

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

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						5
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

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

ЗДОБУВАЧ Фалін Артем Романович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення конструкції олійного пресу в умовах
Криворізького району Дніпропетровської області

керівник роботи к.т.н., доцент Ломейко Олександр Петрович
(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 – Технологічна карта виробництва хлібобулочних виробів

Лист 3 – Креслення загального виду машини (вузла) після вдосконалення

Лист 4 – Складальне креслення машини (вузла) після вдосконалення

Лист 5 – Креслення деталей

Лист 6* – Охорона праці

або Лист 6* – Економічне обґрунтування проекту

Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата

19ХВД.9683880.06.25.ПЗ

Аркуш

5

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	
Розділ 2. Вдосконалення конструкції машини	травень	
Розділ 3. Розрахунок вдосконаленої машини	травень	
Розділ 4. Охорона праці	червень	
Розділ 5. Економічне обґрунтування проекту	червень	
Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	червень	
Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи	червень	

Здобувач


(підпис)

Фалін А.Р.

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

Ломейко О.П.

(ініціали та прізвище)

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		6

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 57 сторінок друкованого тексту, поділена на п'ять розділів, що включають 5 таблиць та одну схему. У процесі виконання дипломного проєкту було опрацьовано 22 літературних джерела, перелік яких наведено у списку літератури.

У межах дослідження було вдосконалено технологічний процес віджимання олії шляхом конструктивної модернізації пресового обладнання. Запропоновані зміни спрямовані на зниження споживання енергії та підвищення якості готової соняшникової олії.

У проєкті виконано аналіз господарської діяльності ФОП «Лещенко» розташованого в місті Апостолово Криворізького району Дніпропетровської області. Встановлені основні види діяльності підприємства, а також проаналізовано його техніко-економічні показники. З урахуванням, що одним з видів діяльності є переробка соняшника на олію, на основі вивчення технології виробництва соняшникової олії було виконано розрахунок потреб у основній та допоміжній сировині.

Для вдосконалення підприємства було розроблено комплекс заходів з охорони праці та захисту довкілля у процесі виробництва. Крім того, проаналізовано потенційні загрози виникнення травмонебезпечних ситуацій під час експлуатації шнекового преса.

Проведене в роботі економічне обґрунтування запропонованих змін підтвердило доцільність технічної модернізації з огляду на зниження витрат та підвищення ефективності виробництва.

Ключові слова: СОНЯШНИК, ОЛІЯ, ШНЕКОВИЙ ПРЕС, ЗЕСРНИЙ БАРАБАН, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ЖМИХ, ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА, ТЕРМІН ОКУПНОСТІ, ВИТРАТИ.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						5
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ЗМІСТ

	стор.
Вступ	8
1. Характеристика та аналіз господарського розвитку підприємства	9
1.1 Коротка характеристика аналізованої зони розташування переробного підприємства	9
1.2 Аналіз виробничої діяльності переробного підприємства	10
1.3 Аналіз існуючих технологій та технологічних процесів виробленої на підприємстві продукції, визначення необхідного складу та об'єму сировини	11
1.4 Стислий огляд існуючих засобів механізації виробництва продукції та їх стисла характеристика	17
2 Розробка проектного завдання	18
3 Вдосконалення процесу механізації виробництва рослинної олії	19
3.1 Аналіз технологічного обладнання, яке використовується при виконанні дослідної операції та його класифікація	19
3.2 Технологічні, санітарно-гігієнічні, технічні та інші вимоги до класу машин, якому належить конструкторська розробка	20
3.3 Аналіз процесу пресування та виявлення проблем під час експлуатації олійних пресів	21
3.4 Огляд авторських свідчень та патентів спрямованих на вдосконалення машин цього напрямку	21
3.5 Опис конструкції і принципу дії машини та обґрунтування напрямку її вдосконалення	23
3.6 Технологічний та конструкторський розрахунки параметрів машини	25
3.7 Кінематичний та енергетичний розрахунок машини	30
3.8 Розрахунок на міцність відповідальних деталей машини	32

3.9 Розробка технології виготовлення деталі	35
Висновки за розділом 3	37
4 Охорона праці та довкілля	39
4.1. Аналіз стану охорони праці на підприємстві	39
4.2 Забезпечення безпеки виробничого процесу	40
4.3 Організація пожежної безпеки виробництва	43
4.4 Екологічна безпека виробництва	44
Висновки за розділом 4	45
5 Економічне обґрунтування проекту	46
5.1 Оцінка рівня технічного удосконалення машини	46
5.2 Економічна ефективність використання удосконаленого обладнання	48
Висновки за розділом 5	53
Висновки за проектом	54
Список літератури	56

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		7

ВСТУП

На сьогодні більшість сільськогосподарської сировини переробляється на великих спеціалізованих підприємствах харчової промисловості, які оснащені високопродуктивним обладнанням, здатним забезпечити якісне виготовлення продукції.

Проте практика доводить, що, попри переваги великомасштабного виробництва, у багатьох випадках доцільніше організовувати переробку та зберігання сировини на підприємствах середнього або малого масштабу, розміщених безпосередньо в межах сировинних зон. Такі цехи та заводи, кількість яких постійно зростає, можуть мати велике значення для економіки за умови впровадження сучасних машин, інноваційних технологій та ефективних систем контролю як за всім технологічним процесом, так і за його окремими операціями.

На сьогодні агропромисловий сектор України проходить активну фазу реформування. Старі форми господарювання змінюються на фермерські господарства, керовані приватними особами. Цей процес є непростим, і на початкових етапах фермерам необхідні типові проекти підприємств або виробничих ділянок для переробки сільгоспсировини.

Для успішного господарювання та стабільного прибутку важливо ефективно використовувати наявні машини й постійно оновлювати технічне оснащення — вдосконалювати діюче обладнання або створювати нове, більш енергоефективне й технологічно досконале.

Завданням даного проекту є удосконалення конструкції олійного преса у ФОП «Лещенко» Криворізького району Дніпропетровської області з метою підвищення його продуктивності та зменшення енерговитрат і виробничих витрат під час виготовлення соняшникової олії.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						8
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

1.ХАРАКТЕРИСТИКА ТА АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Коротка характеристика аналізуємої зони розташування переробного підприємства

Характеристика природно-географічного та економічного розташування підприємства

Підприємство ФОП «Лещенко» розташоване у місті Апостолово Криворізького району Дніпропетровської області, по адресу вул.Рекордна,буд.1.

Місто розташоване у південній частині України., за 119 км на південний захід від м. Дніпро та в 24 км районного центру від Кривий Ріг. Також на відстані 39 км від іншого районного центру Нікополя. Отже розташування підприємства має дуже розвинену транспортну логістику, що сприяє продажу продукції ФОП «Лещенко».

Місцевість є відкритою плоскою рівниною, яку відносять до найтеплішої та найпосушливішої степової зони області. Проте місто знаходиться в межах річки Дніпра, Інгульця та Базавлука, та в 2 км від каналу Дніпро — Кривий Ріг. Це сприяє зрошенню та отриманню стабільних врожаїв сільськогосподарської продукції.

Крім того, в місті Апостола Апостолове є великим залізничним вузлом на перехресті двох залізничних магістралей, що відносяться до Придніпровської залізниці. Тому місце розташування підприємства є дуже зручним для розвитку не тільки великих, але й малих підприємств.

Клімат Криворізького району - помірно-континентальний, характеризується теплими літами та прохолодними зимами. Середньорічна температура повітря +8,5°C. Літня середня температура +22,2°C, а взимку -5,1°C. Опадів випадає 400-450 мм на рік, з максимумом на початку літа, що робить регіон посушливим.

В районі, де розташовано підприємство, домінують степові ландшафти з родючими чорноземами, які є основною групою ґрунтів. Чорноземи звичайні малогумусні є найбільш поширеними і складають близько 80% площі району. По балках і схилах також зустрічаються лучно-чорноземні та лучно-засолені ґрунти.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						9
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

1.2 Аналіз виробничої діяльності переробного підприємства

Підприємство було створено у 2017 році і тоді основним видом діяльності було виробництво електричного освітлювального устаткування та інші види послуг для місцевого населення. Але з розвитком підприємства та підвищенням його рентабельності види діяльності було значно розширені. Зокрема було взято в оренду 820 га землі сільськогосподарського призначення, що дозволило розширити види діяльності і на сьогодні основні напрями роботи ФОП «Лещенко» є:

- рослинництво;
- вирощування зернових та технічних культур;
- виробництво соняшникової олії;
- виробництво продуктів борошномельно-круп'яної промисловості.

Отже підприємство спеціалізується на виробництві зернових (пшениця, ячмінь, кукурудза) та технічних культур (соняшник), які є сировиною для її переробки на борошно, крупи, макаронні вироби та соняшникова олія.

За обсягами продукції переробки основним продуктом на підприємстві є соняшникова олія.

Максимальні обсяги виробництва олії виробляється в осінній період, коли відбувається збір врожаю соняшника. Це пояснюється тим, що в цей період проходить збір врожаю соняшника.

Дані про поставку соняшника, який потрапляє на переробку на переробне підприємство, наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Кількість насіння соняшника, що переробляється на підприємстві ФОП «Лещенко»

Найменування сировини	2022р.	2023р.	2024р.
Насіння соняшника, т	360	456	448

Відповідно до купівельного попиту населення було визначено оптимальний асортимент та обсяги виробляємої продукції.

За станом на 01.01.2024р. підприємство виробляло наступний асортимент і об'єми продукції (таблиця 1.2).

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						10
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 1.2 - Обсяги продукції олійного цеху ФОП «Лещенко»

Найменування продукції	Об'єм виробництва за рік, т		
	2022	2023	2024
Соняшникова олія	60	152	178

Отже, враховуючи, що підприємство вигідно розташоване у зоні розвиненої логістики, наявна власна сировинна база, це дає можливість зменшити витрати на транспортування насіння соняшника та олії, а також зменшити собівартість готової продукції, що підвищує купівельний попит населення.

Розташування підприємства в межах міста Апостолово сприяє оперативній доставці готової продукції в торгівельну мережу. Наявність автомобільних і залізничних шляхів дає можливість доставки готової продукції за межі міста, району та навіть Дніпропетровської області, а це в перспективі дозволить збільшити потужність підприємства та розширити мережу збуту соняшникової олії.

1.3 Аналіз існуючих технологій та технологічних процесів виробляємої на підприємстві продукції, визначення необхідного складу та об'єму сировини

Підготовка насіння до переробки

На початковому етапі насіння очищують від механічних та зернових домішок за допомогою сепараторів різних конструкцій. Далі його висушують до оптимальної вологості, необхідної для нормального проходження технологічного процесу. Для сушіння застосовують пневматичні, барабанні або шахтні сушарки з дотриманням заданих режимів.

Щоб підвищити вихід олії та покращити її якість, оболонку насіння руйнують методом ударного обрушування на машинах бичевого чи відцентрового типу. Після цього отриману рушанку поділяють за допомогою сепараторів і пневмосистем. Обрушене насіння (цілі або подрібнені ядра) додатково подрібнюють на вальцьових станках, щоб полегшити віджимання олії.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						11
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		



Рисунок 1 – Схема технології виробництва соняшникової олії.

Сировина та способи екстракції

Основною сировиною для виробництва рослинної олії є насіння олійних культур. Найбільш економічно вигідним є використання соняшнику, який у сухій речовині містить 39–53% жиру.

Існують два основні методи добування олії: механічний (пресування) і

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		12

хімічний (екстракція). Пресування — найдавніший спосіб, при якому з м'ятки вичавлюють олію під високим тиском.

- **Холодне й гаряче пресування**

При холодному пресуванні олію отримують без теплової обробки м'ятки. Така олія має світлий колір і зберігає природний аромат, але вона мутна і менш стабільна під час зберігання. Через дію ферментів м'ятка швидко псується, тому для підвищення стабільності продукту її обжарюють до 90–97 °С. У результаті покращується текучість олії, білки коагулюють, а домішки легко фільтруються. Водночас продукт темнішає й втрачає натуральний аромат.

Щоб знизити негативний вплив температури, застосовують двоетапне пресування: м'ятку спочатку зволожують і нагрівають до 80–90 °С, пресують при помірному тиску, потім — досушують і віджимають остаточно при вищому тиску. Жмих після такої обробки містить 5–7% жиру.

- **Екстракційний метод**

Цей метод вважається ефективнішим: знежирена м'ятка обробляється розчинниками (гексан, бензин). Попередньо частину олії видаляють на шнекових пресах. Щоб забезпечити кращий контакт із розчинником, сировину пропускають через вальцьовку, формуючи пелюстки товщиною 0,2–0,4 мм.

У шнекових екстракторах діє принцип протитоку пелюсток і підігрітого розчинника (50–55 °С), в результаті чого утворюється місцела — суміш розчинника й олії. Після екстракції шрот містить до 40% розчинника. Його обробляють парою, підсушують, охолоджують і подрібнюють.

Місцелу фільтрують і направляють на дистиляцію, де з неї вилучають олію. Для цього застосовується обробка глухим, а потім гострим паром, після чого олію охолоджують у теплообміннику.

Очищення олії

Олія після пресування або екстракції містить домішки, тому проходить кілька стадій очищення:

- **Механічна очистка** — відстоювання, фільтрація, центрифугування.
- **Гідратація** — обробка гарячою водою або сольовим розчином для видалення білків, слизів і фосфатидів.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		13

– **Нейтралізація** — додавання луку для зв'язування вільних жирних кислот у мило, яке потім змивають водою.

– **Відбілювання** — застосування глини або вугілля для адсорбції барвників і освітлення олії.

– **Дезодорація** — видалення запахів паром у вакуумі при температурі 170–230 °С.

Після всіх етапів отримується рафінована дезодорована олія - високоякісний, прозорий та стабільний у зберіганні продукт.

Таблиця 1.3 - Вихідні дані

Назва показника	Позначення	Значення, %
Маслянистість насіння за наявної фактичної вологості та засміченості	М0	44,73
Вологість насіння з урахуванням фактичного рівня забруднення	В0	7,54
Вміст лузги в насінні при фактичній вологості та забрудненості	Л0	23,65
Вміст лузги у насінні після очищення	Л1	23,95
Частка ядра у складі очищеного насіння	Я1	77,05
Вологість ядра в насінні	В3	5,97
Втрати ядра з лузгою	Я2	0,42
Частка лузги в ядрі	Л2	12,18
Вологість відокремленої лузги	В2	10,34
Вміст олії в луззі, що відходить	М1	3,02
Вміст домішок (бруду) у луззі	С3	0,73
Маслянистість пресового жмиху	М2	22,07
Вологість пресового жмиху	В4	6,86
Маслянистість шроту після екстракції	М3	1,6
Вологість шроту	В5	9,3
Вміст мінеральних неорганічних домішок	С2	0

Вихід лузги, без урахування втрат води у виробництві

$$L_4 = \frac{100 \cdot (L_0 - L_2) + L_2 \cdot C_2}{100 - (L_2 + Y_2 + C_3)} \quad , \quad (1.1)$$

$$L_4 = \frac{100 \cdot (23,65 - 12,18) + 12,18 \cdot 0}{100 - (12,18 + 0,42 + 0,73)} = 13,23\% .$$

Вологість лузги у насінні

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		14

$$B_6 = \frac{100 \cdot B_0 - Я_1 \cdot B_3}{Л_1} , \quad (1.2)$$

$$B_6 = \frac{100 \cdot 7,54 - 77,05 \cdot 5,97}{23,92} = 12,29\%.$$

Вихід лузги

$$Л_5 = \frac{Л_4(100 - B_6)}{100 - B_2} , \quad (1.3)$$

$$Л_5 = \frac{13,23 \cdot (100 - 12,29)}{100 - 10,34} = 12,94\%.$$

Вихід жмиху

$$\begin{aligned} Ж_1 = & \frac{10000 - 100 \cdot (M_0 + B_0 + Л_5 + C_2)}{100 - (M_2 + B_4)} + \\ & + \frac{Л_5 \cdot (M_1 + B_2) + C_2 \cdot B_1}{100 - (M_2 + B_4)} , \end{aligned} \quad (1.4)$$

$$\begin{aligned} Ж_2 = & \frac{10000 - 100 \cdot (44,73 + 7,54 + 12,94 + 0)}{100 - (22,07 + 6,86)} + \\ & + \frac{12,94 \cdot (3,02 + 10,34)}{100 - (22,07 + 6,86)} = 51,38\% . \end{aligned}$$

Вихід шроту

$$\begin{aligned} Ш_1 = & \frac{10000 - 100 \cdot (M_0 + B_0 + Л_5 + C_2)}{100 - (M_3 + B_5)} + \\ & + \frac{Л_5 \cdot (M_1 + B_2) + C_2 \cdot B_2}{100 - (M_3 + B_5)} , \end{aligned} \quad (1.5)$$

$$\begin{aligned} Ш_1 = & \frac{10000 - 100 \cdot (44,73 + 7,54 + 12,94 + 0)}{100 - (1,6 + 9,3)} + \\ & + \frac{12,94 \cdot (3,02 + 10,34) + 0 \cdot 7,54}{100 - (1,6 + 9,3)} = 41\% . \end{aligned}$$

Залишки олії у жмиху

$$M_6 = \frac{Ж_1 \cdot M_2}{100} , \quad (1.6)$$

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		15

$$M_6 = \frac{51,38 \cdot 22,07}{100} = 11,34\%.$$

Втрати олії

1) у шроті

$$\Pi_1 = \frac{\Pi_1 \cdot M_3}{100}, \quad (1.7)$$

$$\Pi_1 = \frac{41 \cdot 1,6}{100} = 0,66\%.$$

2) у луззі

$$\Pi_2 = \frac{\Pi_5 \cdot M_1}{100}, \quad (1.8)$$

$$\Pi_2 = \frac{12,94 \cdot 3,02}{100} = 0,39\%.$$

Загальний вихід олії

$$P_1 = M_0 - (\Pi_1 + \Pi_2), \quad (1.9)$$

$$P_1 = 44,75 - (0,66 + 0,39) = 43,68\%.$$

Вихід пресової олії

$$P_2 = M_0 - (M_6 + \Pi_2), \quad (1.10)$$

$$P_2 = 44,73 - (11,34 + 0,39) = 33\%.$$

Втрати вологи

$$M_5 = B_0 - \frac{\Pi_1 \cdot B_5 + \Pi_5 \cdot B_2 + C_2 \cdot B_1}{100}, \quad (1.11)$$

$$M_5 = 7,54 - \frac{41 \cdot 9,3 + 12,94 \cdot 10,34 + 0,7 \cdot 54}{100} = 2,39\%.$$

Визначаємо потребу сировини

$$G_b = \frac{G_3 \cdot 100}{P_2}, \quad (1.12)$$

де G_3 – обсяг випуску олії за зміну, $G_3=500\text{кг}$;

$$G_b = \frac{500 \cdot 100}{33\%} = 1515\text{кг}.$$

Враховуючи, що фактичний час роботи машини 5 год, продуктивність олійного преса по насінню соняшника становить:

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		16

$$Q = 1515/5 = 300 \text{ кг/год.}$$

1.4 Стислий огляд існуючих засобів механізації виробництва продукції та їх стисла характеристика

Пресування в шнекових пресах

Механічне добування олії методом пресування залишається поширеним як на маслозаводах, так і в екстракційних виробництвах. Використовують безперервні шнекові преси двох типів: **форпреси** (для початкового віджиму) і **експелери** (для кінцевого віджиму). Їхня основна відмінність полягає у конструкції шнекового вала: у форпресів — більший спад кроку витків і зростання діаметра до виходу.

Принцип дії загальний: матеріал просувається шнековим валом у зеєрному барабані, де стискається, втрачає олію через щілини між планками, і перетворюється на жмих. На виході встановлено регулювальний пристрій, що контролює протитиск і ступінь віджиму.

Конструкція шнекового преса

Незалежно від марки, всі преси мають подібні ключові вузли:

- **Станина** — основа обладнання, зазвичай виготовляється з чавуну (інколи — зварна зі сталі).
- **Зеєрний барабан** — багатоступеневий, зібраний з металевих скоб і планок, формує робочий простір.
- **Шнековий вал** — головний елемент, що забезпечує транспортування і стиск матеріалу.

Зазори між зеєрними планками регулюють відповідно до типу сировини та режиму пресування. Робочий процес супроводжується наростанням тиску, що забезпечує ефективне вилучення олії.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		17

2 РОЗРОБКА ПРОЕКТНОГО ЗАВДАННЯ

У попередньому розділі було подано загальну характеристику та здійснено аналіз господарського розвитку підприємства ФОП «Лещенко», одним з напрямів діяльності якого є виробництво рослинної соняшникової олії. В першому розділі було розглянуто місце розташування підприємства, площу його земельних ділянок, віддаленість від населених пунктів, логістичні шляхи а також обсяг і характеристику продукції, що випускається.

Проаналізовано діючу на підприємстві технологію та особливості технологічного процесу при виробництві рослинної олії. У ході огляду наявних засобів механізації виробництва охарактеризовано основне обладнання, що входить до складу олійної лінії. Особливу увагу було приділено конструкції пресів, оскільки саме від їх типу та технічних особливостей залежить якість олії.

Результати аналізу технологічного процесу засвідчили, що виробництво на підприємстві здійснюється відповідно до встановленої технологічної схеми. У процесі технологічного розрахунку визначено потребу насінні соняшника, яка використовується як вихідна інформація для проєктування параметрів удосконаленого олійного пресу.

Отже, продуктивність олійного пресу становить 300 кг/год, а її тривалість роботи за одну зміну — 5 год.

Таким чином в першому розділі була визначена тема дипломного проєкту: «Вдосконалення конструкції олійного пресу в умовах Криворізького району Дніпропетровської області»

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		18

3 ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННОЇ ОЛІЇ

3.1 Аналіз технологічного обладнання, яке використовується при виконанні дослідної операції та його класифікація

Основні вузли шнекового преса

Незалежно від конструктивного типу, кожен шнековий прес має низку основних вузлів.

Станина виконує функцію опорної бази для монтажу всіх складових елементів. Вона може бути виконана у вигляді двох стійок (чавунних або сталевих), з'єднаних стяжними болтами, або як цільнолита прямокутна конструкція.

Найбільш поширеними є станини з литого чавуну, оскільки вони поєднують високу міцність, твердість та помірну вартість.

Корпус преса — це труба з нержавіючої сталі з отвором для подачі сировини. Під завантажувальним отвором розташована проточка, що забезпечує рівномірне заповнення шнека. Один із торців має нарізне з'єднання для встановлення голівки.

Гільза також виготовлена у формі труби з нержавіючої сталі. На її торцях нарізано різьбу, а на циліндричній поверхні виконано щілини для витоку олії (0,5–1,0 мм). Внутрішня поверхня гільзи має пази для покращеного переміщення сировини до пресувальної камери.

Шнековий вал є основним робочим елементом преса. Його крок, нахил витків і обсяг між ними забезпечують необхідну продуктивність. Вал виготовляється зі сталі підвищеної міцності. Тиск у шнекових пресах формується за рахунок зворотного опору, який створює регульовальний пристрій — він визначає ступінь пресування.

Однією з основних проблем таких пресів є **заклинювання**, спричинене змінами фізико-механічних властивостей насіння. Якщо вихідний отвір недостатньо широкий, частина макухи повертається, створюючи надлишковий тиск. Це ускладнює рух олії та може спричинити зупинку машини. Щоб уникнути цього, доцільно впровадити плавне регулювання площі вихідного отвору, що

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		19

дозволить підтримувати стабільний процес віджиму.

Ще одна проблема — **складність очищення машини після експлуатації**. У трубчастій конструкції корпусу шнек важко демонтувати. Для зручного очищення доцільно передбачити розбірні конструкції у зонах контакту продукту з деталями. Також важливо уникати втрати герметичності у підшипникових вузлах.

3.2 Технологічні, санітарно-гігієнічні, технічні та інші вимоги до класу машин, якому належить конструкторська розробка

Вимоги до санітарного стану

Дотримання санітарно-гігієнічних норм є обов'язковим для збереження якості та безпеки готової продукції. Устаткування (преси, жаровні тощо) слід своєчасно очищати залишків матеріалу, промивати гарячою водою та 5–8% розчином соди або іншим дозволеним дезінфікуючим засобом. Результат миття перевіряється візуально або, за потреби, через бактеріологічний контроль у санітарно-епідеміологічній службі.

Фізико-технічні властивості насіння

Технологічні параметри машин залежать безпосередньо від фізико-механічних властивостей насіння:

- **Розміри та форма насіння:** варіюються від еліпсоїдних до видовжених, з різним ступенем загостреності кінців. Розміри використовуються в розрахунках із застосуванням варіаційної статистики.
- **Вологість:** суттєво впливає як на зберігання, так і на ефективність пресування.
- **Коефіцієнт тертя:** змінюється залежно від вологості та характеру тертя (сталь – 0,25...1,0; дерево – 0,3...1,43).
- **Густина та об'ємна маса:** впливають на продуктивність преса, оскільки визначають масу сировини, що надходить на годину.
- **Аеродинамічні властивості:** важливі для процесів очищення насіння у повітряних потоках.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		20

3.3 Аналіз процесу пресування та виявлення проблем під час експлуатації олійних пресів

Огляд конструкцій олійних пресів

Прес МП-63

Призначений для попереднього віджиму. Має чавунну станину з отворами, що закриті щитами. Зеєрний барабан складається з кількох ступенів діаметрами 250–240 мм. Шнековий вал створює ступінь стиску 18,3. Особливістю є механізм регулювання конуса, що дозволяє змінювати розмір вихідної щілини без зупинки преса.

Недолік: зовнішній редуктор збільшує габарити та металоємність.

Прес ЕП

Класифікується як експелер. Має невелику добову продуктивність (17–20 т/добу). Станина зварна. Зеєр чотириступінчастий. Шнековий вал зібраний із 7 витків і 8 кілець, забезпечує ступінь стиску 3,25. Унікальною особливістю є свердлений вал для подачі пари або води, що прискорює прогрівання.

Недоліки: деформація стійки, відсутність захисту вала, відрив муфт через відсутність другого опорного підшипника.

Прес МП-21

Комплексний агрегат, що об'єднує жаровню, прес, насосну систему та фільтрувальний бачок. Містить вертикальний (форпрес) і горизонтальний (експелер) шнеки. Обидва зеєрні барабани одноступінчасті, секційні.

Перевага: Олія охолоджується системою, яка знижує її температуру на 40 °С, що дозволяє зберегти якість продукту при інтенсивному віджимі.

3.4 Огляд авторських свідчень та патентів спрямованих на вдосконалення машин цього напрямку

При огляді авторських посвідчень і патентів були проаналізовані наступні напрямки удосконалення конструкції шнекового преса:

В30В11/12 Шнековий прес

Одним із напрямів підвищення ефективності шнекових пресів є оптимізація конструкції корпусу. Пропонується рішення, в якому кожух складається з трьох

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						21
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

частин, де середня частина має гвинтові нарізки на внутрішній поверхні та може обертатися в напрямку, протилежному обертанню гвинтової лопаті. Це дає змогу підвищити продуктивність машини та зменшити її габаритні розміри, завдяки додатковому перемішуванню та транспортуванню сировини в зоні пресування.

В30В9/18. Горизонтальний шнековий прес

Дане конструктивне вдосконалення стосується підпiрного клапана. Для забезпечення стабільного рівня пресування і зменшення коливань у зусиллі стиску, застосовується штанговий механізм з підпiрним клапаном, жорстко закріпленим на штанзі, яка проходить через трубчастий вал шнека. Кінцева частина штанги зв'язується з приводом, що забезпечує можливість точного регулювання положення клапана в подовжньому напрямку — це дозволяє автоматично регулювати ступінь стиску, покращуючи якість віджиму.

В30В9/12 Спосіб автоматичного керування процесом пресування в шнековому пресі і пристрій для його здійснення

Спосіб автоматичного керування процесом пресування в шнековому пресі, полягає в регулюванні величини подачі вихідного матеріалу в залежності від відхилення контрольованого значення струму навантаження приводного двигуна від заданого значення (обумовленого з урахуванням величини подачі вихідного матеріалу і його олійності), а так само регулюванні зусилля притиску на виході преса в залежності від контрольованого значення кількості пресової олії від заданого значення, обумовленого з обліком величини подачі вихідного матеріалу і його олійності, відрізняється тим, що, з метою підвищення продуктивності і якості процесу пресування шляхом оптимізації режиму регулювання, визначають температуру і вологість вихідного матеріалу робочих параметрів, задане значення струму навантаження приводного двигуна визначають у залежності від відношення сигналів температури вихідного матеріалу і його вологості, задану кількість пресової олії коректують назад пропорційно змінам температури пресової олії і змісту в ньому твердих часток.

Пристрій автоматичного керування процесом пресування в шнековому пресі, що містить послідовно з'єднані датчик струму приводного двигуна, перший блок порівняння і регулятор подачі вихідного матеріалу, послідовно з'єднані

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						22
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

датчики кількості пресової олії, друга блок порівняння і виконавчий механізм зусилля притиску, а так само датчики витрати і олійності вихідного матеріалу, зв'язані своїми виходами з виходами обчислювача кількості олії, що відрізняється тим, що воно постачено датчиками температури і вологості вихідного матеріалу, блоком розподілу й обчислювачем заданого значення струму, а також датчиками температури і змісту твердих часток олії і блоком корекції, виходи якого з'єднані: перший – з виходом обчислювача кількості олії, а вихід блоку корекції з'єднаний з іншим виходом другого блоку порівняння, причому входи датчиків температури і вологості вихідного матеріалу підключені до виходів блоку розподілу, вихід якого з'єднаний через обчислювач заданого значення струму з іншим виходом першого блоку порівняння.

3.5 Опис конструкції і принципу дії машини та обґрунтування напрямку її вдосконалення

Прес ФПУ-0,75 забезпечує високі якісні та кількісні показники роботи. Хоча основне його призначення — виконання функцій форпресу, тобто попереднього віджиму, конструкція дозволяє також використовувати його як **експелер** — для кінцевого добування олії.

З точки зору якості, ефективність роботи преса визначається рівнем вилучення олії. У стандартних умовах експлуатації показник знімання становить 70–75% від загального вмісту олії у меззі, що надходить. При зниженні частоти обертання шнекового валу цей показник може досягати 85%, що істотно покращує кінцевий результат.

Станина складається з двох чавунних опор — передньої та задньої, з'єднаних між собою чотирма круглими стяжками діаметром 45 мм. На задній стійці, на спеціальному кронштейні, змонтовано опорний підшипник шнекового вала.

У зоні виходу макухи встановлено конусний регулятор тиску, який забезпечує можливість регулювання ступеня пресування.

Редуктор з'єднаний із шнековим валом через муфту, яка виконує одночасно функцію запобіжного елемента — при перевантаженні шнека з'єднувальні пальці

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						23
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

зрізаються, тим самим запобігаючи пошкодженню основних вузлів.

Зеєрний барабан не має принципових конструктивних відмінностей від аналогічних систем і складається з чотирьох послідовно розташованих ступенів у горизонтальній площині.

Зазори між зеєрними пластинами формуються за допомогою спеціальних бокових виступів (приливів) на самих пластинах. Ці зазори поступово зменшуються в напрямку до виходу мезги, що сприяє наростанню тиску й більш повному віджиманню олії.

В таблиці 3.1 приведені рекомендовані величини зазорів (в мм) за ступенями зеєрного барабана.

Таблиця 3.1 - Рекомендовані величини зазорів між зеєрними пластинами

Культура	Ступінь барабана			
	1	2	3	4
Соняшник	1,5 – 1,75	0,75	0,45	0,45

Шнековий вал у даній конструкції є складеним і зазвичай складається з восьми окремих витків та десяти установочних кілець, що монтуються на загальний вал. Геометричні параметри — внутрішній діаметр зеєра, діаметр шнека та його довжина — підібрані таким чином, що вільний об'єм між витками поступово зменшується по всій довжині: спочатку різко, а ближче до кінця — більш плавно.

Загальна теоретична ступінь стиснення, яку забезпечує шнековий вал, становить - 13. На вихідному кінці валу встановлено конусний регулятор, за допомогою якого змінюється розмір вихідної щілини для макухи. Один кінець вала з'єднаний з редуктором через запобіжну муфту, інший опирається на підшипник ковзання, вмонтований у кронштейн задньої стійки станини.

Номінальна частота обертання шнекового валу становить 25 об/хв. Щоб збільшити вихід олії, швидкість знижують до 15–18 об/хв, однак при цьому знижується продуктивність преса — орієнтовно до 30–45 тон насіння на добу.

Осьове навантаження, яке виникає під час роботи валу, сприймається упорним підшипником, встановленим на вихідному валу редуктора.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						24
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Редуктор приводу може бути дво- або триступінчастим, при цьому найбільшого поширення набули двоступінчасті конструкції, зібрані на роликівих підшипниках. Для компенсації осьового зусилля застосовується упорний конічний роликівий підшипник.

На передній стійці станини встановлений електродвигун потужністю 9 кВт (при $n = 1500$ об/хв).

Необхідна потужність приводу змінюється в межах від 8 до 20 кВт і залежить від характеристик сировини, зокрема її вологості, а також від умов експлуатації, зокрема — ширини вихідної щілини. Для кожного випадку вона визначається за відповідною методикою.

Оцінка конструкції преса ФПУ

Прес ФПУ добре зарекомендував себе у практиці, однак має низку недоліків, що потребують врахування:

- **Ручне регулювання** ширини вихідної щілини можливе лише після повної зупинки машини.
- **Прискорене зношення підшипників** призводить до розцентрування вала та зниження стабільності роботи.
- **Ремінна передача** в приводі шнекового вала є вразливим місцем: при ослабленні ременя знижується частота обертання вала, що може спричинити накопичення мезги та блокування преса.
- **Тривалий час розігріву сировини** при запуску негативно впливає на загальну продуктивність установки.

3.6 Технологічний та конструкторський розрахунки параметрів машини

Для визначення продуктивності олійного преса відомий прохід шнеку, зв'язаний з залежністю об'ємної продуктивності транспортного шнеку, $\text{м}^3/\text{с}$

$$V = \varphi (\pi D^2 / 4) S n / 60, \quad (3.1)$$

де φ - коефіцієнт наповнення,

D, S – діаметр і крок шнеку, м.,

n – число обертів шнеку, об/хв.,

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						25
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Замість S приймаємо L – довжину живильного витка, так як вона менше кроку в шнекових пресах, D змінимо на D_3 , тоді $(\pi D_3^2/4)$

L - об'єм зерної камери по довжині живильного витка,

ψ =об'єм витка / об'єм зерної камери,

Тоді вільний об'єм живильного витка

$$(\pi D_3^2/4) L (1-\psi),$$

для ФП $\psi=0,312$,

для ЕП $\psi=0,55$.

У розрахунках шнекових пресів $\phi=1$, тоді секундна транспортна продуктивність прийме вигляд

$$V=(\pi D_3^2/4)L(1-\psi)n/60 \quad (3.2)$$

Практично важлива масова часова продуктивність, кг/год.

$$Q_m=3600(\pi D_3^2/4)L(1-\psi)\rho_n n/60=47,1D_3^2L(1-\psi)\rho_n n \quad (3.3)$$

Вводимо у вираз залежності продуктивності (кг/год) коефіцієнт вертання K_v , який повинен враховувати явища у шнековому пресі

$$Q=47,1D_3^2L(1-\psi)\rho_n n(1-K_v) \quad (3.4)$$

Коефіцієнт вертання може бути визначений тільки експериментально, і для преса ФП встановлена його залежність від ширини вихідного отвору (δ , мм)

$$K_v=2,15/\delta^{0,58} \quad (3.5)$$

Для переходу до продуктивності по насінню (кг/год) потрібно врахувати вихід мезги B_m (відс.)

$$Q=4710D_3^2L(1-\psi)\rho_n n(1-K_v)/B_m \quad (3.6)$$

Розвиток тиску відбувається із-за присутності кінцевого обмежування у вихідного отвору і задається співвідношенням

$$P=K_c K_d Q^n_{отв}, \quad (3.7)$$

де K_c – індекс консистенції матеріалу,

K_d – фактор геометрії вихідного отвору

Для вихідного отвору у вигляді кільця співвідношення між перепадом тиску і витратою має вигляд

$$\Delta P=(KL/R)[(2n+1)/(\pi R^3 n)]^n (R/d)^n Q^n \exp[b/(T+273)]. \quad (3.8)$$

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		26

де L – довжина щілини,

R – зовнішній радіус щілини,

n – показник степені члену.

Вміст олії в пресуємому матеріалі в будь-якій точці вздовж валу може бути визначено як

$$F=1-(1-F_0)(Q_0\rho_{c0}/Q_x\rho_{cx}). \quad (3.9)$$

де F – масляничість пресуємого матеріалу.

В розрахунку для першого пресуючого витка приймається значення Q_0 , а початкове значення тиску у всіх випадках береться із розрахунку ущільнення на прийомному витку

$$P_0=(A_0+Q_0/B_0)X_0. \quad (3.10)$$

Необхідні для розрахунку залежності властивостей:

- густота пресової олії

$$\rho_1=0,91\cdot 10^3. \quad (3.11)$$

- густота жмиху в залежності від маслянистості в межах 7,5 - 30%

$$\rho_c=(1,451-0,703F)\cdot 10^3 \quad (3.12)$$

- в'язкість олії

$$\mu_1=4,6\cdot 10^{-3}\exp[200,9/(T+50)]. \quad (3.13)$$

Питомий опір фільтрації залежить від тиску по співвідношенню

$$\alpha_s=4,3\cdot 10^9+0,8\cdot 10^3P \quad (3.14)$$

Маса твердих частинок на одинцю площі фільтрації дається співвідношенням

$$m_s=\rho_s H_c(1-\varepsilon)=\rho_s(H+0,003)/(1+e) \quad (3.15)$$

Потужність на стиск при швидкості обертання валу n

$$N=0,388\cdot 10^6 b Q n(\varepsilon_2^{6,5}-1)/[60\exp(0,002W)\rho_n] \quad (3.16)$$

Виток вала захоплює визначений обсяг насіння і передає його на наступні витки. Виходячи з цього ясно, що конструктивні параметри витка визначають продуктивність машини.

Продуктивність пресу по насінню Q_M , кг/год., визначається за формулою

$$Q = 47,10D_z^2 \cdot L_{ш} \cdot n \cdot (1-\psi) \cdot \rho \cdot (1-K_6), \quad (3.17)$$

де, D_z – зовнішній діаметр шнеку, м

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						27
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$L_{ш}$ – довжина витку шнеку, м. Приймаємо $L = S$

n – частота обертання шнеку, об/с.

ρ – об’ємна маса насіння, кг/м³.

ψ – коефіцієнт заповнення, 0,287...0,55

K_v – коефіцієнт повернення.

Із формули (3.17) слідує

$$B = D_3 = \sqrt{\frac{Q}{47,1 L_{ш} \cdot n \cdot (1 - \psi) \cdot \rho \cdot (1 - K)}}$$

$$\hat{A} = D_3 = \sqrt{\frac{300}{47,1 \cdot 1,05 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,55) \cdot 450 \cdot (1 - 0,728)}} = 0,13 \text{ м}$$

Довжина шнеку, м, розраховується за формулою

$$L_{ш} = 3 \cdot L_3, \quad (3.18)$$

Де L_3 - довжина зони, м.

S - крок шнеку, м

$$L_3 = 3 \dots 4 S. \quad (3.19)$$

$$L_3 = (3 \dots 4) 0,1 = 0,30 \text{ м}$$

$$L_{ш} = 2 \cdot 0,30 = 0,60 \text{ м}$$

Визначаємо пропускну спроможність машини

$$Q = Q_{ол} + Q_{шр}. \quad (3.20)$$

Де $Q_{ол}$ - пропускна спроможність по олії, кг/год,

$Q_{шр}$ - пропускна спроможність по шроту, кг/год.

$$Q_{ол} = Q \cdot K_{вих}, \quad (3.21)$$

Де $K_{вих}$ - коефіцієнт виходу.

$$Q_{ол} = 300 \cdot 0,38 = 114 \text{ кг/ГОД}$$

$$Q_{шр} = Q - Q_{ол}. \quad (3.22)$$

$$Q_{шр} = 300 - 114 = 186 \text{ кг/ГОД}$$

Тепер знаходимо внутрішній діаметр на початку, м,

$$D_{поч}^B = \sqrt{D_3^2 \cdot \frac{Q}{15 \cdot S \cdot n \cdot K_v \cdot K_n \cdot \rho \cdot \pi^2}}, \quad (3.23)$$

де S – крок шнеку, м

n – частота обертання, об/с.,

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						28
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

K_n – коефіцієнт, що враховує обертання продукту разом зі шнеком, 0,7...0,75

P - об'ємна маса насіння, кг/м³,

K_b – коефіцієнт, що враховує товщину витків та їх профіль, $K=0,7...0,9$

$$D_{kin}^B = \sqrt{0,52^2 \cdot \frac{300}{15 \cdot 0,1 \cdot 0,4 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 440 \cdot 3,14^2}} = 0,20 \text{ м}$$

Далі знаходимо внутрішній діаметр наприкінці, м, по попередній формулі, але змінюємо ρ_n на $\rho_{шп}=1800...2000$ кг/м³

$$D_{ноч}^B = \sqrt{0,52^2 \cdot \frac{300}{15 \cdot 0,1 \cdot 0,4 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 1800 \cdot 3,14^2}} = 0,16 \text{ м.}$$

Знаходимо пропускну спроможність олії

$$Q_{проп ол} = z \cdot \frac{\pi \cdot d^2_{jnd}}{4} \cdot U_{jk} \cdot \rho_{jk} \cdot 3600, \quad (3.24)$$

Де d – діаметр отворів, мм., 0,5...1,5

$U_{ол}$ – швидкість проходження олії, м/с., 0,6...1,0

Z – кількість отворів, шт.

Знаходимо кількість отворів

$$Z = \frac{4 \cdot 114}{3,14 \cdot 0,00075 \cdot 3600 \cdot 0,6 \cdot 980} = 135 \text{ шт.}$$

$$Q_{проп ол} = 135 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,00075^2}{4} \cdot 0,6 \cdot 980 \cdot 3600 = 113 \text{ кг/год}$$

Ширина вікна B_v повинна бути такою, як зовнішній діаметр шнеку $D_3=0,22$ м

Довжина вікна повинна бути не менш, ніж крок шнеку в зоні завантаження, тобто $L_v \geq S = 0,13$ м. Приймаємо $L_v=0,14$ м

Розраховуємо питоме стиснення насіння

$$P = \frac{2,52 \cdot b \cdot \varepsilon^{5,5}}{e^{0,022 \cdot w}}, \quad (3.25)$$

де ε - ступінь стиснення насіння,

w - вологість насіння, %,

e - основа натурального логарифма,

b - емпіричний коефіцієнт, залежний від вологості насіння і температури їх жаріння.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		29

$$P = \frac{2,52 \cdot 0,0006 \cdot 23,3^{5.5}}{e^{0.022 \cdot 0.06}} = 43922 \text{ Н.}$$

Рівняння для практичної ступіні стиску по насінню у пресі

$$\varepsilon_{np}^{np} = 0,97 \left[\varepsilon_{np}^{np} - (21,8 - 1,16 \cdot \delta) \right], \quad (3.26)$$

де δ – ширина вихідної щілини при якій працює прес, мм.

3.7 Кінематичний та енергетичний розрахунок машини

Розраховуємо потужність, необхідну для стиснення насіння, N, кВт,

$$N = \frac{b \cdot Q \cdot n}{e^{0,022 \cdot w} \cdot \rho^u} \cdot (\varepsilon_{np}^{np} - 1), \quad (3.27)$$

де Q- кількість насіння, що потрапляє у прес за один оборот вала, кг,

n - частота обертання шнекового вала, об/хв.,

b- коефіцієнт, який враховується від температури насіння та його вологості,

w-вологість насіння,

ε-практична ступінь стиску насіння у пресі.

$$N = \frac{0,0006 \cdot 0,21 \cdot 24}{e^{0,022 \cdot 0,06} \cdot 1900^{0,6}} \cdot (8,2^{6,5} - 1) = 2,48 \text{ кВт.}$$

Потужність, необхідна на обертання шнеку

$$N = \frac{M \cdot n}{9750}, \quad (3.28)$$

де M – крутний момент на шнеці, Н·м

n - частота обертання валу, об/хв.

$$N = \frac{178 \cdot 24}{9750} = 0,3 \text{ кВт.}$$

Потужність, яка необхідна на затрати сил тертя між мезгою і внутрішньою поверхнею зеєра

$$N = T \cdot V \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (3.29)$$

де T- сила тертя мезги об поверхню зеєра, Н

V - швидкість мезги, м/с,

$$N = 3512 \cdot 0,06 \cdot 10^{-3} = 2,1 \text{ кВт.}$$

Потужність, необхідна на порушення вторинних структур мезги.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		30

$$K_n = 1,416 - 0,04 \cdot \delta, \quad (3.30)$$

Де δ – робоча ширина вихідної щілини, мм

$$K_n = 1,416 - 0,04 \cdot 10 = 1,01 \text{ кВт.}$$

Потужність, необхідна для шнекового вала

$$N = (N_1 + N_2 + N_3) \cdot K_n \quad (3.31)$$

$$N = (2,48 + 0,6 + 2) \cdot 1,01 = 4,8 \text{ кВт.}$$

На основі проведених розрахунків встановлено, що необхідна потужність для ефективного виділення олії з насіння становить 4,8 кВт. Враховуючи стандартний ряд номіналів електродвигунів, обрано електродвигун потужністю 5,5 кВт із урахуванням запасу потужності для подолання сил тертя в підшипникових вузлах і редукторі.

Обраний електродвигун — модель 4A112M4P3, потужністю 5,5 кВт, з номінальною частотою обертання $n_{\text{дв}} = 1450$ об/хв. Двигун конструктивно інтегрований із редуктором типу МПв2-63, вихідний вал якого обертається зі швидкістю $n_{\text{вих}} = 56$ об/хв.

Оскільки частота обертання шнека не збігається з частотою обертання вихідного валу редуктора, для узгодження обертів у приводній лінії встановлюється проміжний відкритий циліндричний редуктор.

 Застосування пасової передачі у цьому випадку не рекомендовано, оскільки під час тривалої експлуатації паси розтягуються, що спричиняє пробуксовування по шківу, призводить до нагромадження мезги у шнековій камері та може викликати зупинку шнека. Такий конструктивний недолік у проєкті було усунуто.

Розрахуємо приблизне передавальне число тихохідної ступені:

$$u_m' = \frac{n_{\text{ред}}}{n_{\text{ш}}} \quad (3.32)$$

$$u_m' = \frac{56}{24} = 2,33$$

Приймаємо із стандартного ряду вибираємо $u_m = 2,5$.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		31

Фактична частота обертання та кутова швидкість валу шнека:

$$n_3 = \frac{56}{2,5} = 22,4 \quad (3.33)$$

$$\omega_i = \frac{\pi \cdot n_i}{30} \quad (3.34)$$

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 22,4}{30} = 2,34 \text{ рад / с}$$

Потужність на валу приводу:

$$N = \frac{N_{шн}}{\eta_{зуб} \cdot \eta_n} \quad (3.35)$$

де $\eta_{зуб}$ - к.к.д. зубчатої передачі, приймаємо $\eta_{зуб} = 0,99$;

η_n - к.к.д. підшипників, приймаємо $\eta_n = 0,98$;

$$N = \frac{4,4}{0,99 \cdot 0,98} = 4,5 \text{ кВт};$$

Обертаючий момент на валах відкритого циліндричного редуктора:

$$T_i = \frac{N_i}{\omega_i}, \quad (3.36)$$

$$T_1 = \frac{4,5 \cdot 10^3}{2,34} = 193,8 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

3.8 Розрахунок на міцність відповідальних деталей машини

Для шестерні тихохідної передачі вибираємо сталь 40Х покращену 243-271НВ, а для колеса – сталь 35Х нормалізовану 190-241НВ.[6]

Міжосьову відстань, з умови контактної міцності, розрахуємо:

$$a_w = k_a \cdot (u \pm 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_3 \cdot k_{H\beta}}{u_o^2 \cdot [\sigma]_H^2 \cdot \psi_{ba}}}, \quad (3.37)$$

$$a_w = 49,5 \cdot (2,5 \pm 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{193,8 \cdot 10^3 \cdot 1,2}{2,5^2 \cdot 520^2 \cdot 0,315}} = 187,5 \text{ мм}.$$

У відповідності з ДСТУ 2185-66 приймаємо $a_w = 200 \text{ мм}$.

Рекомендований модуль зчеплення за формулою:

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						32
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$m' = 0,015 \cdot 200 = 3 \text{ мм.}$$

Згідно ДСТУ 9563-66, приймаємо $m = 2,5 \text{ мм.}$

Сумарне число зубів колеса за формулою [6]:

$$z_c = \frac{2 \cdot 200}{3} = 133 \text{ шт.}$$

Число зубів шестерні за формулою [6]

$$z_1 = \frac{133}{2,5 - 1} = 38 \text{ шт.}$$

Число зубів колеса за формулою [14, 15]

$$z_2 = 133 - 38 = 95 \text{ шт.}$$

Фактичне передавальне число за формулою [6]

$$u_\phi = \frac{95}{38} = 2,5.$$

Ділильний діаметр шестерні та колеса за формулою [6],

де для прямокутних коліс $\cos \beta = 1$.

$$d_1 = \frac{3 \cdot 38}{1} = 114 \text{ мм;} \quad d_2 = \frac{3 \cdot 95}{1} = 285 \text{ мм.}$$

Діаметри кола виступів та впадин за формулами [6]

Для прямокутних коліс $m_n = m$ та передач без зміщення $x_1 = x_2 = 0$.

$$d_{a1} = 114 + 2 \cdot (1 + 0) \cdot 3 = 120 \text{ мм;} \quad d_{f1} = 114 - (2,5 - 2 \cdot 0) \cdot 3 = 112,5 \text{ мм;}$$

$$d_{a2} = 285 + 2 \cdot (1 + 0) \cdot 3 = 291 \text{ мм;} \quad d_{f2} = 285 - (2,5 - 2 \cdot 0) \cdot 3 = 283,5 \text{ мм.}$$

Ширина зубчатих коліс тихохідної передачі за формулами [14] та [15]

$$b_2 = 0,315 \cdot 250 = 79 \text{ мм.}$$

$$b_1 = 79 + 3 = 82 \text{ мм.}$$

Таким чином, на основі попередніх розрахунків визначено усі необхідні кінематичні та геометричні параметри відкритого циліндричного редуктора, який забезпечує передачу обертового моменту від вала мотор-редуктора до вала шнеку олійного преса.

Наступним етапом є визначення мінімально допустимого діаметра вала шнека. Для цього проводиться розрахунок на кручення за умов допустимого напруження, згідно з класичною формулою [6]:

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						33
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$d_{\epsilon} \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_1}{\pi \cdot [\tau]}}, \quad (3.38)$$

де $[\tau]$ - допустиме напруження, приймаємо для валу з вуглецевої сталі 45 ДСТУ1050-74 $[\tau] = 20 \text{ МПа}$.

$$d_{\epsilon} \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 125,3 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 20}} = 31,7 \text{ мм.}$$

Отримане значення округлюємо до найближчого значення зі стандартного ряду діаметрів по ДСТУ 6636-69 $d_{\epsilon} = 32 \text{ мм}$.

Розрахунок запобіжної муфти.

Розрахунок проводимо по окружному зусиллю $F_{\text{пред}}$,

$$F_{\text{пред}} = \frac{[p] \cdot \pi \cdot (D_n^2 - D_{\epsilon}^2)}{4}, \quad (3.39)$$

де D_n - зовнішній діаметр, $D_n = (3 \dots 4)d = 100 \text{ мм}$

D_{ϵ} - внутрішній діаметр $D_{\epsilon} = (0,5 \dots 0,6)d = 55 \text{ мм}$.

$$F_{\text{пред}} = \frac{1 \cdot 3,14 \cdot (10000 - 2500)}{4} = 5887 \text{ Н}$$

Граничний момент розраховується

$$T_{\text{пред}} = T_{\text{ном}} \cdot \beta, \quad (3.40)$$

де $T_{\text{ном}}$ - номінальний момент, Н*м,

β – коефіцієнт запасу, $\beta = 2,0$

$$T_{\text{пред}} = 2,0 \cdot 178 \cdot 10^3 = 356 \text{ Н*м.}$$

Розраховуємо кількість пар тертя.

$$z \geq \frac{T_{\text{пред}}}{f \cdot F_{\text{пред}} \cdot d}, \quad (3.41)$$

де f – коефіцієнт тертя,

$$z \geq \frac{356}{0,2 \cdot 5887 \cdot 38} = 2$$

Кількість ведучих дисків $z_1 = 1$, ведених $z_2 = 2$

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						34
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

3.9 Розробка технології виготовлення деталі

Опис конструктивних особливостей деталі

Деталь з позначенням 09 ОПД.119.340006 є з'єднувальною пластиною та належить до деталей типу «диск». Основна базова поверхня — циліндрична ділянка діаметром 55 мм, яка має 10-й квалітет точності та шорсткість поверхні $Ra = 12,5$ мкм.

На зовнішньому краю диска передбачено чотири наскрізні отвори діаметром 8 мм, рівномірно розташовані по колу. Зовнішня поверхня обробляється з точністю 14-го квалітету та забезпеченням шорсткості в межах $Ra = 1,6 \dots 12,5$ мкм.

Матеріалом для виготовлення є вуглецева сталь марки 45 згідно з ДСТУ 1577-93, з межею плинності $\sigma_{\text{y}} = 750$ МПа.

Обґрунтування типу виробництва

Виходячи з річної програми виготовлення $N = 1$ шт. та маси деталі $m = 1,5$ кг, приймається одиничний тип виробництва, характерний для виготовлення індивідуальних або дослідних зразків.

Вибір заготовки, припусків і допусків

Зважаючи на характер деталі, її геометричні параметри та тип виробництва, в якості заготовки обрано гарячекатаний листовий прокат відповідно до ДСТУ 19903-74.

Для зовнішньої поверхні, що підлягає обробці, передбачено чорнове точіння з припуском $h_{\text{чорн}} = 1,5$ мм. Оскільки номінальна товщина деталі становить 15 мм, розрахункова товщина заготовки визначається за формулою:

$$S = 15 + 2 \cdot 1,5 = 18 \text{ мм}$$

Згідно з сортаментом приймається товщина листа $S = 18$ мм.

Граничні відхилення для товщини згідно з [13, табл. 2.23]:

$$d_{\text{зовн}} = 18 (\pm 0,035) \text{ мм.}$$

Розмір заготовки з урахуванням припуску на повну обробку (чорнове + чистове точіння) становить 260 мм. Заготовка приймається квадратної форми.

Для довжини заготовки задано точність 14-го квалітету (система вала), тому:

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						35
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Тоді

$$L_{загот} = 250 \pm 0,105 \text{ мм.}$$

Розрахунок маси заготовки

Згідно з сортаментом [14], маса 1 м² листа товщиною 18 мм становить 22 кг.
Площа обраної заготовки дорівнює 0,0676 м²

Маса заготовки розраховується як:

$$G_{загот} = 22 \cdot 0,0676 = 1,50 \text{ кг.}$$

Визначення коефіцієнту використання матеріалу заготовки

Коефіцієнт використання матеріалу заготовки визначається по формулі

$$\eta_M = G_{дет}/G_{загот},$$

$$\eta_M = 1,50/2,10 = 0,71,$$

що прийнято для даної деталі для умов одиничного виробництва.

Отже, заготовка обрана правильно.

Розробка маршрутної карти

Технологічний маршрут обробки деталі

Операція 005. Токарно-гвинторізна обробка

Обробка виконується на верстаті моделі 1К625. Деталь фіксується у пневматичному 4-кулачковому патроні.

☐ Виконується свердління центрального отвору.

Операція 010. Токарно-гвинторізна обробка

Обладнання: токарно-гвинторізний верстат 1К625. Деталь залишається закріпленою у пневматичному 4-кулачковому патроні.

☐ Здійснюється розточування центрального отвору.

Операція 015. Токарна обробка

Обробка проводиться на тому ж верстаті 1К625, із використанням пневматичного 3-кулачкового патрона.

☐ Виконується точіння зовнішніх поверхонь.

Операція 020. Свердлильна обробка

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		36

Виконується на верстаті 2A125. Деталь фіксується за допомогою магнітного затискача.

☐ Проводиться свердління отворів.

Операція 025. Термічна обробка

Здійснюється загартування валу з подальшим відпуском до твердості 30–35 HRC.

Операція 030. Шліфувальна обробка

Обладнання: шліфувальний верстат 3A151. Деталь закріплюється на циліндричній оправці.

☐ Виконується шліфування циліндричних поверхонь.

Операція 035. Контрольна

Заключна операція виконується на контрольному столі СД 3702-08.

☐ Проводиться перевірка геометричних і якісних параметрів обробки.

Висновки за розділом 3

У даному розділі, спираючись на всебічний аналіз сучасних конструкцій шнекових пресів для віджимання олії, було обґрунтовано необхідність удосконалення преса безперервної дії. Основною метою модернізації є зниження енергоємності обладнання та підвищення його експлуатаційної ефективності, що є особливо актуальним для малих аграрних підприємств.

На основі вивчення наявних конструктивних рішень, а також аналізу патентної та авторської документації в межах цього типу машин, запропоновано нову конструктивну схему шнекового преса. Описано принцип його роботи після вдосконалення, з урахуванням запропонованих інженерних змін.

У результаті виконаних технологічних, конструкторських, кінематичних та енергетичних розрахунків визначено ключові параметри функціонування шнекового робочого органу, а також побудовано кінематичну схему приводу.

Продуктивність модернізованого преса становить 300 кг/год. При виборі електродвигуна було враховано необхідний запас потужності для компенсації втрат на тертя у вузлах підшипника та редуктора. Обрано електродвигун типу 4A112M4P3 номінальною потужністю 5,5кВт, з частотою обертання

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						37
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$n = 1450$ об/хв. Двигун поставляється в комплекті з редуктором МПв2-63, вихідний вал якого обертається зі швидкістю 56 об/хв.

Оскільки частота обертання шнекового валу не узгоджується з частотою вихідного валу редуктора, між ними впроваджено проміжний відкритий циліндричний редуктор. Це технічне рішення замінило пасову передачу, яка виявилася неефективною в умовах експлуатації: під час роботи паси видовжуються, що призводить до їх пробуксовування на шківках. Унаслідок цього відбувається накопичення мезги у зерно-шнековій камері та зупинка шнекового валу. У ході модернізації цей недолік було повністю усунуто.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						38
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1. Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Система управління охороною праці на підприємстві

Система управління охороною праці (СУОП) на підприємстві повинна передбачати чітке визначення обов'язків у сфері охорони праці для керівників усіх рівнів управління. Згідно з наказом Міністра аграрної політики України №291 від 27.10.1995 р., кожне підприємство зобов'язане впровадити СУОП, що встановлює порядок розробки, затвердження, структуру та анулювання 17 внутрішніх нормативних актів із питань охорони праці.

Організаційна побудова СУОП повинна відповідати структурі управління виробництвом. До управління системою охорони праці залучаються: керівники всіх рівнів, уповноважені трудового колективу з питань охорони праці, відповідна комісія, а також профспілковий комітет [2].

Обов'язки начальника цеху з переробки соняшника

Керівник цеху несе персональну відповідальність за організацію безпечних умов праці та виконання чинного законодавства в цій сфері. Згідно з нормативними вимогами [2], до його обов'язків входить:

1. Забезпечення безпечного виробничого процесу без нещасних випадків та аварій, із суворим дотриманням нормативних документів, інструкцій, наказів і розпоряджень із питань охорони праці.
2. Розробка змісту інструктажів, їх проведення, організація стажування працівників, ведення відповідного журналу реєстрації інструктажів.
3. Проведення навчань з охорони праці, підготовка й погодження тематичних планів із фахівцем з охорони праці.
4. Складання переліку робіт підвищеної небезпеки, організація спеціального навчання та щорічної перевірки знань з охорони праці.
5. Участь в атестації робочих місць та паспортизації санітарно-технічного стану обладнання й приміщень.
6. Контроль за технічним станом устаткування, організація обслуговування, огляду, випробувань і ведення відповідної документації (акти, схеми, технологічні карти, плани евакуації тощо).

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		39

7. Визначення потреби у засобах індивідуального захисту, забезпечення ними працівників, контроль за їх справністю та використанням.
8. Перевірка санітарно-побутових умов (наявність аптечки, душових, гардеробів, кімнат гігієни для жінок, їдальні тощо).
9. Постійний моніторинг стану охорони праці, аналіз потенційних небезпек, оперативне усунення порушень або повідомлення відповідальним особам.
10. Розробка інструкцій з охорони праці, подання їх на погодження й затвердження у встановленому порядку.
11. Складання реєстру інструкцій, забезпечення працівників індивідуальними екземплярами, зберігання копій у технічній документації цеху.
12. Обладнання цеху інформаційними засобами з охорони праці: плакатами, знаками безпеки, стендами тощо.
13. Підготовка цехової інструкції з пожежної безпеки та її затвердження.
14. Контроль за проведенням медичних оглядів (первинних і періодичних).
15. Підготовка проєктів наказів щодо безоплатної видачі молока або еквівалентних продуктів працівникам, які працюють у шкідливих умовах, та мила - для робіт, пов'язаних із забрудненнями.

4.2 Забезпечення безпеки виробничого процесу

Вимоги до безпечної експлуатації пресового обладнання

Рухомі противаги, що входять до складу обладнання, повинні розміщуватись всередині конструкції або мати надійне стаціонарне огороження. Конструктивне рішення захисних засобів повинно:

- Не перешкоджати технологічному процесу;
- Забезпечувати зручність при експлуатації й технічному обслуговуванні;
- Мати засоби контролю за виконанням функцій захисту — як до початку, так і під час роботи обладнання;
- Уникати самовільного зміщення або відкривання огорожень;
- Забезпечувати достатню міцність і стійкість до динамічних навантажень та викидів сировини.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						40
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Всі відкидні, знімні або рухомі огороження повинні відповідати вимогам ДСТУ 12.2.003-91 та бути заблокованими з пусковим механізмом електродвигуна — у разі відкриття огороження двигун автоматично знеструмлюється.

Для конструктивно незахищених зон застосовують безконтактні засоби безпеки, наприклад, фотоблокування.

У разі необхідності спостереження за роботою механізмів, які є потенційно небезпечними, застосовують прозорі захисні огороження або металеві сітки. Елементи, що часто знімаються вручну, повинні відкриватись при зусиллі не більше ніж 40 Н при частоті використання понад 2 рази за зміну, або 120 Н при 1–2 рази на зміну.

Обладнання повинно бути оснащене системою автоматичного відключення живлення і світловою/звуковою сигналізацією при виникненні загроз для життя і здоров'я працівників.

Вимоги до конструкції та матеріалів харчової зони

Усі конструкційні елементи обладнання повинні бути доступні для миття, дезінфекції та контролю. Якщо розбирання складне або порушує точність, устаткування слід проєктувати так, щоб можливість санітарної обробки була забезпечена без демонтажу, з подальшим повним видаленням мийних засобів.

Конструкція повинна:

- Запобігати потраплянню сторонніх забруднень;
- Забезпечувати повне спустошення продукту та уникнення застою мас;
- Не містити мертвих зон, глухих порожнин, перегородок або необґрунтованих ущільнень.

Матеріали мають бути дозволені МОЗ України, не вступати в хімічні реакції з продуктами, бути стійкими до корозії, хлоровмісних лужних мийних засобів, і не шкодити якості продукту.

Заборонено використання:

- Свинцю, міді, цинку, кадмію, нікелю, хрому;
- Емалей, лаків, фенолформальдегідних пластмас, скловолокна, деревини (крім дощок з твердих порід для обробки продуктів);
- Матеріалів, що не витримують миття та дезінфекцію.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						41
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Поверхні, що контактують з продуктом, виготовлені з алюмінію, чавуну або бронзи, повинні мати шорсткість $Ra < 2,5$ мкм згідно з ДСТУ 2789-73.

Вимоги до експлуатації преса

До самостійної роботи на шнековому пресі допускаються лише працівники, за умови якщо:

- Пройшли медичний огляд;
- Прослухали вступний та первинний інструктаж;
- Відпрацювали стажування протягом 2–15 змін під наглядом досвідченого фахівця;
- Оволоділи навичками безпечної експлуатації.

Прес повинен відповідати вимогам ДСТУ 28532 і стандартам безпеки за ДСТУ 12.2.003-91. На бокових стінках завантажувача наносяться попереджувальні знаки безпеки (ДСТУ 12.4.026-76). Шумовий фон на робочому місці не повинен перевищувати 85 дБ (СН 785-69).

Пуск преса здійснюється лише з пульта кнопочового керування. Перед запуском необхідно перевірити відсутність обслуговуючого персоналу в зоні небезпеки та повідомити про початок роботи.

Перед ремонтом прес знеструмлюють, на пусковий пристрій навішується попереджувальний плакат, після чого можна розпочати обслуговування.

Після завершення роботи:

- Обладнання приводиться у безпечне положення;
- Живлення вимикається;
- Поверхні протираються насухо.

Вимоги до монтажу, ремонту, транспортування і зберігання

Монтаж і обслуговування преса повинні виконуватися лише при повному відключенні живлення, у відсутності пожежо- та вибухонебезпечних речовин. Для теплоізоляції допускається застосування лише важкозаймистих або негорючих матеріалів.

Обладнання має бути укомплектоване технологічною документацією, що регламентує умови експлуатації, технічних оглядів та ремонту, включаючи допустимі навантаження.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						42
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Підйом та переміщення частин вагою понад 16 кг повинно здійснюватися механізовано, з чітким маркуванням місць для кріплення вантажопідіймальних засобів.

Для монтажу вузлів, які не обслуговуються стандартними засобами, потрібно передбачити спеціалізований інструмент і пристрої. Ці елементи мають бути описані в документації.

Під час транспортування (авто- або залізничним транспортом) обладнання не повинне перевищувати габаритні норми. Рухомі частини мають бути надійно зафіксовані.

На території підприємства повинні дотримуватись:

- Пожежні розриви між будівлями відповідно до СНіП 15-89-80;
- Встановлення вогнегасників у робочих приміщеннях;
- Вільні під'їзди для пожежної техніки;
- Застосування вогнестійких бар'єрів та обробки будівельних конструкцій.

4.3 Організація пожежної безпеки виробництва

Вимоги пожежної безпеки до технологічного обладнання цеху з переробки соняшника

Усі технологічні установки та обладнання, що використовуються у процесі виробництва олії, повинні бути пожежобезпечними під час штатної експлуатації. На випадок виникнення аварій або небезпечних несправностей необхідно завчасно передбачити заходи, що дозволяють мінімізувати ризики виникнення пожежі, її масштаби та наслідки.

Технологічні операції слід проводити виключно відповідно до затверджених регламентів, інструкцій з експлуатації та іншої нормативно-технічної документації, оформленої у встановленому порядку.

На всі види сировини та матеріалів, які застосовуються у виробництві, мають бути документально підтверджені характеристики пожежної небезпеки згідно з ДСТУ 12.1.044-89. Обслуговуючий персонал зобов'язаний ознайомитися з такими властивостями до початку роботи та дотримуватись рекомендацій, вказаних на етикетках, упаковці або в інструкціях.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						43
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

У разі використання обладнання з підвищеною вибухо- або пожежонебезпекою на ньому мають бути нанесені відповідні попереджувальні знаки. Керівництво підприємства несе відповідальність за інформування всіх працівників про значення таких позначень і вимоги безпечної експлуатації.

Категорично забороняється виконувати будь-які виробничі дії на обладнанні з технічними несправностями, які можуть стати причиною займання, вибуху чи пожежі. Також не дозволяється експлуатація агрегатів із вимкненими контрольно-вимірювальними приладами, через які контролюються ключові параметри процесу - такі як тиск, температура тощо.

Для очищення устаткування, знежирення деталей, вузлів і кріплень допускається використовувати лише негорючі мийні речовини або застосовувати ультразвукові та інші пожежобезпечні методи обробки.

Проживання персоналу або сторонніх осіб на території цеху з виробництва олії суворо заборонено.

4.4 Екологічна безпека виробництва

В олійно-жировій промисловості найбільш перспективними в області екологічної безпеки є наступні заходи:

- безвідходна технологія виробництва висококонцентрованих рослинних білків на основі сої для використання в продуктах масового, дитячого, дієтичного, лікувально-профілактичного харчування;
- впровадження комплексу заходів для скорочення водоспоживання, очищення бензожирових стоків із застосуванням мембранної технології, ультрафільтрації, нанофільтрації та зворотнього осмосу;
- технологія рафінації олій за схемою: парова гідратація - нейтралізація в мильно-лужному середовищі - фільтрація з метою більш повного вилучення та раціонального використання фосфатидів та отримання з них товарної продукції;
- розробка і впровадження нових процесів і устаткування, що забезпечують виробництво технологічної пари шляхом спалювання лушпиння;
- зменшення окиснення олій і жирів та збільшення терміну їх зберігання, а також збереження екологічної чистоти продукту, за рахунок застосування магнітної обробки на стадіях дозування та фасування;

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		44

- виведення токсичних каталізаторних металів з модифікованих харчових жирів, шляхом фізичної рафінації, на процесі деметалізації модифікованих жирів;
- створення спеціальних жирів для дієтичного та лікувального харчування, які містять середньоланцюгові тригліцериди;
- біотехнологічна переробка вторинних сировинних ресурсів олійно-жирової галузі в корисні продукти.

Висновки за розділом 4

В розділі аналіз стану охорони праці на підприємстві по виробництву олії та заходи щодо забезпечення безпеки виробничого процесу. Також визначені вимоги пожежної безпеки до технологічного обладнання цеху з переробки соняшника та встановлені перспективні заходи екологічної безпеки в цеху по виробництву соняшникової олії.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						45
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

5.1 Оцінка рівня технічного удосконалення машини

Методика оцінки технічного рівня проєктованого обладнання

Оцінювання технічного рівня запропонованого технічного рішення базується на порівнянні ключових показників розробленої машини з аналогічними параметрами найкращих вітчизняних та зарубіжних зразків.

Оцінку здійснюють у два етапи — **експертний і розрахунковий**.

На першому, експертному етапі виконується аналіз технічних характеристик модернізованої машини порівняно з найближчими аналогами. Для цього враховують наступні групи показників:

- **Функціонального призначення** — продуктивність, встановлена потужність, маса, витрата пари або повітря, площа, яку займає обладнання тощо;
- **Надійності та довговічності;**
- **Відносні показники** — енергоємність, матеріаломісткість, продуктивність на одиницю площі та інші;
- **Експлуатаційні параметри** — трудомісткість обслуговування, ремонтпридатність тощо;
- **Екологічні показники;**
- **Безпекові характеристики;**
- **Ступінь автоматизації та рівень ергономічності;**
- **Стандартизація та уніфікація конструкції.**

Технічний рівень модернізованої машини вважається вищим за аналог, якщо хоча б один із базових показників перевищує відповідний показник аналога більш ніж на 5%. Якщо розбіжність між показниками знаходиться в межах **0–3%**, це свідчить про **відповідність** технічного рівня нової машини кращим зразкам-аналогам [22].

Однак, експертний аналіз не завжди дозволяє зробити однозначний висновок щодо відповідності технічного рівня. У таких випадках проводиться **розрахунковий етап**, що передбачає оцінювання за допомогою **відносних показників порівнянності**, розрахованих на основі узагальнених формул та коефіцієнтів.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						46
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$K=P_i/P_{ia}, \quad (5.1)$$

де P_i – абсолютне значення i -го показника оцінюваної машини,

P_{ia} – абсолютне значення i -го показника аналога,

i – кількість порівнянних показників, $i=0,1,...,i, n..$

Показник ступеня відповідності модернізованої машини кращим зразкам-аналогам розраховуємо по формулі:

$$K=\sum K_i/n \quad (5.2)$$

При цьому виникає три варіанти економічної оцінки модернізованої машини:

$K > 1$ – машина модернізована вище рівня кращих зразків-аналогів, перспективна,

$K = 1$ – машина модернізована на рівні аналога, але не має перспективності,

$K < 1$ – машина модернізована нижче рівня кращих зразків-аналогів і не є перспективною.

Економічну оцінку технічного вдосконалення можна зробити по 5 відносним показникам, розраховау по формулі (5.1).

k – відносний показник продуктивності

$$k_q=Q_p/Q_a, \quad (5.3)$$

де Q_p і Q_a – відповідно продуктивність розробленої машини й аналога.

$$k_q=300/750=0,4$$

Умова $k_q>1,25$ – не виконана

k_N – відносний показник енергоспоживання

$$k_N=N_p /N_a, \quad (5.4)$$

де N_p і N_a – відповідно потужність на привід розробленої машини і аналога.

$$k_N=5,5/11=0,61$$

Умова $k_N <0,85$ – виконана

K_M – відносний показник матеріалоємності

$$k_M=M_p /M_a, \quad (5.5)$$

де M_p і M_a – відповідно маса розробленої машини і аналога.

$$k_M=2200/4250=0,51$$

Умова $k_M <0,85$ – виконана

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						47
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

K_E – відносний показник енергоємності

$$k_E = 1/k_N k_M, \quad (5.6)$$

$$k_E = 1/0,61 \cdot 0,51 = 3,2$$

Умова $k_E > 1,25$ – виконана.

K_U – інтегральний показник (витрати енергії і металу на одиницю продукції

$$k_U = k_Q k_E \quad (5.7)$$

$$k_U = 3,2 \cdot 0,4 = 1,3$$

Умова $k_U > 1,50$ – не виконана.

Тоді відповідно до формули (5.2)

$$K_{TY} = (k_Q k_N k_M k_E k_U) / 5 \quad (5.8)$$

$$K_{TY} = (0,4 + 0,61 + 0,51 + 3,2 + 1,3) / 5 = 1,2$$

Таким чином, враховуючи що $k_{TY} > 1$, вдосконалення конструкції олійного пресу є вигідним, а технічне рішення відповідає кращим зразкам-аналогам,

5.2 Економічна ефективність використання удосконаленого обладнання

Визначимо економію електроенергії за формулою

$$E_e = \left(\frac{N_n}{Q_a} - \frac{N_e}{Q_e} \right) \cdot Q_e \cdot T \cdot n \cdot D \cdot B_{кВт} \quad (5.9)$$

де N_n, N_e – відповідно потужність на привід аналога та вдосконаленого пресу

Q_a, Q_e – відповідно продуктивність аналога та вдосконаленого пресу

T – час роботи машини у зміну, $T = 5 \text{ год}$;

n – кількість змін, дві;

D – кількість робочих змін в рік, $D = 320$ днів;

$B_{кВт}$ – вартість одного кВт.

$$E_e = \left(\frac{11}{750} - \frac{5,5}{300} \right) 300 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 320 \cdot 0,58 = 3561 \text{ грн.}$$

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						48
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Енергоємність $E_{y\partial}$, кВт год/кг, визначимо з вираження

$$E_{y\partial} = \frac{\sum_{i=1}^n E}{G}, \quad (5.10)$$

де $\sum_{i=1}^n E$ - споживана електроенергія, кВт/год.

При цьому споживана енергія $\sum_{i=1}^n E$, кВт/год, визначиться з вираження

$$\sum_{i=1}^n E = E_{cm} \cdot D, \quad (5.11)$$

де E_{cm} - електроенергія, споживана при виробництві продукції за один день, кВт/год.;

G - обсяг переробленої продукції, $G = 970 \text{ т}$.

Тоді для аналога $\sum_{i=1}^n E = 11 \cdot 5,05 \cdot 2 \cdot 320 = 29088$;

Для модернізованої машини $\sum_{i=1}^n E = 5,5 \cdot 5,05 \cdot 2 \cdot 320 = 17776$.

Відповідно, енергоємність переробки для аналога

$$E_{y\partial.an} = \frac{29088}{970} = 30,0 \text{ кВт год/тг}$$

і модернізованого олійного пресу:

$$E_{y\partial.mod} = \frac{17776}{970} = 18,3 \text{ кВт год/кг.}$$

Загальна річна економія від модернізації складає

$$E_{рік} = 3561 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на виготовлення машини за формулою

$$C_m = C_k + C_{dm} + C_{nd} + C_{сб} + C_{цн}, \quad (5.15)$$

де C_k – вартість виготовлення корпусних деталей, грн.;

C_{dm} – витрати на виготовлення деталей на металоріжучих станках, грн.;

C_{nd} – ціна куплених деталей по прейскуранту, грн.;

$C_{сб}$ – заробітна плата виробничих робітників по збирання пристрою, грн.;

$C_{цн}$ – цехові накладні на виготовлення пристрою, грн..

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						49
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Вартість виготовлення корпусних деталей визначається за формулою:

$$C_K = Q_K \cdot C_{ед} \quad (5.16)$$

де Q_K – маса заготовок для виготовлення, кг;

$C_{ед}$ – середня вартість 1 кг готових деталей, грн.;

$$C_K = 40 \cdot 22 = 880 \text{ грн}$$

Витрати на виготовлення деталей на металоріжучих станках визначаються за формулою:

$$C_{дм} = C_{при} + C_m \quad (5.17)$$

де $C_{при}$ – заробітна плата виробничих працівників, зайнятих на виробництві деталей, грн.;

C_m – вартість матеріалу заготовки для виготовлення деталей, грн.

$$C_{при} = C_{осн} + C_{доп} + C_{соц} + C_{ч} + C_{прем} \quad (5.18)$$

де $C_{осн}$ – основна зарплата робочих, грн.;

$C_{доп}$ – додаткова заробітна плата працівників, грн.;

$C_{соц}$ – відрахування на соціальне страхування, грн.;

$C_{ч}$ – відрахування до фонду постраждалих від аварії на ЧАЕС, грн.;

$C_{прем}$ – відрахування на премії, грн.

$$C_{осн} = t_1 \cdot C_{год} \cdot K_t \quad (5.19)$$

де t_1 – середня трудоемкість на виготовлення деталей на металоріжучих станках; $t_1 = 10 \text{ люд} \cdot \text{год}$;

K_t – коефіцієнт, який враховує доплати до основної зарплати; $K_t = 1.5$

$C_{год}$ – годинна ставка робочих; $C_{год} = 6,4 \text{ грн}$

$$C_{ос} = 100 \cdot 6,4 \cdot 1,5 = 960 \text{ грн}$$

$$C_{доп} = \frac{15 C_{осн}}{100}$$

$$C_{доп} = \frac{15 \cdot 960}{100} = 144 \text{ грн}$$

$$C_{соц} = \frac{30 C_{осн}}{100}$$

$$C_{соц} = \frac{30 \cdot 960}{100} = 288 \text{ грн}$$

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		50

$$C_q = \frac{12C_{осн}}{100}$$

$$C_q = \frac{12 \cdot 960}{100} = 115 \text{ грн}$$

$$C_{прем} = \frac{30C_{осн}}{100}$$

$$C_{прем} = \frac{30 \cdot 960}{100} = 288 \text{ грн}$$

Тоді $C_{при} = 960 + 144 + 288 + 115 + 280 = 1787 \text{ грн.};$

$$C_m = Q_3 \cdot C_1 \quad (5.20)$$

де C_1 – ціна 1 кг заготівлі; $C_1 = 40,0 \text{ грн.};$

Q_3 – маса заготівлі; $Q_3 = 80,2 \text{ кг};$

$$C_m = 40 \cdot 80,2 = 3208 \text{ грн.}$$

Тоді $C_{дм} = 1787 + 3208 = 4995 \text{ грн.}$

Ціна куплених деталей складає $C_{пд} = 211 \text{ грн.}$

Заробітна плата робочих, зайнятих на збиранні конструкції, визначається аналогічно заробітній платі робочих, зайнятих на виготовленні деталей на металоріжучих станках.

Таким чином, основна зарплата, при працеемності на збирання конструкції буде рівнятися:

$$C_{осн} = 35 \cdot 4,5 \cdot 1,5 = 236 \text{ грн.}; C_{дон} = \frac{15 \cdot 236}{100} = 35 \text{ грн}$$

$$C_{соц} = \frac{30 \cdot 236}{100} = 71 \text{ грн.}; C_q = \frac{12 \cdot 236}{100} = 28 \text{ грн}$$

$$C_{прем} = \frac{30 \cdot 236}{100} = 70 \text{ грн}$$

Тоді $C_{сб} = 236 + 35 + 71 + 28 + 70 = 440 \text{ грн.}$

Цехові накладні витрати на виготовлення пристрою визначаються з а формулою:

$$C_{цн} = \frac{C_{пр} \cdot R_{цн}}{100} \quad (5.21)$$

де $C_{пр}$ – основна зарплата виробничих робочих, що приймають участь у виготовленні конструкцій, грн.;

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		51

$R_{цн}$ – відсоток цехових накладних витрат, $R_{цн}=250\%$.

$$C_{np}=1787+440=2227 \text{ грн.}$$

Цехові накладні витрати на виготовлення пристрою визначаються за формулою:

$$C_{цн} = \frac{C_{np} \cdot R_{цн}}{100} \quad (5.22)$$

де C_{np} – основна зарплата виробничих робочих, що приймають участь у виготовленні конструкцій, грн.;

$R_{цн}$ – відсоток цехових накладних витрат, $R_{цн}=250\%$.

$$C_{цн} = \frac{2227 \cdot 250}{100} = 5567 \text{ грн}$$

Відповідно вартість виготовлення машини буде дорівнювати:

$$C_m=880+4995+211+440+5567=12093 \text{ грн.}$$

Остаточна вартість олійного пресу залежить від терміну експлуатації та стану машини, і за приблизними оцінками складає 8 тис. грн. Тоді витрати на придбання нової машини взамін старої, $C_{випр}$ будуть дорівнювати $C_{випр} = 12093 - 8000 = 4093 \text{ грн.}$

Термін окупності вкладень на модернізацію машини $T_{рік}$, рік, визначають по формулі:

$$T_{рік} = \frac{C_{випр}}{E_{рік}} \quad (5.23)$$

$$T_{рік} = \frac{4093}{3561} = 1,15.$$

Результати розрахунків зводимо у таблицю 5.1

Таблиця 5.1 - Економічна оцінка конструкторської розробки машини

Показники	Величина	
	Вдосконалений олійний прес	Прес-аналог
Річний об`єм переробки, т	970	
Енергоємність переробки, квт·год/кг	0,0030	0,0042
Витрати на придбання машини, грн.	4093	—
Прибуток від модернізації, грн./рік	3561	—
Термін окупності вкладень на вдосконалення, років	1,15	—

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		52

Висновки за розділом 5

Приведені розрахунки з економічного обґрунтування проекту методом порівняння показників вдосконаленого олійного пресу з машиною-аналогом та оцінкою ефективності використання розробленого обладнання.

Згідно розрахунків коефіцієнт технічного удосконалення складає 1,2, а це доводить, що вдосконалена машина є ефективною, та перевищує за своїми показниками машину-аналог. Прибуток від модернізації складатиме **3561 грн.**, а термін окупності вкладень складає 1 рік 2 місяці.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						53
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ВИСНОВКИ ЗА ПРОЕКТОМ

У першому розділі наведено загальну характеристику підприємства ФОП «Лещенко», що спеціалізується на виробництві рослинної олії, та здійснено аналіз його господарської діяльності. Розглянуто географічне розташування, розміри території, транспортну доступність, а також обсяг і специфіку випуску продукції. Проведено аналіз існуючих технологічних процесів переробки сировини та технічного оснащення підприємства.

Особливу увагу приділено аналізу машинного обладнання для виробництва олії, зокрема шнекових пресів, які визначають якість готової продукції. Встановлено, що виробництво на підприємстві здійснюється згідно з сучасною технологічною схемою. У межах технологічного розрахунку було визначено потреби в основній сировині, що є вихідними даними для подальшого удосконалення конструкції олійного пресу. Продуктивність обладнання становить **300** *кг/год*, при цьому тривалість його роботи в зміну становить **5 год**.

У третьому розділі, на основі порівняльного аналізу існуючих типів шнекових пресів для віджимання олії, обґрунтовано доцільність удосконалення конструкції машини безперервної дії з метою зниження енерговитрат та підвищення ефективності її експлуатації, що є особливо актуальним для малих виробництв. На основі аналізу технічної документації, патентів та авторських свідоцтв, розроблено вдосконалену конструктивну схему машини та описано її принцип дії.

Виконано відповідні технологічні, конструктивні, кінематичні й енергетичні розрахунки, на основі яких визначено основні параметри шнекового робочого органу та елементи кінематичної передачі. Обрано **електродвигун типу 4A112M4P3** потужністю **5,5 кВт** з частотою обертання **1450 об/хв**, укомплектований редуктором **МПв2-63**. Для узгодження частоти обертання шнеку з редуктором передбачено встановлення додаткового циліндричного редуктора, що дозволяє уникнути недоліків ремінної передачі (розтягнення пасів, пробуксовка, накопичення мезги).

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						54
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

У четвертому розділі проаналізовано потенційні небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Висвітлено вимоги безпеки до технологічного процесу, засобів індивідуального та колективного захисту, а також безпечної експлуатації шнекового преса. Описано заходи пожежної та екологічної безпеки.

У заключному розділі наведено економічне обґрунтування доцільності запропонованої модернізації олійного пресу на підприємстві ФОП «Лещенко». Здійснено порівняння техніко-економічних показників удосконаленої машини з прототипом. Розраховано коефіцієнт технічного удосконалення, що становить 1,2, що свідчить про перевагу оновленого зразка. Економічний ефект від впровадження модернізованої конструкції становить 3561 грн, а термін окупності вкладень складає 1 рік 2 місяці.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						55
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Самойчук К.О. та ін. Рекомендації до виконання дипломних проектів для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» за ОПП «Галузеве машинобудування». ТДАТУ, МТФ, каф. ОПХВ. Оновлена редакція Мелітополь: ТДАТУ, 2021. 77 с.

2. Стан та перспективи розвитку переробного підприємства. Методичні вказівки для студентів, що навчаються за спеціальністю 133 "Галузеве машинобудування". ТДАТУ, 2023 - 22 с.

3. Богданюк О.В., Кіча А.О. Оцінка стану виробництва соняшникової олії в Україні: основні тенденції та перспективи. Економіка і суспільство. 2018. Вип. 19. С. 1388-1392.

4. ДСТУ 4492:2005 Олія соняшникова. Технічні умови

5. ДСТУ 4492:2017 Олія соняшникова. Технічні умови. URL: http://document.ua/olija-sonjashnikova_-tehnichni-umovi-std38224.html

6. ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015) «Системи управління якістю. Вимоги».

7. ДСТУ 7011:2009 Насіння соняшнику. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2010]. Київ, 2010. 28с. (Інформація та документація)

8. 6. Ситнікова Н.О. Технологія зберігання і переробки сільськогосподарської продукції: навч. посіб. / Н.О. Ситнікова, К.Ф. Фоміна, Л.І. Дудник, Н.Н. Чорнозубенко, Л.І. Кузьменко. Київ : Аграрна освіта, 2008. 304 с.

9. Подпряттов Г. І., Рожко В. І., Скалецька Л. Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2014. 393 с.

10. Осейко М. І. Технологія рослинних олій: підручник. Київ: Варта, 2006. 280 с.

11. Бровко О. Г., Булгакова О. В., Гордієнко Г. С. Товарознавство. Продовольчі товари: навчальний посібник. Донецьк: ДонНУЕТ, 2008. 619 с.

12. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: Навч. посібник/ Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, М.М. Сердюк. – К.: Вища освіта. 2006. – 479 с.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		56

13. Сиротюк С.В. Механізація переробки та зберігання продукції рослинництва: Курс лекцій - 2-е вид. - Львів: ЛДАУ, 2000 - 249с.

14. Дацишин О.В. та ін. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, Ф.Ю. Ялпачик, В.О. Гвоздев. Навч. посібник. Вінниця: Нова Книга, 2008. 488 с.

15. Ялпачик В.Ф. та ін. Розрахунки обладнання харчових виробництв / Ялпачик В.Ф., Буденко С.Ф., Ялпачик Ф.Ю., Циб В.Г., Самойчук К.О., Паляничка Н.О. Навчальний посібник. Мелітополь: Видавничий будинок ММД, 2014.

264 с.

16. Інженерна механіка (Деталі машин): посібник-практикум (Частина 2) / О.О. Дереза, О.О. Вершков, Є.А. Гавриленко. Мелітополь: Люкс, 2021. 143 с.

17. Інженерна механіка (Деталі машин): посібник-практикум (Частина 1) / О.О. Дереза, О.О. Вершков, Є.А. Гавриленко. Мелітополь: Люкс, 2020. 143 с.

18. Самойчук К.О. та ін. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проєкту для здобувачів рівня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» за ОПП «Галузеве машинобудування». / ТДАТУ, МТФ, кафедра ОПХВ. Оновлена редакція Мелітополь: ТДАТУ, 2021. 40 с.

19. Рогач Ю.П. та ін. Практикум з дисципліни «Основи охорони праці» / Ю.П. Рогач, С.В. Головін. Мелітополь: ТДАТУ, 2013. 184 с.

20. Рогач Ю.П. Пожежна безпека : навч. посіб. Сімферополь : Таврія плюс, 2001. 124 с.

21. Ф.Ю. Ялпачик та ін. Економічне обґрунтування модернізації машин і устаткування переробних виробництв /Ф. Ю. Ялпачик, В. Д. Пархоменко. Праці Таврійської державної агротехнічної академії: наук. фах. видання / ТДАТА. Мелітополь, 2001. Вип.1, С. 32-37.

22. Самойчук К.О. та ін. Економічне обґрунтування проєкту. / Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проєкту для здобувачів рівня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» за ОПП

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						57
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

«Галузеве машинобудування». ТДАТУ, МТФ, кафедра ОПХВ імені професора
Ф.Ю. Ялпачика. Оновлена редакція Мелітополь: ТДАТУ, 2021. 19 с.

					19ХВД.9683880.06.25.ПЗ	Аркуш
						58
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		