

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

КІРІЧЕНКО АРТЕМ ПАВЛОВИЧ

**РОЗРОБКА МАЛОГАБАРИТНИХ ЛІНІЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТА
ОЧИЩЕННЯ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ МЕТОДОМ ПРЕСУВАННЯ**

**Кваліфікаційна робота
за спеціальністю 015.37 «Професійна освіта»
освітньо-професійна програма «Аграрне виробництво, переробка
сільськогосподарської продукції та харчові технології»**

Особистий підпис – _____ А. П. Кіріченко

Науковий керівник –  _____ к.т.н., доцент, Д. В. Савенок
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

Зав. кафедри –  _____ к.п.н., доцент, В. В. Бурдун
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
 «ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
 ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
 РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

Затверджую:

Декан факультету технологій та
 інформаційних систем

 Могильний Г.А.

**Індивідуальний план здобувача вищої освіти
 щодо виконання кваліфікаційної роботи**

1. Кіріченко Артем Павлович
 (прізвище, ім'я, по батькові здобувача)
2. Факультет технологій та інформаційних систем
3. Спеціальність «Професійна освіта. Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології»
4. Кафедра професійної освіти ресторанного і туристичного бізнесу
5. Науковий керівник Савенок Дмитро Валерійович, к.т.н., доцент
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
6. Тема кваліфікаційної роботи
Розробка малогабаритних ліній для виробництва та очищення соняшникової олії методом пресування
7. Термін подання роботи на кафедру 08.05.2026 р.

<i>№</i>	<i>Заходи</i>	<i>Термін виконання</i>	<i>Відмітка про виконання</i>
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	10.10.2025	
2.	Розробка плану роботи, визначення мети, завдань, об'єкту, предмету, методів дослідження.	14.11.2025	
3.	Робота над теоретичною частиною кваліфікаційної роботи, аналіз літературних джерел.	05.12.2025	

4.	Подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи для першого читання науковим керівником.	19.12.2025	
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи на друге читання.	16.01.2026	
6.	Розробка технологічної і конструкторської частин роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів дослідної роботи.	30.01.2026	
7.	Подання першого варіанта дослідної частини кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівникові.	20.02.2026	
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	06.03.2026	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі.	20.03.2026	
10.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	03.04.2026	
11.	Подання кваліфікаційної роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	17.04.2026	
12.	Подання на кафедру остаточного варіанта кваліфікаційної роботи, підписаного випускником, науковим керівником і рецензентом.	08.05.2026	

Здобувач вищої освіти _____ **Кіріченко А. П.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  _____ **Савенок Д. В.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: «Розробка малогабаритних ліній для виробництва та очищення соняшникової олії методом пресування» виконана на 65 сторінках пояснювальної записки з використанням 20 літературних джерела.

У роботі розглянуті питання:

- існуючі технологічні рішення для виробництва та очищення соняшникової олії методом пресування, оцінити їх переваги та недоліки;
- проаналізовано підготовчі етапи зберігання та очищення насіння соняшника перед виготовленням олії;
- проведено огляд обладнання пресового типу;
- зроблено теоретичний аналіз технології та удосконаленого оснащення для отримання олій.

Соняшникова олія є однією з основних олійних культур, що використовується як в харчовій промисловості, так і в медицині та косметології, завдяки високому вмісту ненасичених жирних кислот та вітамінів. Актуальність теми дослідження обумовлена зростаючою потребою в якісних та безпечних рослинних оліях на ринку харчових продуктів.

Оптимізація процесів очищення соняшникової олії сприяє підвищенню її стабільності, покращенню смакових і органолептичних властивостей, а також продовженню терміну зберігання готової продукції. Таким чином, дослідження технологічних аспектів виробництва та очищення соняшникової олії є науково та практично значущим, оскільки сприяє підвищенню якості харчової продукції, ефективності виробництва та збереженню сировинних ресурсів.

Ключові слова: соняшникова олія, пресування насіння, технологічний процес, пресування.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ I ТЕОРЕТИЧНИЙ	7
1.1 Основні фізико-хімічні властивості соняшникового насіння	7
1.2 Теоретичні основи організації процесу переробки насіння олійних культур.....	9
1.3 Підготовчі етапи зберігання та очищення насіння соняшника перед виготовленням олії.....	13
Висновки до розділу I.....	18
РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	19
2.1 Екструзійні процеси при обробці олійних культур.....	19
2.2. Обладнання пресового типу для отримання соняшnikової олії.....	26
2.3 Обґрунтування технологічного процесу та обладнання для первинного очищення пресованої соняшnikової олії.	34
Висновки до розділу II.....	40
РОЗДІЛ III РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	41
3.1 Модернізація конструкції з урахуванням результатів патентного аналізу	41
3.2 Розрахунок основних технічних параметрів пресового обладнання для отримання рослинної олії	49
3.3 Аналіз технології та удосконаленого оснащення для отримання олій ..	52
Висновки до розділу III	57
РОЗДІЛ IV ОХОРОНА ПРАЦІ.....	58
4.1 Вимоги до безпеки праці при переробці насіння соняшника	58
4.2 Санітарно-гігієнічні вимоги до території, виробничих та допоміжних приміщень, технологічних процесів	59
4.3 Правила з пожежної безпеки на олійному заводі.....	60
Висновки до розділу IV	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	64

ВСТУП

Виробництво соняшникової олії є одним із ключових напрямків агропромислового комплексу, оскільки соняшникова олія є важливим харчовим продуктом і джерелом цінних поліненасичених жирних кислот. Зростання попиту на якісну олію сприяє розвитку технологій переробки насіння олійних культур, особливо на малих та середніх підприємствах.

Метод пресування, на відміну від екстракційного способу, забезпечує отримання олії без застосування хімічних розчинників, що дозволяє зберегти більшість біологічно активних компонентів та природний смак продукту. Водночас використання стандартного промислового обладнання часто пов'язане з високими капіталовкладеннями, великою займаною площею та складністю обслуговування, що обмежує можливості малих виробників.

Розробка малогабаритних ліній для виробництва та очищення соняшникової олії методом пресування дозволяє поєднати ефективність технологічного процесу з компактністю обладнання, зменшенням енергоспоживання та оптимізацією витрат на виробництво. Такий підхід особливо актуальний для фермерських господарств, підприємств із локальним ринком збуту та органічного виробництва олії.

Дана робота присвячена аналізу технологічних процесів переробки насіння соняшника, розробці малогабаритної технологічної лінії та оцінці її ефективності з точки зору якості отриманої олії та енергетичних витрат.

РОЗДІЛ І ТЕОРЕТИЧНИЙ

1.1 Основні фізико-хімічні властивості соняшникового насіння

Соняшник є однією з найважливіших олійних культур, яка займає провідне місце у сільському господарстві України та світу. Його насіння є основною сировиною для виробництва харчової та технічної олії, білкових концентратів, комбікормів, а також використовується у харчовій промисловості як цінний продукт.

Соняшник олійний належить до однорічних сільськогосподарських культур. Його плід являє собою подовжену клиноподібну сім'янку, що складається з лущиння (зовнішньої оболонки) та білого ядра, яке вкрите тонкою насінневою оболонкою.

У насінні соняшнику міститься понад 50% олії, а в очищеному ядрі її кількість сягає понад 70% від маси. Основними перевагами цієї культури є високий вміст якісної олії, можливість повної механізації технологічного процесу вирощування, а також невибагливість до умов поливу та аерації ґрунту. Типовий хімічний склад насіння подано у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Фізико-хімічні показники насіння соняшнику

№	Показник	Середнє значення	Характеристика / Примітка
1	Вологість насіння	7–9 %	Визначає придатність до зберігання; при вологості понад 10% збільшується ризик самозігрівання
2	Вміст олії	48–56 %	Основний якісний показник, залежить від умов вирощування
3	Вміст білка	18–22 %	Важливий компонент після віджимного шроту; впливає на поживну цінність
4	Вміст клітковини	16–20 %	Залежить від структури оболонки насіння
5	Вміст вологи в ядрі	5–7 %	Впливає на ефективність пресування
6	Вміст золи	2–3 %	Показує кількість мінеральних речовин

продовження таблиці 1.1

7	Щільність насіння	0,45–0,55 г/см ³	Визначає сипкість і поведінку при транспортуванні
8	Маса 1000 насінин	55–75 г	Характеризує крупність насіння
9	Вміст неолійних домішок	до 2 %	Включає пил, частки лушпиння, інші домішки
10	Кислотне число олії	до 3,5 мг КОН/г	Характеризує ступінь гідролізу жирів
11	Йодне число олії	118–136 г I ₂ /100 г	Визначає ступінь ненасиченості жирних кислот
12	Температура плавлення жиру	16–21 °С	Впливає на технологічні властивості при переробці

Жирнокислотний склад соняшникової олії ключовий показник її фізико-хімічної якості: головними ненасиченими кислотами є лінолева (поліненасичена) і олеїнова (мононенасичена) кислоти; доля кожної з них залежить від генетики сорту (олеїн-типи мають значно більше олеїнової), але загалом лінолева та олеїнова складають більшість жирнокислотної фракції.

Ступінь ненасиченості визначається через йодне число (iodine value) цей показник використовується для оцінки схильності олії до окиснення й застосовності в різних технологічних процесах.

Для виробництва соняшникової олії використовують технологічні процеси, що базуються на методах пресування та екстрагування насіння. Отримана готова олія має певні фізико-хімічні властивості, до яких належать:

1. Кислотне число показує ступінь свіжості продукту та кількість вільних жирних кислот, що утворюються внаслідок розщеплення жиру під час зберігання. Зі збільшенням кислотного числа свіжість олії знижується.

2. Перекисне число характеризує рівень окислення олії, який зростає через накопичення перекисних сполук при тривалому зберіганні,

особливо під дією світла. Вимірюється у мілімолях кисню на кілограм продукту. Чим більше це значення тим довше олія зберігалася.

3. Йодне число вказує на кількість ненасичених жирних кислот у складі олії. Воно визначається грамами йоду, що можуть приєднатися до 100 грамів жиру. Вища величина цього показника свідчить про більший вміст ненасичених кислот, але водночас і про меншу стійкість олії до окислення при зберіганні.

4. Масова частка неомильних речовин відображає вміст компонентів, які не розкладаються під дією лугів і не переходять у гідратований стан.

5. Масова частка фосфоровмісних сполук визначає кількість фосфатидів та фосфоліпідних комплексів, що можуть сприяти утворенню осаду під час зберігання соняшникової олії.

Для ефективного виробництва соняшникової олії необхідно забезпечувати оптимальні умови зберігання насіння, щоб запобігти окисленню та втратам поживних речовин.

1.2 Теоретичні основи організації процесу переробки насіння олійних культур

Переробка насіння олійних культур є складним технологічним процесом, що передбачає низку взаємопов'язаних операцій із забезпеченням високої ефективності отримання олії та мінімізації втрат корисних компонентів. Насіння, що призначене для виробництва соняшникової олії, повинно відповідати державним стандартам. Зокрема, його вологість не повинна перевищувати 7 %, допустимий вміст різних домішок – 3 %, а битого насіння – 1 %. Водночас основним показником якості сировини є олійність насіння: чим вона вища, тим більше олії можна отримати за тих же умов, а отже, збільшується й обсяг виробництва.

Теоретичні основи організації цього процесу базуються на знаннях фізико-хімічних властивостей сировини, закономірностях технологічного перетворення та принципах механізації і автоматизації виробництва.

Середній рівень продуктивності на великих спеціалізованих олійнопереробних підприємствах України можна оцінити через показники виходу продукції та ефективності переробки основних олійних культур (табл. 1.2.)

Таблиця 1.2.

Середній вихід продукції на олійнопереробних підприємствах

Культура	Вихід продукції та відходів, %			Втрати олії при виробництві	
	лушпиння	олія (сира)	шрот	фактичні	норма
Соняшник	13.30	44.82	39.50	1.25	0.98
Соя	-	11.03	79.76	6.83	6.63
Ріпак	-	38.55	54.98	1.65	1.67
Льон	-	30.90	57.17	3.79	3.82
Суріпиця	-	11.09	84.30	6.58	6.68
Гірчиця	-	27.88	62.40	6.44	8.31

Насіння олійних культур містить різні компоненти: олію, білки, вуглеводи, мінеральні речовини та воду. Основою теоретичного підходу є вивчення властивостей насіння, які визначають методи його обробки:

- вологість впливає на здатність насіння до пресування та екстракції олії; оптимальна вологість забезпечує максимальну віддачу продукту.
- масова частка олії визначає економічну доцільність процесу та вибір технологічного обладнання.
- механічні властивості міцність оболонки та насіння визначають умови подрібнення, розмелювання та пресування.

Початок переробки насіння олійних культур починається з його підготовки до подальшого виробництва (рис. 1.1).

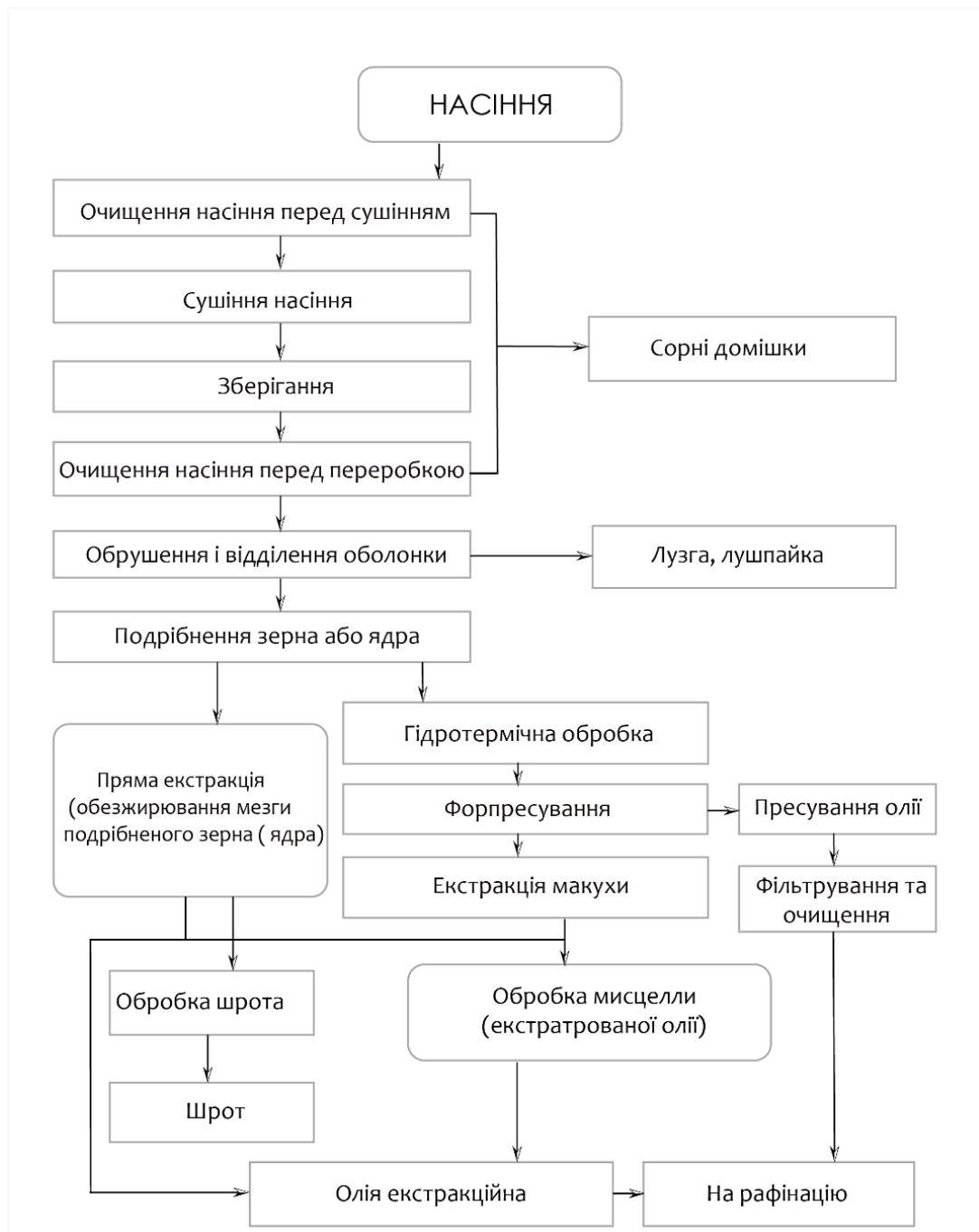


Рис. 1.1. Процес виробництва олії.

Олію з насіння отримують двома основними методами: механічним, який передбачає пресування подрібненого насіння і є основним способом на малих та середніх підприємствах, включно з господарськими олійницями. Та хімічним (екстракційним), при якому підготовлену олійну сировину обробляють органічними розчинниками, що здатні розчиняти олію.

На першому етапі насіння проходить очищення від домішок, пилу, дрібного сміття та пошкоджених зерен, що забезпечує підвищення якості

кінцевого продукту та ефективність видобутку олії. Після очищення насіння може піддаватися сушінню до оптимальної вологості, що запобігає його псуванню під час зберігання та переробки.

Наступним етапом є подрібнення або податливе розкочування насіння, що полегшує процес пресування або екстракції, а іноді застосовується й термічна обробка, яка підвищує вихід олії та покращує її смакові якості. Лише після цих підготовчих операцій насіння направляють на основні технологічні процеси механічне пресування або хімічне виділення олії.

Переробка насіння олійних культур за зазначеними методами здійснюється відповідно до різних технологічних схем і температурних режимів.

При використанні пресових технологій у процесі виробництва отримують два продукти: олію та макуху, у якій залишається частина невилученої олії. Екстракційний метод дозволяє вилучати олію в більшій кількості. Відходи, що утворюються, називаються шротом і містять до 1 % олії. На підприємствах для екстракційного видобутку олії зазвичай застосовують легкий бензин або гексан як розчинник.

Результатом пресування є нерафінована олія, яку часто реалізують на розлив, оскільки вона користується попитом серед малозабезпечених споживачів та тих, хто цінує її особливі смакові властивості. Нерафінована олія містить корисні фосфоліпіди та антиоксиданти, проте має обмежений термін зберігання.

Після пресування олія містить тверді та колоїдні домішки, зокрема білкові та слизові речовини, фосфатиди тощо, які знижують її якість і технологічні властивості, що, у свою чергу, впливає на зниження ціни реалізації.

У випадку надлишкової пропозиції на внутрішньому ринку подовження строку зберігання стає важливим для підвищення конкурентоспроможності продукції малих олійниць, що робить необхідним

додаткове очищення олії за допомогою спеціального технологічного обладнання.

Сучасна олійниця високого рівня оснащена устаткуванням для приймання, транспортування та зберігання сировини; підготовки насіння до виділення олії; пресування, фільтрування та очищення олії; а також фасування готової продукції.

Теоретичні дослідження підкреслюють роль впровадження сучасного обладнання та автоматизованих систем управління, що дозволяють підвищити продуктивність ліній та знизити енерговитрати. Крім того, ефективна організація процесу враховує економічні та екологічні аспекти виробництва, що забезпечує конкурентоспроможність продукції та мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище.

Таким чином, теоретичні основи переробки насіння олійних культур формують комплексну систему знань, яка дозволяє оптимізувати технологічний процес, підвищити якість продукції та забезпечити економічну доцільність виробництва.

1.3 Підготовчі етапи зберігання та очищення насіння соняшника перед виготовленням олії

На вихід і якість олії з олійних культур значний вплив мають умови зберігання насіння. Основна увага під час зберігання приділяється стану насіння та рівню його дихальної активності. Дихання насіння зменшує вміст олії, підвищує концентрацію вільних жирних кислот, спричиняє окислення і зміну білкових компонентів. Інтенсивність дихання визначається вологістю насіння, відносною вологістю повітря, температурою і газовим складом навколишнього середовища.

Вологість насіння, особливо вільна вода, має вирішальне значення. Під час зберігання вона повинна залишатися нижче критичного рівня, щоб

запобігти псуванню, оскільки олія практично не утримує вологу. Чим більший вміст олії в насінні, тим нижчою має бути його вологість.

При надмірній вологості насіння може самостійно нагріватися, що означає швидке підвищення температури в шарах насипу. Це призводить до активного розмноження мікроорганізмів і змінює властивості жирів і білків вони стають токсичними та набувають неприродного смаку, кольору і запаху.

Крім того, важливим є газовий склад середовища, особливо рівень кисню. Зменшення кисню у повітрі обмежує активність мікроорганізмів та шкідників навіть при високій вологості насіння.

Насіння, яке надходить на зберігання, містить різноманітні органічні та мінеральні домішки. Їх обов'язково слід видаляти, оскільки вони зменшують вихід олії, можуть надавати продукту небажаний присмак, прискорюють знос обладнання і створюють надлишковий пил у виробничих приміщеннях.

Очищення насіння проводиться у два етапи:

- перше очищення здійснюють перед сушінням, одразу після приймання насіння на склад;
- друге – виробниче очищення – виконується безпосередньо перед переробкою у виробничому цеху.

Для відділення домішок використовують їхні відмінні характеристики:

- розміри насіння та сторонніх часток;
- форму поверхні насіння і домішок;
- аеродинамічні властивості насіння та домішок (у аспіраційних машинах).

Видалення домішок, які відрізняються за розміром і формою, здійснюють на ситових сепараторах із плоскими або барабанними ситами.

Для очищення за аеродинамічними властивостями застосовують повітряно-ситові сепаратори типу ЗСМ, основними робочими елементами яких є ситові рами та аспіраційна система.

Високий відсоток жиру в олійних насіннях зумовлює їхні особливі вимоги до зберігання. Під час зберігання в насінні відбуваються складні

біохімічні процеси, що погіршують якість олії. Інтенсивність цих процесів безпосередньо залежить від вологості насіння.

Олійні насіння слід зберігати в сухих та добре провітрюваних складах. Насіння з вмістом олії до 50 % зберігається без втрати якості при вологості 7 - 8 % або нижче.

Соняшник та інші олійні культури з вологістю не більше 7-8 % зберігають у різних типах складів: елеваторних, силосних та механізованих з активним вентиляванням. Насіння піддають вентиляванню у трьох основних режимах: підсушування, охолодження та проморожування.

Підсушування передбачає продування зерна теплим або підігрітим повітрям. При використанні звичайного атмосферного повітря насіння висихає тільки тоді, коли його вологість перевищує рівноважну. Цей режим ефективний для насіння з вологою на 1-3% вище норми.

Для сушіння насіння олійних культур використовують різні способи:

- зважене сушіння за допомогою пневматичних сушарок;
- сушіння у киплячому шарі ротаційними сушарками;
- сушіння при перемішуванні в барабанних сушарках;
- безперервний потік у шахтних сушарках;
- насипне сушіння у нерухомому шарі.

Основні переваги сушіння у нерухомому шарі:

- насіння при русі рівномірно контактує з теплоносієм, що сприяє рівномірному сушінню;
- розпушення шару під час руху зменшує опір проходження тепла;
- постійний рух запобігає злежуванню насіння, підвищуючи ефективність процесу та зменшуючи ризик підгоряння.

Вентилювання здійснюють за допомогою активних установок у зерносховищах, бункерах і складах із вентиляційними системами. Простота організації процесу робить його доступним для будь-якого фермерського господарства, дозволяючи зберігати врожай економно та ефективно.

Пневматичні сушарки (рис. 1.2) є відносно простими по конструкції, характеризуються малою тривалістю процесу сушіння (кілька секунд).

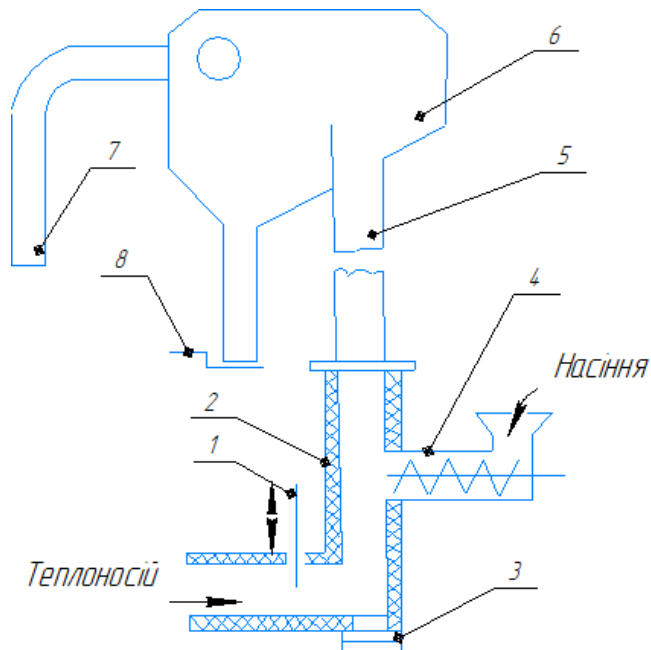


Рис. 1.2. Схема пневматичної сушарки: 1 – регулювальна заслінка; 2 – змішувальна камера; 3 – клапан для холодного повітря; 4 – живильний шнек; 5 – труба; 6 – бункер-сепаратор; 7 – труба відпрацьованого теплоносія; 8 – засівка.

Для більш інтенсивного сушіння насіння застосовують ротаційні сушарки (рис. 1.3), де сушка відбувається в киплячому шарі. Пристрої складаються з кількох секцій: верхні сушильні, нижні для охолодження.

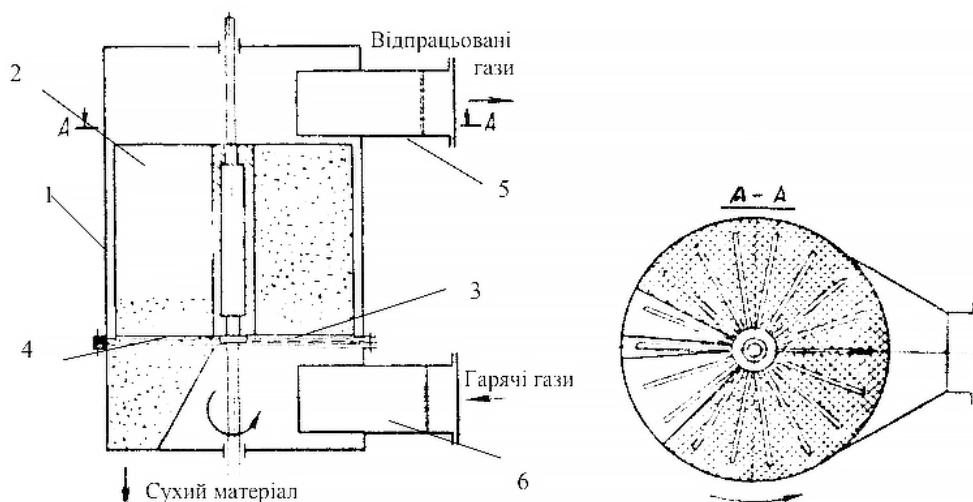


Рис. 1.3 Схема секції ротаційної сушарки: 1 – корпус; 2 – лопасть кошика; 3 – перфороване дно; 4 – пропускний отвір; 5 – патрубок відпрацьованого сушильного агента; 6 – патрубок сушильного агента.

Кількість таких секцій можна змінювати за потреби. Температурний режим сушильного агента становить 150-180 °С. Секції виконані у вигляді круглих кошиків, розділених на сектори, які обертаються навколо своєї осі. Сушильне повітря або інший агент проходить через перфороване дно секторів. Під час збігу сектора з пропускним отвором насіння переміщуються до наступного сектора.

Широке поширення мають шахтні сушарки (ВТІ, СЗШ, ДСП) (рис. 1.4). Насіння, яке підлягає сушінню, проходить через шахту, оснащену коробами, які спрямовують і виводять газоповітряну суміш. Опускаючись під власною вагою між коробами, насіння нагрівається сумішшю повітря та димових газів із спеціальної топки.

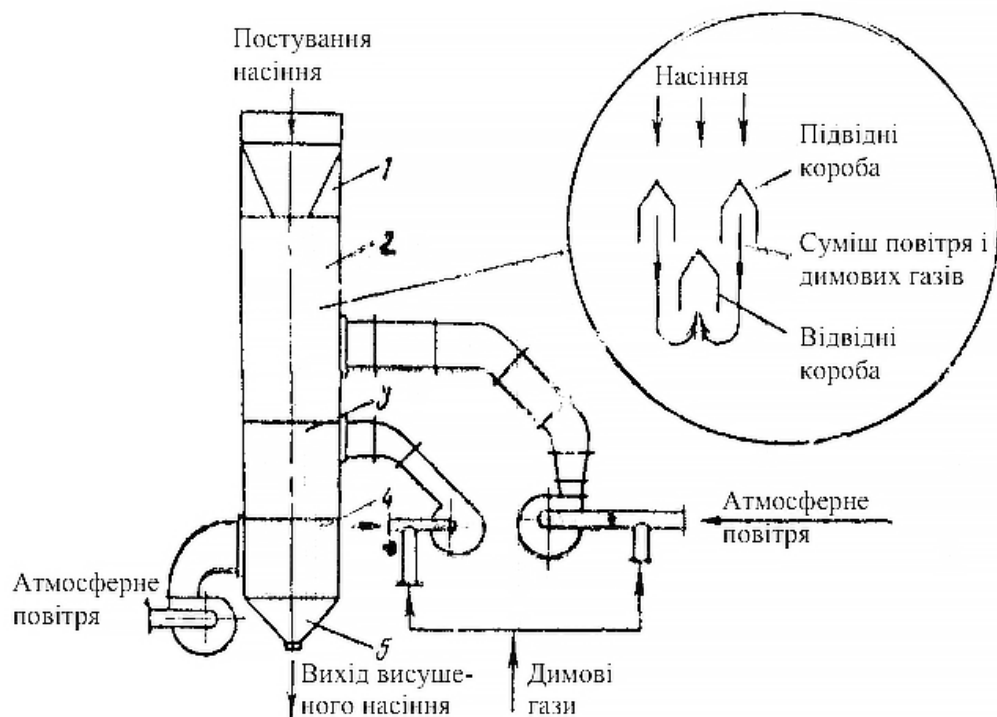


Рис. 1.4 Схема сушарки шахтного типу: 1 – бункер для прийому сірих насінь; 2, 3 – сушильні камери; 4 – охолоджуюча камера; 5 – прийомний бункер для сухого насіння.

Волога, що міститься в насінні, випаровується, після чого висушені насіння охолоджуються в охолоджуючій камері 4, де через масу насіння продувається атмосферне повітря. Процес сушіння може здійснюватися за одноступінчастим або двоступінчастим режимом.

При двоступінчастому сушінні шахта розділена по висоті на дві зони: у верхній зоні (перший ступінь) сушіння відбувається при помірних температурах, у нижній зоні (другий ступінь) досушування проводиться при більш високих температурах. При одноступінчастому сушінні суміш повітря та димових газів подається в камеру з однаковою температурою. Для підвищення ефективності шахтних сушарок застосовують рециркуляційне сушіння та попереднє підігрівання зерна.

Висновки до розділу I

В розділі вивчено основні фізико-хімічних властивості насіння соняшнику, які мають важливе значення для раціональної організації процесів його переробки. Розглянуто показники, що визначають структурно-механічні, вологісні, теплотехнічні та масообмінні характеристики сировини, від яких залежить ефективність екстракційних, пресових та очищувальних операцій.

Також розглянуто теоретичні основи організації процесу переробки насіння олійних культур, які включають аналіз фізико-хімічних властивостей сировини, особливостей її підготовки до переробки. Проаналізовано підготовчі етапи зберігання та очищення насіння соняшнику перед процесом виготовлення олії, зокрема проаналізовано технологічні операції, що забезпечують збереження якості сировини, зменшення вмісту домішок і створення оптимальних умов для подальшої переробки.

РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Екструзійні процеси при обробці олійних культур

Покращення теоретичних підходів та методик розрахунку екструзійного обладнання є ключовим завданням, виконання якого забезпечує раціональне проектування його вузлів для отримання продукції необхідного рівня якості. Оскільки показники якості екструдату та продуктивності машини визначаються режимом роботи передматричної частини черв'яка, доцільно формувати математичні моделі процесу саме для цієї зони [12].

Велику роль у розвитку математичних моделей і методів розрахунку дозуючих зон одношнекових екструдерів відіграли Г. Шенкель, Е. Бернхардт, З. Тадмор, Дж. Мейз, Р.В. Торнер.

Остаточний фільтраційний потік олії визначається наступними виразами:

$$w_x = -K_f \frac{\partial P_{\text{и}}}{\partial x} = -K_f P_{\text{и}} k \cos\left(\frac{\pi y}{2H}\right) e^{kx},$$

$$w_y = -K_f \frac{\partial P_w}{\partial y} = \frac{K_f P_{\text{и}} k \cos\left(\frac{\pi y}{2H}\right) e^{kx}}{2H},$$

Швидкість проходження олії крізь зсєрну камеру обчислюють за наступною формулою:

$$w_y|_y = H = \frac{K_f P_{\text{и}} \pi e^{kx} \sin\left(\frac{\pi y}{2H}\right)}{2H} |_y = H = \frac{K_f P_{\text{и}} \pi e^{kx}}{2H},$$

Проведений аналітичний огляд свідчить про актуальність і необхідність подальшого поглиблення теоретичних та експериментальних досліджень, спрямованих на формування узагальненої наукової теорії функціонування шнекових екструдерів. Одним із ключових завдань у цій галузі є створення єдиної математичної моделі процесу екструзії, яка забезпечувала б можливість науково обґрунтованого прогнозування якісних

показників готового екструдату та визначення його фізико-механічних і технологічних характеристик на кожному етапі проходження матеріалу через зони екструдера.

На сучасному етапі розвитку технологій екструзійні методи переробки олійних, зернових і зернобобових культур, а також різноманітних кормових та харчових сумішей, набувають все більшого поширення у харчовій, кормовій і переробній промисловості. Вони широко застосовуються під час виробництва комбікормів, продуктів функціонального харчування, а також при комплексній переробці вторинних ресурсів птахівничих і тваринницьких підприємств.

Процес екструзії являє собою складну фізико-хімічну систему взаємодій, що відбувається під впливом інтенсивних механічних навантажень, у присутності певної кількості вологи та за умов високотемпературного впливу.

Такий комплексний характер процесу зумовлює необхідність глибокого вивчення закономірностей зміни властивостей сировини під час екструзійної обробки з метою підвищення ефективності та керованості технологічного процесу.

Перероблюваний матеріал нагрівається внаслідок перетворення механічної енергії на теплову, яка утворюється при подоланні внутрішнього тертя та здійсненні пластичної деформації маси продукту, а також за рахунок додаткового зовнішнього теплового впливу.

Процес екструзії реалізується за допомогою шнекових екструдерів, у яких поєднуються термічна, вологісна та механіко-хімічна обробка сировини. У результаті формується продукт із новими структурно-фізичними характеристиками, зміненою морфологією і зниженою питомою масою.

Короткочасний нагрів (у межах кількох секунд) у поєднанні з високим тиском зумовлює істотні зміни у стані білкових і крохмальних компонентів, сприяє стерилізації кормової сировини, а також знижує концентрацію

антиживильних речовин до нормативно допустимих рівнів. У практиці виділяють три основні режими екструзійної обробки:

- «холодна екструзія» здійснюється при температурах, нижчих або близьких до температури клейстеризації крохмалю;
- «тепла екструзія» проводиться при температурах, що перевищують температуру клейстеризації, але не перевищують 120 °С;
- «гаряча екструзія» – відбувається при температурах понад 120 °С, що призводить до глибоких фізико-хімічних перетворень сировини та значного ступеня деструкції крохмалю [12].

На сучасному етапі на ринку широко представлені технологічні рішення та обладнання для екструзії кормів і перероблення олійних культур, розроблені компанією Farmet. Так звана суха екструзія являє собою процес, у якому матеріал піддається одночасному впливу високої температури й тиску без додавання вологи.

Цей метод доцільно застосовувати для переробки сировини з підвищеним (понад 15 %) вмістом жиру, зокрема соєвих бобів, насіння ріпаку, макухи тощо (рис. 2.1).

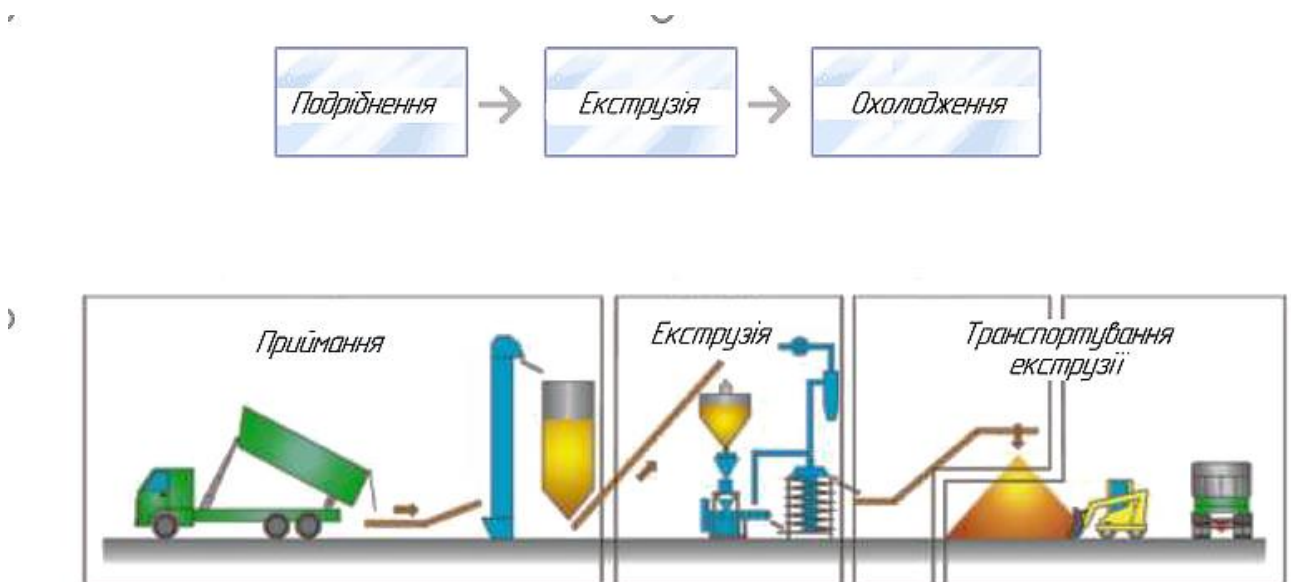


Рис. 2.1. Технологічна структура лінії, що функціонує за методом сухої екструзії.

Мокра екструзія відрізняється від сухої тим, що оброблюваний матеріал зазнає комплексного впливу не лише температури та тиску, але й підвищеної вологості, зокрема дії водяної пари. Такий технологічний процес характеризується значно ширшою сферою застосування у промисловості.

На відміну від інших способів, для проведення мокрої екструзії не є обов'язковим наявність певної кількості жиру в сировині. Цей метод ефективно застосовується для переробки зернових, бобових і олійних культур, а також кукурудзи та інших аналогічних матеріалів (рис. 2.2).

Інноваційні технологічні рішення у сфері переробки насіння олійних культур, розроблені компанією Farmet, забезпечують виробництво високоякісних кормів із покращеними дієтичними властивостями. Застосування таких технологій сприяє підвищенню засвоюваності поживних речовин, зниженню вмісту антиживильних компонентів, ліквідації небажаної мікрофлори, а також подовженню термінів зберігання готової продукції.

У процесі переробки олійного насіння з пониженим вмістом жиру, а також при обробці ріпакової чи соняшnikової макухи після стадії форпресування, використовується метод сухої екструзії. Для насіння з високим вмістом олії (понад 25%) Farmet рекомендує застосовувати технологію дворазового пресування з екструзією.

Принцип роботи даної системи полягає в тому, що екструдер виконує роль проміжної ланки між двома пресами – пресом попереднього (форпрес) та остаточного віджиму [12].

Застосування такої технології забезпечує раціональніше використання олійної сировини, дозволяє збільшити вихід олії щонайменше на 3%, а також одержати макуху з покращеними якісними показниками.

Для переробки соєвого насіння та отримання соєвої олії й макухи компанія пропонує технологічну лінію одноразового пресування з екструзією, що поєднує механічне віджимання та екструзійну обробку. Дана технологія відзначається зниженими енерговитратами, оскільки до преса

надходить уже попередньо нагрітий і подрібнений матеріал, а також характеризується підвищеним виходом олії.

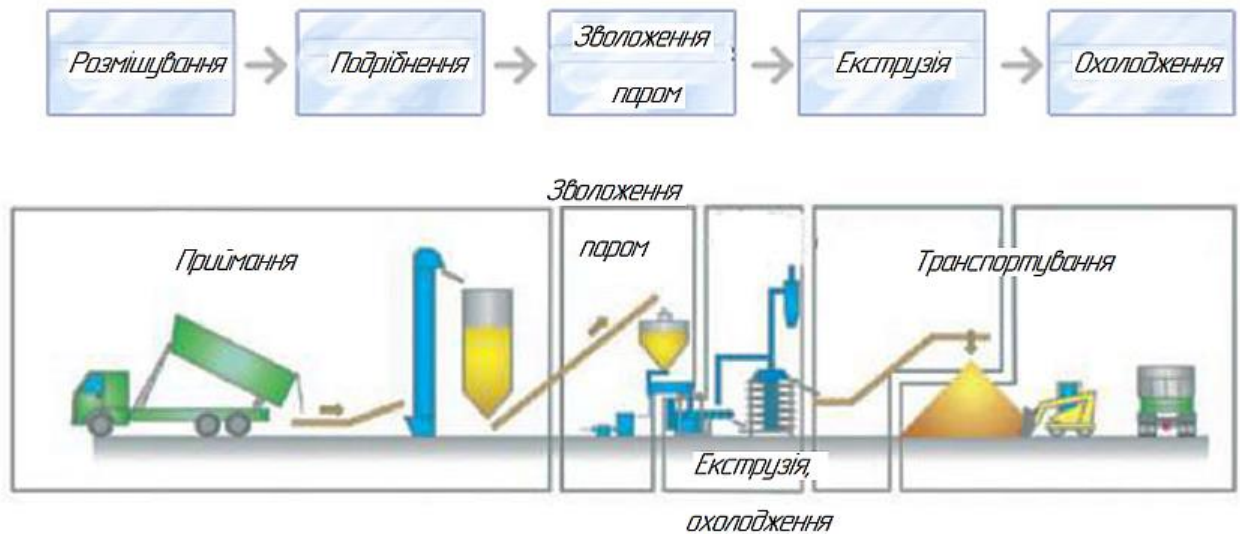


Рис. 2.2. Технологічна система екструзійної переробки матеріалів, що функціонує за принципом вологотеплової (парової) екструзії із застосуванням операції пропарювання.

Альтернативним варіантом традиційних методів гарячого або комбінованого (холодно-гарячого) пресування є технологія дворазового пресування з екструзією (рис. 2.3). На першому етапі здійснюється холодне пресування, а перед другим матеріал нагрівається в екструдері.

Така комбінація технологічних операцій забезпечує максимальне вилучення олії з сировини, підвищує ефективність переробки та дає можливість отримати високоякісну макуху з покращеними фізико-хімічними властивостями.

Порівняно з олією, що отримується звичайними методами, екструдована олія відзначається більшим вмістом токоферолів та зменшеним вмістом фосфоліпідів, хлорофілу, вільних жирних кислот і перекисних сполук.

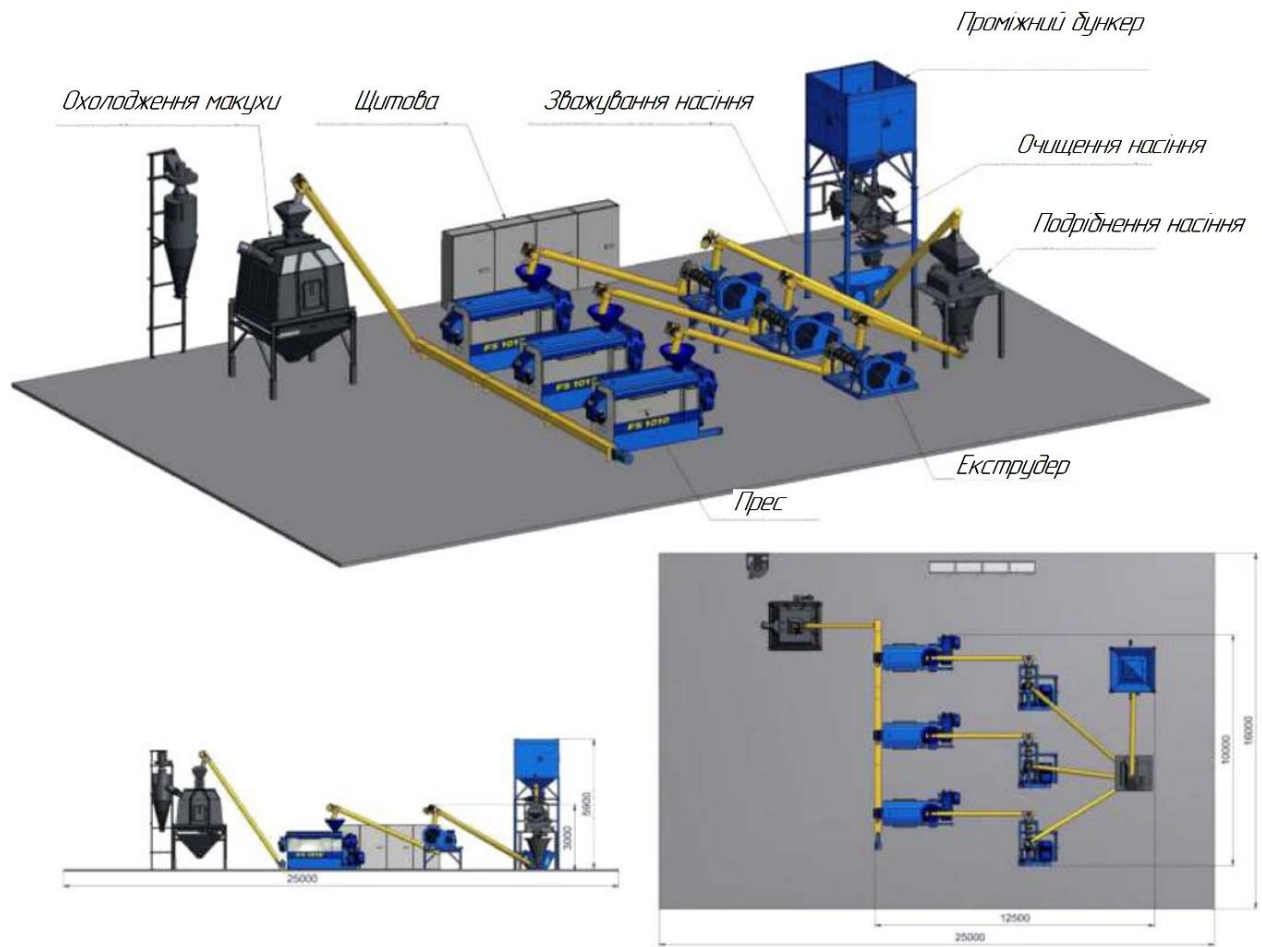


Рис. 2.3. Комплексна установка одноетапного пресування сировини з використанням екструзії.

Це визначає її підвищену стабільність при зберіганні, хорошу текучість та спрощує процес рафінації. На рисунку 2.4 наведено технологічну лінію виробництва екструдованих продуктів, що належить до переробки харчової сировини та може бути інтегрована у виробничі процеси екструдованих продуктів.

Впровадження запропонованої екструзійної лінії дозволяє:

- підвищити технологічну ефективність виробництва комбінованих продуктів із заданими харчовими характеристиками;
- забезпечити виготовлення високоякісних екструдованих виробів різноманітного асортименту, включаючи гранули з різною щільністю, що

плавають на різних глибинах або повільно осідають, пристосовані до потреб різних видів тварин і риб;

– оптимізувати режим термічної обробки шляхом зниження температури екструзії та скорочення часу перебування продукту в екструдері, що дозволяє зберегти термолабільні нутрієнти у гранульованих виробках.

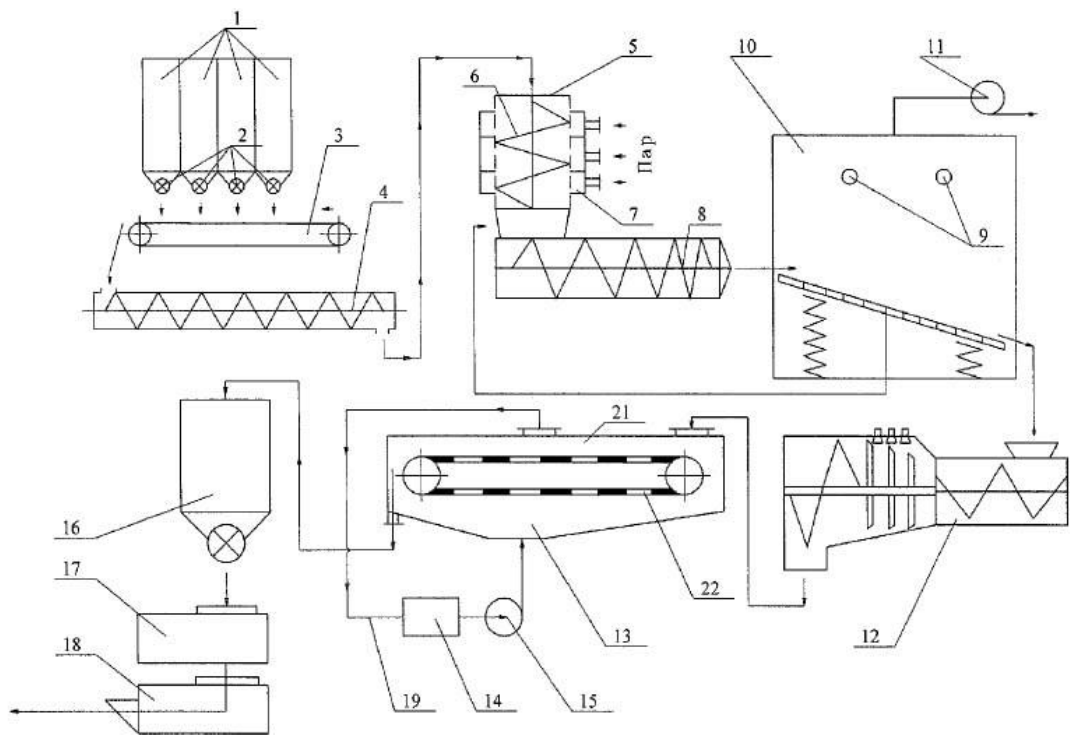


Рис. 2.4. Лінія виробництва екструдованих продуктів: 1 –завантажувальний бункер для зберігання зернової сировини, 2 – роторні дозатори, 3 – стрічковий транспортер, 4 – шнековий змішувач, 5 – пристрій для попередньої гідротермічної обробки вихідної сировини, 8 – екструдер, 10 – дегазатор–паросорбер , 12 – дражувальний апарат, 13 – сушка, 16 – проміжний бункер–накопичувач, 17 – фасувальний автомат, 18 – пакувальна машина.

Впровадження даної технологічної лінії сприяє підвищенню продуктивності процесів переробки олійних і зернобобових культур, зменшенню кількості необхідного обладнання та відповідному зниженню

собівартості виробництва без компромісу щодо якості продукції, а також забезпечує адаптацію режимів обробки для нестандартних видів сировини з дотриманням технологічних стандартів.

2.2. Обладнання пресового типу для отримання соняшникової олії

Обладнання пресового типу для отримання соняшникової олії є ключовим елементом технологічного процесу, оскільки воно забезпечує ефективне відділення олії від насіння з мінімальними втратами якості продукту. Використання пресів дозволяє досягати високого ступеня очищення сировини ще на етапі первинного віджиму, що позитивно впливає на органолептичні та фізико-хімічні властивості олії.

При виборі обладнання для пресового цеху слід враховувати такі фактори:

- тип сировини;
- продуктивність;
- технічні характеристики;
- безпека;
- економічність.

На сьогоднішній день застосовується лише безперервний метод пресування на шнекових пресах, які поділяють на три основні типи:

- преси для попереднього віджимання олії (форпреси) ФП, МП;
- преси для остаточного віджимання олії (експелери) ЕП, МД, МПЕ;
- преси подвійної дії, що поєднують попереднє і остаточне видобування олії в одному пристрої (МПЕ-2, МП-21).

Шнекові преси поділяють на форпреси для попереднього отримання олії та експелери для її остаточного видобування. Основна відмінність полягає в конструкції робочого органу шнекового валу. У форпресів спостерігається поступове зменшення кроку витків від початку до кінця валу,

а в деяких випадках збільшується діаметр тіла витка. Для експелерів зміни кроку та діаметра витків менш виражені.

Оскільки відмінність між пресами полягає переважно у конфігурації витків шнекового вала, виготовляють преси з двома комплектами витків, що дозволяє використовувати їх у обох режимах роботи.

Принцип дії шнекових пресів є загальним: при обертанні шнекового вала матеріал у порожнині зєрного барабана (складеного з пластин з невеликими зазорами) переміщується від місця завантаження до виходу. Зменшення вільного об'єму витків за рахунок зменшення кроку та збільшення діаметра тіла витка призводить до стискання матеріалу, у якому виникає тиск, що витискає олію через зазори зєрного барабана, яка збирається у піддоні.

Вихідний макуха проходить через регулюючий пристрій, який змінює перетин щілини на виході, підтримуючи протитиск у шнековому тракті преса. Максимальний тиск, який створює шнековий прес, сягає 30 МПа, а ущільнення мезги збільшується у 2,8–4,4 рази. Тривалість перебування мезги під тиском у шнековому каналі залежить від типу преса і коливається від 78 до 225 секунд.

У деяких технологічних схемах перед жарінням передбачають попереднє віджимання олії за допомогою форпресів, які також називають інактиваторами або форшнеками. Форшнек марки КЯ (рис. 2.5) складається з двох основних частин підготовчого пристрою та полегшеного шнекового преса.

Підготовчий пристрій 1 являє собою вертикальний циліндричний барабан, оснащений двома рядами форсунок 2 для подачі насиченої пари. Для рівномірного розподілу пари у м'ятці над кожним рядом форсунок встановлені обертові ножі-мішалки.

За допомогою короткого патрубка 4 циліндр з'єднується з горизонтальним зєрним циліндром, тобто, циліндром, утвореним поздовжніми планками з невеличкими щілинами між ними. 8

Короткий шнек 5 виконує роль живильника. Пресова частина має шнек 6 з витками перемінної товщини (потовщуються по мірі наближення до виходу). На вихідному кінці шнекового вала встановлено регулювальний конус 8, який може переміщуватися по різьбі.

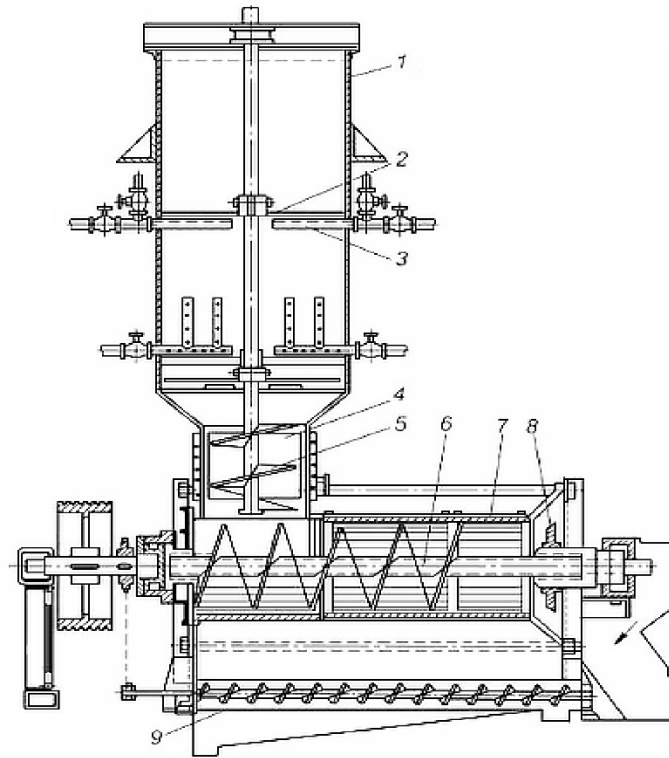


Рис. 2.5. Схема олійного форшнека типу КЯ: 1 – бункер; 2 – ножі-мішалки; 3 – форсунки подавання пари; 4 – патрубок; 5 – шнек-живильник; 6 – шнек; 7 – циліндр-зеєр; 8 – регулювальний конус; 9 – шнек для видалення олії.

Під зеєрним циліндром знаходиться шнек, призначений для відведення олії. Привід преса здійснюється від електродвигуна через клинопасову передачу, а шнек-вивантажувач приводиться в рух за допомогою ланцюгової передачі.

Під час роботи агрегату м'ятка безперервно подається у підготовчий пристрій 1, де вона зволожується поетапно на верхньому та нижньому ярусах форсунок. Зволожена м'ятка, захоплена живильним шнеком, піддається невеликому стисканню, і частина олії виділяється та стікає через сітчасте кільце, встановлене навколо шнека.

Після часткового знежирення м'ятка направляється на основний шнек, де відбувається остаточне відділення олії, яка через зеєрні щілини збирається і видаляється шнеком 9. Використання цього типу апарата дозволяє отримувати до 70 % олії.

Прес ФП (рис. 2.6) належить до шнекових пресів, призначених для попереднього віджиму олії. Станина 1, яка є основою та підтримує всі основні вузли преса, виготовлена з литого чавуну. Вона складається з двох стійок, з'єднаних між собою стяжними болтами.

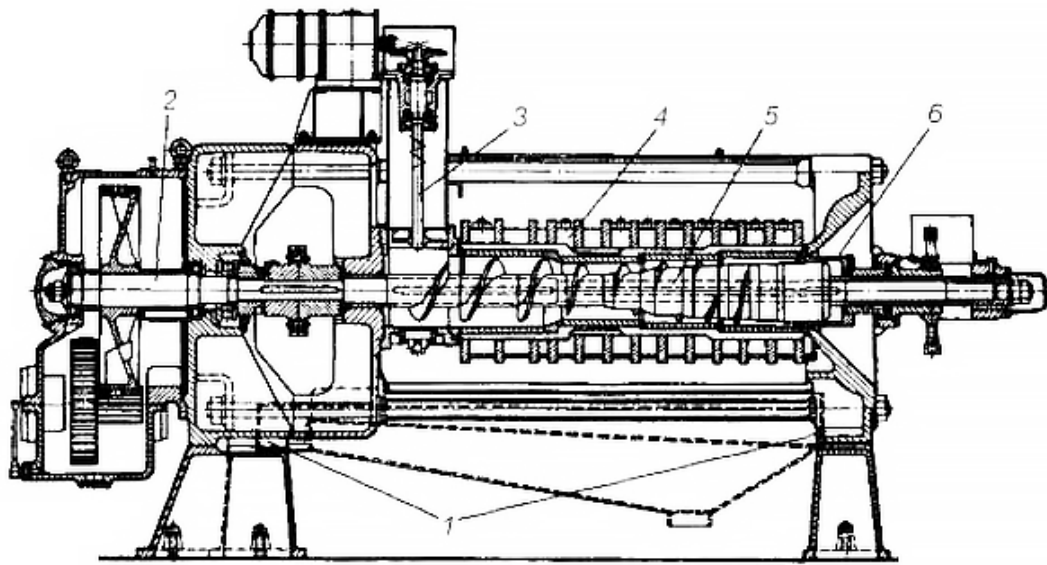


Рис. 2.6 Схема форпреса ФП: 1 – станина; 2 – вал приводний; 3 – регулятор живлення; 4 – зеєрний барабан; 5 – шнековий вал; 6 – регулювальний пристрій.

Зеєрний барабан 4 виконано ступінчастим із змінним діаметром. У поперечному перерізі кожна ступінь барабана складається зі стяжних скоб із листової сталі товщиною 30 мм, оснащених осьовим розніманням. На стяжні скоби встановлено зеєрні планки, оперті циліндричною поверхнею на кромку центрального отвору скоби.

Кожна стопа зеєрних планок займає чверть окружності; у кожній половині стяжної скоби розміщено по дві стопи, таким чином загальна кількість стоп у скобі складає чотири. Зеєрні планки укладають щільно одна до одної, орієнтуючи виступаючі частини за напрямком обертання

шнекового вала. По всій довжині зеєрного барабана (1167,5 мм) розташовано тринадцять стяжних скоб. Обидві половини зеєрного циліндра з'єднані в єдиний конструктивний вузол за допомогою чотирьох стяжних брусів і шпильок. У зоні розніму встановлено фігурні пластини-ножі з виступами та вирізами, відповідними конфігурації шнекового вала, що запобігає провертанню матеріалу разом зі шнеком.

Величина зазору між зеєрними планками регулюється залежно від режиму пресування (попереднє чи остаточне знімання олії) та виду олійної сировини. Зазор між планками змінюється по довжині барабана, поступово зменшуючись у напрямку до виходу матеріалу. При цьому збільшення тиску в пресі потребує зменшення зазору, який варіюється у діапазоні від 1,5 до 0,15 мм. Шнековий вал є основним робочим органом шнекового преса. Робочим простором є проміжок між зовнішньою поверхнею шнека та внутрішньою поверхнею зеєрного барабана.

Конструктивно шнековий вал (рис. 2.7) збирається з окремих шнекових витків, що відрізняються кроком та діаметром, а також проміжних кілець, насаджених на гладкий вал і зафіксованих шпонкою для запобігання прокручуванню.

Така збірна конструкція забезпечує виготовлення шнекових витків з постійним кроком, спрощує технологію їх виробництва та дозволяє замінювати витки у міру зношування. Основні технічні параметри форпреса ФП наведено в таблиці 2.1.

Регульовальний пристрій конусного типу (6) забезпечує контроль тиску в робочій камері преса, що є критично важливим під час його пуску. У період прогрівання преса матеріал має знижену температуру, що ускладнює процес віджиму олії при високому тиску. Після досягнення робочої температури ефективність пресування нормалізується.

Технічна характеристика форпреса ФП

Продуктивність, т/добу для соняшника	35...45
Відсоток олії у макусі, %	12...20
Частота обертання шнекового вала, об/хв.	12...25
Потужність електродвигуна, кВт	20,0
Габарити, мм	1563×1400×1950
Маса, кг	4250

Принцип регулювання тиску ґрунтується на зміні перетину вихідної щілини, що безпосередньо впливає на локальний гідравлічний опір у робочій камері. Привід преса (2) реалізований через електродвигун із застосуванням конічно-циліндричного вбудованого редуктора.

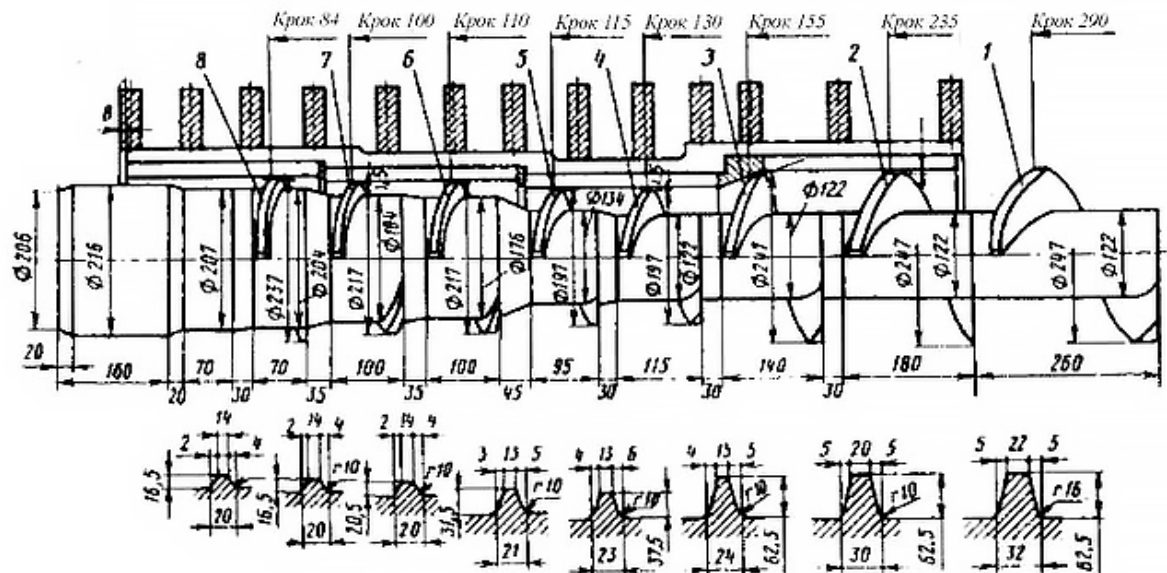


Рис. 2.7. Шнековий вал форпреса ФП.

Шнековий олійний прес МП-68 (рис. 2.8) призначений для попереднього витягування олії та має геометричні параметри робочих органів шнекового вала і зерного циліндра аналогічні відповідним розмірам преса ФП. Це потужне промислове обладнання, призначене для попереднього віджиму олії з насіння олійних культур, таких як соняшник, соя, ріпак, бавовник та інші. Використовується в технологічних лініях для виробництва рослинних олій методом форпресування.

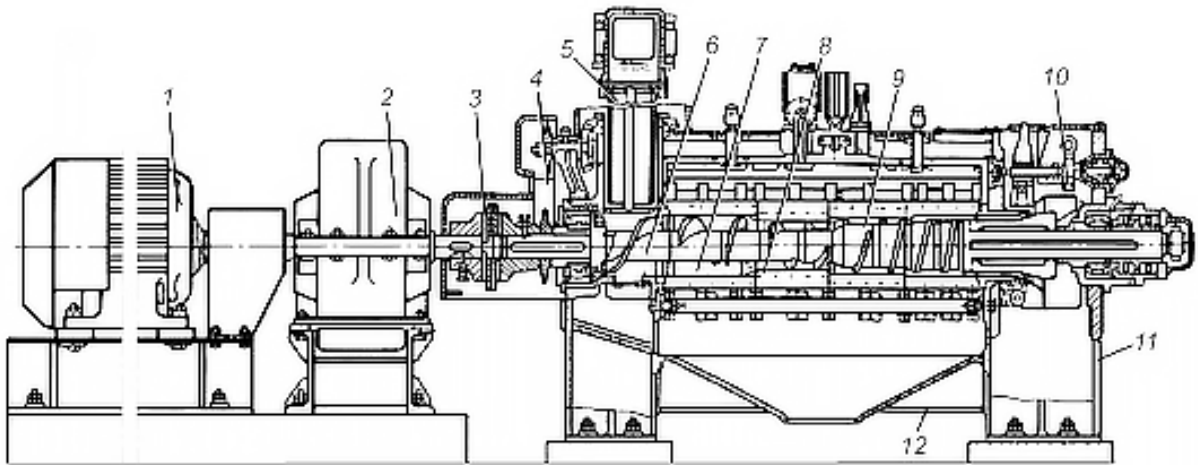


Рис. 2.8 Схема олійного преса МП-68: 1 – електродвигун; 2 – редуктор; 3 – муфта; 4 – ланцюгова передача; 5 – живильник; 6 – шнековий вал; 7 – зерна камера; 8 – шнековий виток; 9 – перехідне кільце; 10 – регулятор тиску; 11 – станина; 12 – збірний пристрій.

Основні конструктивні елементи преса МП-68 включають:

1. Станину 11, виконану методом лиття. Опорні стояки станини з'єднані між собою зварними трубами та двома швелерами. На боці виходу макухи на станині встановлено корпус підшипника шнекового вала.

2. Робочу камеру, що складається зі шнекового вала та зерного барабана 7. Шнековий вал сформований із дев'яти окремих шнекових витків 8 та перехідних кілець 9, змонтованих на осі вала 6 та закріплених кінцевою гайкою. Конструктивно ці вузли не відрізняються від аналогічних елементів преса ФП. Опори шнекового вала виконані у вигляді радіальних сферичних дворядних підшипників, встановлених на станині.

3. Привід шнекового вала забезпечується від вала редуктора через запобіжну хрестоподібну муфту 3, одна з напівмуфт якої закріплена на осі шнекового вала. Для захисту преса від перевантажень передбачено зрізні штифти муфти. Поруч із напівмуфтою на осі шнекового вала встановлено зірочку ланцюгової передачі 4 для приводу обертової тічки живильника 5.

4. Зеєрну камеру 7, яка складається з двох частин із вертикальним розніманням, шарнірним з'єднанням знизу та клиновим з'єднанням зверху. Завдяки наявності лебідки забезпечується зручне відкривання та закривання камери. Усередині камери встановлені спеціальні ножі з виступами, що запобігають обертанню мезги разом із шнековим валом.

5. Живильник (5) виконаний у вигляді обертової труби, оснащеної нерухомими скребками, які забезпечують очищення внутрішніх стінок від налиплого матеріалу. Корпус живильника верхньою частиною закріплений до нижнього чана жаровні. Обертальний рух труби передається через ланцюгову передачу та пару конічних шестерень, одна з яких встановлена на обертовому валу.

6. Механізм регулювання товщини макухи (10) на виході преса розташований у корпусі станини. Регулювання зазору здійснюється переміщенням кільця підйомною системою, що приводиться в рух штурвалом, розташованим на зовнішній частині преса, через черв'ячну передачу. Значення зазору між кільцем та конусом контролюється за допомогою спеціального покажчика зі стрілкою.

7. Збірний пристрій для олії (12) складається зі зливального листа та збірника, закріпленого між передньою та задньою стійками станини на двох швелерах.

8. Привід олійницького преса включає електродвигун (1) та редуктор (2), з'єднані муфтою (3) з валом преса. Електродвигун є тришвидкісним; шляхом зміни схеми підключення полюсів двигуна забезпечується регулювання частоти обертання шнекового вала.

Вибір конкретного обладнання залежить від масштабів виробництва та специфічних вимог до кінцевого продукту. Таким чином, пресове обладнання є економічно доцільним і технологічно обґрунтованим способом отримання соняшникової олії високої якості, що задовольняє вимоги як харчової промисловості, так і ринку здорового харчування.

2.3 Обґрунтування технологічного процесу та обладнання для первинного очищення пресованої соняшникової олії.

У процесі первинного відтискування олії у форапаратах, форпресах та шнекових пресах одноразової або залишкової дії до складу олії (яка виступає дисперсійним середовищем) потрапляють дрібнодисперсні частинки мезги та макухи, що утворюють дисперсну фазу. Під час проходження олії крізь зеєрні щілини форапаратів і пресів незначні частинки пресованого матеріалу виносяться разом із потоком, унаслідок чого формується суспензія з підвищеним вмістом твердих включень.

Процес очищення пресованої соняшникової олії від механічних домішок є одним із ключових завдань у технології розділення суспензій. Олія, одержана шляхом віджимання у шнекових пресах, являє собою полідисперсну систему, у якій розмір твердих частинок коливається в широкому діапазоні від кількох сантиметрів до 2–4 мікрометрів.

Масова частка нежирових домішок у такій олії може становити від 2 до 10%, при цьому густина цих частинок знаходиться в межах 1,10–1,40 г/см³. Концентрація та склад домішок залежать від структурно-механічних характеристик пресованої сировини, а також від конструктивних і технічних параметрів робочих органів преса зокрема, від величини зазорів між зеєрними пластинами та ступеня зношення елементів шнекового валу.

У процесі теплофізичної обробки м'ятки (смаження) та подальшого відтискування олії створюються умови, що сприяють розчиненню в жировій фазі низки речовин, які мають істотне значення при визначенні конструкції обладнання та виборі технологічних режимів первинного очищення олії. До таких компонентів насамперед належать фосфатиди, воскоподібні сполуки та вода. Під час підвищення температури в процесі теплової обробки м'ятки (мезги) концентрація фосфатидів і воскоподібних речовин у олії зростає, тоді як її вологовміст зменшується.

Наявність зазначених сполук зумовлює протікання у свіжовіджатій олії складних фізико-хімічних процесів, таких як самогідратація та коагуляція фосфатидів, а також кристалізація високомолекулярних воскоподібних компонентів у період охолодження після пресування. Відповідно, під час вибору технологічного обладнання, параметрів режимів роботи та оптимальної технологічної схеми очищення соняшникової олії від механічних домішок необхідно враховувати специфічні властивості отриманої складної колоїдної системи.

Присутність у рослинній олії нерозчинних механічних домішок інтенсифікує перебіг окиснювальних, ферментативних і гідролітичних процесів, оскільки саме на поверхні цих твердих частинок такі реакції відбуваються значно швидше, ніж у рідкій фазі. Внаслідок дії зазначених процесів спостерігається погіршення якості олії, зниження її стійкості під час зберігання та збільшення втрат продукту на подальших стадіях перероблення.

Підвищена температура та тривала тривалість процесу первинного очищення рослинної олії у присутності механічних домішок білкової природи створюють умови для перебігу реакцій типу сахароамінного комплексу, спричиняють денатурацію білкових сполук, утворення ліпопротеїнових агрегатів і перехід летких ароматичних речовин у жирову фазу. Сукупність зазначених процесів негативно впливає на фізіологічну цінність олії, погіршує її органолептичні характеристики, знижує товарний вигляд продукції та ускладнює подальші стадії технологічної переробки.

З огляду на це, в сучасних технологічних схемах виробництва рослинних олій особлива увага приділяється забезпеченню максимально швидкого та повного вилучення з олії нерозчинних механічних домішок.

У вітчизняній технологічній практиці нині застосовується низка методів розділення суспензій, які за принципом дії поділяються на осадження та фільтрування. Основна відмінність між цими способами полягає в характері відносного руху фаз: при осадженні переміщення зазнають

частинки дисперсної фази відносно нерухомого дисперсійного середовища, тоді як при фільтруванні, навпаки, рухається саме дисперсійне середовище крізь шар частинок.

Процес осадження може відбуватися під дією гравітаційних або відцентрових сил, тоді як фільтрування здійснюється через перфоровану поверхню, пористий фільтраційний матеріал або намитий дренажний шар частинок різного походження.

Найчастіше у виробничій практиці застосовуються такі технологічні схеми первинного очищення пресової олії від механічних домішок:

1. Відстоювання з подальшим фільтруванням у фільтр-пресах, яке може здійснюватися одноразово або дворазово;
2. Комбінована схема, що передбачає відстоювання у механічній пастці, осадження зважених часток у відцентровому полі на центрифугах типу НОГШ-325, після чого проводиться фільтрування у фільтр-пресах (одно- або двоетапне);
3. Комплексна схема очищення, що включає відстоювання у механічній пастці, відцентрове осадження домішок на центрифугах НОГШ-325, первинну сепарацію зволоженої олії та вторинну сепарацію, спрямовану на досягнення більш високого ступеня очищення продукту.

Технологічна схема первинного очищення олії передбачає певну послідовність операцій, спрямованих на видалення механічних та нежирових домішок із продукту [5].

Соняшникова олія у вигляді суспензії, що містить 2-10 % нежирових домішок, за допомогою збірного шнека 1 (рис. 2.9) подається до гравітаційної пастки Г2. У цьому апараті, за температури 85–90 °С, відбувається осадження твердих частинок розміром понад 0,04 мм. Осад, який містить близько 25 % жиру, виводиться з пастки та направляється на подальшу переробку.

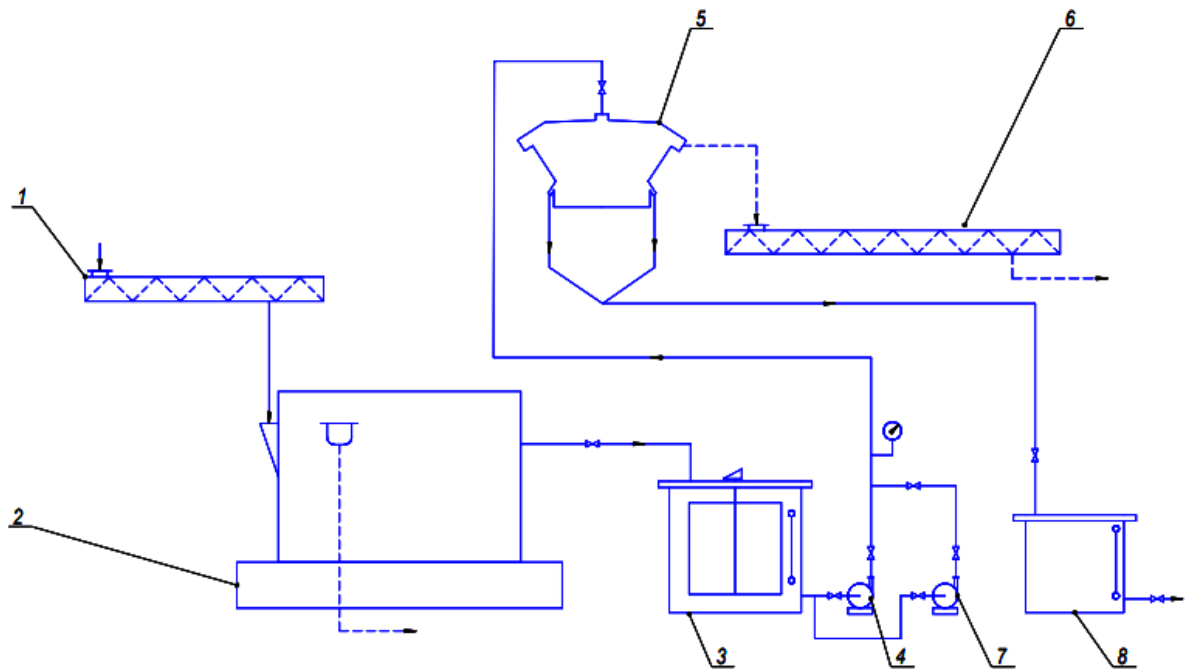


Рис. 2.9. Технологічна схема первинного очищення соняшникової пресової олії: 1 – шнек; 2 – механічна пастка; 3 – збірник для олії; 4,7 – насос; 5 – центрифуга; 6 – бак для олії; 7 – шнек.

Частково очищена суспензія олії, у складі якої вміст нежирових домішок становить близько 0,95 %, а частка води та летких речовин – близько 0,3 %, через проміжну ємність 3 подається насосом 4 у центрифугу 5. У результаті центрифугування вміст нежирових домішок у суспензії знижується до 0,25 %. Одержана очищена олія через проміжну ємність 6 насосом 7 подається на фільтраційний етап, який здійснюється при температурі 65-70 °С.

Виділені під час центрифугування зважені частинки транспортуються шнеком 8 на повторну переробку до верхніх чанів жаровень пресових установок.

Вібраційна центрифуга (рис. 2.10) являє собою технічний пристрій, конструкція якого включає завантажувальну горловину 1, корпус 2 із вивантажувальними патрубками для відведення відфільтрованого матеріалу 3, 4, відділення для акумулювання нефільтрованої сировини 5, горловину для видалення осаду 6, а також два основних контури, взаємопов'язаних між

собою пружно-демпфувальними елементами 7, 8. Обидва контури приводяться в дію окремими електродвигунами 9, 10.

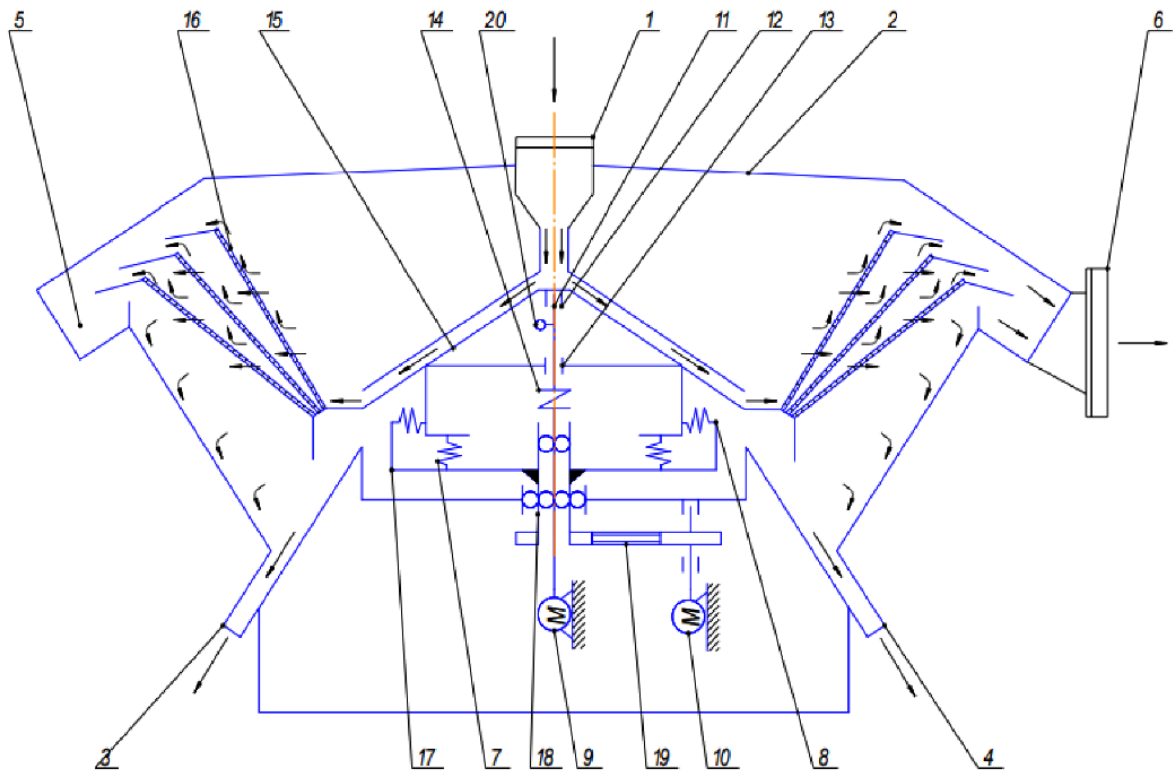


Рис. 2.10. Вібраційна центрифуга з дебалансним приводом: 1 – завантажувальна горловина; 2 – корпус; 3,4 – вивантажувальні патрубки відфільтрованого матеріалу; 5 – відділення для осаду; 6 – вивантажувальна горловина осаду; 7, 8 – пружні елементи; 9, 10 – електродвигун; 11 – приводний вал незрівноважених мас; 12, 13 – підшипникові вузли; 14 – гнучка муфта; 15 – приводний конус; 16 – фільтраційні елементи; 17 – приводна платформа; 18 – приводний вал платформи; 19 – клинопасова передача; 20 – дебаланс.

Внутрішній контур центрифуги містить приводний вал із незрівноваженими масами 11, який встановлено на підшипникових опорах 12, 13. Через еластичну муфту 14 він з'єднаний із приводним валом електродвигуна 9, що забезпечує передачу крутного моменту та створення збуджувальних коливань.

Зовнішній контур конструкції включає приводний конус 15, жорстко закріплений на фільтраційних елементах 16, і приводну платформу конуса 17, яка фіксується на приводному валу 18. Передача обертального руху від електродвигуна 10 здійснюється через клинопасову передачу 19, що забезпечує стабільну кінематичну взаємодію елементів.

Запропонована конструкція реалізує принцип комбінованої дії вібраційного та обертального рухів фільтраційних елементів, що забезпечує ефект самоочищення фільтраційної поверхні від осаду технологічної рідини в умовах дії вібраційного поля.

Принцип роботи центрифуги з дебалансним приводом полягає у такому. Після вмикання електродвигунів 9 та 10 здійснюється подача неочищеної сировини у завантажувальну горловину. Крутний момент від електродвигуна 9 через гнучку муфту передається на вал дебалансів 20, що створює плоскі коливання робочого органу центрифуги. Одночасно електродвигун 10 через клинопасову передачу та приводну платформу забезпечує обертання фільтраційних елементів навколо власної осі.

Таким чином, підвищення інтенсивності відцентрового поля у поєднанні із застосуванням триярусної системи фільтрації дозволяє суттєво підвищити ефективність процесу первинного очищення соняшникової олії, зменшити втрати та забезпечити стабільну якість отриманого продукту.

В результаті первинного очищення олія набуває прозорого вигляду, очищається від механічних домішок, а її хімічний склад стає більш стабільним для подальшої рафінації. Ефективність цього етапу безпосередньо впливає на якість кінцевого продукту, економічність процесу та термін зберігання олії.

Отже, застосування комплексного підходу, що поєднує механічне відстоювання, фільтрування та центрифугування, забезпечує оптимальне співвідношення якості продукту та витрат технологічних ресурсів.

Висновки до розділу II

В розділі виконано технічне обґрунтування процесів екструзійної обробки насіння олійних культур. Технічне обґрунтування показало доцільність використання екструзійного методу як підготовчої стадії перед пресуванням, оскільки він забезпечує підвищення енергетичної ефективності та зниження втрат олії.

Проведено огляд обладнання пресового типу, призначене для отримання соняшникової олії. Детально проаналізовано принцип його роботи, конструктивні особливості основних вузлів та елементів, а також технологічні параметри процесу пресування, що забезпечують ефективне вилучення олії з насіння соняшнику.

Обґрунтовано технологічний процес та обладнання для первинного очищення пресованої соняшникової олії. Вибір обладнання для очищення залежить від продуктивності лінії, фізико-хімічних властивостей пресованої олії та вимог до кінцевого продукту.

РОЗДІЛ III РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

3.1 Модернізація конструкції з урахуванням результатів патентного аналізу

Номер патенту 31622 (рис. 3.1) представляє корисну модель, що належить до обладнання масложирової промисловості, зокрема до шнекових пресів для віджимання олії з насіння соняшника, ріпаку, сої, льону та гірчиці. Відомий шнековий прес включає корпус із завантажувальним бункером, циліндричну робочу камеру, встановлену на корпусі, на боковій поверхні якої виконані отвори для відведення віджатої олії, шнековий вал, змонтований у робочій камері в опорах обертання, та насадку на торці робочої камери для виведення макухи [Пат. 76532 А, Україна, МПК В 30 В 9/18; Опубл. 15.08.2006, Бюл. №8].

Основним недоліком зазначеного преса, який використовується як прототип, є низький вихід олії, що обумовлено недостатньою інтенсивністю віджимання, тобто обмеженим тиском та часом перебування насіння в робочій камері. Крім того, діапазон регулювання інтенсивності віджимання є вузьким, що обмежує технологічні можливості обладнання, оскільки для переробки різних видів олійних культур необхідно значно варіювати тиск і час перебування насіння у робочій камері.

Метою створення даної корисної моделі було розроблення удосконаленого шнекового преса, у якому підвищення тиску та збільшення часу перебування насіння в робочій камері забезпечують більший вихід олії, а також розширення технологічних можливостей за рахунок збільшення діапазону регулювання інтенсивності віджимання.

Реалізація поставленого завдання досягається тим, що у шнековому пресі, який містить корпус із завантажувальним бункером, циліндричну робочу камеру з отворами для відведення олії, шнековий вал у опорах обертання та насадку для виходу макухи, носова частина шнекового вала

виконана конусною, на торці циліндричної камери встановлено запірний конус із отворами та пазами для додаткового відведення олії та виходу макухи, а на зовнішній поверхні запірного конуса змонтовано регулювальний конус з отворами для виведення макухи.

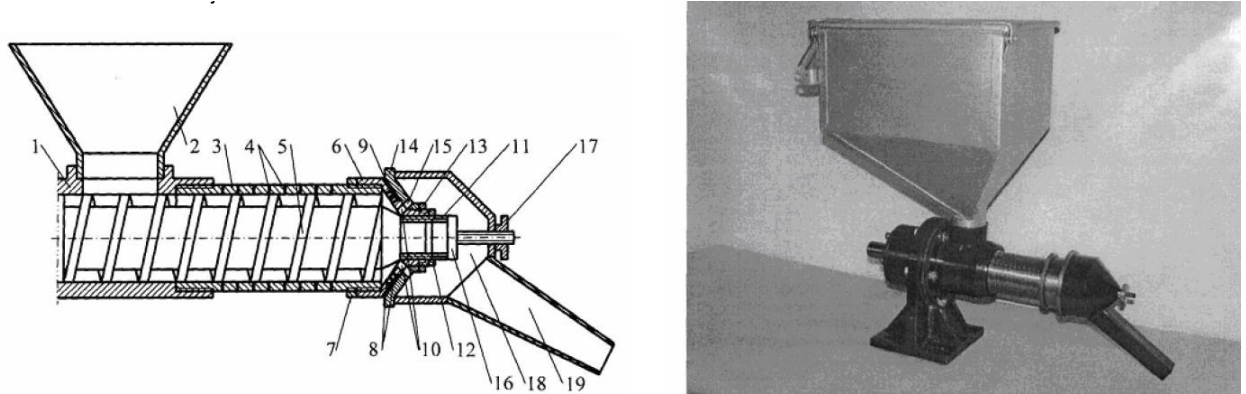


Рис. 3.1. Прес шнековий патент України 31622.

Олійний прес із активатором виходу макухи (рис. 3.2) складається з корпусу, обладнаного завантажувальним бункером, та циліндричної робочої камери, змонтованої на корпусі. На боковій поверхні камери розташовані отвори для відведення відтисненої олії. У робочій камері встановлено шнековий вал, закріплений у опорах обертання, а на торці камери розміщено насадку для виходу макухи.

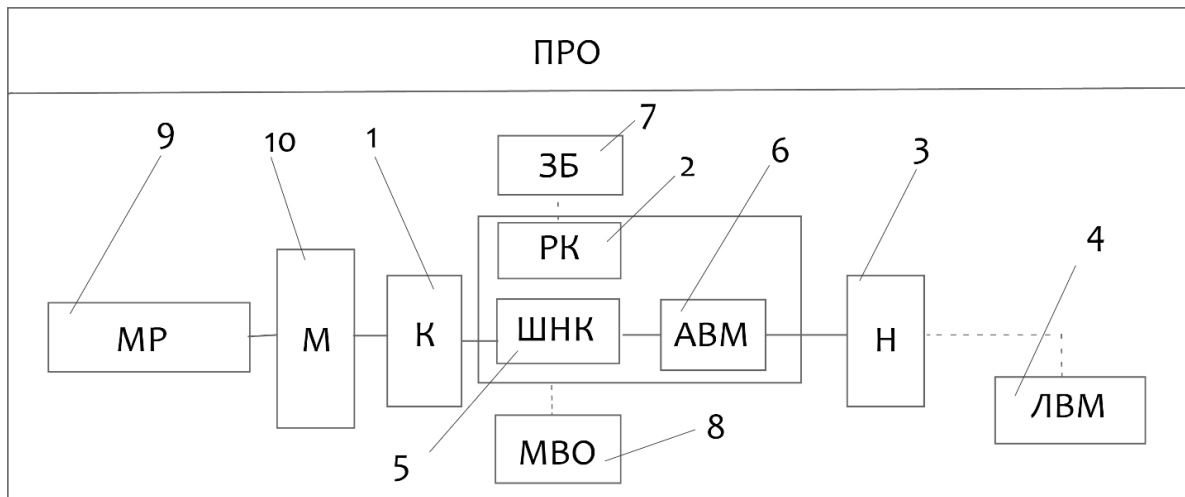


Рис. 3.2. Олійний прес з активатором виходу макухи.

Торцева частина камери обладнана запірним конусом із отворами та пазами для відведення додатково відтисненої олії та виходу макухи, а також

регулювальним конусом із отворами для виходу макухи. Особливістю конструкції є наявність активатора виходу макухи у вигляді конусного шнека, встановленого на торці шнекового вала.

Запропонована корисна модель відноситься до обладнання олійножирової промисловості, зокрема до шнекових пресів для відтискання олії з насіння олійних культур, таких як соняшник, ріпак, соя, льон, гірчиця та інші [17].

Відомий олійновідтискний прес включає корпус із завантажувальним бункером, циліндричну робочу камеру, змонтовану на корпусі, бокова поверхня якої обладнана отворами для відведення відтисненої олії, шнековий вал, розташований у робочій камері та змонтований в опорах обертання, а також насадку для виведення макухи, встановлену на торці камери. На торцевій частині робочої камери розташований запірний конус із отворами та пазами для відведення додатково відтисненої олії та виходу макухи, а також регулювальний конус із отворами для макухи [Пат. 31622 U, Україна, МПК B30B9/12; B30B9/18; Опубл. 10.04.2008, Бюл. №7].

У зазначеному пресі, обраному прототипом, спостерігається наростання місцевих втрат тиску у камері додаткового відтискання, що призводить до відтискання олії за підвищеної температури та до закупорювання отворів для виходу макухи.

Метою запропонованої корисної моделі є забезпечення достатнього ступеня відтискання олії при допустимій температурі та запобігання закупорюванню отворів для виходу макухи шляхом зменшення місцевих втрат тиску в камері додаткового відтискання шляхом вдосконалення конструкції преса.

Рішення поставленого завдання полягає у встановленні на торці шнекового вала активатора виходу макухи у вигляді конусного шнека. Це вдосконалення зберігає наявну конструкцію преса з корпусом, циліндричною робочою камерою, отворами для відведення олії, шнековим валом у опорах

обертання, насадкою для виходу макухи, запірним і регулювальним конусами, проте дозволяє зменшити місцеві втрати тиску.

Завдяки меншому кроку витків конусного шнека активатора досягається підвищення тиску в робочій камері, що забезпечує ефективне відтискання олії при допустимій температурі та запобігає призупиненню роботи преса через забивання отворів для виходу макухи.

Умову ефективного функціонування преса, при якій забезпечується оптимальний ступінь відтискання олії за допустимого рівня температури та відсутнє призупинення роботи обладнання через засмічення отворів для виходу макухи, формулюють у вигляді наступного рівняння:

$$P_{\text{роб.пр.}} = P_{\text{вм.}} + \Delta P_{\text{л.}} + \Delta P_{\text{м.}}$$

$$P_{\text{роб.пр.}} \leq P_{\text{т.н.}}$$

де $P_{\text{роб.пр.}}$ – тиск у циліндричній робочій камері преса, МПа;

$P_{\text{вм.}}$ – тиск, необхідний для виходу макухи, МПа;

$\Delta P_{\text{л.}}$ – лінійні втрати тиску у пресі, МПа;

$\Delta P_{\text{м.}}$ – місцеві втрати тиску у пресі, що визначально залежить від втрати тиску у камері додаткового відтискання, МПа;

$P_{\text{т.н.}}$ – технологічно необхідний тиск у циліндричній робочій камері преса, за якого досягається достатній ступінь відтискання олії при допустимій температурі, МПа.

Олійний прес, обладнаний активатором виходу макухи, функціонує наступним чином. Після подачі живлення на мотор–редуктор 9 (рис. 3.2) крутний момент через муфту 10 передається на шнековий вал 5, який починає обертатися. Відкривається завантажувальний бункер 7, і насіння заповнює простір між витками шнекового вала 5 та робочою камерою 2. Внаслідок різниці площ між вхідним отвором для завантаження насіння та вихідними отворами для відведення макухи в робочій камері створюється необхідний тиск, що забезпечує роздавлювання насіння та віджимання олії.

Активатор виходу макухи 6 захоплює її з міжвиткового простору шнекового вала й проштовхує через вихідні отвори. Встановлення на торці

шнекового вала активатора у вигляді конусного шнека забезпечує достатній ступінь відтискання олії при допустимій температурі та запобігає зупинкам преса через забивання вихідних отворів макухи.

Прес для отримання олії та текстурованої макухи (патент № 2430147) відноситься до харчової промисловості. Корпус преса містить кілька завантажувальних бункерів із дозаторами в нижній частині. Завантажувальні ковші з'єднані з вертикальним змішувачем, усередині якого встановлено комбіновану мішалку. У корпусі послідовно розташовані три камери: подрібнення, виділення олії та динамічного формування. У камері подрібнення паралельно розташовані два бічних і один центральний вал, на поверхні кожного з яких встановлено серпоподібні ножі, виконані по гвинтовій траєкторії. Камера виділення олії містить центральний вал із витками шнека, між витками якого закріплено по два вертикальні циліндри.

У камері динамічного формування між витками шнека на центральному валу до корпусу прикріплена матриця з конусоподібним каналом, всередині якого співвісно розташований обертовий дорн із поздовжніми каналами змінної глибини на конусоподібній частині.

Запропоноване конструктивне рішення дозволяє підвищити вихід олії та якість макухи за рахунок оптимізації процесу формування і віджимання сировини (рис. 3.3).

Прес для отримання олії та текстурованої макухи складається зі станини 4, завантажувальних бункерів 12, корпусу 28, електродвигунів 1 та 25, ланцюгових зірочок 2 та 24, забірника олії 27 та бункера для збору текстурованої макухи 26. Корпус 28 обладнаний декількома завантажувальними бункерами 12, в нижній частині яких розташовані дозатори 11.

Завантажувальні ковші 12 з'єднані з вертикальним конічним змішувачем 9, усередині якого встановлено комбіновану мішалку 10. Комбінована мішалка являє собою вертикальний вал, на якому закріплені

горизонтальні хрестоподібні циліндричні штирі, та приводиться в обертання за допомогою регульованого гвинта.

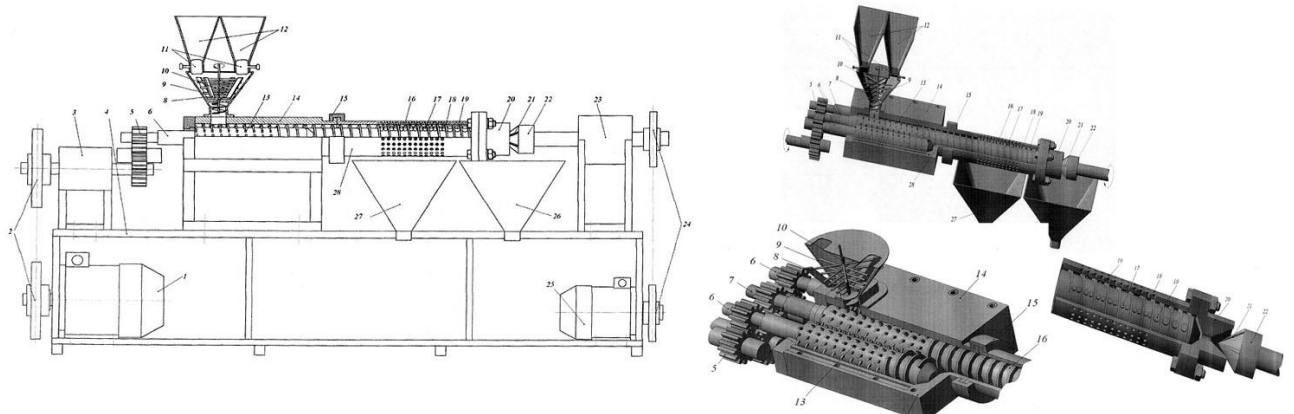


Рис. 3.3. Схема та загальний вигляд пресу патент № 2430147.

Всередині корпусу 6 послідовно розташовані три технологічні камери: камера подрібнення 14, камера виділення олії 16 та камера динамічного формування 18. У камері подрібнення 14 паралельно встановлено два бічних коротких вали 6 та один центральний довгий вал 7, які обертаються за рахунок електродвигуна 1 через ланцюгові зірочки 2, редуктор 3 та зубчасту передачу 5. На поверхні кожного вала закріплені серпоподібні ножі 13, виконані за гвинтовою траєкторією та переходять у суцільні витки шнека. Під час обертання серпоподібні ножі забезпечують ефективне подрібнення матеріалу.

Камера подрібнення 14 та камера виділення олії 16 з'єднані між собою хомутом 15. У камері виділення олії 16 розташований центральний довгий вал 7 з витками шнека. Між кожним витком шнека встановлено по два вертикальних циліндри 17, що виконують функцію нагрівальних шайб. У цій же камері змонтовано змінний зеєрний корпус 18, який являє собою порожнистий циліндр з отворами для відведення олії, збір якої здійснюється за допомогою забірника олії 27.

Варто зазначити, що діаметр отворів у зеєрному корпусі 18 менший, ніж у основному корпусі 8. У камері динамічного формування 18 на центральному валу 7 між витками шнека також закріплені вертикальні

циліндри 19, що виконують роль нагрівальних шайб. На кінці камери динамічного формування 18 до корпусу 8 прикріплена матриця 20 з конусоподібним каналом, у якому співвісно розташований обертовий дорн 22. На конусоподібній частині дорна виконані поздовжні канали 21 змінної глибини. Обертання валу дорна 22 забезпечується за допомогою регульованого електродвигуна 25, ланцюгових зірочок 24 та редуктора 23. Готова текстурована макуха збирається у бункері 26.

Таким чином, запропонована вдосконалена технологічна схема дозволяє:

- здійснювати одночасне отримання олії та текстурованої макухи на одному пресі;
- формувати макуху заданої консистенції з можливістю введення додаткових компонентів для подальшого використання у виробництві хлібобулочних виробів, варених ковбас, комбікормів та інших продуктів;
- підвищити якість макухи завдяки її текстуруванню в камері динамічного формування;
- знизити надходження мезги до олії завдяки застосуванню змінного зєєрного корпусу [14].

Лінія переробки насіння соняшнику за патентом № 2412983 (рис. 3.4). Лінія переробки насіння соняшнику характеризується тим, що перед вузлом обрушення інтегровано додатковий вузол фракціонування насіння, оснащений розсівами, призначеними для поділу насіння на чотири фракції за шириною.

Кожна фракція подається на вузол обрушення окремо. Вузол поділу рушанки на фракції з виділенням ядра складається з послідовно з'єднаних агрегатів: аспіратора, що працює під вакуумом, падді-сепаратора та фотоелектронного сепаратора. При цьому всі вузли лінії забезпечені герметизацією.

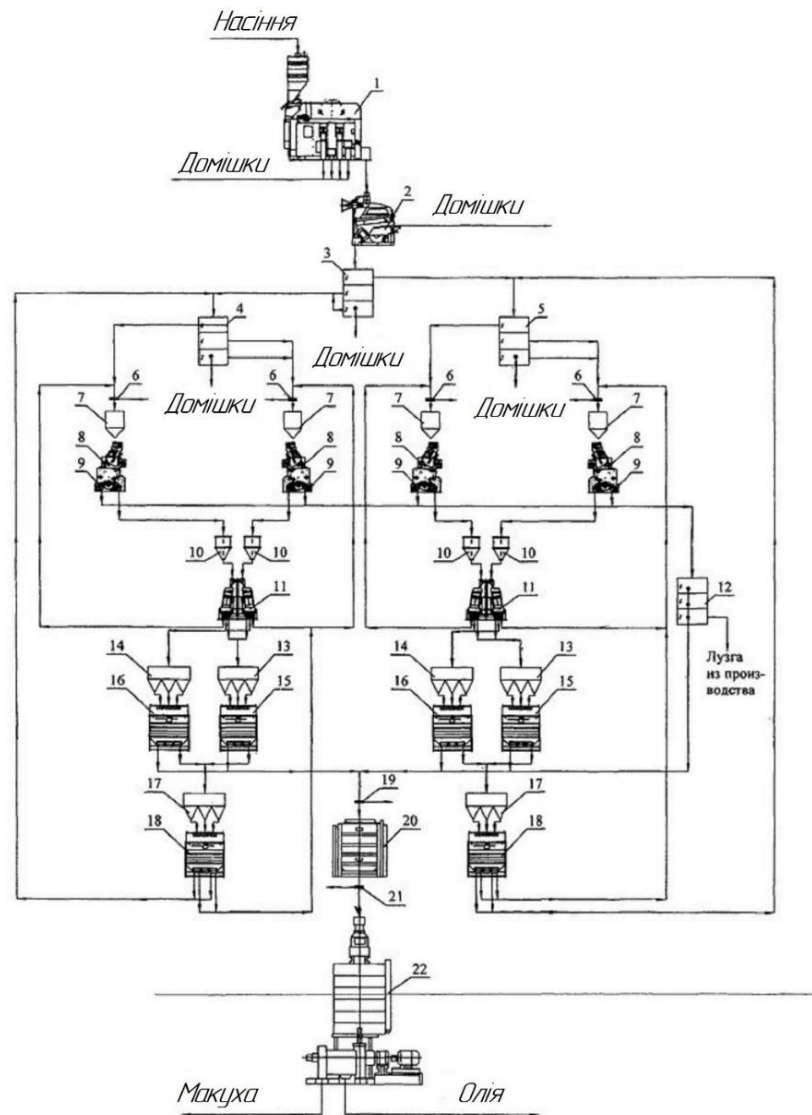


Рис. 3.4 Лінія переробки насіння соняшнику патент № 2412983.

Всі апарати лінії герметизовані, що запобігає викид пилу з корпусів апаратів в навколишнє повітря. Показники роботи лінії наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Показники роботи лінії патент № 2412983

Найменування показника	Значення показника для лінії	
	Оригінал	Прототип
Вихід пресового соняшникової олії, %	46,50	45,20
Кислотне число олії, мг КОН/г	0,6	1,5
Перекисне число олії, ммоль активного кисню на кг	1,52	8,15
Масова частка неомильних речовин, %	0,98	1,85

Отже, реалізація технологічного процесу переробки насіння соняшнику на лінії за запропонованим патентом у порівнянні з відомими аналогами забезпечує підвищення виходу пресованої олії та покращення її якісних показників, що зумовлено оптимізацією параметрів підготовки сировини, контролем температурно-вологісного режиму та вдосконаленням конструкції екструзійно-пресувальних агрегатів.

Завдяки цьому зменшуються втрати олії під час пресування, знижується вміст механічних домішок та продуктів окислення, що позитивно впливає на стабільність та тривалість зберігання кінцевого продукту. Крім того, впровадження запропонованої лінії дозволяє скоротити енергетичні та матеріальні витрати на виробництво, підвищити продуктивність підприємства та забезпечити більш рівномірне та екологічно безпечне використання відходів виробництва.

3.2 Розрахунок основних технічних параметрів пресового обладнання для отримання рослинної олії

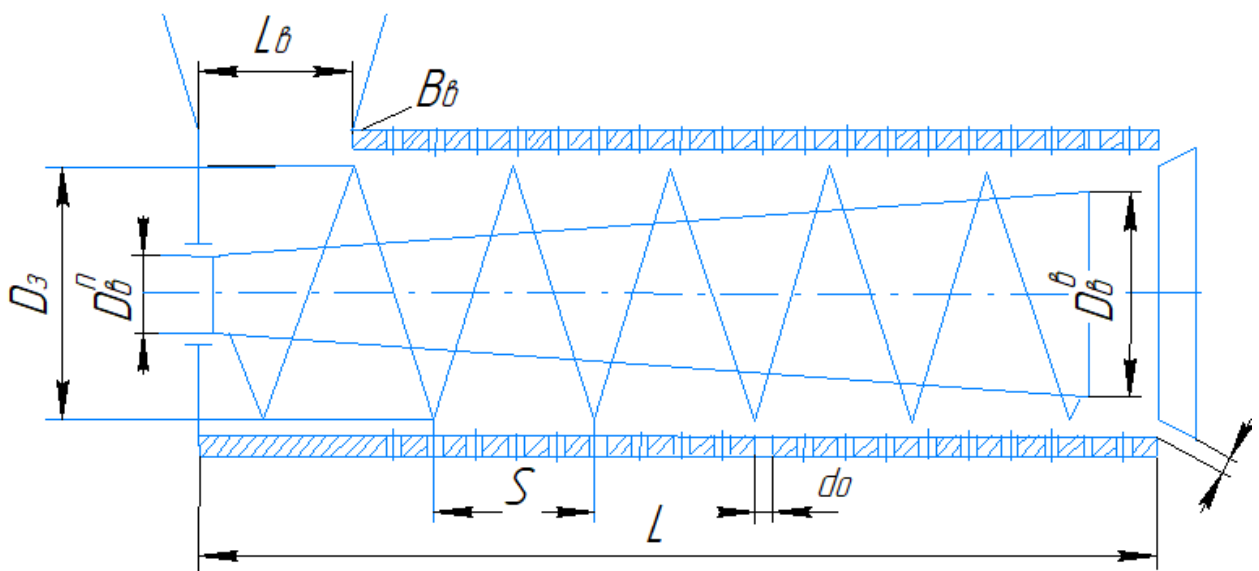


Рис. 3.5. Розрахункова схема преса рослинної олії.

Продуктивність преса по насінню Q , кг/год. визначається як:

$$Q = 47,1 \cdot D_3^2 \cdot S \cdot n \cdot \rho \cdot (1 - \psi) \cdot (1 - K_n),$$

де D_3 – зовнішній діаметр шнека, м;

S – крок витка шнека, м;

n – частота обертання шнека, об/хв.

ρ – об'ємна маса насіння, кг/м³;

ψ – коефіцієнт заповнення;

K_n – коефіцієнт повернення.

Із формули визначається зовнішній діаметр шнека D_3 , м

$$D_3 = \sqrt{\frac{Q}{47,1 \cdot S \cdot n \cdot \rho \cdot (1 - \psi) \cdot (1 - K_n)}}$$

Довжина шнека, м розраховується за формулою:

$$L = 3 \cdot L_3 ,$$

де L_3 – довжина зони пресування, м;

$$L_3 = (3 \dots 4) \cdot S$$

Пропускна спроможність машини, кг/год. визначається так:

$$Q_M = Q_{ол} + Q_{шр} ,$$

де $Q_{ол}$ – пропускна спроможність по олії, кг/год.;

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

$$Q_{ол} = Q_M \cdot K_{вих} ,$$

де $K_{вих}$ – коефіцієнт виходу, $K_{вих} = 0,3 \dots 0,38$.

$$Q_{шр} = Q_M - Q_{ол}.$$

Пропускна спроможність, кг/год. у залежності від параметрів машини:

$$Q_M = 3600 \cdot A \cdot v \cdot \rho ,$$

де A – площа поперечного перерізу преса, м²;

v – швидкість поступального руху маси сировини, м/с.

$$A = \frac{\pi(D_3^2 - D_B^2)}{4} ,$$

де D_B – внутрішній діаметр витка шнека, м.

$$v = \frac{S \cdot n}{60} \cdot K_{об} \cdot K_m ,$$

де $K_{об}$ – коефіцієнт, що враховує обертання маси разом зі шнеком;

K_m – коефіцієнт, що враховує товщину витків та їх профіль.

Поправочні коефіцієнти приймають $K_{об} = 0,7 \dots 0,75$, $K_m = 0,7 \dots 0,9$.

Як видно з рисунка, вал шнека преса має конічну форму, його менший (початковий) діаметр, м визначається з виразу:

$$D_B^n = \sqrt{D_3^2 - \frac{\pi \cdot Q_m}{15 \cdot S \cdot n \cdot K_{об} \cdot K_m \cdot \rho}}.$$

Внутрішній діаметр шнека на виході з преса, м:

$$D_B^B = \sqrt{D_3^2 - \frac{\pi \cdot Q_m}{15 \cdot S \cdot n \cdot K_{об} \cdot K_m \cdot \rho_{шр}}}.$$

де $\rho_{шр}$ – об’ємна маса шроту, кг/м^3 , $\rho_{шр} = 1800 \dots 2000 \text{ кг/м}^3$.

Пропускна спроможність по олії, кг/с описується виразом:

$$Q_{ол} = \frac{\pi \cdot d_{отв}^2}{4} \cdot z \cdot v_{ол} \cdot \rho_{ол},$$

де $d_{отв}$ – діаметр отворів для виходу олії, м;

$v_{ол}$ – швидкість проходження олії через отвори, м/с ;

z – кількість отворів у кожусі шт.

При розрахунку приймають $d_{отв} = 0,5 \dots 1,5 \text{ мм}$, $v_{ол} = 0,6 \dots 1,0 \text{ м/с}$.

Знаходиться кількість отворів:

$$z = \frac{4 \cdot Q_{ол}}{\pi \cdot d_{отв}^2 \cdot v_{ол} \cdot \rho_{ол}}.$$

Ширина завантажувального вікна не повинна бути більшою за зовнішній діаметр шнека:

$$B_{зв} \leq D_3.$$

Довжина вікна не повинна бути меншою, ніж крок шнека у зоні завантаження, тобто:

$$L_{зв} \geq S.$$

Розраховуємо питомий стиск насіння, МПа:

$$\rho = \frac{2,52 \cdot b \cdot \varepsilon^{5,5}}{e^{0,022W}},$$

де ε – ступінь стиску насіння;

W – вологість насіння, %;

e – основа натурального логарифма;

b – емпіричний коефіцієнт, який залежить від вологості насіння і температури його термообробки. Практична ступінь стиску по насінню у пресі визначається як:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 0,97/\varepsilon - (21,8 - 1,16 \cdot \delta)/,$$

де δ – ширина вихідної щілини, при якій працює прес, мм. Значення потужності для привода преса визначається за аналогією з подібними пристроями шнекової конструкції.

3.3 Аналіз технології та удосконаленого оснащення для отримання олій

Проаналізуємо технологічний процес функціонування олійно-жирового екструдера, який використовується для виробництва рослинної олії та макухи (рис. 3.1).

Експериментальна установка включає джерело живлення (380 В), станину, електродвигун, пульт керування, ремінну передачу, підшипниковий вузол, завантажувальну воронку, робочу камеру, зеєрну камеру та збірник олії.

Олійно–жировий екструдер складається із завантажувальної воронки 1, набірної шнека, який утворюють вал 2 та втулки з гвинтовою нарізкою 3, закріплені на валу гвинтом 12, екструзійної камери 4, вакуумної камери 13 та зеєрної камери 11.

У екструзійній камері 4 розташовані форсунки 5 для подачі пари, яка забезпечує термічну обробку олійної сировини. Крім того, у камері встановлені чотири гвинти 6, розміщені в одній площині перетину під кутом 90° один до одного. Гвинти забезпечують регулювання ступеня ущільнення сировини та посилюють механічну дію на неї.

У вакуумній камері 13 передбачений патрубковий для створення вакууму всередині камери.

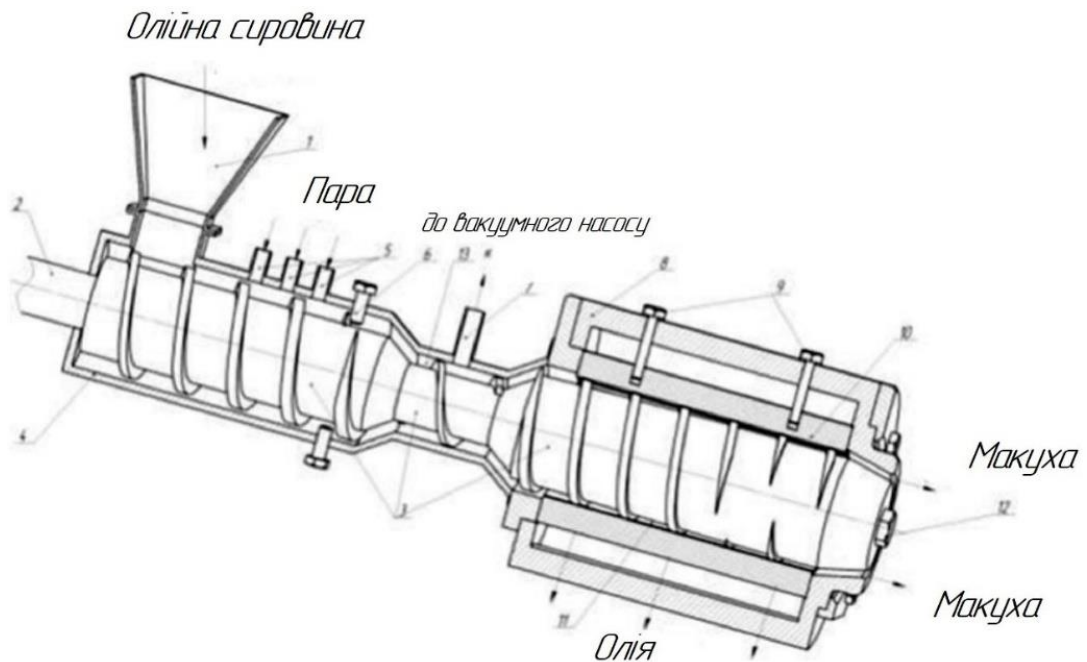


Рис. 3.1. Екструдер олійно-жировий: 1–завантажувальна воронка, 2–вал, 3 – втулка с гвинтовими навивками, 4– екструзійна камера, 5–форсунки, 6, 12– гвинт, 7–патрубок, 8–корпус, 9–болт, 10– зеєрні пластини, 11– зеєрна камера, 13 – камера вакуумування.

Зеєрна камера 11 складається з корпусу 8, у якому встановлені зеєрні пластини 10. Регулювання зазору між пластинами здійснюється за допомогою регульовальних болтів 9. Завдяки такій конструкції досягається підвищений вихід рослинної олії, можливість підбору оптимальних режимів обробки сировини та покращення якості кінцевого продукту.

Прес для отримання олії та гранульованої макухи (рис.3.2.) складається з корпусу 1 із завантажувальною лійкою 2, робочої камери 3, двох шнеків 4, набору зеєрних пластин 6, матриці 16 та зубчастої передачі 15.

Шнеки 4 поділяються на три ділянки. Перша ділянка виконує функцію інтенсивного перемішування олійної сировини, при цьому шнек на цій ділянці оснащений стрічковою нарізкою 18, закріпленою за допомогою штифтів.

Друга ділянка призначена для транспортування та подрібнення олійної сировини. На цій ділянці шнек має поступове збільшення діаметра, яке

складає 5-7° на довжині всієї ділянки. Третя ділянка відповідає за виділення олії із сировини. Тут шнек має різкий перехід діаметра, що забезпечує мінімальний зазор між зєєрними пластинами та його поверхнею.

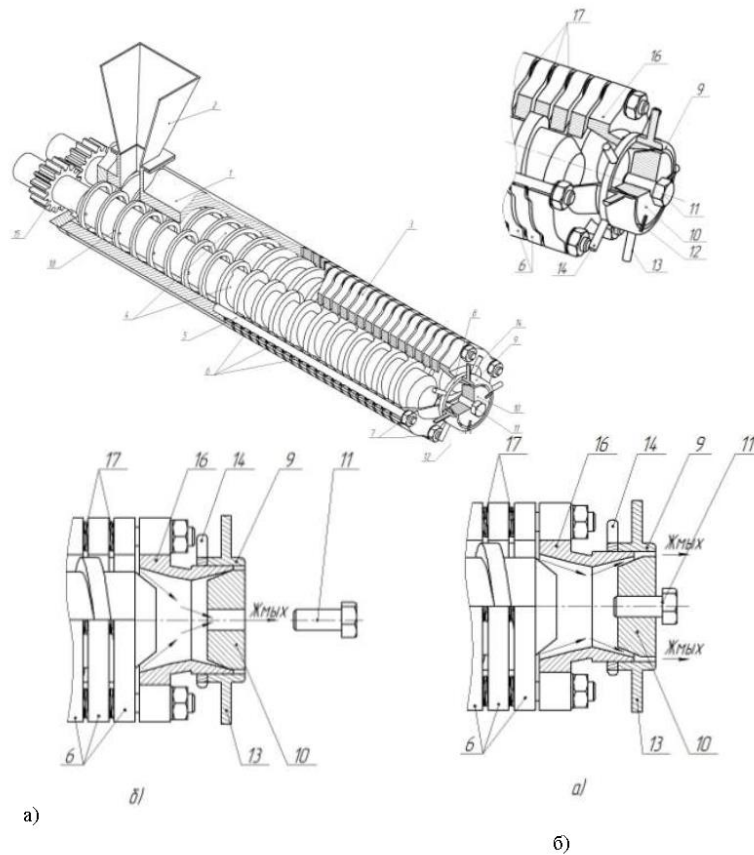


Рис. 3.2. Прес для отримання олії і гранульованої макухи: 1 – корпус, 2 – завантажувальна воронка, 3 – робоча камера, 4 – два шнека, 5 – шпилька, 6 – набір зєєрних пластин, 7 – гайка, 8 – контргайка, 9 – обойма, 10 – конусна втулка, 11 – гвинт, 12 – пластина, 13, 14 – рукоятки, 15 – левередж, 16 – матриця, 17 – шайби–гровер, 18 – стрічкова навивка.

Зєєрні пластини 6 виконані у формі двох перетинаючихся кіл, що дозволяє зменшити металоємність обладнання. Між пластинами розміщені шайби–гровер 17, які забезпечують регулювання зазору між зєєрними пластинами 6. Регулювання здійснюється за допомогою гайок 7, встановлених на шпильках 5. Шпильки 5 додають конструкції жорсткості та полегшують збірку обладнання під час його миття

Матриця 16 притискає зеєрні пластини, на якій закріплена контргайка 8 та обойма 9. У обоймі 9 розташована конусна втулка 10, яка з'єднана з обоймою за допомогою пластин 12. Поворотом обойми 9 за допомогою рукояток 13 відбувається переміщення конусної втулки 10, що дозволяє регулювати зазор між втулкою 10 та матрицею 16. Фіксацію обойми 9 забезпечує контргайка 8.

Прес для виробництва рослинних олій працює наступним чином. Електродвигун з частотним перетворювачем приводить у рух шнеки 3. Через завантажувальну воронку 1 в камеру подається суміш різних олійних культур. Завдяки стрічковій наживці 4 сировина інтенсивно переміщується, що забезпечує рівномірний розподіл матеріалу. Далі, рухаючись робочою камерою 2, сировина потрапляє в зону транспортування, де відбувається її подрібнення, пресування та віджимання олії.

Зона вилучення олії забезпечує значне ущільнення сировини, підвищення тиску та інтенсивний вихід олії. Регулювання зазору між пластинами дозволяє адаптувати роботу преса під різні види олійних культур та зменшити потрапляння мезги у віджати́й продукт.

Для отримання макухи у вигляді гранул обойма 9 встановлюється так, щоб зазор між втулкою 10 і матрицею був мінімальним, використовуючи при цьому гвинт втулки 10.

Конструкція преса забезпечує:

- запобігання перегріванню камери та можливість отримання широкого спектра рослинних олій за рахунок регульованого зазору між пластинами;
- зниження металоємності завдяки оригінальній конструкції зеєрної камери, забезпечення точного співвісного з'єднання пластин і підвищення надійності складання;
- інтенсифікацію процесу виробництва олії через оптимізацію параметрів робочої камери та регульованого зазору для виходу макухи.

Вивчення особливостей шнекового пресування насіння олійних культур (льону, ріпаку, ріжю, сафлору) під час виробництва олії та формування її якості дає можливість більш повно оцінити фізичні параметри цього процесу.

В ході експериментального аналізу визначалися:

- насипна вага та олійність сировини, а також її вологість;
- продуктивність преса за отриманням макухи;
- олійність, об'ємна вага та вологість макухи;
- обсяг олії, що виділяється в кожній точці зеєрної камери.

Для збору олії запропоновано циліндричний кожух із розділеними перегородками, що кріпиться на зеєрну камеру (рис. 3.3).

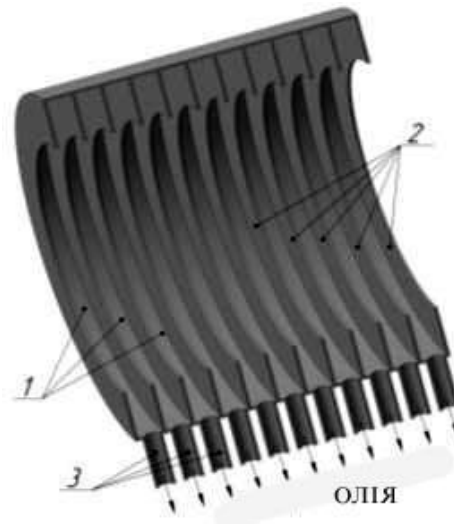


Рис. 3.3. Циліндричний кожух: 1 – секція, 2 – перегородка, 3 – штуцер.

Олія відводиться з кожної секції через окремі штуцери з шлангами та збирається для визначення об'єму в кожній частині. Це дозволяє визначити обсяг олії в кожній секції та контролювати такі показники:

- масу фуза після відстоювання олії;
- олійність, питому вагу та вологість матеріалу в олійному пресі напроти витків шнека та проміжних кілець;
- фактичну кількість обертів шнекового вала;

– величину кільцевого зазору між зерною камерою та зовнішньою поверхнею шнекового вала в зоні виходу макухи, а також зазор між зерними пластинами камери олійного преса.

Вихід олії вздовж робочої камери олійного преса показано на рисунку 3.4.

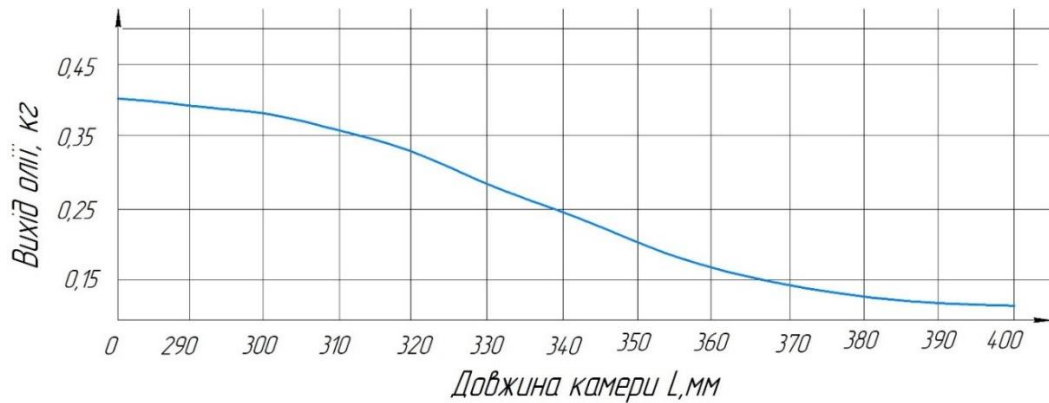


Рис.3.4. Вплив довжини зернової камери олійного преса на вихід олії.

В результаті аналізу було визначено, що ефективність шнекового олійного преса обумовлюється поєднанням конструктивних характеристик шнекового вала та зернової камери, а також фізико-механічними властивостями пресованої сировини.

Висновки до розділу III

У розділі було здійснено оцінку модернізованої конструкції з урахуванням результатів патентного аналізу, що дозволило комплексно визначити її технічний рівень та перспективність подальшого використання.

У результаті проведеного розрахунку основних технічних параметрів пресового обладнання було визначено оптимальні конструктивні та режимні показники, що забезпечують ефективне віджимання олії з насіння олійних культур. Проаналізовано підходи до технологічного процесу отримання рослинних олій та проведено оцінку ефективності удосконаленого технічного оснащення.

РОЗДІЛ IV ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вимоги до безпеки праці при переробці насіння соняшника

Процес переробки насіння соняшника включає низку виробничих операцій, під час яких працівники можуть піддаватися впливу різних шкідливих та небезпечних факторів, тому дотримання вимог безпеки праці є обов'язковим. По-перше, необхідно забезпечити правильну організацію робочих місць і обладнання відповідно до технологічних норм, що дозволяє уникнути травмування операторів під час роботи з пресами, шнековими живильниками, дробарками та іншими механізмами. Важливим аспектом є дотримання правил електробезпеки, оскільки обладнання, що використовується, працює під високою напругою, а контакт з оголеними частинами електричних ланцюгів може призвести до ураження електрострумом.

Необхідно контролювати стан рухомих частин устаткування, запобігаючи можливості їх випадкового контакту з руками чи одягом працівників, що може спричинити травми. Пил, який утворюється при очищенні насіння, може бути вибухонебезпечним, тому важливим є дотримання вентиляції та застосування засобів індивідуального захисту, зокрема респіраторів та захисних окулярів.

Працівники повинні використовувати спеціальний робочий одяг, рукавиці та взуття, що зменшують ризик отримання порізів, опіків або забруднення шкідливими речовинами. Під час технічного обслуговування обладнання слід обов'язково відключати електроживлення та фіксувати його стан, щоб уникнути випадкового пуску механізмів.

Крім того, важливо регулярно проходити інструктажі з охорони праці та перевірку знань безпечних методів роботи, що дозволяє зменшити ймовірність виробничого травматизму. Дотримання цих правил створює

безпечні умови праці, знижує ризик аварій та забезпечує ефективність технологічного процесу переробки насіння соняшника.

4.2 Санітарно-гігієнічні вимоги до території, виробничих та допоміжних приміщень, технологічних процесів

Санітарно-гігієнічні умови – це один із головних чинників, що забезпечують безпечне виробництво продукції належної якості. Територія підприємства повинна бути впорядкована, мати твердий покриття, системи водовідведення та освітлення.

Вона має бути розділена на зони: виробничу, допоміжну, складську та санітарно-побутову. Усі шляхи для транспортування сировини та готової продукції необхідно утримувати в чистоті, не допускати накопичення відходів чи розливів олії. Заборонено розміщення смітників і відстійників поблизу виробничих приміщень.

Виробничі приміщення повинні відповідати вимогам санітарних норм щодо площі, освітлення, температури, вологості та вентиляції. Стіни, підлоги та стелі виконуються з матеріалів, що легко миються та дезінфікуються. Поверхні робочих зон не повинні мати тріщин і щілин, де можуть накопичуватись залишки сировини. Вентиляційні системи повинні забезпечувати постійне видалення парів олії, пилу та неприємних запахів. Освітлення має бути достатнім і не змінювати кольору продукту. Допоміжні приміщення лабораторії, комори, кімнати для персоналу розміщують окремо від виробничої зони, з дотриманням санітарних розривів. У побутових приміщеннях мають бути гардеробні, душові, умивальні, санвузли, обладнані відповідно до санітарних вимог. Технологічні процеси повинні бути організовані так, щоб запобігати перехресному забрудненню сировини, напівфабрикатів та готової продукції. Потоки сировини і відходів мають бути розділені. Обладнання повинно регулярно очищатися, митися та проходити дезінфекцію. Усі робочі поверхні, труби та резервуари виготовляють із

корозійностійких матеріалів, дозволених для контакту з харчовими продуктами.

Особливу увагу приділяють особистій гігієні працівників: вони повинні дотримуватись чистоти робочого одягу, користуватись засобами індивідуального захисту та регулярно проходити медичні огляди. Таким чином, дотримання санітарно-гігієнічних вимог на ділянці олійного цеху є обов'язковою умовою забезпечення безпечності та якості харчової олії, а також безпеки працівників і навколишнього середовища.

4.3 Правила з пожежної безпеки на олійному заводі

Пожежна безпека є одним із найважливіших аспектів виробничої діяльності, оскільки процес переробки олійних культур пов'язаний із використанням легкозаймистих матеріалів рослинних олій, парів розчинників, пилу насіння, а також високих температур. Невиконання правил безпеки може призвести до виникнення пожежі, вибуху або масштабних матеріальних збитків.

Пожежонебезпечними речовинами на підприємстві є макухова пелюстка, соняшникова крупка та пил, що утворюється під час їх переробки. Ці матеріали мають властивість до самозаймання, тобто можуть почати горіти без впливу зовнішнього джерела запалювання.

Серйозну загрозу становить недотримання вимог пожежної безпеки під час зберігання соняшnikової макухи, промаслених ганчірок та паклі, оскільки вони здатні легко займатися.

Більшість виробничих приміщень підприємства відносяться до пожежонебезпечних це приймальне, сушильно-очищувальне, пресове, відділення рафінації, відбілювання, дезодорації, фільтрування, а також склади.

Додаткову небезпеку створюють холодильні установки, де зберігаються ємності з аміаком токсичною та вибухонебезпечною речовиною, що значно підвищує ризик у разі виникнення пожежі.

Для запобігання виникненню пожеж на підприємстві впроваджуються комплексні організаційні та технічні заходи. До них належать: регулярне очищення обладнання і приміщень від пилу та залишків сировини, підтримання справності вентиляційних систем, заземлення технологічного обладнання для запобігання утворенню статичної електрики, використання іскробезпечних інструментів. Усі електроустановки повинні бути вибухозахищеного виконання, а електропроводка – прокладена в металевих трубах або коробах.

Важливе значення має також правильне зберігання горючих речовин. Склади з олією, розчинниками або паливом повинні бути обладнані протипожежними засобами, мати справну вентиляцію і знаходитись на безпечній відстані від виробничих корпусів. Забороняється використання відкритого вогню та проведення зварювальних робіт без спеціального дозволу.

У кожному цеху повинні бути встановлені пожежні щити з необхідним інвентарем: вогнегасниками, пісочницями, лопатами, відрами та бочками з водою. Персонал зобов'язаний проходити інструктаж з пожежної безпеки, знати місця розташування первинних засобів пожежогасіння та порядок дій у разі пожежі.

Таким чином, ефективна система пожежної безпеки на олійному заводі базується на постійному контролі за технологічними процесами, технічному обслуговуванні обладнання, суворому дотриманні правил експлуатації та навчанні працівників. Тільки комплексний підхід дозволяє мінімізувати ризики виникнення пожеж та забезпечити безпечну роботу підприємства.

Висновки до розділу IV

В розділі обґрунтовано загальні вимоги при переробці насіння соняшника. Виконання цих вимог сприяє підвищенню продуктивності лінії переробки та зменшенню втрат сировини, що є важливим для оптимізації технологічного процесу.

Вивчено санітарно-гігієнічні вимоги до території, виробничих та допоміжних приміщень, технологічних процесів. Виконання встановлених санітарно-гігієнічних норм сприяє підвищенню ефективності виробництва та гарантує відповідність продукції встановленим стандартам безпеки та якості.

У ході вивчення правил пожежної техніки безпеки під час роботи на ділянці олійного виробництва, було засвоєно основні вимоги щодо попередження пожеж, безпечного користування обладнанням та дотримання технологічного режиму роботи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В теоретичному розділі вивчено основні фізико-хімічних властивості насіння соняшнику, Розглянуто теоретичні основи організації процесу переробки насіння олійних культур, які включають аналіз фізико-хімічних властивостей сировини, особливостей її підготовки до переробки.

В технологічному розділі виконано технічне обґрунтування процесів екструзійної обробки насіння олійних культур. Проведено огляд обладнання пресового типу, призначене для отримання соняшникової олії. Обґрунтовано технологічний процес та обладнання для первинного очищення пресованої соняшникової олії.

В розрахунково-конструктивному здійснено оцінку модернізованої конструкції з урахуванням результатів патентного аналізу. У результаті проведеного розрахунку основних технічних параметрів пресового обладнання було визначено оптимальні конструктивні та режимні показники, що забезпечують ефективне віджимання олії з насіння олійних культур. Для збору олії запропоновано циліндричний кожух із розділеними перегородками, що кріпиться на зеєрну камеру. Олія відводиться з кожної секції через окремі штуцери з шлангами та збирається для визначення об'єму в кожній частині. Це дозволяє визначити обсяг олії в кожній секції та контролювати масу після відстоювання олії, олійність, питому вагу та вологість матеріалу в олійному пресі напроти витків шнека та проміжних кілець, фактичну кількість обертів шнекового вала, величину кільцевого зазору між зеєрною камерою та зовнішньою поверхнею шнекового вала в зоні виходу макухи, а також зазор між зеєрними пластинами камери олійного преса.

В розділі охорона праці обґрунтовано загальні вимоги при переробці насіння соняшника. Вивчено санітарно-гігієнічні вимоги до території, виробничих та допоміжних приміщень, технологічних процесів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Заєць В. Ю. Організація виробництва олії: аналіз технології холодного пресування. Дипломна/курсова робота, 2024.
2. Гончаренко М. Т. Система контролю якості на міні-цехах з виробництва олії. *Журнал «Якість та безпека»*, 2020.
3. Бондар О. А. Конструкція шнекових пресів для олії. К.: Машинобудування, 2018. 208 с.
4. Сажко Р. В. Системи очищення олії від механічних домішок. *Машини і обладнання харчових виробництв*. 2020. №2. С. 38–46.
5. Рак О. В. Гігієна виробничих приміщень олійних заводів. Харків : Санітарія, 2010. 144 с.
6. Селянський В., інші. Обґрунтування та опис обладнання для виробництва соняшникової олії (наукова стаття). *Сільськогосподарський вісник*, 2025.
7. Монографія «Олійно-жирова промисловість України»: зб. наук. пр. / МОН України. Київ: МОН, 2020. 312 с. Електронний ресурс.
8. Технічні рішення для малих олійних заводів: зб. статей. *Агро-Тех*, 2019. Х., 2019. 164 с.
9. Олійник В. В. Пресове обладнання для виробництва рослинної олії: навч. посіб. Херсон: ХДАУ, 2018. 124 с.
10. Сидоренко О. І. Технологічні процеси отримання олій при пресуванні. Одеса: ОНТУ, 2008. 208 с.
11. Борисенко А. Ю. Пресове обладнання: конструкція, експлуатація, ремонт. Дніпро : Промисловість, 2013. 336 с.
12. Литвиненко О. П. Санітарія та гігієна на олійних підприємствах. Київ : Здоров'я, 2019. 160 с.
13. Гаврилюк П. П. Вологість насіння та її вплив на віддачу олії. Житомир : Аграрій, 2021. 136 с.

14. Кондратюк О. В. Технологічні режими сушіння і підготовки насіння. Херсон : Сушарка, 2022. 150 с.
15. ДСТУ 4492:2017. Олія соняшникова. Технічні умови. Київ, 2017. (Державний стандарт України).
16. Чернецький В. М., Кириленко Л. В. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва : підручник. Київ: Аграрна освіта, 2019.
17. Кондратьєва А. С. Удосконалення технологічної лінії з виробництва соняшникової олії : кваліф. робота. Дніпро : ДСАУ, 2023.
18. Бортник П. А. Модернізація технологічної лінії з виробництва соняшникової олії: дипломна робота. Дніпро, 2023. 78 с.
19. Олійник Т. Г., Суха І. В. Добування соняшникової олії методом подвійного пресування: метод. вказ. Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2010. 22 с.
20. Дембовський Є. П. Технологія добування соняшникової олії : навч. матеріали / Нац. ун-т харч. технологій. Київ, 2020. 48 с.