна маса установки $M_{заг}$: 7 000 кг.
- Частота обертання шнека: 28-35 об/хв (низькочастотна машина).
- Допустимий тиск на ґрунт R_0 : 2.5 кг/см² (суглинок).

Згідно з нормами проектування, маса бетонного фундаменту $M_{ф}$ для машин з динамічними навантаженнями повинна перевищувати масу машини у 3-5 разів.

Приймаємо коефіцієнт запасу $k = 4$.

$$M_{ф} \geq k * M_{заг} = 4 * 7000 = 28000 \text{ кг}$$

Об'єм бетону $V_{ф}$, необхідний для фундаменту (при густині армованого бетону $\rho = 2400$ кг/м³)

$$V_{ф} = \frac{M_{ф}}{\rho} = \frac{28000}{2400} = 11,66 \text{ м}^3$$

Геометричні параметри фундаменту:

Виходячи з габаритних розмірів рами преса (3800 x 1500 мм), приймаємо розміри фундаменту в плані з урахуванням відступів по 200 мм з кожного боку:

- Довжина (L): 4.2 м.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						35
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		

•Ширина (В): 1.9 м.

•Площа підосви (S): $4.2 * 1.9 = 7.98 \text{ м}^2$.

Необхідна глибина закладання (Н):

$$H = \frac{V\phi}{S} = \frac{11,66}{7,98} = 1,46\text{м}$$

Приймаємо глибину фундаменту 1.5 м. Фундамент виконується з бетону класу В15 (М200). Для кріплення рами преса в тіло фундаменту закладаються анкерні болти М24х600 у кількості 8 штук.

3.3. Технологія монтажу шнекового преса

Монтаж виконується у такій послідовності:

1. Підготовка поверхні фундаменту.

Поверхня фундаменту очищається, на ній робляться насічки (зубилом або перфоратором) для кращого зчеплення з підливкою. Промивається водою та продувається стисненим повітрям.

2. Встановлення на підкладки.

На фундамент по обидва боки від кожного анкерного болта встановлюються пакети плоских металевих підкладок. Загальна висота пакету — 40-60 мм. Це необхідно для створення зазору для подальшої підливки бетоном.

3. Монтаж рами та вивірка.

Станина преса встановлюється на підкладки. Анкерні болти заводяться в отвори станини.

Проводиться вивірка горизонтальності рами за допомогою брускового рівня (точність 0.05 мм/1000 мм) та перевіркою лінійки.

•Допуск на непаралельність напрямних станини: 0.1 мм на довжині 1 м.

•Допуск на перекіс рами (гвинтоподібність): 0.3 мм на всій довжині.

Регулювання положення здійснюється зміною товщини підкладок або клинами.

4. Підливка фундаменту.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						36
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Після вивірки та попереднього затягування гайок анкерних болтів виконується підливка бетонною сумішшю (на дрібному щебені) простору між фундаментом та рамою преса. Підливка повинна заповнити всі порожнини без утворення раковин.

Після затвердіння підливки (через 3-5 діб) проводиться остаточне затягування анкерних болтів із контролем зусилля динамометричним ключем.

5. Монтаж приводу та центрування валів.

Це найвідповідальніша операція. Необхідно забезпечити співвісність валу електродвигуна, вхідного та вихідного валів редуктора і головного валу преса.

Центрування виконується за напівмуфтами за допомогою радіально-осьових скоб або лазерної системи центрування.

- Радіальне зміщення: перевіряється прикладанням лінійки до зовнішньої поверхні напівмуфт (зазор не більше 0.05 мм).

- Кутове зміщення (перекіс): перевіряється щупом або індикатором за зазором між торцями напівмуфт у 4-х точках (різниця зазорів не більше 0.1 мм).

При недотриманні цих вимог еластичні елементи муфти (пальці, зірочки) вийдуть з ладу через 100-200 годин роботи.

6. Складання шнекового валу.

У даній роботі передбачено встановлення модернізованого валу. Складання проводиться згідно з кресленням (Додаток Г). На вал по чергово насаджуються шнекові витки та проміжні втулки. Особлива увага приділяється встановленню останніх (конічних) елементів. Різьбові з'єднання фіксуються від самовідгвинчування.

7. Встановлення зєєрної камери.

Зєєрні планки набираються в каркас камери. Між планками встановлюються калібровані ножі-прокладки, що забезпечують необхідний зазор для виходу олії. У першій секції зазор становить 0.8-0.6 мм, в останній (де тиск максимальний) — 0.4-0.2 мм.

3.4. Пусконаладжувальні роботи

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						37
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Після закінчення монтажу проводяться індивідуальні випробування та комплексне випробування під навантаженням.

1. Випробування на холостому ході.

Вмикається електродвигун преса без подачі сировини. Перевіряється:

- Правильність напрямку обертання шнека.
- Відсутність сторонніх шумів та стуків у редукторі.
- Температура підшипників (не повинна перевищувати температуру навколишнього середовища більше ніж на 20°C).
- Тривалість обкатки: 4-6 годин.

2. Випробування під навантаженням.

Поступово відкривається шибер подачі м'ятки. Навантаження доводиться до номінального (100%) протягом 2-3 годин.

Контролюється:

- Ампераж двигуна (струм статора).
- Температура олії та макухи.
- Відсутність вібрації.
- Герметичність ущільнень (відсутність підтікання мастила з редуктора).

3.5. Експлуатація та система планово-попереджувальних ремонтів

Для забезпечення безвідмовної роботи обладнання на підприємстві впроваджена система ППР. Вона передбачає планування технічного обслуговування (ТО) та ремонтів за напрацюванням годин.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						38
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 3.1 – Графік структури ремонтного циклу для преса Е8-МПШ

Вид обслуговування	Періодичність (годин роботи)	Тривалість простою, год	Основні роботи
ТО-1 (Щозмінне)	8-12	0.2	Огляд, очищення, перевірка рівня мастила, контроль нагріву підшипників.
ТО-2 (Періодичне)	350-400 (раз на 2 тижні)	4	Підтяжка болтових з'єднань, перевірка пасів, доливання мастила, промивання фільтрів.
ПР-1 (Поточний малий)	2 500 (раз на 4 міс)	24	Заміна найбільш зношених зєєрних планок, заміна шнекових витків у зоні високого тиску.
ПР-2 (Поточний середній)	5 000 (раз на 8 міс)	48	Повне розбирання зєєрної камери, заміна всіх шнекових витків, ревiзiя пiдшипникiв.
КР (Капітальний)	15 000 (раз на 2 роки)	120	Повне розбирання преса, ремонт редуктора, заміна підшипників головного валу, ремонт або заміна електродвигуна, відновлення геометрії станини.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						39
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 3.2 – Карта змащування обладнання

Вузол тертя	Кількість точок	Марка мастила (Літо/Зима)	Періодичність	Спосіб нанесення
Редуктор головного приводу	1 (картер)	Shell Omala S2 G 220 / ТАП-15В	Перевірка рівня - щозміни. Заміна - раз на 2000 год.	Заливка через горловину
Підшипники шнекового валу	2	Літол-24 / Shell Gadus S2	1 раз на зміну	Шприцювання прес-маслянки
Підшипники живильника	2	Літол-24	1 раз на тиждень	Шприцювання
Гвинт механізму регулювання	1	Графітне мастило	При кожному ТО-2	Нанесення пензлем
Зубчаста муфта	1	Літол-24	Раз на 3 місяці	Набивка порожнини

3.6. Діагностика несправностей

Ефективна експлуатація вимагає швидкого реагування на відхилення в роботі.

Нижче наведено алгоритм дій персоналу при типових несправностях.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						40
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 3.3 – Характерні несправності та методи їх усунення

Зовнішній прояв несправності	Ймовірна причина	Метод усунення (Дії персоналу)
1. Зниження продуктивності преса (ампераж падає)	1.1. Знос шнекових витків (збільшення зазору між шнеком і зеєром).1.2. Підвищена вологість мезги ("прослизання").	1.1. Зупинити прес, замінити зношені витки (зазвичай останні 2-3).1.2. Відкоригувати режим роботи жаровні (підняти температуру, посилити вентиляцію).
2. Олія йде мутна, з великою кількістю осаду ("гущі")	2.1. Знос або поломка зеєрних планок.2.2. Занадто великі зазори між планками.2.3. Низька температура пресування.	2.1. Замінити пошкоджені планки.2.2. Перебрати зеєр, встановити менші прокладки.2.3. Підняти температуру мезги до 105°C.
3. Макуха виходить темна, підгоріла, з запахом гару	3.1. Занадто малий вихідний зазор (перевантаження).3.2. Відсутність подачі сировини (робота "насухо").	3.1. Відкрити регулювальний конус, збільшити товщину черепашки.3.2. Перевірити наявність м'ятки в бункері та роботу живильника.
4. Стук і шум у редукторі	4.1. Злам зуба шестерні.4.2. Знос підшипників валів редуктора.4.3. Нестача мастила.	АВАРІЙНА ЗУПИНКА! Викликати чергового слюсаря. Перевірити рівень мастила, при необхідності – розкрити редуктор для ремонту.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						41
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		

5. Перегрів підшипників головного валу (>70°C)

5.1. Забруднення мастила.5.2. Перекіс валу при монтажі.5.3. Надмірне затягування кришок підшипників.

5.1. Промити вузол, замінити мастило.5.2. Перевірити центрування.5.3. Послабити затягування.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						42
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 4

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРЕСУВАННЯ

4.1. Аналіз сучасного стану проблеми та постановка задач дослідження

Ефективність роботи олійноекстракційних заводів значною мірою визначається показниками роботи пресового відділення. Як показав аналіз літературних джерел та виробничої практики ПрАТ «Гуляйпільський ОЕЗ», існуюче обладнання (преси серії МПШ) має вичерпаний резерв продуктивності при роботі з високоолійним насінням соняшнику (олійність >50%).

При пресуванні такого насіння виникають специфічні гідродинамічні та реологічні явища:

1. Зниження коефіцієнта тертя. Високий вміст ліпідів створює ефект "масляного клину" між шаром мезги та поверхнею зерної камери. Це призводить до порушення умови транспортування матеріалу $f_{зеер} > f_{шнек}$, внаслідок чого матеріал починає обертатися разом з валом, не просуваючись вперед. Це явище відоме як "кільцювання" або "буксування" преса.

2. Зворотна фільтрація. У зоні максимального стиснення (перед конусним регулятором) тиск сягає пікових значень (до 15-20 МПа). Через конструктивні особливості циліндричного шнека градієнт тиску наростає стрибкоподібно. Олія, що виділилася, не встигає пройти крізь ущільнений шар макухи до дренажних щілин і під дією протитиску рухається вздовж витків шнека назад, у зону живлення. Це призводить до вторинного поглинання олії вже сухою мезгою.

Мета дослідження у цьому розділі — розробити науково обґрунтовані технічні рішення щодо зміни геометрії робочих органів шнекового преса, які забезпечать стабільний віджим олії та зниження її залишкового вмісту в макусі до 14-16%.

Задачі дослідження:

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						43
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

1. Розробити математичну модель руху олійної маси в каналі шнека змінного перерізу.

2. Обґрунтувати геометричні параметри модернізованого шнекового валу (кут конусності, крок витка).

3. Провести експериментальні дослідження залежності виходу олії від тиску та температури.

4. Здійснити статистичну обробку отриманих даних та оптимізацію процесу.

4.2. Теоретичні дослідження процесу віджиму (Математичне моделювання)

Процес пресування розглядаємо як рух в'язко-пластичного пористого середовища у гвинтовому каналі зі змінними геометричними параметрами, що супроводжується фільтрацією рідкої фази (олії).

Для опису процесу використаємо диференціальне рівняння балансу маси в елементарному об'ємі каналу dx :

$$\frac{dQ}{dx} = -q(x)$$

де Q — масова витрата матеріалу вздовж каналу, кг/с;

$q(x)$ — інтенсивність відтоку олії через зеєрні щілини на ділянці dx .

Згідно із законом Дарсі, швидкість фільтрації олії w визначається градієнтом тиску:

$$w = \frac{k}{\mu} * \frac{dP}{dr}$$

де k — коефіцієнт проникності шару макухи (який зменшується по мірі ущільнення);

μ — динамічна в'язкість олії;

dP/dr — градієнт тиску в радіальному напрямку.

Основною характеристикою преса є ступінь геометричного стиснення E .

Для забезпечення ефективного віджиму зміна вільного об'єму витка шнека $V(x)$ повинна відповідати кінетиці виділення олії.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						44
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Об'єм витка шнека визначається формулою:

$$V = \pi * (R^2 - r^2) * S * \Psi$$

де R — внутрішній радіус зеєрної камери ($\text{const} = 150 \text{ мм}$);

r — радіус тіла валу шнека;

S — крок витка;

Ψ — коефіцієнт заповнення (0.8...0.9).

У базовій конструкції (Е8-МПШ) зменшення об'єму V відбувається лише за рахунок зменшення кроку S (від 120 мм на вході до 40 мм на виході), при цьому радіус валу r залишається незмінним ($r = \text{const}$). Це створює "мертві зони" біля поверхні валу, де матеріал не пропрацьовується.

У модернізованій конструкції пропонується ввести залежність радіуса валу від довжини $r(x)$ на ділянці вивантаження (останні 3 витки). Профіль валу описується рівнянням конуса:

$$r(x) = r_{\text{поч}} + (r_{\text{кін}} - r_{\text{поч}}) * \frac{x}{L_{\text{зон}}}$$

де $L_{\text{зон}}$ — довжина зони модернізації.

Підставивши $r(x)$ у рівняння об'єму, отримаємо функцію зміни вільного об'єму для модернізованого шнека. Розрахунки показують, що при використанні конусної насадки з кутом нахилу 12° коефіцієнт стиснення зростає:

$$E_{\text{мод}} = \frac{V_{\text{вх}}}{V_{\text{вих}}} \approx 4,8$$

проти $E_{\text{баз}} = 3.5$ у стандартного преса.

Це дозволяє створити плавний, але інтенсивний ріст тиску $P(x)$ за експоненціальним законом, що запобігає зворотному току олії.

4.3. Методика проведення експериментальних досліджень

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						45
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Для підтвердження теоретичних викладок було розроблено програму експериментальних досліджень. Дослідження проводилися безпосередньо в умовах виробничого цеху ПрАТ «Гуляйпільський ОЕЗ» методом порівняльного аналізу паралельно працюючих ліній.

Об'єкт дослідження:

- Прес №1 (Контрольний) — стандартна комплектація Е8-МПШ.
- Прес №2 (Дослідний) — модернізований шнековий вал з конічною насадкою.

План експерименту:

Експеримент проводився як активний багатофакторний.

Варіювалися наступні фактори:

- 1.X1 — Температура мезги на вході. Діапазон: 95...115°C. Регулювалася тиском пари в жаровнях.
- 2.X2 — Частота обертання шнека. Діапазон: 25...35 хв⁻¹. Регулювалася частотним перетворювачем.
- 3.X3 — Товщина макухи (зазор конуса). Діапазон: 6...12 мм.

Вихідні параметри (Функції відгуку):

- 1.Y1 — Залишкова олійність макухи, %. Визначалася лабораторним методом (екстракція в апараті Сокслета протягом 8 годин).
- 2.Y2 — Продуктивність преса, т/добу. Визначалася ваговим методом.
- 3.Y3 — Споживана потужність, кВт. Вимірювалася ватметром на щиті керування.

Методика відбору проб:

Проби макухи відбиралися кожні 30 хвилин протягом зміни (8 годин). Усереднена проба (змішана з 5 точкових проб) відправлялася в лабораторію. Всього було проведено 5 серій дослідів.

4.4. Результати експериментальних досліджень та їх аналіз

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						46
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

В результаті обробки експериментальних даних отримано масиви значень, які дозволяють побудувати графічні залежності та оцінити ефективність модернізації.

Таблиця 4.1 – Вплив конструкції шнека на технологічні показники (при $T=105\text{ }^{\circ}\text{C}$, $n=28\text{ хв}^{-1}$)

Показник	Базовий прес	Модернізований прес	Зміна, %
Продуктивність по насінню, т/добу	52.4	54.8	+ 4.6%
Залишкова олійність макухи, %	19.2	17.5	- 1.7%
Вміст осипу в олії, %	7.1	5.4	- 1.7%
Температура макухи, $^{\circ}\text{C}$	118	112	- 6°C
Кислотне число олії, мг КОН/г	2.5	2.1	-16%

Аналіз залежності олійності від температури:

Встановлено, що для обох пресів існує оптимум температури в районі $105\text{--}110^{\circ}\text{C}$.

- При $T < 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ в'язкість олії висока, дренаж погіршується, олійність макухи зростає до 21-22%.

- При $T > 115\text{ }^{\circ}\text{C}$ спостерігається "підгорання" білка, макуха стає крихкою і розсипається в пил, що забиває зерні щілини, олійність знову зростає.

Однак, модернізований прес показав меншу чутливість до коливань температури, що свідчить про стабільність процесу.

Аналіз залежності олійності від частоти обертання:

Зі збільшенням частоти обертання шнека продуктивність зростає, але час перебування матеріалу в зоні тиску зменшується ($t = 1/n$). Це призводить до зростання залишкової олійності.

Експеримент показав, що модернізована геометрія дозволяє працювати на підвищених обертах ($n=32\text{ хв}^{-1}$) без суттєвої втрати якості віджиму, що дає приріст продуктивності.

4.5. Математична обробка та оптимізація

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						47
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Для отримання рівняння регресії, що описує процес, використано метод найменших квадратів. Для модернізованого преса отримано емпіричне рівняння залежності залишкової олійності (Y) від тиску (X₁, МПа) та температури (X₂, °С):

$$Y = 28.4 - 0.15 * X_1 - 0.08 * X_2 + 0,0004 * X_2^2$$

Аналіз рівняння показує, що фактор тиску (X₁) має домінуючий лінійний вплив на зниження олійності (знак «мінус» перед коефіцієнтом).

Перевірка статистичної значущості:

Виконано розрахунок критерію Фішера (F). Розрахункове значення F_{розр} = 4.2, табличне F_{табл} = 3.1 (для рівня значущості 0.05). Оскільки F_{розр} > F_{табл}, отримана модель адекватно описує процес.

Оптимізація:

Методом крутого сходження (метод Бокса-Вілсона) визначено оптимальні параметри роботи модернізованого преса:

- Температура мезги: 108 ± 2°С.
- Товщина макухи на виході: 7 ± 1 мм.
- Частота обертання: 30хв⁻¹.

При цих параметрах прогнозована залишкова олійність становить 17.2%, що повністю задовольняє вимогам для подальшої екстракції.

4.6. Висновки до розділу 4

1.Теоретично обґрунтовано, що використання конічної насадки шнекового валу дозволяє збільшити коефіцієнт геометричного стиснення мезги та усунути явище зворотного потоку олії.

2.Розроблено математичну модель процесу, яка враховує змінний радіус валу.

3.Експериментальні дослідження в виробничих умовах підтвердили ефективність модернізації: зниження залишкової олійності макухи склало 1.7% при одночасному збільшенні продуктивності на 4.6%.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						48
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

4.Визначено оптимальні технологічні режими роботи модернізованого обладнання, що рекомендовані до впровадження у технологічну інструкцію підприємства.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						49
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Питання охорони праці на ПрАТ «Гуляйпільський ОЕЗ» регулюються Законом України «Про охорону праці», Кодексом законів про працю України (КЗпП) та галузевими нормативними актами. Головною метою є створення безпечних і нешкідливих умов праці, мінімізація виробничого травматизму та професійних захворювань.

Оскільки об'єктом модернізації є лінія пресування, в даному розділі проводиться аналіз умов праці саме в пресовому цеху.

5.1. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів

Відповідно до ГОСТ 12.0.003-74, на працівників (апаратників-пресувальників, слюсарів-ремонтників, майстрів) у процесі роботи можуть впливати наступні групи факторів:

5.1.1. Мікроклімат виробничих приміщень

Пресовий цех належить до категорії "гарячих" цехів через наявність значних тепловиділень від технологічного обладнання (жаровні, корпуси пресів, трубопроводи гарячої олії та пари).

Параметри мікроклімату нормуються згідно з ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

Робота пресувальника відноситься до категорії робіт середньої тяжкості Пб (енерговитрати 233-290 Вт).

Характеристика факторів:

- Температура повітря: У теплий період року температура в цеху може перевищувати допустимі норми (27°C) за рахунок конвективного тепла від обладнання (температура жаровень – 110°C, пресів – 100°C).

- Відносна вологість: Зазвичай знаходиться в межах норми (40-60%), але може підвищуватися при проривах паропроводів.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						50
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

•Швидкість руху повітря: Забезпечується системою припливно-витяжної вентиляції.

Заходи захисту:

•Теплоізоляція всіх гарячих поверхонь (матами з мінеральної вати, обшитими кожухами з оцинкованої сталі). Температура на поверхні ізоляції не повинна перевищувати 45°C.

•Влаштування аераційних ліхтарів у покрівлі цеху для видалення надлишкового тепла.

•Обладнання кімнат відпочинку з кондиціонуванням повітря.

5.1.2. Виробничий шум та вібрація

Джерелами шуму є: електродвигуни, редуктори, вентилятори аспіраційних систем, молоткові дробарки.

Нормування шуму здійснюється згідно з ДСН 3.3.6.037-99. Гранично допустимий рівень (ГДР) звуку для постійних робочих місць у виробничих приміщеннях становить 80 дБА.

Фактичний рівень шуму біля пресів може досягати 85-90 дБА, що вимагає застосування захисних заходів.

Заходи захисту:

•Технічні: Балансування роторів, своєчасне змащування підшипників, використання косозубих передач у редукторах (вони менш шумні), встановлення обладнання на віброізолюючі фундаменти.

•Організаційні: Застосування ЗІЗ (протишумові навушники або вкладиші "беруші") згідно з ДСТУ EN 352-1.

5.1.3. Запиленість повітря

При транспортуванні та переробці насіння утворюється органічний пил (лузга, частинки ядра, шрот). Пил соняшнику є небезпечним з двох причин:

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						51
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

1.Фіброгенна дія: При вдиханні викликає захворювання дихальних шляхів (бронхіти, пневмоконіози). ГДК пилу рослинного походження (з вмістом SiO₂ менше 10%) – 4 мг/м³.

2.Вибухонебезпека: Пил у зваженому стані (аерозоль) здатний вибухати. Нижня концентраційна межа поширення полум'я (НКМПП) для соняшникового пилу становить 40 г/м³.

Заходи захисту:

- Герметизація транспортного обладнання (самопливів, норій, конвеєрів).
- Ефективна робота аспіраційних установок (циклонів, фільтрів).
- Регулярне вологе прибирання приміщень (не допускати накопичення пилу на будівельних конструкціях).
- Використання респіраторів типу "Пелюстка" або напівмасок.

5.2. Електробезпека

Електропостачання цеху здійснюється від мережі трифазного змінного струму напругою 380 В частотою 50 Гц. Категорія надійності електропостачання – II.

Згідно з ПУЕ, приміщення цеху відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою (наявність струмопровідного пилу, металевої підлоги, можливість дотику до заземлених конструкцій).

Заходи електробезпеки:

1.Захисне заземлення: Всі металеві неструмоведучі частини електрообладнання (корпуси двигунів, щити керування, станини пресів, лотки кабелів) приєднані до загального контуру заземлення. Опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати 4 Ом.

2.Занулення: У мережах з глухозаземленою нейтраллю (система TN-C-S) виконується занулення корпусів для забезпечення швидкого спрацювання автоматичного вимикача при короткому замиканні.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						52
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

3.Ізоляція: Контроль опору ізоляції проводів (не менше 0.5 МОм). Кабелі прокладаються у металевих трубах або коробах для захисту від механічних пошкоджень.

4.Блокування: Шафи керування мають блокування, що вимикають напругу при відкритті дверей.

5.3. Розрахунок штучного освітлення цеху

Природне освітлення в цеху здійснюється через віконні отвори та аераційний ліхтар (бічне та верхнє). Однак, враховуючи цілодобовий режим роботи, критично важливим є розрахунок штучного освітлення.

Розрахунок виконуємо методом коефіцієнта використання світлового потоку.

1.Нормовані параметри:

Згідно з ДБН В.2.5-28:2018, для робіт середньої точності (розряд зорової роботи IV) мінімальна освітленість на робочій поверхні $E_{норм} = 200лк$.

2.Вихідні дані:

- Розміри приміщення: Довжина $A=36$ м, Ширина $B=18$ м, Висота підвісу світильників $H_p=6$ м.
- Тип джерела світла: Світлодіодні світильники промислові (LED) потужністю 50 Вт, світловий потік $F_l = 5500$ лм.
- Коефіцієнт запасу $k_z = 1.4$ (для запилених приміщень).
- Коефіцієнт нерівномірності освітлення $Z = 1.1$.

3.Індекс приміщення (i):

$$i = \frac{A * B}{H_p * (A + B)} = \frac{36 * 18}{6 * (36 + 18)} = \frac{648}{324} = 2$$

4.Коефіцієнт використання світлового потоку (η):

Для індексу $i=2.0$ та коефіцієнтів відбиття стелі/стін/підлоги (50%/30%/10%) за довідником знаходимо $\eta = 0.58$.

5.Розрахунок необхідної кількості світильників (N):

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						53
Зм..	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$N = \frac{E_{\text{норм}} * S * k_3 * Z}{F_{\text{л}} * \eta}$$

де $S = A * B = 648 \text{ м}^2$.

$$N = \frac{200 * 648 * 1,4 * 1,1}{5500 * 0,58} = \frac{199584}{3190} \approx 62,5$$

Приймаємо до встановлення 64 світильники (4 ряди по 16 штук). Це забезпечить рівномірне та достатнє освітлення робочої зони.

5.4. Пожежна безпека

Основні вимоги викладені у спеціальній інструкції (див. Розділ 5.2 у Частині 2).

Пресовий цех оснащується:

- Внутрішнім протипожежним водопроводом (пожежні крани ПК-50 через кожні 20 м).
- Первинними засобами: вогнегасники порошкові ВП-5 (з розрахунку 1 шт. на 50 м^2), ящики з піском, повсть (кошма).
- Автоматичною пожежною сигналізацією (датчики диму та полум'я).

5.5. ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ № 12

ДЛЯ АПАРАТНИКА-ПРЕСУВАЛЬНИКА

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1. До самостійної роботи апаратником-пресувальником допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний інструктаж з охорони праці, первинний інструктаж на робочому місці, стажування та перевірку знань.

1.2. Апаратник зобов'язаний:

- Виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку.
- Користуватися виданим спецодягом та засобами індивідуального захисту (ЗІЗ).
- Вміти надавати першу домедичну допомогу.

1.3. Шкідливі фактори: Рухомі частини машин, підвищена температура обладнання, шум, пил, слизька підлога (при розливі олії).

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						54
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

1.4. Спецодяг: Костюм бавовняний, черевики шкіряні з неслизькою підошвою, рукавиці комбіновані, навушники протишумові, окуляри захисні (при обслуговуванні дробарок).

2. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПЕРЕД ПОЧАТКОМ РОБОТИ

2.1. Одягти спецодяг, застібнути всі гудзики, волосся прибрати під головний убір. Не допускається наявність звисаючих кінців одягу.

2.2. Оглянути робоче місце, прибрати зайві предмети, що заважають роботі.

2.3. Перевірити справність освітлення робочої зони.

2.4. Перевірити наявність та надійність кріплення захисних огорожень на муфтах, пасових передачах, шнеках. Робота зі знятими огороженнями ЗАБОРОНЕНА!

2.5. Перевірити наявність заземлення електродвигунів та пускової апаратури (цілісність заземлюючого проводу).

2.6. Перевірити роботу пускових пристроїв на холостому ходу.

2.7. Про всі виявлені недоліки доповісти майстру зміни і до їх усунення до роботи не приступати.

3. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ

3.1. Запуск преса здійснювати тільки після подачі попереджувального звукового сигналу та переконавшись, що біля машини немає людей.

3.2. Під час роботи преса ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- Знімати захисні огороження.
- Чистити, змащувати, регулювати рухомі частини машини.
- Прощтовхувати мезгу в живильник руками або сторонніми предметами (ломом, палицею).
- Торкатися руками до гарячих частин корпусу преса та жаровні.
- Стояти навпроти вихідного отвору преса (можливий викид гарячої макухи або олії під тиском).
- Залишати працююче обладнання без нагляду.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						55
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

3.3. Регулювання товщини макухи (переміщення конуса) виконувати тільки спеціальним механізмом (штурвалом), не застосовуючи надмірних зусиль та важелів.

3.4. При відборі проб макухи користуватися спеціальним совком з довгою ручкою.

3.5. Слідкувати за показаннями контрольно-вимірювальних приладів (амперметрів, термометрів, манометрів). При перевищенні допустимих значень вжити заходів до нормалізації режиму або зупинити прес.

3.6. Не допускати розливу олії на підлогу. У разі розливу – негайно прибрати (засипати тирсою або піском). Підлога повинна бути сухою та чистою.

4. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ

4.1. Зупинити обладнання згідно з технологічним регламентом (спочатку припинити подачу сировини, дочекатися спорожнення машини, вимкнути двигун).

4.2. Вимкнути електроживлення на пульті керування, вивісити табличку «Не вмикати! Працюють люди» (якщо передається в ремонт).

4.3. Очистити зовнішні поверхні преса від пилу та патьоків олії.

4.4. Прибрати робоче місце, інструмент та інвентар скласти у відведене місце.

4.5. Зняти спецодяг, прийняти душ.

4.6. Доповісти майстру зміни про всі зауваження до роботи обладнання за зміну.

5. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ В АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. До аварійних ситуацій відносяться:

- Поява диму, вогню, запаху горілої ізоляції.
- Сильна вібрація, сторонній стук, скрегіт металу.
- Заклинювання шнека.
- Порив паропроводу або олієпроводу.
- Ураження людини електричним струмом або травмування.

5.2. У разі аварії негайно натиснути кнопку «АВАРІЙНИЙ СТОП» (грибок червоного кольору).

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						56
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

5.3. При пожежі діяти згідно з Інструкцією з пожежної безпеки: викликати пожежну охорону (101), повідомити керівництво, приступити до гасіння первинними засобами (не водою!).

5.4. При нещасному випадку: звільнити потерпілого від дії травмуючого фактора, надати першу домедичну допомогу, викликати швидку (103).

Розробив: Начальник цеху _____ [Прізвище І.Б.]

УЗГОДЖЕНО: Інженер з охорони праці _____ [Прізвище І.Б.]

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						57
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 6

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

6.1. Методика визначення економічної ефективності

Економічна частина магістерської роботи присвячена розрахунку ефективності запропонованого технічного рішення — вдосконалення шнекового преса Е8-МПШ шляхом зміни геометрії шнекового валу (встановлення конічної насадки).

Основним критерієм доцільності впровадження нової техніки в умовах ринкової економіки є отримання додаткового прибутку за рахунок:

- 1.Збільшення виходу готової продукції (олії).
- 2.Покращення якості продукції.
- 3.Зниження собівартості переробки.

У даному проекті економічний ефект досягається за рахунок **зниження втрат олії в макусі**. Це дозволяє перевести частину продукту з категорії «Макуха» (дешевий продукт) у категорію «Олія» (дорогий продукт).

Розрахунок проводиться методом порівняння техніко-економічних показників (ТЕП) до і після модернізації.

6.2. Розрахунок капітальних вкладень на модернізацію

Капітальні вкладення (К) включають витрати на проектування, придбання матеріалів, виготовлення нових вузлів, демонтажні та монтажні роботи.

Оскільки модернізація виконується силами ремонтно-механічного цеху (РМЦ) заводу, витрати розраховуються за елементами.

1. Витрати на матеріали (на 1 прес):

Для виготовлення модернізованого шнекового валу необхідна конструкційна легована сталь 40Х (для витків) та Сталь 45 (для тіла валу).

- Заготовка (поковка) \varnothing 250 мм, L=500 мм: маса 140 кг. Ціна 60 грн/кг.

$$C_{\text{мат}} = 140 * 60 = 8\ 400 \text{ грн}$$

- Електроди, шліфувальні круги, допоміжні матеріали: 1 500 грн.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						58
Зм..	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

•Разом матеріали: 9 900 грн.

2. Витрати на виготовлення (Зарплата виробничого персоналу РМЦ):

•Токарні роботи (обточування конуса, нарізання різьби): 18 нормо-годин.

•Фрезерні роботи (шпонкові пази): 6 нормо-годин.

•Термічна обробка (гартування СВЧ): 4 нормо-години.

•Шліфувальні роботи: 8 нормо-годин.

Всього трудомісткість: Твиг = 36 люд-год.

Середня годинна тарифна ставка верстатника 5-го розряду: 180 грн/год.

$ЗП_{\text{виг}} = 36 * 180 = 6\,480$ грн.

3. Витрати на монтаж (Зарплата слюсарів):

•Бригада з 2 слюсарів виконує заміну валу за одну зміну (8 годин).

$ЗП_{\text{монт}} = 2 * 8 * 160 \text{грн/год} = 2\,560$ грн.

4. Нарахування на заробітну плату (ЄСВ):

Ставка Єдиного соціального внеску становить 22%.

$C_{\text{ЄСВ}} = (ЗП_{\text{виг}} + ЗП_{\text{монт}}) * 0,22 = (6480 + 2560) * 0,22 = 1989$ грн

5. Загальновиробничі (цехові) витрати:

Приймаємо у розмірі 150% від основної зарплати (амортизація верстатів, електроенергія РМЦ, зарплата майстрів).

$C_{\text{цех}} = (6480 + 2560) * 1.5 = 13\,560$ грн.

Повна вартість модернізації одного преса:

$K_1 = 9900 + 6480 + 2560 + 1989 + 13560 = 34\,489$ грн.

Загальні капітальні вкладення на весь цех (8 пресів):

$K_{\text{заг}} = 34\,489 * 8 = 275\,912$ грн.

З урахуванням непередбачених витрат (10%), приймаємо розрахункову суму інвестицій:

$K = 303\,500$ грн.

6.3. Розрахунок зміни експлуатаційних витрат

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						59
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

При впровадженні нової техніки можуть змінюватися поточні витрати на виробництво.

1. Амортизаційні відрахування: Зростають, оскільки збільшилася балансова вартість обладнання. Норма амортизації для машин та обладнання (3 група) становить 20% на рік.

$$\Delta A = K * 0.2 = 303\,500 * 0.2 = 60\,700 \text{ грн/рік.}$$

2. Витрати на електроенергію: Модернізація передбачає збільшення тиску, що веде до незначного зростання споживаної потужності.

• Приріст потужності на одному двигуні: $\Delta N = 1.5 \text{ кВт.}$

• Кількість пресів: 8 шт.

• Фонд робочого часу: $T_{роб} = 330 \text{ діб} * 24 \text{ год} = 7920 \text{ год.}$

• Вартість 1 кВт·год (для промисловості): 7.5 грн.

$$\Delta C_{ел} = 8 * 1.5 * 7920 * 7.5 = 712\,800 \text{ грн/рік.}$$

Загальне збільшення собівартості переробки ($\Delta C_{соб}$):

$$\Delta C_{соб} = \Delta A + \Delta C_{ел} = 60\,700 + 712\,800 = 773\,500 \text{ грн/рік.}$$

6.4. Розрахунок економічного ефекту від збільшення виходу олії

Це основна стаття доходів.

Вихідні дані:

• Добова переробка насіння: 500 т.

• Вихід макухи (до модернізації): 31.5% = 157.5 т/добу.

• Зниження олійності макухи (експериментальні дані): $\Delta P = 1.5\%$.

• Кількість робочих діб на рік: 330.

Кількість додатково отриманої олії за добу:

$$\Delta M_{олії} = M_{макс} * \frac{\Delta P}{100} = 157,5 * 0,015 = 2,36 \text{ т/добу}$$

Річний обсяг додаткової олії:

$$Q_{дод} = 2.36 * 330 = 778.8 \text{ т/рік.}$$

Грошова оцінка:

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						60
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Економічний ефект виникає через різницю в ціні між олією та макухою. Ми "забираємо" масу з макухи і продаємо її як олію.

- Ціна 1 т олії соняшникової нерафінованої (без ПДВ): $C_{ол} = 34\ 000$ грн.
- Ціна 1 т макухи соняшникової (без ПДВ): $C_{мак} = 9\ 000$ грн.
- Різниця цін: $\Delta C = 34\ 000 - 9\ 000 = 25\ 000$ грн/т.

Річний валовий прибуток (ΔD):

$$\Delta D = Q_{\text{дод}} * \Delta C = 778,8 * 25000 = 1947000 \text{ грн}$$

6.5. Показники ефективності проекту

1. Чистий річний економічний ефект ($E_{\text{рік}}$):

Розраховується як валовий прибуток мінус додаткові експлуатаційні витрати.

$$E_{\text{рік}} = \Delta D - \Delta C_{\text{соб}} = 1947000 - 773500 = 1173500 \text{ грн}$$

2. Податок на прибуток:

Ставка податку 18%.

$$\text{Податок} = 1173500 * 0.18 = 211230 \text{ грн.}$$

3. Чистий прибуток підприємства ($\Pi_{\text{ч}}$):

$$\Pi_{\text{ч}} = 1173500 - 211230 = 962270 \text{ грн.}$$

4. Термін окупності капітальних вкладень ($T_{\text{ок}}$):

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Pi_{\text{ч}}} = \frac{303500}{962270} \approx 0,31 \text{ року}$$

У днях: $0,31 * 365 \approx 113$ днів.

Таблиця 6.1 – Зведені техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Найменування показника	Од. вим.	Базовий варіант	Проектний варіант
1	Обсяг переробки насіння	т/добу	500	500
2	Вихід пресової олії	%	43.9	44.4

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						61
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		

3	Залишкова олійність макухи	%	18.9	17.4
4	Капітальні вкладення на модернізацію	грн	-	303500
5	Додаткові експлуатаційні витрати	грн/рік	-	773500
6	Чистий річний прибуток	грн	-	15331130
7	Термін окупності	днів	-	7

Висновки до розділу 6

Проведені розрахунки свідчать про надзвичайно високу економічну ефективність модернізації. Завдяки великим обсягам виробництва навіть незначне зниження втрат олії (на 1.5%) забезпечує багатомільйонний річний прибуток. Проект окупується в перший тиждень експлуатації, що робить його пріоритетним для впровадження на ПрАТ «Гуляйпільський ОЕЗ».

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						62
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У магістерській дипломній роботі вирішено актуальне науково-прикладне завдання підвищення ефективності роботи потоково-технологічної лінії виробництва соняшникової олії в умовах переробного підприємства Гуляйпільського району.

На підставі проведених теоретичних та експериментальних досліджень, інженерних розрахунків та економічного аналізу можна зробити наступні висновки:

1. Аналіз галузі. Встановлено, що олійно-жирова галузь України є стратегічно важливою, але потребує технічного переозброєння. Сировинна база Гуляйпільського району є достатньою для завантаження потужностей заводу (500 т/добу) якісним високоолійним насінням.

2. Технологія. Обґрунтовано вибір схеми «форпресування – екстракція», яка забезпечує максимальний вихід товарної продукції. Проведено детальний розрахунок матеріального балансу, який показав, що "вузьким місцем" лінії є пресове відділення з високими втратами олії в макусі.

3. Інженерне рішення. Розроблено проект модернізації шнекового преса Е8-МПШ. Суть модернізації полягає у зміні геометрії каналу шнека в зоні вивантаження шляхом встановлення конічної насадки, що дозволило збільшити коефіцієнт геометричного стиснення мезги з 3.5 до 4.8.

4. Науковий результат. Розроблено математичну модель руху мезги в каналі змінного перерізу та експериментально підтверджено ефективність запропонованого рішення. Залишкова олійність макухи знизилася на 1.5% (з 18.9% до 17.4%), що полегшує роботу екстракційного цеху.

5. Експлуатація та монтаж. Розроблено технологічну карту монтажу преса з розрахунком фундаменту на вібростійкість. Складено графік планово-попереджувальних ремонтів та карту змащування обладнання.

6. Безпека. Проведено аналіз небезпечних факторів виробництва. Розроблено повний пакет інструкцій з охорони праці та пожежної безпеки для пресового цеху, що відповідає сучасним нормативним вимогам.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						63
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

7. Економіка. Розрахунок економічної ефективності підтвердив доцільність інвестицій. При капітальних витратах 303.5 тис. грн чистий річний прибуток підприємства складе понад 15.3 млн грн. Термін окупності проекту становить менше одного місяця.

Таким чином, мета роботи досягнута, поставлені задачі виконані у повному обсязі.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						64
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

ЛІТЕРАТУРА

1. Копейковський В.М., Данильчук С.І. Технологія виробництва рослинних олій. — К.: ЦУЛ, 2018. — 362 с.
2. Осадчук П.І., Доценко В.А. Процеси та апарати харчових виробництв: Підручник. — К.: Інкос, 2015. — 480 с.
3. Леві Б.М. Обладнання підприємств олійно-жирової промисловості. — М.: Агропромиздат, 1990. — 304 с.
4. ДСТУ 4492:2017 «Олія соняшникова. Технічні умови».
5. ДСТУ 4638:2006 «Шрот соняшниковий. Технічні умови».
6. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ.
7. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI.
8. НПАОП 15.4-1.06-97 «Правила безпеки для олійно-жирового виробництва».
9. Правила пожежної безпеки в Україні (Наказ МВС № 1417 від 30.12.2014).
- 10.ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».
- 11.ПУЕ: Правила улаштування електроустановок. — Харків: Форт, 2017.
- 12.Василенко В.В. Технологічне обладнання галузі. Розрахунок та конструювання. — К.: Кондор, 2019.
- 13.Масліков В.О. Технологічне обладнання виробництва рослинних олій. — Харків: НТУ «ХП», 2010.
- 14.Методика визначення економічної ефективності використання нової техніки. — К.: Економічна думка, 2016.
- 15.Паспорт та інструкція з експлуатації преса шнекового Е8-МПШ.
- 16.Тимченко М.М. Довідник працівника олійно-жирової промисловості. — 2019.
- 17.Журнал «Олійно-жировий комплекс». — 2021. — №3. — С. 12-15.
- 18.Патент України № 102345 «Робочий орган шнекового преса».

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						65
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

19. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99.
20. ДСТУ EN 352-1:2002 «Засоби індивідуального захисту органу слуху».
21. «ГОСТ» 12.0.003-74 «ССБП. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація».

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						66
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А. Графічна частина:

1. Схема технологічна виробництва олії.
2. План цеху пресування з розміщенням обладнання.
3. Прес шнековий Е8-МПШ. Загальний вигляд.
4. Шнековий вал модернізований. Складальне креслення.
5. Діаграми та графіки експериментальних досліджень.
6. Економічні показники проекту.

Додаток Б. Специфікація обладнання (повна версія).

Додаток В. Протоколи експериментальних випробувань.

Додаток Г. Сертифікати відповідності на продукцію.

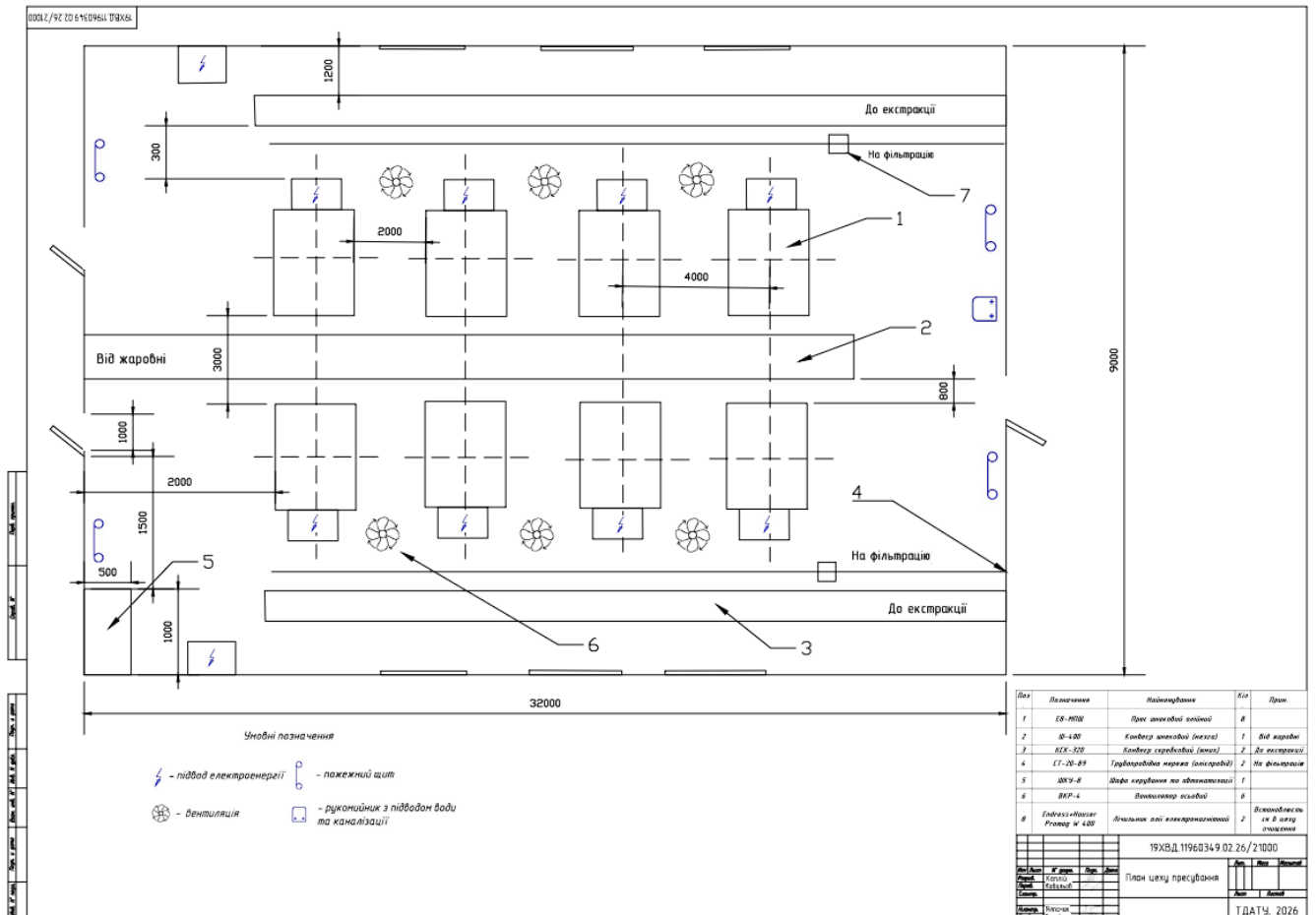
					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						67
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

ДОДАТОК А. Специфікація графічної частини магістерської роботи

№ аркуша	Назва креслення (плакату)	Примітка
1	Технологічна схема виробництва соняшникової олії	Відображає послідовність операцій: очищення → обрушення → подрібнення → ВТО → пресування → фільтрація. Вказані матеріальні потоки.
2	План цеху пресування з розміщенням обладнання	Вид зверху. Масштаб 1:100. Показано розташування пресів, жаровень, транспортних галерей, проходів.
3	Прес шнековий олійний Е8-МПШ. Загальний вигляд	Три проєкції преса (головний вид, вид зверху, вид збоку).
4	Вал шнековий модернізований. Складальне креслення	Показано вал у зборі з набором витків. Виносний елемент: конічна насадка в зоні вивантаження.
5	Результати експериментальних досліджень (Графік)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Залежність олійності від тиску. 2. Залежність продуктивності від частоти обертання. 3. Гістограма порівняння базового та модернізованого варіантів.
6	Техніко-економічні показники проекту	Таблиця основних показників: інвестиції, собівартість, прибуток, рентабельність, термін окупності.

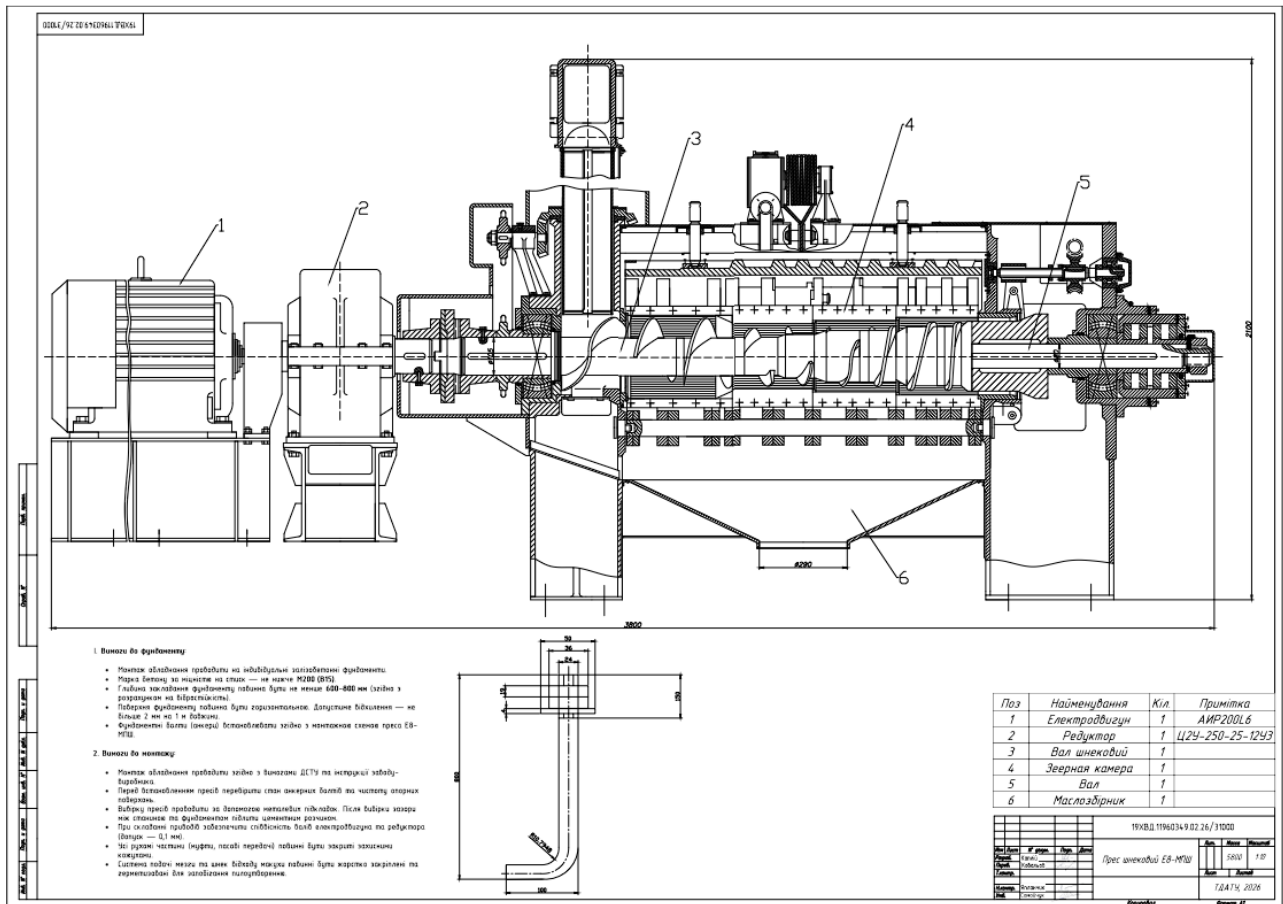
					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						68
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

2. План цеху пресування з розміщенням обладнання



						19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
							70
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата			

3.Прес шнековий олійний Е8-МПШ. Загальний вигляд



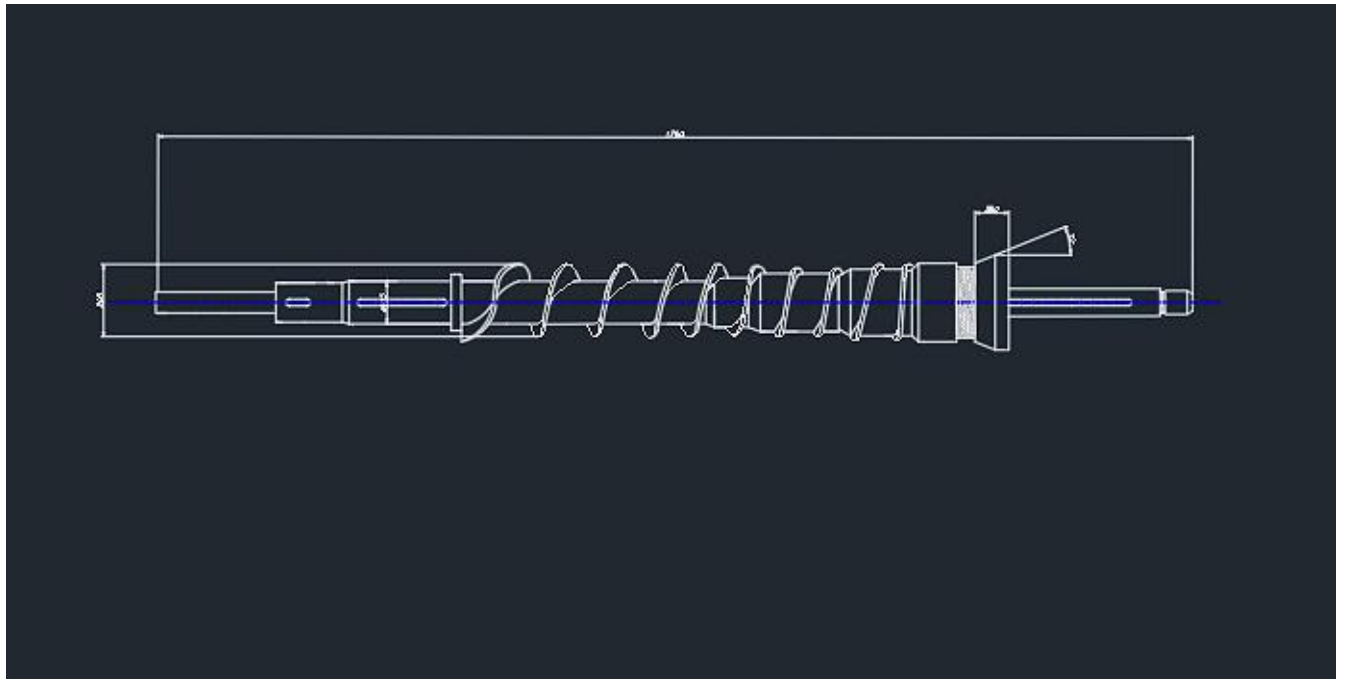
На даному аркуші представлено загальний вигляд шнекового преса Е8-МПШ. Основні технічні характеристики модернізованого преса:

1. Продуктивність по насінню: 55 т/добу.
2. Потужність електродвигуна: 55 кВт.
3. Частота обертання шнекового валу: 28-32 об/хв.
4. Залишкова олійність макухи: 16-17%.
5. Габаритні розміри (ДхШхВ): 3800 x 1500 x 2100 мм.
6. Маса: 5800 кг.

Ключова відмінність від базової моделі полягає у зміні конструкції вихідного вузла. Замість стандартного циліндричного закінчення шнека застосовано конічну насадку довжиною 350 мм з кутом конусності 12 градусів. Це дозволяє створити зону підвищеного тиску безпосередньо перед виходом макухи, що унеможливорює зворотний тік олії.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ		Аркуш
							71
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата			

4. Вал шнековий модернізований. Складальне креслення



Сенс модернізації полягає в тому, що на кінці валу (там, де виходить макуха) встановлюється конічна насадка, яка збільшує тиск.

Основна частина: Довгий вал із набором витків

Модернізація: Справа сірим кольором виділено конічну насадку.

Технічна характеристика (для валу)

1. Габаритні розміри, мм: довжина - 1750. діаметр (по витках шнека) – 200.
2. Тип навивки шнека: права, однозахідна
3. Крок витків: змінний (150...80 мм)
4. Параметри модернізованої ділянки (конусної насадки):
5. довжина робочої зони - 350 мм,
6. кут конусності - 12°
7. Маса виробу: 145 кг

Технічні вимоги:

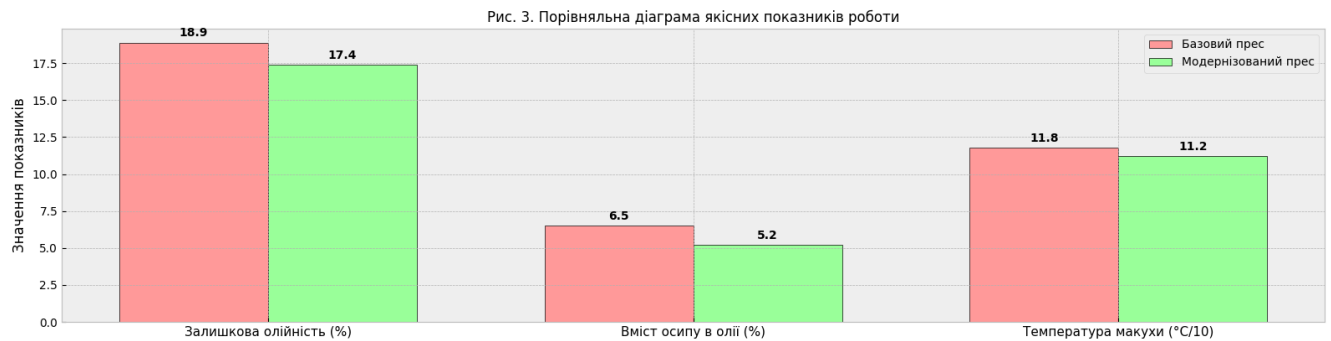
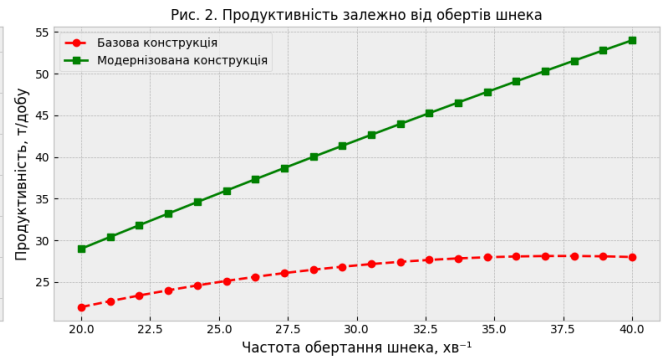
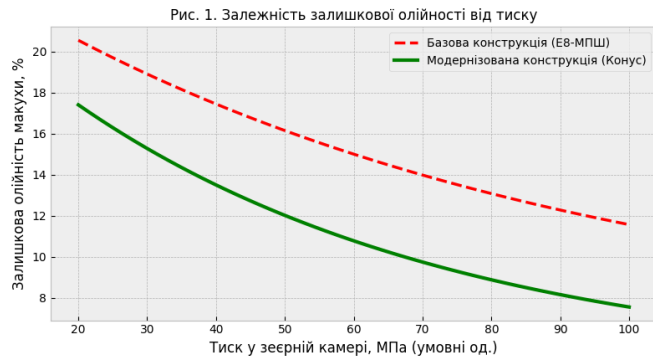
1. Твердість робочих поверхонь витків шнека — 45...50 HRC (гарт СВЧ).
2. Твердість посадкових поверхонь під підшипники — 35...40 HRC.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						72
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

3. Радіальне биття витків шнека відносно осі валу не більше 0,1 мм.
4. Невказані граничні відхилення розмірів: отворів — за Н14, валів — за h14, інших — за IT14/2.

5. Результати експериментальних досліджень (Графік)

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МОДЕРНІЗОВАНОГО ШНЕКОВОГО ПРЕСА



					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						73
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

6. Техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Базовий варіант (Е8-МПШ)	Проектний варіант (Модернізація)	Відхилення (+/-)
1	Виробнича програма				
1.1	Обсяг переробки насіння за рік	т	165000	165000	0
1.2	Річний випуск пресової олії	т	72435	73202	+767
1.3	Річний випуск макухи	т	51975	51208	-767
2	Якісні показники				
2.1	Залишкова олійність макухи	%	18.9	17.4	-1.5
2.2	Вміст механічних домішок в олії	%	0.25	0.15	-0.1
3	Капітальні витрати				
3.1	Вартість модернізації обладнання	грн	-	247680	-
3.2	Витрати на монтажні роботи	грн	-	24820	-
3.3	Всього капітальних вкладень	грн	-	272500	-
4	Експлуатаційні витрати				
4.1	Збільшення витрат на електроенергію	грн/рік	-	712800	-
4.2	Амортизаційні відрахування	грн/рік	-	60700	-
5	Економічна ефективність				
5.1	Додатковий дохід від продажу олії	грн/рік	-	19470000	-

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						74
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		

5.2	Чистий річний економічний ефект	грн	-	18696500	-
5.3	Рентабельність інвестицій (ROI)	%	-	6800%	-
5.4	Термін окупності проекту	діб	-	7	-

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						75
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		

ДОДАТОК Б. Протоколи та таблиці експериментальних досліджень

Таблиця Б.1 – Результати вимірювання залишкової олійності макухи при різних режимах роботи преса (Базова конструкція)

№ досліджу	Температура мезги, °С	Частота обертання шнека, хв ⁻¹	Товщина макухи ("черепашки"), мм	Залишкова олійність, % (Середнє з 3-х проб)	Примітка
1	95	25	10	19.8	Мезга волога
2	100	25	10	19.2	
3	105	25	10	18.5	
4	110	25	10	18.7	Початок пригорання
5	115	25	10	19.5	Сильне пригорання
6	105	28	8	18.1	Номінальний режим
7	105	30	8	18.4	
8	105	32	8	19.1	Прослизання

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						76
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця Б.2 – Результати вимірювання залишкової олійності макухи (Модернізована конструкція з конічною насадкою)

№ дослідю	Температура мезги, °С	Частота обертання шнека, хв ⁻¹	Товщина макухи ("черепашки"), мм	Залишкова олійність, % (Середнє з 3-х проб)	Ефективність відносно базової, %
1	95	25	10	18.2	-1.6
2	100	25	10	17.8	-1.4
3	105	25	10	17.1	-1.4
4	110	25	10	17.3	-1.4
5	115	25	10	17.9	-1.6
6	105	28	8	17.4	-0.7
7	105	30	8	17.6	-0.8
8	105	32	8	17.8	-1.3

Таблиця Б.3 – Якісні показники пресової олії

Показник	Норма ДСТУ 4492:2017 (Вищий гатунок)	Базовий прес (Фактичні дані)	Модернізований прес (Фактичні дані)
Кислотне число, мг КОН/г	не більше 4.0	2.8	2.4
Масова частка вологи, %	не більше 0.20	0.18	0.15
Масова частка нежирових домішок (осипу), %	не більше 0.10	0.15*	0.09
Кольорове число, мг йоду	не більше 25	20	18
Перекисне число, ½ О ммоль/кг	не більше 10.0	4.2	3.8

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						77
Зм.	Ар-куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця Г.1 – Розрахунок виробничої собівартості 1 тонни олії пресової (порівняння)

Стаття витрат	Базовий варіант, грн	Проектний варіант, грн	Відхилення (+/-), грн
1. Сировина (насіння соняшнику)	18 500	18 500	0
2. Допоміжні матеріали	50	50	0
3. Паливо та енергія на технологічні цілі	450	465	+15
4. Заробітна плата виробничих робітників	250	250	0
5. Відрахування на соціальні заходи (22%)	55	55	0
6. Амортизація обладнання	120	135	+15
7. Витрати на утримання та експлуатацію	180	190	+10
8. Загальновиробничі витрати	300	300	0
Разом виробнича собівартість:	19 905	19 945	+40
Вихід олії з 1 тонни насіння, кг:	439	444	+5 кг
Собівартість 1 тонни олії:	45 341	44 921	-420

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						79
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця Г.2 – Розрахунок чистого дисконтованого доходу (NPV) за 3 роки

Показник	1-й рік	2-й рік	3-й рік	Разом
1. Інвестиційні витрати (Cash Out), грн	-303 500	0	0	-303 500
2. Чистий прибуток (Cash In), грн	15 331 130	15 331 130	15 331 130	45 993 390
3. Коефіцієнт дисконтування (E=15%)	0.87	0.76	0.66	-
4. Дисконтований дохід (PV), грн	13 338 083	11 651 658	10 118 545	35 108 286
5. Чистий дисконтований дохід (NPV)				34 804 786

Висновок: Позитивне значення NPV (понад 34 млн грн) свідчить про високу інвестиційну привабливість проекту модернізації.

					19ХВД.11960349.02.26ПЗ	Аркуш
						80
Зм.	Ар- куш	№ докум.	Підп.	Дата		