

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу виробництва
соняшникової олії з обґрунтуванням параметрів
відцентрової обрешувальної машини

Виконав(ла): студент(ка) 2 курсу, групи МГм-61
спеціальності 208 Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Данчук І.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Хомик Н.І.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Сташків М.Я.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Бабій А.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2025

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 208 Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)
студенту Данчуку Ігорю Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу виробництва соняшникової олії
з обґрунтуванням параметрів відцентрової обрешувальної машини

Керівник роботи Хомик Надія Ігорівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 14 » листопада 2025 року № 4/7-969

2. Термін подання студентом завершеної роботи 22 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи продуктивність ь обрешувальної машини А1-МРЦ при виробленні
ядра до 200т/добу; вміст у рушанці з насіння соняшника: цілого і недорученого не вище 25%,
олійного пилу до 10%, січки до 15%; продуктивність п'ятивальцевого верстату ВС-5: 60т/добу,
20т/змін; потужність 30кВт; продуктивність шестичанної жаровні Ж-68: 30-75т/добу, 10-
25т/змін; потужність приводу 30кВт; продуктивність форпреса ФП: 35т/добу, 11,5т/змін;
потужність електродвигуна 8-20кВт; частота обертання шнека 12-25об/хв.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Аналіз обладнання і процесів переробки насіння соняшника в олію.

2. Конструктивне вдосконалення відцентрової насіннерушальної машини для покращення
технологічного процесу виробництва соняшникової олії. 3. Проектування технологічного
процесу виробництва соняшникової олії з обґрунтуванням вибору обладнання.

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точних зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Мета, предмет, об'єкт, задачі дослідження. 2. Обрешувальні машини для соняшника. .

3. Машинно-апаратурна схема виробництва олії. 4. Обрешувальна машина відцентрової дії
А1-МРЦ. Загальний вигляд 5. Обрешувальний механізм насіннерушальної машини.

6. Деталі обрешувального механізму. 7. Шнековий форпрес ФП.

8. Технологічна схема лінії з виробництва соняшникової олії .

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Сенчишин В.С., к.т.н., доц. каф. МТ		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Теслюк В.М., проректор з адміністративно-господарської роботи		

7. Дата видачі завдання

15 листопада 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін етапів виконання роботи	Примітка
1	Аналіз обладнання і процесів переробки насіння соняшника в олію	до 18.11.2025	
2	Конструктивне вдосконалення відцентрової насіннерушильної машини для покращення технологічного процесу виробництва соняшникової олії	до 28.11.2025	
3	Проектування технологічного процесу виробництва соняшникової олії з обґрунтуванням вибору обладнання	до 08.12.2025	
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	до 10.12.2025	
5	Реферат. Вступ. Загальні висновки	до 10.12.2025	
6	Ілюстративний матеріал	до 10.12.2025	

Студент

(підпис)

Данчук І.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Хомик Н.І.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Данчук Ігор Миколайович.

Тема роботи – «Розроблення технологічного процесу виробництва соняшникової олії з обґрунтуванням параметрів відцентрової обрушувальної машини». Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Хомик Надія Ігорівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, переліку посилань (37 найменувань). Загальний обсяг текстової частини – 64 сторінки на яких є 16 рисунків, додатки розміщені на 10 сторінках. Ілюстративний матеріал розміщений на 8 аркушах формату А4.

Актуальність теми роботи. Перспектива покращення технологічного забезпечення процесу виробництва соняшникової олії в тому, щоб забезпечити універсальність технологічної лінії і використовуваного обладнання, розширивши можливості переробки продукції. Вирішення цієї задачі потребує обґрунтованого вибору або модернізації технологічної схеми переробної лінії або цеху; вибору та вдосконалення обладнання для реалізації заданих процесів; розрахунку режимів роботи та налагодження обладнання лінії для якісної переробки сировини; зменшення собівартості виробництва основної продукції; покращення умов праці персоналу та підняття культури виробництва.

Мета роботи: розробити технологічний процес виробництва соняшникової олії, підібрати необхідне обладнання переробного цеху та дослідити параметри відцентрової обрушувальної машини.

Мета роботи потребує вирішення таких завдань:

- проаналізувати потребу в соняшнику та продуктах його переробки;
- проаналізувати процеси, машини та обладнання, як використовують для отримання соняшникової олії, і на їх основі обґрунтувати тему роботи;
- прийняти конструктивні рішення направлені на удосконалення процесу та обладнання для виробництва соняшникової олії;
- обґрунтувати доцільність конструктивного вдосконалення відцентрової обрушувальної машини для лущення насіння соняшника;

- розрахувати вал ротора обрушувального механізму насіннерушильної машини;
- розробити технологічний процес виробництва олії з насіння соняшника;
- виконати розрахунки технологічного процесу переробки в олію насіння соняшника;
- проаналізувати стан охорони праці та виробничого травматизму можливих у цеху з переробки насіння соняшника в олію;
- розробити заходи техніки безпеки при виробництві соняшникової олії.

Об'єкт дослідження. Відцентрова насіннерушильна машина для обрушування насіння соняшника при переробці в олію.

Предмет дослідження. Технологічні, кінематичні та міцнісні розрахунки відцентрової насіннерушильної машини, зокрема обрушувального механізму машини. Технологічний процес виробництва соняшникової олії.

Практичне значення отриманих результатів. Технологічний процес виробництва соняшникової олії запропоновано покращити завдяки використанню удосконаленої обрушувальної машини для відділення плодових оболонок від ядра, та використанню шнекового форпреса для відтискання олії з очищеної, подрібненої і підігрітої сировини. Розраховано конструктивні параметри ротора вертикальної відцентрової насіннерушильної машини: зовнішній діаметр диска 500мм при висоті 15мм, діаметр тора 500мм при висоті 30мм; діаметр робочих каналів 10мм, їх кількість – 50 шт, схема розташування каналів – радіально по всьому периметру ротора з відстанню 3,5мм один від одного, що забезпечує орієнтований і впорядкований рух насінин одна за одною вздовж довгої осі насінин і послідовне їх вдаряння об деку, відповідно якісне обрушування і запобігання утворенню січки або недорученого насіння. Виконано міцнісний розрахунок приводного вала ротора відцентрової обрушувальної машини. Розраховано затрати часу для виконання основних операцій в цеху відповідно до розробленого технологічного процесу та розраховано кількість отримуваних кінцевих продуктів переробки за добу і за рік: олії 2,9т за добу і 870т за рік, жмиху – 4,74т за добу і 1422 т за рік.

Ключові слова: насіння соняшника, соняшникова олія, відцентрова насіннерушильна машина, ротор з напрямними каналами, дека, пресування олійної сировини, шнековий прес.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ ОБЛАДНАННЯ І ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКА В ОЛІЮ	8
1.1. Потреба в соняшнику та продуктах його переробки	8
1.2. Аналіз процесів, машин і обладнання використовуваних для отримання соняшникової олії	10
1.3. Обґрунтування теми роботи	23
2. КОНСТРУКТИВНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ВІДЦЕНТРОВОЇ НАСІННЄРУШИЛЬНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ	24
2.1. Конструктивні рішення направлені на удосконалення процесу та обладнання для виробництва соняшникової олії	24
2.2. Обґрунтування доцільності конструктивного вдосконалення параметрів відцентрової обрушувальної машини для відділення насіння соняшника	28
2.3. Розрахунок вала ротора обрушувального механізму насіннєрушильної машини	35
3. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ З ОБҐРУНТУВАННЯМ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ	39
3.1. Розроблення технологічного процесу виробництва олії з насіння соняшника	39
3.2. Розрахунки технологічного процесу переробки в олію насіння соняшника	45
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	50
4.1. Стан охорони праці та виробничого травматизму в цеху з переробки насіння соняшника в олію	50
4.2. Заходи техніки безпеки при виробництві соняшникової олії	53
4.3. Підвищення стійкості роботи об'єкту	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	59
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	60
ДОДАТКИ	64

ВСТУП

Технології отримання рослинної олії з різних культурних рослин потребують складного за будовою і різноманітністю виконуваних процесів технологічного обладнання, яке поєднує в одну або кілька схем такі процеси: очищення сировини, її попередню підготовку – підсушування, іноді калібрування, відділення плодових оболонок, очищення ядра, його просіювання, подрібнення, термообробку, виділення олії пресуванням чи екстракцією, її очищення через відстоювання, фільтрацію, дезодорування при потребі, рафінацію, фасування, упаковування у тару та інші. Часто відфільтровану, але нерафіновану олію, оптовими партіями постачають для реалізації споживачам або відвантажують на переробні підприємства, де її піддають рафінації, а вже згодом реалізації.

При виділенні основної продукції – олії, отримують також побічну: жмих, шрот, макуху, лузгу, які використовують безпосередньо у тваринництві або для виготовлення високобілкових комбикормів для годівлі тварин і птиці.

Цехи та технологічні лінії задіяні у первинній переробці олійної сировини обмежені у технічних можливостях щодо переробки великої кількості вихідної сировини отримуваної з різних рослин. Деяке з обладнання є універсальним, а інше, як наприклад, насіннерушильні машини, потребує спеціальних робочих органів для забезпечення якісного обрушення насінневих матеріалів. До прикладу у типовому переробному цеху для виробництва рослинної олії з отриманням побічної продукції у вигляді жмиху із залишковою олійністю 9-12% необхідним є технологічне обладнання, яке прийматиме сировину – насіння соняшника, через завантаження у бункер, з якого норією надходитиме у резервний бункер; очищуватиме насіння від різних домішок, обрушуватиме насіння та відокремлювати лузгу від ядра; подрібнюватиме ядро у вальцевому верстаті; прожарювати у жаровні; відтискати олію шнековим пресом.

З аналізу особливостей роботи типового обладнання, задіяного у виробництві соняшnikової олії, та його технічних характеристик, можливим є обґрунтувати вибір машин для розроблення технологічного процесу переробки олійного соняшника.

1. АНАЛІЗ ОБЛАДНАННЯ І ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКА В ОЛІЮ

1.1. Потреба в соняшнику та продуктах його переробки

Рослинну олію використовують як один із важливих продуктів харчування, як безпосередньо у їжу, так і як складову багатьох продуктів харчування, а також в інших галузях.

Виробництво рослинної олії в Україні найбільше побудоване на переробці насіння соняшника, частка на який, залежно від сезону, займає більше 90% (94%-96%); решту припадає на – ріпакову, соєву, льняну та ін. Попит на українську соняшникову олію на зовнішніх ринках стабільно зберігається вже багато років, Україна експортує як рафіновану, так і нерафіновану олію у майже п'ятдесят країн світу, серед яких окрім європейських країн, є ще Південно-Східна Азія та Африка.

Соняшник в Україні вирощують з XVIII ст., на сьогодні він поряд із зерновими та кукурудзою є однією з основних землеробських культур, територія під яку за останні десятиріччя збільшилася практично вдвічі, обсяги виробництва зросли настільки, що Україна є одним з лідерів за виготовленням олії з соняшника, а також продуктів її переробки [10, 13, 18, 21, 22, 23, 24, 26].

Найбільші посіви соняшника у степових областях – більше 70%, хоча на сьогодні його часто вирощують у Лісостепу, за сприятливих умов і на Поліссі, частіше як кулісну або кормову культуру для тваринницької галузі.

Соняшник вирощують завдяки його рентабельності, врожайність 25...30ц/га, однак часті посіви його у сівозміні (частіше ніж раз у п'ять років) призводять до падіння родючості ґрунту, відновити яку можна дотримуючись сівозміни, чергуючи соняшник з посівами зернових, люцерни, сої, ріпаку. Часто падіння врожайності соняшника господарства намагаються перекрити збільшенням площ під його посіви, що загрожує перенасиченню ним сівозміни.

Значним посівам соняшника у степових областях та їх розширенню у Лісостеповій зоні сприяла побудова великих олієекстракційних заводів з добовою переробкою біля 350...800т олійного насіння. Також у цій місцевості є

значна кількість порівняно невеликих технологічних ліній і цехів, які виробляють досить велику кількість пресової нерафінованої олії, завдяки чому покривають регіональну потребу в рослинній олії.

Соняшник є доброю кормовою і медоносною культурою. Покращення кормової бази тваринництва і птахівництва необхідне, оскільки обсяги виробництва м'ясної продукції зростають, при тому, що і рентабельність галузі висока, однак тваринництво потребує високоякісних кормів, через дефіцит у раціоні жуйних тварин перетравлюваного протеїну у межах 20-25%, падає вихід продукції тваринництва на 28-32%, тому використання побічної продукції переробки насіння соняшника в олію сприяє насиченню кормів вмістом білка, а отже зростає їх поживність і засвоюваність.

Олійно-жирове виробництво завдяки новим економічним підходам є збалансованим і вигідним, як для виробників сільськогосподарської продукції, так і забезпечує потреби переробної галузі і внутрішнього споживання, тому подальший розвиток внутрішнього і зовнішнього олійного ринку має значні перспективи, враховуючи що споживання рослинної олії за останні роки збільшилося на кілька кілограм на кожну людину, тому актуальним є покращення виробництва як на великих заводах, так і реконструкція невеликих цехів і технологічних ліній з удосконаленням обладнання та окремих технологічних процесів. Переробні виробництва мають перевагу, завдяки своєму розташуванню поблизу місць збирання рослинної сировини і такі лінії можуть виготовляти значні об'єми нерафінованої олії, щоб забезпечити потреби внутрішнього ринку. Такі лінії потребують технічного та технологічного удосконалення, щоб забезпечити якісну продукцію [10, 13, 18, 21, 22, 24, 26].

Основні олійні культури, такі як соняшник, льон-кучерявець, ріпак, гірчицю, сою, кунжут, рицину вирощують, щоб отримувати харчову і технічну олії. Для отримання олії, як побічного продукту, вирощують волокнисті або прядивні культури: коноплі, бавовник, льон-довгунець. Олійні культури, такі як аніс, кмин, коріандр, фенхель вирощують, щоб виготовляти ефірні масла, для використання у парфумерії та миловарінні. В олійних культурах є жирові олії, з яких виготовляють сировину, використовувану у технічних цілях [30].

1.2. Аналіз процесів, машин і обладнання використовуваних для отримання соняшникової олії

Рослинну олію, зокрема з насіння соняшника, добувають користуючись двома способами: перший – механічний, результат отримують пресуванням очищеної та подрібненої сировини; другий – хімічний або екстракційний, яким олію із спеціально підготовленої сировини отримують завдяки органічним розчинникам. Використання екстракційного способу дає більший вихід кінцевої продукції – олії завдяки зменшенню її вмісту у побічних продуктах переробки.

Процеси направлені на отримання олії виконують керуючись структурною схемою переробки, яка містить процеси первинної обробки з виходом олії та жмиху та процеси глибокої переробки пов'язані з екстракцією перероблюваної сировини, що поєднують вентилявання, етерифікацію та інші впливи на побічні продукти переробки для отримання різних кінцевих продуктів (екстрагованої олії, шроту, маргарину, ліцетину та ін.).

Глибоку переробку олійного насіння не можливо виконувати в умовах звичайної технологічної лінії чи цеху, оскільки при цьому є потреба у задіюванні складного технологічного обладнання та відповідного інженерного забезпечення: наприклад, перегрітої пари високого тиску; стиснутого повітря; газу; системи автоматизації та контролю процесів і т.ін. [10, 18, 21, 24, 26, 30].

На практиці обидва з існуючих способів отримання олії можуть виконуватися самостійно або у поєднанні.

Найчастіше олію виготовляють на великих олісекстракційних підприємствах використовуючи пресування сировини завдяки чому виділяється 3/4 всієї олії, у подальшому застосовують – екстракційний спосіб, яким видаляють рештки олії з перероблюваної сировини.

Пресування виконують на безперервно працюючих шнекових пресах типу форпресів або експелерів. Завдяки зростанню тиску часточки подрібненої і підігрітої сировини – мезги зближуються і в результаті олія віджимається, а пресований продукт переробки ущільнюють у суцільну масу – жмих або черепашку жмиху, який містить до 8-10% олії від загальної маси жмиху.

Екстрагуючи отриманий побічний продукт, використовують леткі розчинники – бензин, гексан, дихлоретан, у результаті отримують олію та шрот з вмістом олії не більше 0,8-1,2%. Кращим із розчинників є бензин, завдяки використанню якого при температурі 70...85⁰С, вдається відділити олію при м'якших умовах. Екстрагування відбувається завдяки молекулярній та конвективній дифузії. Олія, яка міститься на поверхні розкритих клітин жмиху при омиванні парами бензину легко розчиняється в ньому, але більша кількість олії є в середині не розкритих клітинах або замкнених порожнин (капсул), щоб її виділити потрібне проникнення леткого розчинника в середину клітини і капсул з подальшим його виходом із олії завдяки різниці питомих густин цих продуктів [10, 18, 21, 24, 26, 30].

Загалом технологічний процес переробки насіння олійних культур містить такі операції: очищення і підсушування для ефективнішого обрушування; відділення ядра, його очищення і подрібнення для отримання м'ятки; пропарювання і прожарення м'ятки для отримання мезги; виділення олії пресуванням та/або екстрагуванням; очищення (фільтрація і рафінація) олії; її фасування і зберігання.

Для ілюстрації технологічного процесу отримання соняшникової олії найбільш характерним є приклад цеху, у якому розміщені основні технологічні лінії починаючи з комплексного обладнання, яке призначене для очищення та підсушування насіння до потрібної вологості – ваги для зважування, силоси для нетривалого зберігання, очисні сепаратори, магнітний сепаратор та магнітовловлювач, розхідний бункер і сушарка. За ним встановлюють комплект обладнання, щоб розділити плодові оболонки і ядра (дисковий млин, насіннерушильна машина), для відокремлення чистого ядра (віялка) та для подрібнення ядра і отримання м'ятки (багатовальцьовий верстат). Наступним є комплект обладнання для пропарювання та піджарювання м'ятки (чанні жаровні) та перетворення її у мезгу, з якої відділяють олію. Усі зазначені машини і процеси є важливими, але найвідповідальнішою є обладнання лінії відділення олії, у яке входить прес та екстракційний апарат. За ними встановлюють лінію для очищення олії, яке містить такий комплект

обладнання: дистилятор, відстійник, сепаратор, фільтрпрес, нейтралізатор та вакуум-сушильні апарати. Олія, що виходить із екстрактора – це її розчин у бензині, називають місцела, подають на очищення (фільтрування) від твердих частинок, а потім на дистиляцію. У дистиляторі створене розрідження, завдяки чому з місцели видаляють залишки бензину. Завершальним обладнанням цеху є комплект фінішного обладнання, у якому встановлюють ваги, машини для упаковування та фасування олії та з вкладанням у ящики для зберігання і відправки споживачам [10, 18, 21, 24, 26, 30].

Лущення насіння олійних культур називають обрушуванням, воно поєднує два процеси – розщеплення плодових оболонок і відділення їх від ядра. Фізико-механічні властивості насіння впливають на вибір способу лущення (додаток А, таблиця А.1): розколювання оболонок ударом характерне для соняшника, стискання оболонок необхідне для ріцини, розрізання оболонок і частково ядра потрібне для бавовника, здирання оболонок тертям об шорсткі поверхні використовують для конопель та ін [10, 18, 21, 24, 26, 30].

Спосіб лущення впливає на конструювання машин використовуваних для нього, а особливо на принцип дії робочих органів: багаторазовий або одноразовий удар насінин до металевої поверхні використовують у бичових і відцентрових насіннерушках; ріжучі сталіні робочі органи використовують у дискових, ножових і вальцевих лущильниках, гладкі або рифлені робочі поверхні у машинах працюючих по принципу роздавлювання.

Обрушування насіння олійних і зернових культур найчастіше виконують різнотипними насіннерушками, у яких є деки з рифленою поверхнею і ротор з бичами, на які встановлюють прогумовані лопаті [10, 18, 21, 24, 26, 30].

Як приклад розглянемо комплект обладнання (рис. 1.1) використовуваний для переробки насіння олійного соняшника фірми Fald&Hahn; простий за побудовою технологічного процесу, продуктивністю 250кг/год; здійснюють на ньому подрібнення сировини, кондиціонування та пресування. Насіння піддають обробці в магнітному сепараторі 2, для видалення металевих частинок, що могли потрапити у насіння під час

збирання, потім подають завантажувальним пристроєм 1 у двовалковий млин 3, у якому руйнують клітинну структуру насіння під час його подрібнення.

Подрібнену сировину транспортують у жаровню, яка має непряме опалення дна, щоб запобігти перегріву сировини, у ній відбувається теплова обробка м'ятки та виникає коагуляція протеїну, що є у насінні, завдяки чому досягають кращої структури сировини для подальшого відтискання олії, яке виконують шнековим пресом 4.

Випресовану олію подають у бак-відстійник 5, де проходить її попереднє очищення, а звідти відцентровим насосом 6 олію подають у рамний фільтрпрес 7, де вона проходить тонке очищення, звідки її відцентровим насосом 8 перекачують у ємність 9 для зберігання та фасування.

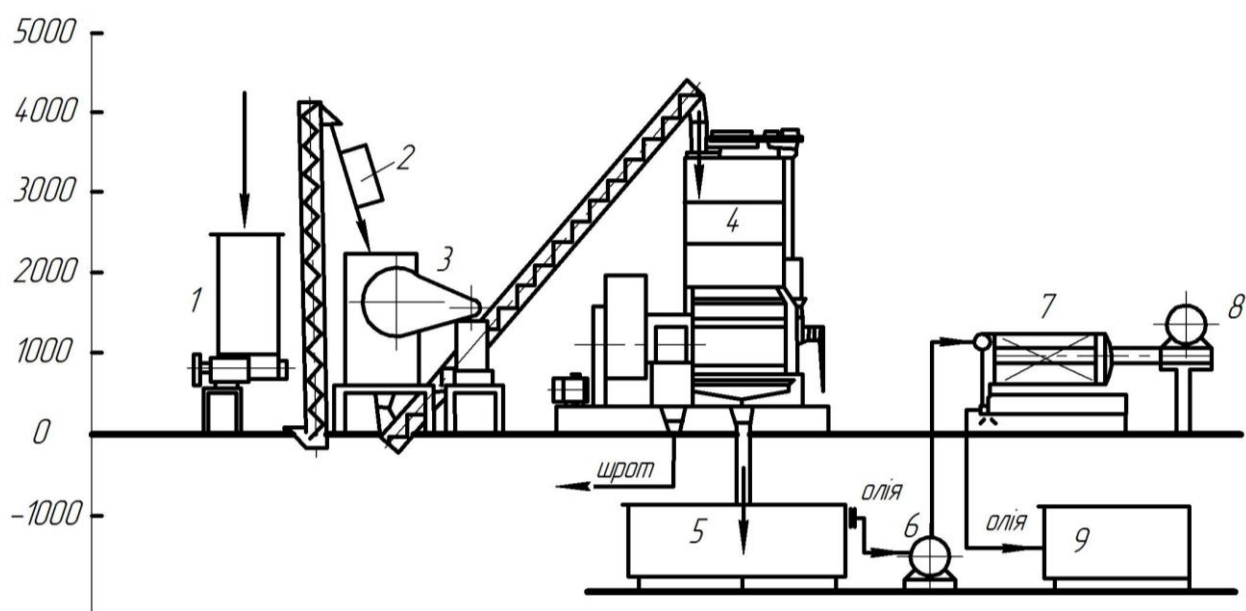


Рисунок 1.1

Невеликі переробні підприємства можуть використовувати спрощену лінію переробки насіння олійного соняшника застосовуючи пряме пресування шнековим пресом після очищення та обрушування у насіннерушці типу «Барс». Отриману олію пропускають через систему фільтрів і направляють на розлив.

Очищають насіння соняшника від домішок використовуючи аспіраційні насіннєвійки та сепаратори [10, 18, 21, 24, 26, 30].

У насіннєвіялках насіння подають рівномірним потоком у канал першого очищення на ситах, звідки воно надходить у другу камеру, де вентилятором з нього забирають легкі домішки, які поступають в аспіраційні камери, з яких вони надходять у похилений лоток, що виводить їх з віялки.

Технічні характеристики комплексу для очищення зерна наведені у додатку Б, таблиця Б.1.

Зерно очищують на сепараторах, в яких легкі домішки повітряним потоком відлітають вгору у камери легких відносів, а зерно проходячи через решітній стан очищається з великих і дрібних включень, і далі надходить на наступне очищення або підсушування.

Обрушувальні машини або насіннерушки використовують для звільнення ядра насіння соняшника від плодових оболонок – лузги, завдяки чому ядро можна подрібнити вальцевим верстатом чи іншим пристроєм і згодом отримати олію в олієпресі. Технічні характеристики насіннерушки наведені у додатку Б, таблиця Б.2.

Розглянемо деяке з типового обладнання, використововуваного у технологічному процесі отримання соняшnikової олії.

Повітряно-ситовий сепаратор Б6-МСА (рис. 1.2) забезпечує швидке очищення насіння; за будовою він має блок з приймальним відділенням для насіння, ситовий блок для просіювання і повітряну систему винесення домішок.

Очищення від магнітних включень можна виконати у магнітній колонці, яка має станину, клапан, регулюючий пристрій, направляючі для сировини і набір магнітів, зібраних однойменними полюсами в ряд. Клапан встановлюють шарнірно, направляючі кріплять до стінок станини жорстко. Верхня частина станини має два прийоми: одним підводять продукт для очищення та аспірації, другим – приймають продукт. Магнітні колонки встановлюють у місцях пересипання технологічної сировини з транспортерів у подальше обладнання. Насіння, яке проходить через магнітні колонки, піддається очищенню від дрібних і крупних металічних включень, що можуть пошкодити робочі органи переробного обладнання і негативно вплинути на якість олії.

Після очищення насіння надходить на обрушення або лушення. Машини, які використовують для цієї операції поділяють на бильні та відцентрові насіннерушки, які мають сталеву або чавунну деку і працюють за принципом одно- або багаторазового удару та машини, що мають сталеві різальні робочі органи (дискові, ножові та вальцеві).

Однією з типових машин для обрушування насіння соняшника є відцентрова рушально-віяльна Б6-МРЛ-1 (рис. 1.3), яка виконує обрушування плодових оболонок і відокремлення ядра від лузги. За будовою складається з станини, привода, бункера, ситового кузова і рушального механізму у вигляді бичевого барабана, що обертається з різною частотою, приводиться в рух від електродвигуна через пасову передачу. Оболонки насіння олійного соняшника руйнуються проходячи поміж барабаном і рифленими деками – чавунними пластинами встановленими між боковинами. Обрушену лузгу від ядер відділяють на ситовому кузові, що містить два сита, і закріплений на рамі, що коливається, оскільки приводиться в рух ексцентриковим валом. Відділена лузга забирається повітряним потоком, створюваним вентилятором.

Отриману сировину – ядра перед подрібненням піддають тепловій обробці, насичуючи парою, для чого використовують електричний парогенератор.

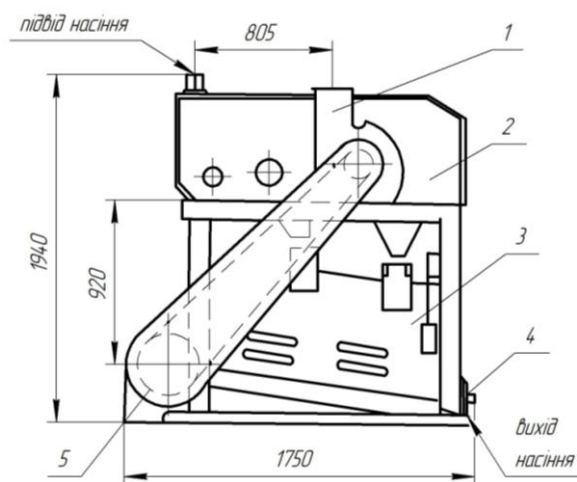


Рисунок 1.2

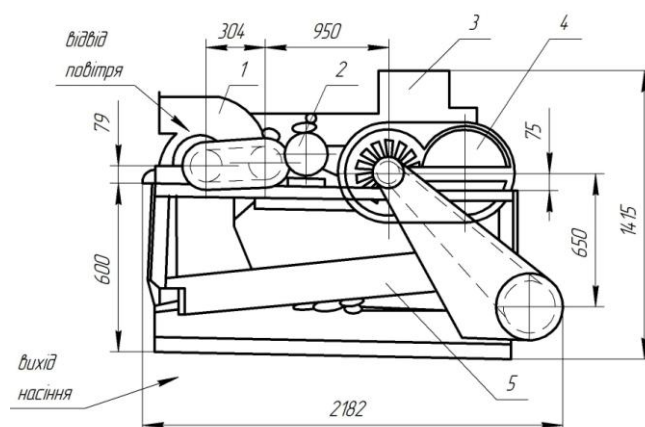


Рисунок 1.3

Бильна насіннерушильна машина МНР (рис. 1.4) має барабан 3, на якому закріплено шістнадцять бичів 4 і деку 6, яка шарнірно встановлена у направляючих площинах 5; у деці є пристосування 7 для регулювання зазору між нею і билами. Насіння надходить у рушку із засипного ковша 1, що має живильний валик 2, яким забезпечується рівномірність шару насіння на всій довжині бильного барабана. Насіння, яке надходить у барабан, відбивається від площин бичів і падає на деку, де вдаряється до рифлень її поверхні і розколюється. Силу удару визначають залежно від числа обертів барабана та зазору між бичами і декою, цю відстань встановлюють у діапазоні 8-30мм враховуючи вологість насіння (для вологого потрібен менший зазор, ніж для сухого) та його розміри [10, 18, 21, 24, 26, 30].

Деки утворюють з чавунних колосників, які мають секції з чотирма-п'ятьма рифлями, з радіусом виступів 25мм, використовують також сталні колосники виготовлені з прокату круглого перерізу.

Для виготовлення бичів використовують полосову сталь товщиною 10-12мм і шириною 100мм. Частоту обертання приймають враховуючи вологість насіння. Технічна характеристика МНР наведена у додатку В, таблиця В.1.

Для бичових насіннерушок властиві такі недоліки: можливе повторне обрушення, через що руйнується ядро та утворюється січка (до 15%), а також олійний пил (до 8%); неоднаковою є сила удару бил до насінин, через що утворюється недовал або недоруш (біля 10%); насіння у машині рухається хаотично, відсутнє його спрямовування.

Обрушувати олійне насіння можна завдяки однократному орієнтованому удару, що виконують відцентрові насіннерушки, у яких насіння отримує потрібну кінетичну енергію для орієнтованого (вздовж довгої осі насінини) удару об деку завдяки дії відцентрової сили. Насіння надходить на диск, встановлений на вертикальному валу, що обертається. Під час роботи на насінини діють відцентрова сила, сили ваги і Коріоліса, завдяки яким насіння притискається до диска і лопаток, що є на валу, в результаті виникають сили тертя напрям яких протилежний руху насіння.

Насіння під дією сил рухається по диску вздовж лопатки з певною швидкістю, яка не залежить від маси насінин, а спричинена їх коефіцієнтом тертя до матеріалу диска і лопаток. Спершу насіння рухається з прискоренням, але з часом швидкість стабілізується. Постійної швидкості руху насіння набуває при характерних коефіцієнтах його тертя до сталі, відбувається це на відстані, яка приблизно у тричотири рази вища за початковий радіус потрапляння насіння на диск і становить 0,65...0,7 частки колової швидкості диска.

Відцентрову обрушувальну машину А1-МРЦ (рис. 1.5) використовують для обрушування насіння олійного соняшника у технологічній схемі рушально-віяльних цехів, де виконують повторне обрушування недорученого цілого насіння. Метод обрушення насіння – одноразовий направлений удар (вздовж довгої осі насінин) у відцентровому полі [10, 18, 21, 24, 26, 30]/

Машина А1-МЦР має циліндричний корпус 1, (див. рис. 1.5) з привареними до нього патрубками 2, що мають жалюзі 3 для видалення олійного пилу, подрібненої лузги та відділених насінневих оболонок. На обичайці верхньої камери корпусу закріплюють деку 4. На кришці 5 корпусу 1 встановлено живильник 6. У верхній камері у корпусі 1 встановлено ротор 7, який змонтований на вертикальному валу 8, який приводиться у рух електродвигуном 9 через муфту, електродвигун встановлений у нижній камері корпусу 1. Ротор 7 виготовлений з горизонтальних сталейних дисків, що з'єднані між собою болтами через опорні перетинки або лопаті). Диски з лопатями утворюють шістнадцять робочих каналів, висота яких 32мм. Лопаті мають знімні вкладиші [10, 18, 21, 24, 26, 30].

Ротор можна легко розбирати, у центрі верхнього диску ротора 7 є отвір, у якому є циліндричний патрубок-живильник 6. Дека 4 має з обичайку, на якій у шаховому порядку у два ряди по горизонталі приварені сорок вісім пластин, що є робочими елементами деки. У нижній камері корпусу 1 є монтажне вікно, що має знімні дверцята і два патрубки 2. Через нижній патрубок надходить повітря, яке охолоджує електродвигун і створює всередині камери підпір

повітря, чим запобігає потраплянню пилу в електродвигун. Верхнім патрубком повітря виходить всередину приміщення. Подачу повітря у нижню камеру виконує вентилятор. Щоб забезпечити рівномірне живлення насінням машини і очищення насіння від великих домішок, які могли потрапити у нього випадково, перед насіннерушкою встановлюють підтрясаючий механізм. Для приводу машини використовують електродвигун постійного струму, встановлюючи на одному валу з ним тахогенератор, які за спеціальною схемою регулювання утворюють комплексний регульований електропривод, що забезпечує зміну частоти обертання вала ротора від 750 до 1500об/хв.

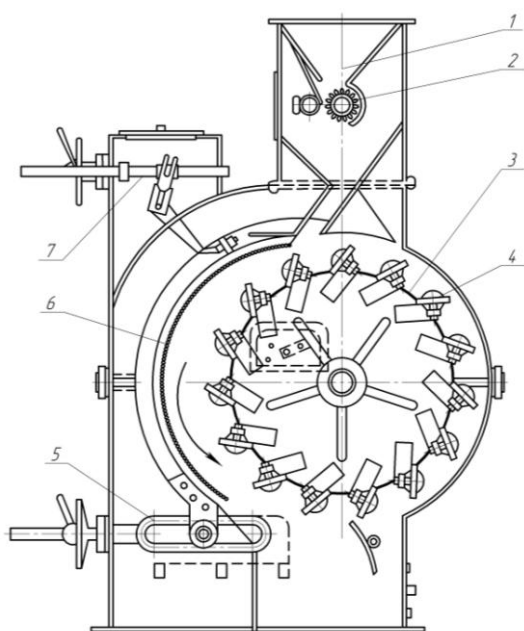


Рисунок 1.4

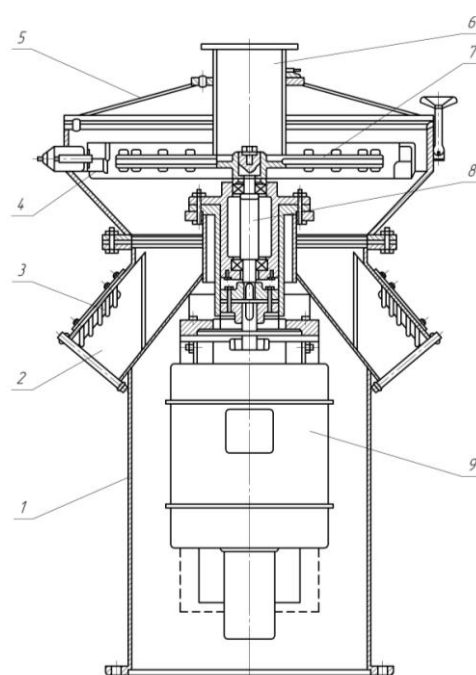


Рисунок 1.5

Рушальну машину А1-БМЦ використовують у цехах для роботи за схемою, що контролює ціле насіння і недоручене при співвідношенні 2:1 рушанки першого обрушування до контрольної.

Насіння соняшника очищене від домішок органічного і мінерального походження і металевих включень надходить через живильник 6 у ротор 7 та під дією відцентрових сил і розходить по робочих каналах, у яких завдяки коріолісовому прискоренню притискається до вкладишів і переміщається по периферії каналів з прискоренням, розташовуючись довшою віссю по довжині шляху руху, потім залишає диск, вилітає і вдаряється до деки. Під час удару

більшість насіння обрушується і отримана рушанка виходить через патрубки 2 і надходить у розсійники насіннесвіялки; водночас через жалюзі 3 витягують олійний пил [10, 18, 21, 24, 26, 30]. Технічна характеристика А1-МРЦ вміщена у додатку В, таблиця В.2.

Для лущення та обрушення насіння соняшника та інших олійних культур використовують рушальні машини РДП-1 (рис. 1.6), НРХ-8 (рис. 1.7) та інші.

РДП-1 є машиною безперервної дії, її використовують у харчовій та переробній галузях промисловості (олійно-жирова, комбікормова, харчова). Щоб досягти ефективної роботи на обрушуванні насіння соняшника від плодових болонок доцільно встановлювати у цеху послідовно дві або три машини для отримання максимально очищеного ядра для подальшої переробки. Подібною за властивостями є машина НРХ-8, відрізняється більшою продуктивністю та споживаною потужністю.



Рисунок 1.6



Рисунок 1.7

Використовують для насіння соняшника відцентрову насіннерушку РЗ-МОС (рис. 1.8), яка має такі основні частини: двоярусний ротор 9 встановлений на вертикальному валу, живильний розподільний пристрій 6, кільцеву деку 10, корпус 5 до якого кріплять два циклонні сепаратори 4. У живильному пристрої є запобіжна решітка 7, яку встановлюють перед входом насіння, щоб вловлювати великі сторонні включення, щоб запобігти їх

застряганню у каналах ротора. Живильник має кілька патрубків 8, якими підсмоктується повітря під час обертання ротора. Є також розподільчий пристрій 6, виконаний у вигляді двох коаксіальних циліндрів, їх розміри створюють розподілення потоку насіння на дві однакові частини, які поступають у верхній та нижній яруси ротора.

Завдяки застосуванню двоярусного диска забезпечується підвищення продуктивності насіннерушки. На обох її ярусах встановлюють по два диски (загалом насіннерушка має чотири працюючі диски), у яких є радіальні напрямні канали 11. Завдяки тому, що канали сусідніх дисків мають шаховий порядок розташування, то це запобігає зіткненню насінин на виході з напрямних каналів. Ротор, що обертається, підсмоктує повітря, яке рухається каналами ротора, тим самим прискорює рух насінин у каналах та сприяє покращенню обрушення, оскільки створюється напрямлений удар насінин через покращення його орієнтації між похилими стінками радіальних каналів, які для кращої зносостійкості футеровані металокерамікою. Насіння, яке вилітає з каналів ротора, падає на кільцеву деку, яка має інший нахил у межах кожного ярусу ротора, чим створює умови для відведення рушанки, що утворюється, із зони обрушування. У циклонних сепараторах 4 встановлені кільцеві сита 3 і патрубки 1 і 2, які забезпечують відведення рушанки, олійного пилу і повітря.

Насіннерушка РЗ-МОС поєднує процеси обрушення і відокремлення олійного пилу, завдяки чому знижуються втрати олії з лузгою, яку відводять із зони обрушення. Продуктивність машини – 200 т/добу. Отримувана рушанка має кращий склад, ніж рушанка після більшої насіннерушки: вміст цілого насіння – до 15%, недопущеного – 10%, січки – до 5%, олійного пилу – до 7%.

Виробництво соняшникової олії потребує подрібнення очищеного ядра, яке найчастіше виконують на п'ятивальцевих верстатах ВР-5, у яких валки вільно прилягають один на одного, між ними виникає постійний тиск, який співрозмірний вазі валків, які встановлені вище. Зазор між валками регулюють, враховуючи кількість матеріалу, який поступає з живильного бункера. Валки обертаються від електродвигуна, вал якого з'єднує муфту з ведучим валом

двоступінчастого редуктора. Кожен з валів виконаний у вигляді циліндра, у який запресований сталевий вал. Під час руху валки прилягають один до одного вільно, а коли між ними проходить матеріал для подрібнення, то вони піднімаються і утворюють робочий зазор. Насіння з живильного бункера завдяки розрівнювальному валику широкою тонкою стрічкою потрапляє у зазор між валками і подрібнюється, утворюється так звана м'ятка.

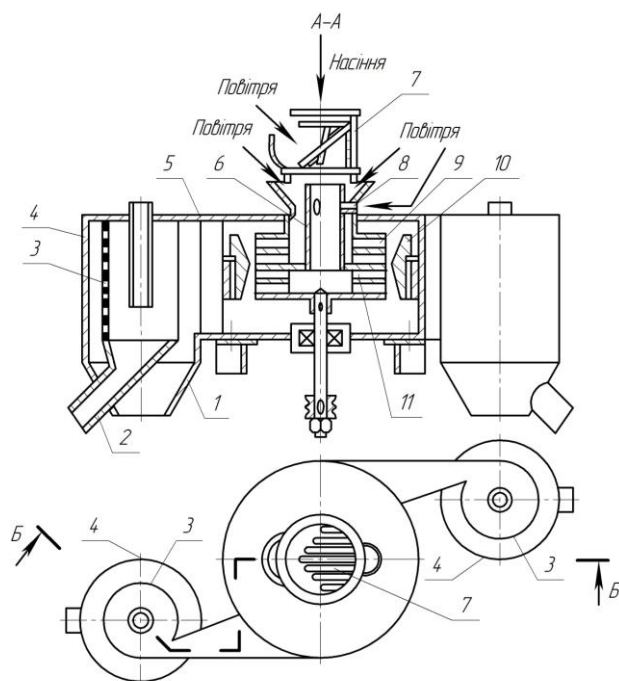


Рисунок 1.8

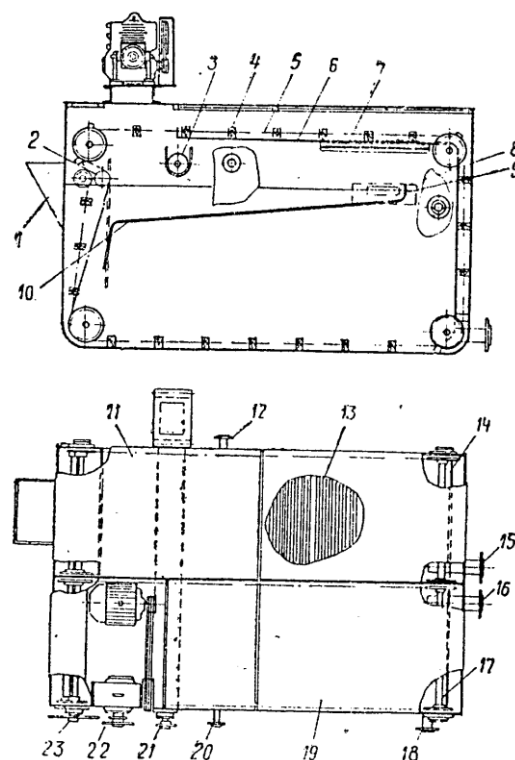


Рисунок 1.9

Для якісного виділення з неї олії, її піддають термообробці одним із двох способів: при каскадному її прожарюють у жаровнях, при промисловому – прожарюють у парових жаровнях, отримуваний продукт називають – мезга [10, 18, 21, 24, 26, 30].

Вирішальний етап у переробці олійного соняшника – видавлювання олії з підігрітої мезги, яке виконують у шнекових пресах неперервної дії, робочими органами яких є шнеки, перфоровані циліндри та запірні конуси. Продуктивність таких пресів встановлюють враховуючи діаметр барабана, крок гвинта, частоту обертів шнека, об'ємну масу пресованого матеріалу та коефіцієнт заповнення міжгвинтового простору [8, 10, 15, 18, 21, 24, 26, 29].

Видавлена олія проходить очищення від домішок, яке виконують використовуючи різноманітне обладнання: сепаратори, центрифуги, відстійники, фільтрпреси та гущеловушки (рис. 1.7).

Окрім пресування олію отримують також екстрагуванням у летких розчинниках використовуючи спеціальне обладнання – екстрактори. Соняшникова олія, незалежно від способу її отримання, містить тверді і колоїдні домішки, зокрема, білкові і слизисті речовини, фосфатиди, відповідно її піддають очищенню – найчастіше рафінації, використовуючи один із способів рафінування: фізичний (здійснюють відстоюванням, центрифугуванням, фільтруванням); хімічний (здійснюють гідратацією, лужною рафінацією, окисленням барвникових речовин і т.ін.); фізико-хімічним (виконують відбілюванням, дезодоруванням, забираючи специфічні смак і запах, видаленням вільних кислот і т.ін.).

Відстоюють олію у спеціальних місткостях залишаючи у спокої на тривалий час, при цьому важкі часточки осідають на дно відстійника.

Очищують олію також використовуючи центрифуги відстійної і періодичної дії, сепаратори періодичного і циклічного вивантаження осаду; шнекові центрифуги неперервної дії, які забезпечують постійне вивантаження очищеної олії та домішок у вигляді фугату [10, 18, 21, 24, 26, 30].

Фільтруванням олії можна відділити лише механічні домішки, які мають густину, що близька до густини олії, виконують у фільтрпресах використовуючи фільтрувальний папір або спеціальну тканину.

На завершальному етапі, перед фасуванням у тару, виконують оцінювання якості олії, використовуючи такі показники: зовнішній вигляд, фізичні властивості та хімічний склад, а саме: запах, колір, прозорість, кількість відстою (нежирові домішки), кислотне число (підвищені показники будуть при низькій якості сировини), йодне число (високий показник вказує придатність як сировини для виготовлення оліфи).

На якість і вихід олії впливають якість сировини, дотримання технології виробництва, режимів зберігання, особливо очищення, сушіння та вентиляції.

1.3. Обґрунтування теми роботи

У виробництві соняшникової олії використовують два типи обрушувальних машин: руйнування оболонок насіння відбувається завдяки удару робочих органів по насінню (бильні) або навпаки – удару насіння до нерухомої перешкоди (відцентрові). Оберемо, що очищення ядра соняшника від лузги (плодових оболонок) для розроблюваного технологічного процесу виконують у відцентровій насіннерушильній машині А1-МРЦ, яку найдоцільніше використовувати для обрушення насіння висококалорійного соняшника з встановленням її у рушально-віяльних цехах, де виконують повторне обрушування цілого і недорученого насіння використовуючи контрольні обрушуючі машини.

Аналізуючи використовувані технологічні лінії, процеси переробки насіння соняшника в олію і використовуване у них обладнання, виникає можливість розробки технологічного процесу виготовлення олії при первинній переробці олійного насіння та отримання жмиху з низьким вмістом олії для використання у виробництві комбікормів. Реалізувати це завдання можна опираючись на перспективи у технологіях переробки, модернізацію цехів чи переробних ліній завдяки усуненню недоліків, а також удосконаленням робочих органів основного обладнання, у даному випадку відцентрової обрушувальної машини, покращивши принцип роботи насіннерушки – обрушення плодових оболонок насіння соняшника у відцентровому полі машини методом одноразового направленої вздовж довгої осі насінин удару.

Враховуючи наявне і найвикористовуваніше обладнання технологічних комплексів призначених для переробки олійних культур, доцільним є удосконалити технологію переробки, розробивши технологічну лінію, яку можна було б використовувати у перспективі для інших олійних культур та виготовлення високобілкових кормових добавок. Потрібно обґрунтувати вибір обладнання для технологічної лінії переробного цеху з виробництва соняшникової олії; скомпонувати обладнання цеху; виконати інженерні розрахунки для основного технологічного обладнання – відцентрової насіннерушильної машини; розробити заходи з охорони праці та безпеки на переробному підприємстві.

2. КОНСТРУКТИВНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ВІДЦЕНТРОВОЇ НАСІННЄРУШИЛЬНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

2.1. Конструктивні рішення направлені на удосконалення процесу та обладнання для виробництва соняшникової олії

Потреба в удосконаленні основного (зайнятого на технологічних операціях) і допоміжного обладнання ліній та цехів, які переробляють рослинну сировину у продукти харчування та продукцію для інших галузей виробництва викликана фізичним і/або моральним старінням використовуваних машин і обладнання, а часто і технологічних процесів загалом, тому виникає необхідність їх вдосконалення для покращення якості отримуваної продукції, а часто і збільшення її виходу. До прикладу, під час отримання олії відтискають прожарену м'ятку, отриману з ядра соняшника, тривало застосовували гідравлічні преси з спеціальними перфорованими металевими циліндрами для її виходу, основним недоліком була циклічність і малопродуктивність їх роботи. Результатом удосконалення стало застосування шнекових пресів неперервної дії, завдяки чому покращився процес виробництва олії, збільшилася продуктивність і покращилися умови праці операторів машин. Подібні явища відбулися і при реалізації інших процесів технології отримання соняшникової олії, таких як очищення і готування сировини до переробки; обрешування насіння та відділення ядра, отримання рушанки і лузги; подрібнення ядра для отримання м'ятки, її термооброблення; витискання олії і фільтрація (очищення) і підготовка до відвантаження для тваринництва побічної продукції – жмиху.

Встановлення технічно- і технологічно вузьких чи проблемних місць в обладнанні і/чи процесах переробки сировини сприяє пошуку шляхів вирішення проблеми та розробці удосконалень.

Технологічний процес лінії отримання соняшникової олії відбувається так, що одні з процесів є періодичні, а саме: прийом сировини та її очищення від домішок, інші процеси – неперервні: подрібнення ядра для отримання

м'ятки, прожарення м'ятки у каскадних жаровнях, видавлювання олії у шнековому пресі. У технологічній лінії виготовлення олії є деякі дрібніші процеси, які потрібно вдосконалити, для того, щоб покращити умови переробки сировини, підвищити продуктивність праці та збільшити вихід олії потрібної якості.

Перспектива покращення технологічного забезпечення процесу виробництва соняшникової олії в тому, щоб забезпечити універсальність технологічної лінії і використовуваного обладнання, розширивши можливості переробки продукції. Вирішення цієї задачі потребує обґрунтованого вибору або модернізації технологічної схеми переробної лінії або цеху; вибору та вдосконалення обладнання або вибору універсального обладнання для реалізації заданих процесів; розрахунок режимів роботи та налагодження обладнання лінії для якісної переробки сировини; зменшення собівартості виробництва основної продукції; покращення умов праці персоналу та підняття культури виробництва; зменшення кількості працівників та підвищення рівня механізації та автоматизації на окремих операціях.

Основні етапи у виробництві олії із насіння соняшника поєднують очищення сировини від домішок, підсушування до потрібної вологості, відділення плодових оболонок, очищення чистого ядра, подрібнення ядра для отримання м'ятки, отримання олії пресуванням або екстрагуванням, упаковування олії у тару [10, 18, 21, 24, 26, 30]; всі вони показані у машинно-апаратній схемі виготовлення олії (рис. 2.1).

Зерна соняшника, яке надходить на переробку спершу зважують на вагах 13, потім засипають у силос 10 на нетривале зберігання. Якщо у ньому міститься багато домішок, то очищення виконують використовуючи дво- і три ситові сепаратори 8 і 7, та магнітовловлювач 5. Зібрані із сепараторів домішки, збирають для подальшого використання у виробництві комбікорму. Насіння, яке очистили від домішок, знову зважують на вагах 3 і засипають до розхідного бункера 1, з якого його подають до шахтної сушарки 12, яка має кілька зон, у яких насіння сушать, згодом охолоджують. За час теплового впливу на насіння його вологість спадає з 9...15% до 2...7%. Температура, при якій насіння сушать

– біля $+50^{\circ}\text{C}$, після охолодження воно має температуру $+35^{\circ}\text{C}$. Підсушене насіння знову зважують на вагах 11, і завантажують у силос 10 для довготривалого зберігання або поміщають у проміжний бункер 9, з якого його забирають на подальшу переробку.

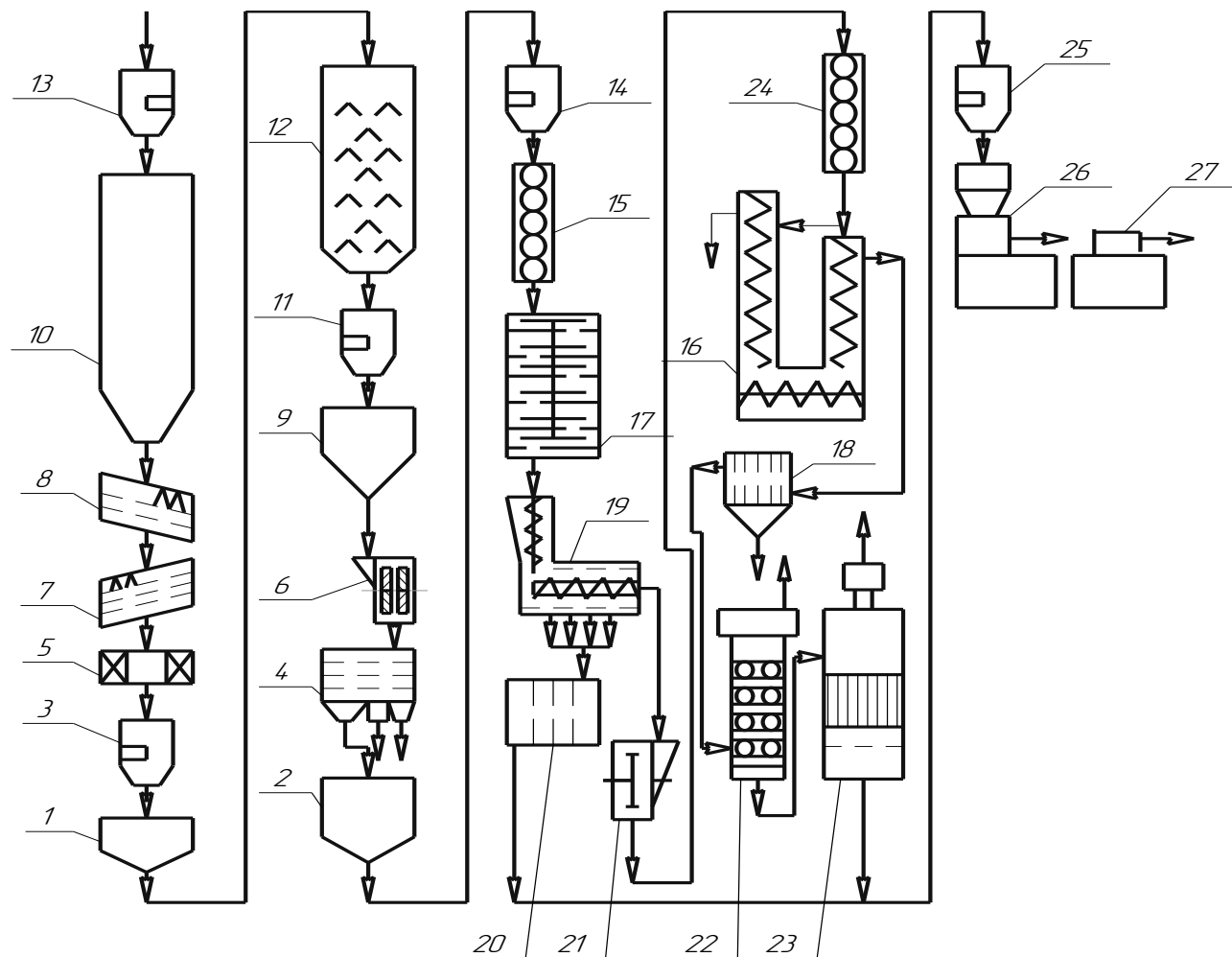


Рисунок 2.1

Суть переробки насіння соняшника зводиться до максимального відділення плодових оболонок від ядра, що відбувається завдяки проходженню його через дві окремі операції: обрешування (лущення) насіння та відділення оболонок від ядра.

Обрешують насіння на дискових млинах 6, чи іншому обладнанні, відділяють ядро від оболонок використовуючи аспіраційні віялки – сортувальні машини 4, які працюють як повітряно-ситові. З віялки ядро надходить до проміжного бункера 2, решта частин суміші піддають додатковій обробці, щоб

відділити цілі ядра і частинки насінин, що спільно з цілим ядром надходять для подальшої переробки [10, 18, 21, 24, 26, 30].

Відвіяне ядро соняшника зважують на вагах 14 і подрібнюють опісля на п'ятивальцевому верстаті 15. Подрібнення насіннєвої маси виконують одно- або дворазове – попереднє і кінцеве. Подрібненням створюють ламання клітинної структури у ядра соняшника, щоб забезпечити повне і швидше відділення олії, яке виконують пресуванням чи екстрагуванням.

У вальцевому верстаті отримують подрібнений продукт – м'ятку, яку подають до жаровні 17, для теплової обробки, щоб досягти потрібної пластичності проміжного продукту – мезги і створити умови завдяки яким полегшується відтиск олії у пресах. Під час нагрівання мезги у жаровнях її вологість спадає до 5...7%, а температура зростає до 105... 115°C. Мезгу для відділення олії можуть піддавати пресуванню або екстрагуванню, часто обом цим процесам для повноти відділення.

Обов'язкове обладнання у механічному способі отримання олії – шнековий прес 19, у який надходить прожарена мезга, а виходять з нього два продукти: олія зі значним вмістом частинок ядра, тому її подають на очищення у фільтр-прес 20, і жмих, у якому може міститися до 6...6,5% олії, яку потрібно виділити. Виконують це завдання подрібнюючи гранули жмиху у молотковій дробарці 21 і подрібнену масу подають на вальцевий верстат 24; отриманий подрібнений продукт направляють для екстрагування в екстракційний апарат 16. Він має дві з'єднані між собою колони, обладнані шнеками, що просувають частинки жмиху з правої до лівої колони. Протилежно до напрямку руху жмиху пересувається екстрагуюча речовина – бензин. Оскільки він належить до летких розчинників і в суміші з повітрям, відбувається його загоряється за температури біля 250°C, тому під час екстрагування олії температуру нагрівання технологічної пари витримують на рівні 220°C. Леткий розчинник бензин проходячи колонами створює явище дифузії завдяки якому розриваються клітини жмиху і виділяється олія, яка розчиняється у бензині. Отримана суміш містить олію, бензин і певну кількість частинок жмиху витікає з правої колони екстрактора 16 та надходить до відстійника або патронного

фільтра 18. З лівої колони екстрактора 16 виходить знежирений продукт – шрот, з якого виділяють рештки бензину і відправляють для виробництва комбікормів.

Екстрагований розчин олії у бензині після очищення від твердих часточок подають на дистиляцію, у два дистилятори: у першому 22 розчин нагрівають до 105...115°C завдяки чому з нього при атмосферному тиску частково виходять пари бензину; у другому 23, в якому створене розрідження, з розчину видаляють рештки бензину, очищену олію відправляють на зважування на вагах 25. Олію, що пройшла ваговий контроль, подають у машину 26 для запаковування у тару, а використовуючи машину 27 тару з олією складають у ящики для зберігання та відвантаження споживачам.

2.2. Обґрунтування доцільності конструктивного вдосконалення параметрів відцентрової обрушувальної машини для відділення насіння соняшника

Кожне обладнання, встановлене у цеху для переробки насіння соняшника, виконує різні технологічні процеси, однак навіть для однакових процесів обладнання є різноманітне.

У роботі обираємо для удосконалення обрушувальну машину, яка має виконувати важливе завдання – обрушування насіння соняшника і підготовку до подальшої переробки отриманого ядра соняшника для отримання олії згідно розробленої технологічної схеми (див. рис. 3.3).

Головні механізми технологічної лінії переробного цеху – відцентрова обрушувальна машина для підготовки сировини для переробки та шнековий прес, яким відтискають олію з м'ятки, рештки якої переходять у жмих.

Під час переробки насіння соняшника в олію, найскладнішим завданням є якість відділення плодових оболонок від ядра – обрушення насіння. Повнота відокремлення оболонок насінин від ядра впливає на якість вихідної продукції, а саме, ядра для виготовлення олії та ядра, використовуюваного у кондитерських

цілях (ядро, халва та інші продукти). До прикладу, під час обрешування насіння при виробництві соняшникової олії вміст плодових оболонки у ядрі має бути на рівні 6...7%, під час виробництва халви вміст оболонки – до 1%.

Інший фактор, який суттєво впливає на якість отримуваної проміжної та кінцевої продукції, – це цілісність ядра, що передбачає отримання якомога меншої кількості подрібнених ядер в основній масі. Через це відбувається видування подрібнених часточок ядра під час повітряного розділення рушанки, чим спричиняються втрати цінного продукту. Також під час руйнування оболонки насіння соняшника в обрешувальній машині, стається виділення олії, через що виникають втрати кінцевої продукції під час виробництва соняшникової олії. Для кондитерського виробництва подрібнені ядра соняшника не бажані, оскільки знижуються технологічні властивості ядра і, деколи вибраковують певну частину їх загальної маси.

Опираючись на відзначені фактори, робимо висновок, що покращення виходу якісної продукції під час переробки насіння соняшника в олію, потрібно виконати одне з основних завдань – застосування заходів, які покращують якість обрешування насіння, зменшивши тим самим вміст у масі ядер частинок плодових оболонки і подрібненого ядра, тому оберемо для конструкторського удосконалення відцентрову обрешувальну машину. Такі машини мають найбільше поширення для очищення насіння соняшника; робочим органом у них є ротор з нарізаними каналами (наведена в ілюстративній частині), що обертається на вертикально встановленій осі та дека, яка не рухається і виконує роль протирізального елемента.

Барабан обертається через дію на нього відцентрових сил, до центра барабана засипають насіння соняшника, яке рухається каналом, поступово набираючи швидкості, вилітає з каналу та вдаряється об деку. Насіння руйнується, тобто відбиваються плодові оболонки від ядра завдяки одноразовому удару. Важливими є розміри каналів для руху насіння у роторі, їх виконують такими, що насінини соняшника рухатимуться каналами вздовж довгої осі, оскільки таке розташування насіння сприяє потребі у якнайменшому зусиллі для руйнування його оболонки.

Намагання підвищити універсальність відцентрових обрушувальних машин з можливістю застосування їх для різних за розмірними параметрами сортів насіння соняшника, отримували перетини каналів ротора деколи набагато більшими за перетин перпендикулярний до довгої осі насіння, через це насіння розташовується у каналах боком, що погіршує якість руйнування плодових оболонок (лушпин або лузги) і підвищує вміст у ядрі цілого та недорученого насіння. Часто наявність необрушеного насіння у ядрі зумовлена одноразовим ударом насіння до деки, а цього часто є достатньо, щоб відокремити оболонку від ядра [10, 18, 26].

Під час відтискання олії пресовим способом, ядро соняшника, що поступає на відтискання може містити 12...14% лузги, а це зумовлює значні втрати кінцевої продукції. Основні причини у тому, що насіннерушильним машинам властиві недоліки, через які отримувана рушанка має завищений вміст лузги та недорученого насіння. Виділимо основні з них. Першим вважають занадто великий перетин напрямних каналів ротора (36мм×32мм), через що насіння при його польоті каналами не спрямовується в напрямі деки вздовж довгої осі і тому вдаряється до неї боком. Другим вважають нахилене встановлення площини деки відносно осі польоту насіння, через що частина його з'їжджає по нахилу і тому не розбивається. Третім недоліком вважають, що рушанка пройшовши руйнування оболонок не встигає потрапити з площини деки для подальшого переміщення на вальці, тому насінини, які надходять, вдаряються до м'яких частинки обрушеного насіння, через що не відділяються оболонки і воно потрапляє у недоруч. Через відзначені недоліки відцентрових насіннерушильних машин спостерігається вміст недоручу 18-23%, січки 12-15% та 7-8% олійного пилу.

Аналізуючи процес роботи відцентрових насіннерушок можна стверджувати, що високу якість обрушування насіння соняшника, яке потрапляє у поле дії відцентрових сил, можна досягнути за таких умов: доцільно калібрувати насіннєву суміш, розділяючи її на фракції з умовою, що різниця у масі окремих насінин має бути мінімальна, після чого окремо обрушувати насіння кожної фракції; створити умови для якісного

розколювання насіннєвих оболонок, при якому відбуватиметься мінімальне пошкодження ядра, тобто забезпечити крихкість оболонок завдяки короткочасному підсушуванню насіння та зменшенню вологості до 3...5%; насінини при польоті в напрямі деки потрібно орієнтувати вздовж довшої осі, забезпечивши їх розколювання по довжині, ядро буде зберігатися непошкодженим; довшу вісь насінин орієнтувати паралельно до напрямку їх польоту; площину деки, до якої вдаряються насінини встановлювати перпендикулярно напрямку їх польоту та відповідно і довшій осі; забезпечити вдарення насінин до деки лише гострим або тупим кінцем, але не боком; насінини мають вдаритися до площини деки кожна окремо, слідуючи послідовно – одна за одною; насінини не мають вдаритися до частинок рушанки на деці, для цього рушанку одразу у момент удару видаляють з деки, звільнивши тим самим місце для наступної насінини, яка має вдаритися об деку. Таких умов обрушення насіння досягають в удосконаленій насіннерушальній машині (ілюстративний матеріал), особливістю конструкції якої є те, що її основний механізм, а саме: ротор (ілюстративний матеріал) встановлюють на вертикальний вал, який приводиться в рух чотирьохступінчастим шківом, завдяки чому змінюють його частоту обертання регулюючи під розміри фракції насіння. Ротор (рис.2.2а) має закриті напрямні канали (рис. 2.2б) у яких є отвори для насіння з площею перерізу $0,8...0,9\text{см}^2$, що менша ніж у серійних машинах для обрушування насіння соняшника. Завдяки зменшеним розмірам напрямних каналів насіння соняшника не може летіти у напрямі деки боком, а орієнтується довшою віссю вздовж напрямних каналів і вдаряється до деки лише гострим або тупим кінцем. Завдяки напрямним каналам ротора насінини прямують до деки одна за одною, оскільки розміри каналів такі, що не дозволяють розміщуватися у каналі поряд одна з одною одразу кільком насінинам.

Відцентрова насіннерушка має циліндричну деку, тому удар насінин до неї стається під кутом 90^0 , ковзання насінин вздовж деки не відбувається. Удару насінин до частин рушанки не відбувається, оскільки на роторі між каналами встановлені лопаті, які одразу відводять рушанку.

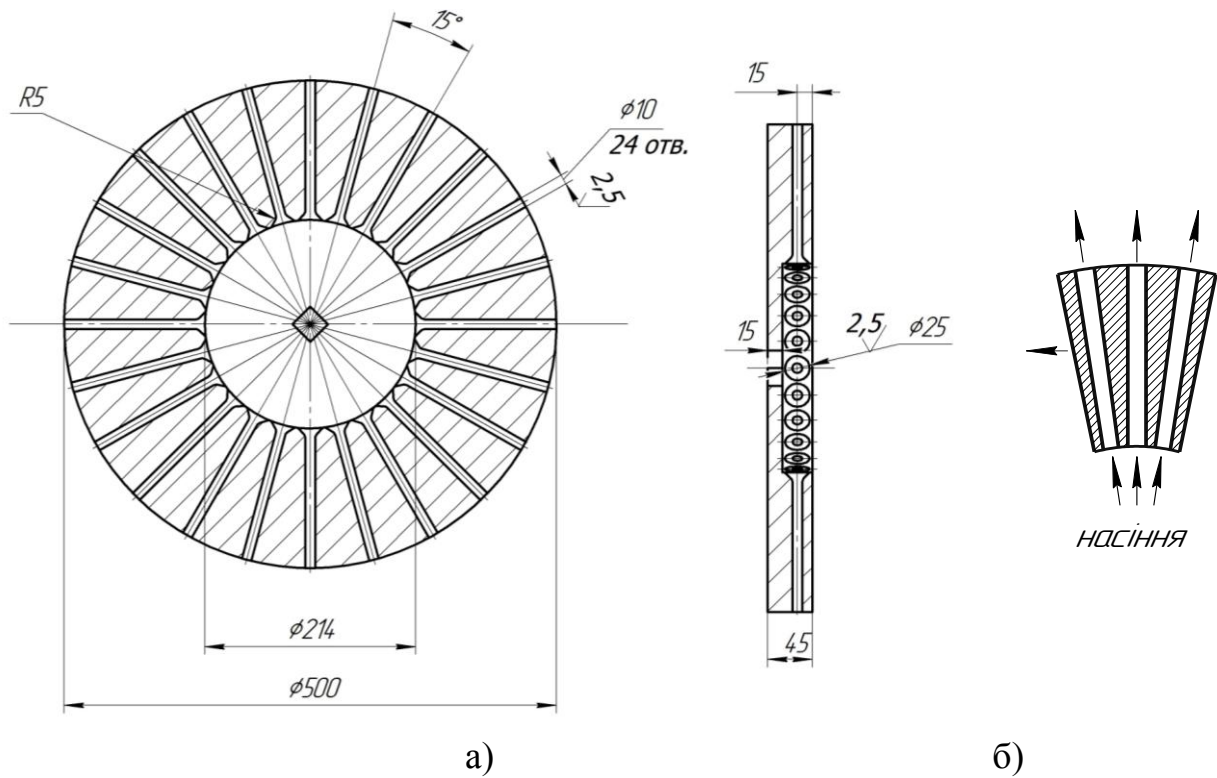


Рисунок 2.2

Особливість конструкції ротора відцентрової насіннерушки простежується у напрацюванні до абразивного зношення його каналів, причиною якого є вплив коріолісового прискорення, яке виникає під час руху насіння у каналах. Ротор виконаний у вигляді масивного сталюого диска. Зменшити абразивне зношення можна забезпечивши значну відстань між каналами, які виконують у роторі радіально (див. рис. 2.2), створюючи різну відстань між суміжними каналами на вході насіння та на виході, враховуючи тим самим, що швидкість насіння та їх коріолісове прискорення на вході дорівнюють нулю, а відстань між каналами – 3,5 мм, на виході з каналів швидкість насіння та їх коріолісове прискорення максимальні, тому відстань – 20,8 мм. Отже, удосконалення відцентрової насіннерушальної машини завдяки зміні конструкції ротора, відповідає основним вимогам до виконання процесу обробування насіння соняшника.

Вміст основних шкідливих домішок (1 – олійний пил; 2 – січка; 3 – недоручене насіння), які можуть міститися у рушанці, залежно від швидкості обертання ротора, наведено на рис. 2.3.

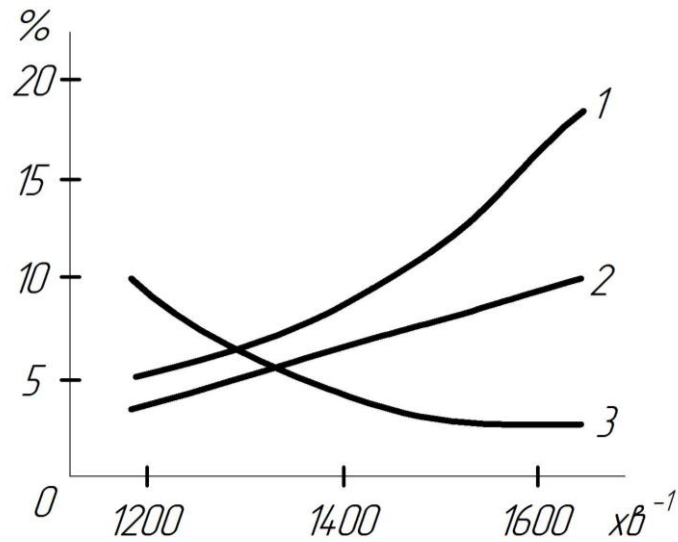


Рисунок 2.3

Орієнтуючись на запропоновану конструкцію ротора (див. рис. 2.2), як основного елемента насіннерушки, розрахуємо його. Визначимо масу ротора, вважаючи його складеним з двох окремих частин: диска діаметром 500мм при висоті 15мм і тора, зовнішній діаметр якого також 500мм, внутрішній потрібно визначити при висоті 30мм із радіальними отворами по всьому периметру, діаметр отворів 10мм (див. рис. 2.2).

Визначимо потрібну кількість напрямних каналів ротора [21]

$$K = \frac{L_1}{b_1 + d_k}, \quad (2.1)$$

де L_1 – довжина кола більшого з діаметрів ротора, мм;

b_1 – більша з відстаней між каналами ротора, яка дорівнює 20,8мм;

d_k – діаметр каналів, 10мм.

$$K = \frac{\pi \cdot D_{BK}}{b_1 + d_k} = \frac{3,14 \cdot 500}{20,8 + 10} = 50 \text{ каналів.}$$

Відстань між каналами на вході насіння у ротор буде $l_0 = 3,5$ мм.

Значення внутрішнього діаметра ротора

$$d_{MK} = \frac{L_2}{\pi}, \quad (2.2)$$

де L_2 – довжина кола меншого з діаметрів ротора, мм;

буде

$$L_2 = K \cdot (l_0 + d_k);$$

$$L_2 = 50 \cdot (3,5 + 10) = 675 \text{ мм.}$$

Тоді

$$d_{MK} = \frac{675}{3,14} = 214 \text{ мм.}$$

Визначаємо об'єм ротора

$$V_{\text{ром}} = V_1 + (V_2 - V_0 - V_K), \quad (2.3)$$

де V_1 – об'єм диска ротора з діаметром 500мм при висоті 15мм;

V_2 – об'єм тора при зовнішньому діаметрі 500 мм, внутрішньому 214мм
при висоті 30мм;

V_0 – об'єм отвору ротора, яким впускають насіння;

V_K – об'єм каналів у роторі.

Визначаємо об'єми складових ротора:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D_{BK}^2}{4} \cdot h_1; \quad (2.4)$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D_{BK}^2}{4} \cdot h_2; \quad (2.5)$$

$$V_0 = \frac{\pi \cdot d_{MK}^2}{4} \cdot h_2; \quad (2.6)$$

$$V_K = \frac{\pi \cdot d_K^2}{4} \cdot \frac{D_{BK} - d_{MK}}{2} \cdot K. \quad (2.7)$$

Отримаємо:

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 50^2}{4} \cdot 1,5 = 2943,75 \text{ см}^3 = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 50^2}{4} \cdot 3 = 5887,5 \text{ см}^3 = 5,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

$$V_0 = \frac{3,14 \cdot 21,4^2}{4} \cdot 3 = 1088,5 \text{ см}^3 = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

$$V_{\kappa} = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} \cdot \frac{50 - 214}{2} \cdot 50 = 560 \text{ см}^3 = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Відповідно об'єм ротора буде

$$V_{\text{рот}} = 2943,75 + (5887,5 - 1088,5 - 560) = 7182 \text{ см}^3 = 7,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Маса ротора, який виготовлений зі сталі, густина якої $\rho_{\text{ст}} = 7800 \text{ кг/м}^3$

$$m_{\text{рот}} = V_{\text{рот}} \cdot \rho_{\text{ст}}. \quad (2.8)$$

$$m_{\text{рот}} = 7182 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} = 56 \text{ кг}.$$

Для приведення в рух ротора в удосконаленій насіннєрушці використовуємо електродвигун серії 4АМ90Л4У3, потужність якого 2,2 кВт, номінальна частота обертання вала електродвигуна 1425 об/хв. [14].

2.3. Розрахунок вала ротора обрушувального механізму насіннєрушальної машини

Ротор обрушувального механізму насіннєрушальної машини встановлений на валу, який з'єднаний з валом електродвигуна потужністю 2,2кВт муфтою, що показано схемі насіннєрушки в ілюстративному матеріалі.

Визначимо величину крутного моменту на валу двигуна а рівно і на валу ротора [12, 14]

$$M = T = 9,74 \cdot \frac{P}{n}. \quad (2.9)$$

Отримаємо

$$M = T = 9,74 \cdot \frac{2,2}{1425} = 0,015 \text{ кНм}.$$

Враховуючи схему навантаження вала ротора (рис. 2.4а) виконаємо його розрахунок. Вал встановлений на двох підшипниках, зазнає впливу складного напруженого стану, перебуваючи під дією крутного моменту та зазнаючи впливу згину від встановленого на ньому диска ротора. Зусилля, яке передається на вал від диска ротора буде

$$F_{\text{пот}} = m_{\text{пот}} \cdot g = 56 \cdot 9,81 = 549 \text{ Н.}$$

Мінімальний діаметр вала ротора – 50мм прийнятий з конструктивних міркувань при понижених значеннях допустимих дотичних напружень. З умови компоновки вала приймемо відстань між опорами – 80 мм. Розрахуємо вал на жорсткість за умови, що максимальний прогин не перевищуватиме 0,001 міжопорної відстані (відстані між двома підшипниками, на яких він встановлений для обертання і передачі зусилля для переміщення насіння соняшника) [6, 7].

Запишемо рівняння моментів для визначення опорних реакцій:

$$\sum M_A = 0; \quad R_{by} \cdot l_2 - F_{\text{пот}} \cdot (l_2 + l_3) = 0;$$

$$R_{by} = \frac{F_{\text{пот}} \cdot (l_2 + l_3)}{l_2} = \frac{549 \cdot (0,08 + 0,1)}{0,08} = 1235,25 \text{ Н;}$$

+

$$\sum M_b = 0; \quad R_a \cdot l_2 - F_{\text{пот}} \cdot l_3 = 0;$$

$$R_{ay} = \frac{F_{\text{пот}} \cdot l_3}{l_2} = \frac{549 \cdot 0,1}{0,08} = 686,25 \text{ Н.}$$

Перевірка: $\sum Y = 0; \quad R_{by} - R_{ay} - F_{\text{пот}} = 1235,25 - 686,25 - 549 = 0.$

Побудуємо епюри крутного (рис. 2.4б) та згинального моментів (рис. 2.4в) для вала ротора насіннерушки. З аналізу епюр визначимо небезпечний перетин вала – у місці встановлення опори ближчої до диска ротора. Максимальний згинальний момент – 55 Нм.

Рівняння для визначення деформації вала ротора – прогину і кута повороту у небезпечному перетині мають вигляд [6, 7]:

$$y_0 = 0; \quad \Theta_0 \neq 0. \quad (2.10)$$

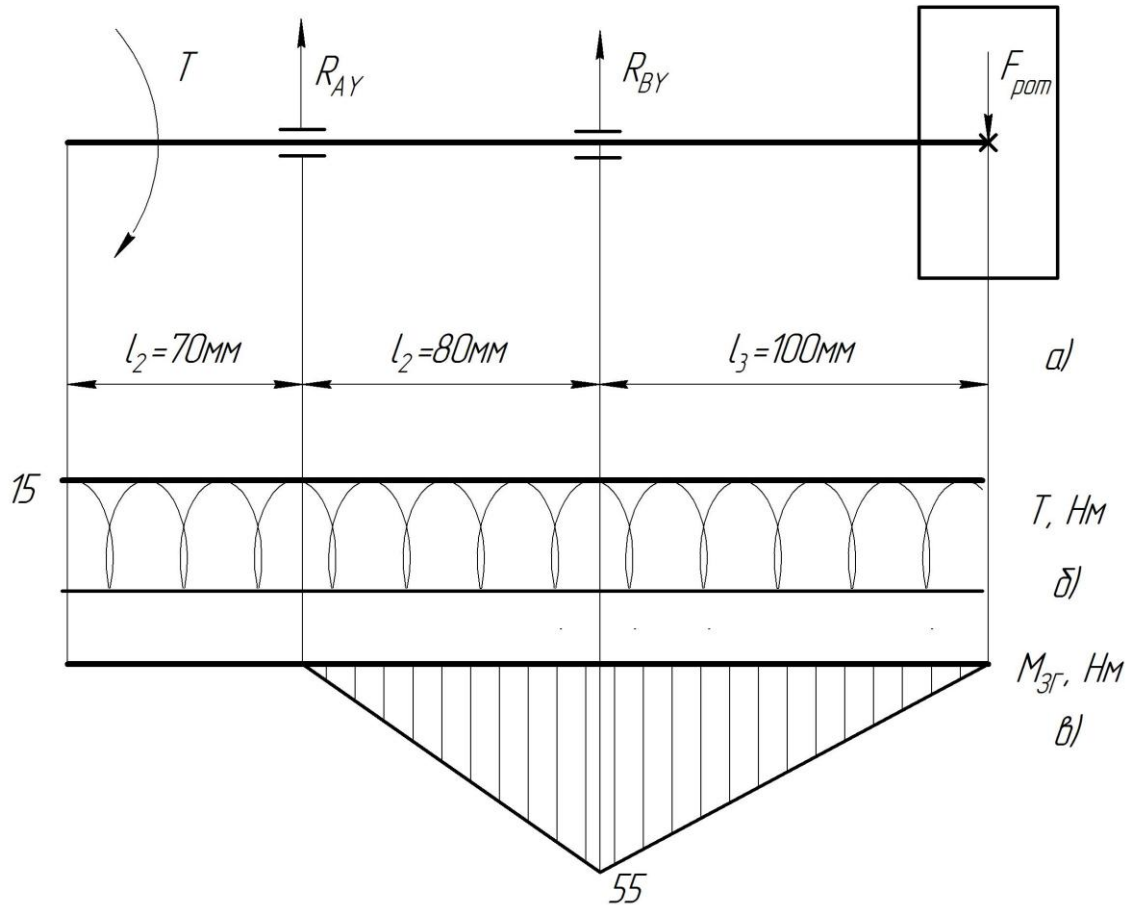


Рисунок 2.4

Запишемо рівняння початкових параметрів для вала ротора

$$E \cdot I_z \cdot y_b = 0 + E \cdot I_z \cdot \Theta_0 \cdot l_2 - \frac{R_a (l_2)^3}{3!} = 0, \quad (2.11)$$

де E – модуль пружності (Юнга), $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$;

I_z – момент інерції поперечного перетину вала під опору B [6, 7]

$$I_z = \frac{\pi \cdot d^4}{64}. \quad (2.12)$$

$$I_z = \frac{3,14 \cdot 0,9^4}{64} = 32 \cdot 10^{-3} \text{ м}^4.$$

Рівняння початкових параметрів розв'яжемо відносно кута повороту

$$E \cdot I_z \cdot \Theta_0 = \frac{R_a \cdot l_2^2}{3!} = \frac{686,5 \cdot 0,08^2}{6} = 0,732 \text{ Н} \cdot \text{м}^2.$$

Кут повороту Θ в небезпечному перетині вала ротора набуде значення

$$\Theta_0 = \frac{\frac{R_a \cdot l_2^2}{3!}}{E \cdot I_z} = \frac{0,732}{2 \cdot 10^{11} \cdot 32 \cdot 10^{-3}} = 0,9 \cdot 10^{-8} \text{ рад.}$$

Рівняння початкових параметрів для визначення прогину в небезпечному перетині вала ротора

$$E \cdot I_z \cdot y_c = 0 + E \cdot I_z \cdot \Theta_0 \cdot (l_2 + l_3) - \frac{R_a \cdot (l_2 + l_3)^3}{3!} + \frac{R_b \cdot l_3^3}{3!} = 0. \quad (2.13)$$

Звідки прогин вала

$$\begin{aligned} y_c &= \frac{\Theta_0 \cdot (l_2 + l_3) - \frac{R_a \cdot (l_2 + l_3)^3}{3!} + \frac{R_b \cdot l_3^3}{3!}}{E \cdot I_z} = \\ &= \frac{0,94 \cdot 10^{-8} \cdot 0,18 - \frac{686,25 \cdot 0,18^3}{6} + \frac{1235,25 \cdot 0,1^3}{6}}{0,78 \cdot 10^8} = 0,291 \cdot 10^{-16} \text{ м.} \end{aligned}$$

Умова прогину [6, 7]

$$y_c < 0,001 \cdot l_2, \quad (2.14)$$

яка для вала ротора буде

$$0,291 \cdot 10^{-16} \text{ м} < 8 \cdot 10^{-5} \text{ м.}$$

Умова жорсткості виконується. Розрахований вал можна використовувати у роторі насіннерушальної машини.

3. ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ З ОБҐРУНТУВАННЯМ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ

3.1. Розроблення технологічного процесу виробництва олії з насіння соняшника

Найпростішим і найдешевшим є механічний спосіб виробництва соняшnikової олії, який потребує виконання таких основних технологічних операцій: приймання і зберігання олійного насіння, готування насіння до переробки (очищення, лушення, подрібнення та ін.) в олію, механічний віджим олії та її первинне очищення. Загальна технологічна схема виробництва соняшnikової олії показана на рис. 3.1.

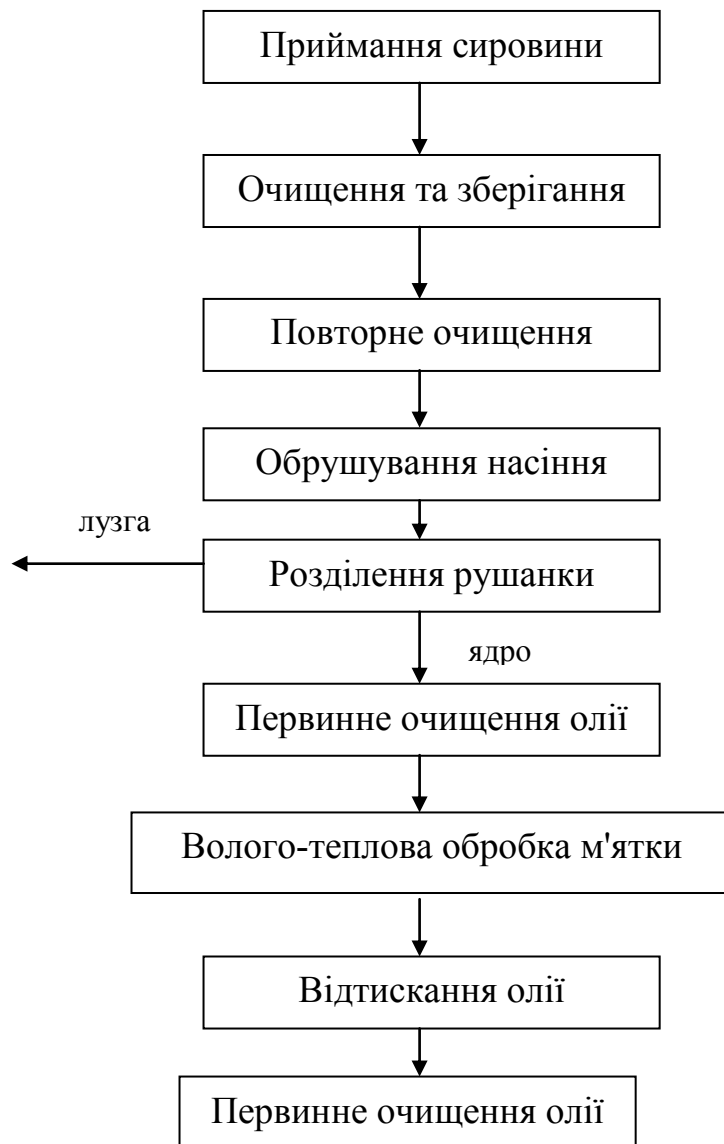


Рисунок 3.1

Часто застосовують комбінований спосіб отримання олії, який поєднує попередній віджим олії механічним способом та подальше відділення рештків олії зі жмиху із застосування методу хімічної екстракції, завдяки цьому отримують більший вихід олії, знижується вартість процесу, але зростає потреба у кількості та різноманітності технологічного обладнання.

Аналізуючи сировинну базу, можна вважати за доцільне, прийняти до використання технологічну схему процесу виробництва олії із насіння соняшника механічним способом. Таким чином налагоджують виробництво олії з якнайменшими затратами, і, за правильної організації виробництва, можна отримати прибуток за рахунок виходу більшої кількості олії.

Перед прийманням насіння зважують і відправляють на зберігання у сировинний цех, завданням якого є зберігання насіння з дотримання вимог кондиційності, щоб забезпечувати якісною сировиною основне виробництво.

Приймання олійної сировини поєднує такі операції: зважування доставленого від виробників насіння; відбір проб і контролювання якості отриманої сировини; розвантажування насіння з транспортних засобів; попереднє його очищення до вимог передбачених нормативною засміченістю – це 1% та сушіння (за необхідності); зберігання насіння і транспортування його між вказаними операціями та згодом на переробку [10, 11, 24].

Після зберігання олійне насіння подають у виробниче відділення, у якому усі технологічні процеси можна поділити на чотири основні стадії (рис. 3.2). Перша стадія реалізується як завершальне багатостадійне очищення насіння соняшника від домішок, при цьому відокремлюють металічні домішки, мінеральні, органічні та інші, які спричиняють зниження ефективності процесу виробництва олії. На другій стадії відбувається відокремлення плодових оболонок від ядра, цей процес важливо забезпечити обладнанням, яке б виконувало обрушування насіння чисто та якісно, оскільки оболонки насіння соняшника (лузга) містять речовини, потрапляння яких в олію не бажане, отримуваний після подрібнення насіння жмих, якщо він містить лузгу, то якість його нижча, особливо за вмістом протеїну. Ступінь відокремлення плодових оболонок насіння соняшника впливає на продуктивність основного

обладнання, наприклад, зниження вмісту лузги з 8 до 3% підвищує продуктивність обладнання до 10%.

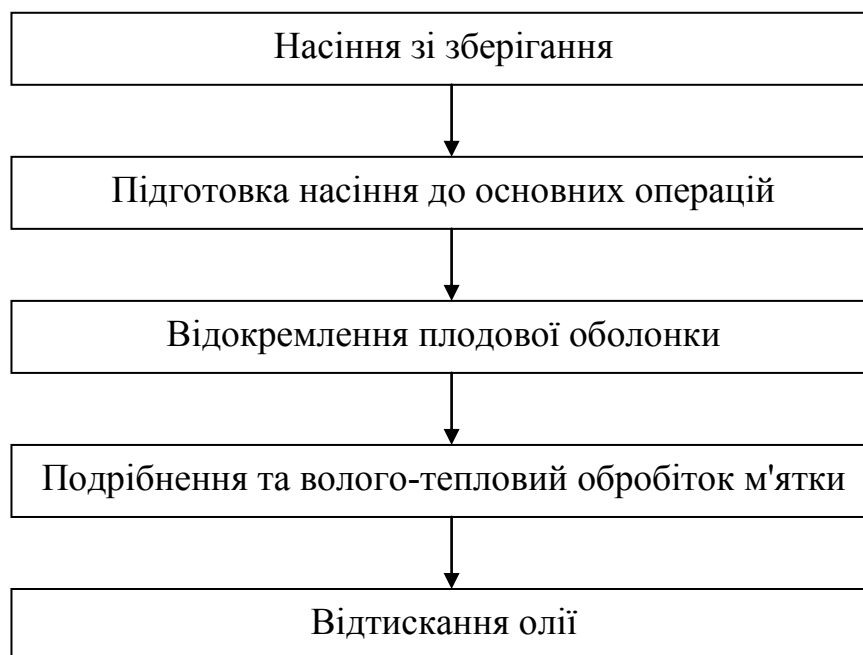


Рисунок 3.2

Третя стадія виробничого процесу – подрібнення та волого-теплова обробка ядра. Подрібнюють ядро, щоб зруйнувати міжклітинні зв'язки для полегшення виходу олії. Під час подрібнення ядра та його волого-теплової обробки збільшується площа поверхні ядра та зменшуються розміри його частинок, завдяки цьому зменшуються затрати енергії для подальшого нагрівання отриманої м'ятки. Оптимальною вологістю ядра для його подрібнення є 5,6...6%. Якість луцення насіння, тобто відділення ядер від лузги важлива ще й тому, що наявність лузги в ядрі знижує ефективність його подрібнення.

Волого-теплову обробітку ядра виконують у два етапи: зволоження краплинною вологою або парою до вологості 8...9% та подальше сушіння (нагрівання) при кондуктивному теплопідведенні при температурі 80...85⁰С; завдяки зволоженню досягають інактивації ферментної системи, що сприяє пригніченню небажаних процесів нагромадження в олії негідратованих фосфатидів і вільних жирних кислот. Після подрібнення отримують м'ятку, а після волого-теплової обробки отримують інший проміжний продукт для віджиму олії – мезгу.

Остання стадія технологічного процесу у виробничому відділенні – відтискання олії з мезги з використанням механічних пресів. Мезгу подають на пресування одразу після проходження волого-теплової обробки з температурою 80...85⁰С, завдяки цьому досягають полегшення відокремлення олії, що забезпечує зниження витрат енергії на пресування

Аналізом загальної технологічної схеми процесу виробництва олії (див. рис. 3.1) та використовуваного для її реалізації обладнання, були виявлені недоліки, які можна усунути при проектуванні нової технологічної схеми з використанням удосконаленої відцентрової насіннєрушильної машини:

- розміри насінин соняшника різні, тому при переробці є різнофракційна насіннєва маса, а це негативно впливає (погіршує) на якість обробки;

- під час обрушування насіння олійного соняшника можуть виникнути ускладнення через різні розміри насінин та за відсутності підготівельних операцій, які б забезпечували підвищення крихкості насіннєвих оболонок.

Усунути зазначені недоліки можна введенням у технологічний процес отримання олії додаткових операцій:

- розділити насіннєву масу на фракції, що можна зробити завдяки операції калібрування, після якої завантажувати насіння у роторний відцентровий луцильник потрібно поетапно, завдяки цьому можна налаштовувати технологічне обладнання наступних операцій на певний фракційний розмір, тим самим можна досягти зменшення втрат сировини та покращити якість обробітку (найбільше це потрібно реалізувати на операціях обрушування (відділення оболонок) насіння та розділення рушанки);

- покращити технологічні властивості олійного насіння соняшника перед переробкою можна завдяки підвищенню крихкості його оболонок, для цього доцільним є виконання теплових операцій, при яких оболонки втрачають вологу, стають крихкими і навіть починають розтріскуватися, тоді вони добре обрушуються при відцентровому ударі у роторі обрушувальної машини.

У підсумку, технологічна схема виробництва соняшникової олії, яка пропонується у даній роботі (рис. 3.3), поєднує такі операції: прийом і розвантаження насіння; початкове очищення насіння до стандартних вимог по

засміченості – 1%; калібрування насіння на фракції; часткове підсушування насіння; лущення оболонок насіння; розділення отриманої рушанки на ядро та лузгу; подрібнення ядра; волого-теплову обробку (зволоження та прожарювання) м'ятки; відтискання олії; первинне очищення олії.

Технологічний процес переробки насіння олійного соняшника в олію згідно пропонованої схеми (див. рис. 3.3) відбувається у такій послідовності: сировину завантажують до приймального бункера 1 з транспортного засобу для вантажних перевезень; норія 2 піднімає насіння вгору та вивантажує в насінне-очищувальну машину 3, яка відділяє різноманітні домішки; підготовлена сировина надходить до приймального пристрою 4 обрушувальної машини з відцентрового принципу дії. Насіннерушальна машина обробляє насіння, розщеплюючи лущиння та розбиваючи його і вилучаючи ядра, як основний продукт для подальшої переробки в олію. Після обрушування насіння надходить до ситового сепаратора 5, у якому його розділяють на різні фракції.

Відділене від ядер лущиння подають у накопичувальну ємність для лузги 12, звідки вона надходить у топку під жаровнями 8, чим забезпечується додаткова економія енергоресурсів (газу, пічного палива). Відокремлені ситовим сепаратором 5 ядра направляють до валкового верстата 6, який їх подрібнює і утворює з них проміжний продукт – м'ятку, яку з допомогою шнекового транспортера 7 і норії 2 завантажують у каскадні жаровні 8, в яких м'ятку витримують при температурі до 110⁰С протягом 10-15 хвилин, тобто відбувається термообробка м'ятки для покращення процесу відтискання олії.

Прожарену м'ятку називають мезга, її подають у шнековий відтискний прес 9 неперервної дії, який відпресовує олію та видає жмих, який містить рештки олії, його транспортером-норією 2 завантажують у бункер жмиху 15, а отримана олія через олієвсмоктувач 10 і рамний тканий фільтр 17 надходить до першого проміжного танка-накопичувача рослинної олії, у якому її витримують протягом доби для осадження на дно зважених частинок, які перекачують у ємність 18 для накопичення осаджень, а очищену після осадження і фільтрації і олію закачують у накопичувальну ємність 19 олії.

3.2. Розрахунки технологічного процесу переробки в олію насіння соняшника

Технологічний розрахунок потребує визначення кількісних характеристик потрібної сировини, виходу побічних (сміттєвих) продуктів і відходів виробництва.

Годинна продуктивність цеху на переробці насіння соняшника – 1200кг/год, за зміну буде 9600кг враховуючи обсяги вихідної сировини – насіння соняшника, середні показники якого: 4% за засміченістю; 11% по середній вологості; 38% по олійності.

Прийmemo загальну кількість робочих днів у році – 300.

Річна потреба в сировині для переробного цеху [10, 18]

$$M_{\text{рік}} = \left(M_{\text{доб}} - \frac{M_{\text{доб}} \cdot K_{\text{зав}}}{100} \right) \cdot 300, \quad (3.1)$$

де $M_{\text{доб}}$ – завантаженість по сировині протягом доби, $M_{\text{доб}} = 9,6\text{т}$;

$K_{\text{зав}}$ – коефіцієнт завантаження, $K_{\text{зав}} = 4$.

Буде

$$M_{\text{рік}} = \left(9,6 - \frac{9,6 \cdot 4}{100} \right) \cdot 300 = 2765 \text{ т.}$$

Для забезпечення потрібних за технологією переробки властивостей насіння соняшника в олію, його потрібно підсушити до регламентованої вологості, встановленої для насіння соняшника – 8%.

Під час сушіння насіння випаровується певна маса води [10, 18]

$$W_k = \frac{M_{\text{доб}} \cdot (W_1 - W_2)}{100 - W_2}, \quad (3.2)$$

де W_k – маса води, що видаляється після сушіння насіння;

W_1 – вологість насіння до початку сушіння, %;

W_2 – вологість насіння по завершенні сушіння, %.

$$W_k = \frac{9,2 \cdot (11 - 8)}{100 - 8} = 0,2 \%,$$

Згідно схеми технологічного процесу (див. рис. 3.3) обробки насіння після сушіння його піддають обрушуванню та відокремленню лузги, яка за об'ємом складає 17%.

Після відокремлення лузги, отримаємо проміжну олійну сировину – м'ятку, з якої відтискають рослинну олію, визначимо її кількість

$$M_{\text{ядра}} = M'_{\text{доб}} - \frac{M'_{\text{доб}} \cdot 17}{100}. \quad (3.3)$$

Буде

$$M_{\text{ядра}} = 9,2 - \frac{9,2 \cdot 17}{100} = 7,64 \text{ т.}$$

Відтискання олії виконують у пресах на завершальній стадії переробки м'ятки, вихід її визначають так [10, 18, 30]

$$B_{\text{о.рокл}} = \frac{M_{\text{я}} \cdot (O_{\text{н}} - O_{\text{жс}})}{100} \cdot 0,98, \quad (3.4)$$

де $B_{\text{о.рокл}}$ – вихід олії отримуваної в цеху протягом зміни, т;

$M_{\text{я}}$ – маса перероблюваної протягом зміни м'ятки, $M_{\text{я}} = M_{\text{ядра}} = 7,64 \text{ т}$;

$O_{\text{н}}$ – олійність соняшникового насіння, $O_{\text{н}} = 38\%$;

$O_{\text{жс}}$ – олійність побічного продукту переробки – жмиху, $O_{\text{жс}} = 8 \%$;

0,98 – коефіцієнт, яким враховують втрати м'ятки з насіння соняшника при подрібненні ядра вальцевим верстатом, а також часткові втрати під час прожарювання у жаровнях і отримання мезги. Матимемо

$$B_{\text{о.рокл}} = \frac{7,64 \cdot (38 - 8)}{100} \cdot 0,98 = 2,9 \text{ т.}$$

Отже, протягом зміни роботи переробний цех забезпечує отримання таких обсягів готової продукції: олії соняшnikової – 2900кг; соняшnikового жмиху – 4740кг. Відповідно протягом року переробки насіння в олію виробіток буде: соняшnikової олії – $2,9 \times 300 = 870 \text{ т}$; жмиху $4,74 \times 300 = 1422 \text{ т}$.

Опираючись на виконані розрахунки та прийняту технологічну схему переробки насіння соняшника в олію опишемо графік протікання технологічного процесу виробництва олії в цеху, у якому відобразимо інтенсивність проходження технологічних операцій, їх тривалість та зазначимо об'єми сировини та отриманої продукції на кожній стадії техпроцесу. Такий графік потрібний для вибору і розрахунку обладнання лінії, яке забезпечуватиме інтенсивність етапів переробного процесу.

Для розробленої технологічної схеми переробки насіння соняшника в олію, як першу операцію, яку виконують забираючи насіння зі зберігання перед надходженням його для переробки, є очищення від домішок. За виконаними розрахунками отримано, що у цех з виробництва олії щодобово надходить більше 10т насіння, яке проходить очищення від домішок.

Визначимо затрати часу на очищення насіння соняшника [10]

$$\tau_{оч} = \frac{m_{нас}}{i_{оч}}, \quad (3.5)$$

де $m_{нас}$ – маса насіння соняшника, яка потребує очищення, 10т;

$i_{оч}$ – інтенсивність, з якою відбувається процес очищення приймемо

10т/год згідно даними параметричного ряду, (параметричний ряд: 10; 20; 50; 100т/год).

Буде

$$\tau_{оч} = \frac{10}{10} = 1 \text{ ГОД.}$$

Для очищення насіння соняшника від домішок затрачають одну годину робочого часу.

Визначимо тривалість процесу калібрування насіння при розділенні його на три фракції

$$\tau_{оч} = \frac{m_{оч . нас}}{i_{каліб}}, \quad (3.6)$$

де $m_{оч.нас}$ – маса насіння, яке пройшло очищення, 10т;

$i_{каліб}$ – інтенсивність з якою триває калібрування насіння, прийmemo
3т/год.

Тоді

$$\tau_{оч} = \frac{10}{3} = 3,3 \text{ год.}$$

Розрахуємо затрати часу на кондиціонування насіння

$$\tau_{конд} = \frac{m_{конд}}{i_{конд}}, \quad (3.7)$$

де $m_{конд}$ – маса насіння, яка піддають кондиціонуванню, 10т;

$i_{конд}$ – інтенсивність з якою відбувається кондиціонування, прийmemo
15т/год.

Буде

$$\tau_{конд} = \frac{10}{15} = 0,7 \text{ год.}$$

Руйнування плодових оболонок насіння соняшника відбувається під час обрушування у відцентровій насіннерушильній машині, розпочинають його одразу після завершення кондиціонування.

Затрати часу на обрушування насіння

$$\tau_{обр} = \frac{m_{обр}}{i_{обр}}, \quad (3.8)$$

де $m_{обр}$ – маса насіння, яке подається на обрушення, 10т;

$i_{обр}$ – інтенсивність з якою триває обрушування насіння, прийmemo
4,2т/год.

Тоді

$$\tau_{обр} = \frac{10}{4,2} = 2,3 \text{ год.}$$

Наступна операція – подрібнення отриманого після обрушування ядра, яке виконують вальцевим верстатом. Інтенсивність отримання м'ятки приймемо 6т/год. Час потрібний на подрібнення ядра соняшника

$$\tau_{подр} = \frac{m_{подр}}{i_{подр}}, \quad (3.9)$$

де $m_{подр}$ – маса м'ятки, яку подають у вальцевий верстат, 10т;

$i_{подр}$ – інтенсивність з якою протікає процес подрібнення, 6т/год.

Числом

$$\tau_{подр} = \frac{10}{6} = 1,6 \text{ ГОД.}$$

Визначимо тривалість кінцевої операції – відтискання олії за допомогою преса

$$\tau_{відм} = \frac{m_{подр}}{i_{відм}}, \quad (3.10)$$

де $i_{відм}$ – час потрібний на відтискання олії, 5 год.

Матимемо

$$V_{відм} = \frac{10}{5} = 2 \text{ ГОД.}$$

Виконані технологічні розрахунки дозволяють підсумувати наступне:

- розроблено технологічну схему для виконання процесу виробництва олії з насіння соняшника;

- для здійснення технологічного процесу обрано відповідне обладнання;

- описано схему технологічного процесу виробництва рослинної олії та здійснено технологічний розрахунок, що простежує рух потоку перероблюваної сировини для реалізації процесу, визначено затрати часу на виконання основних технологічних операції та визначено кількість отриманих в результаті переробки продуктів за добу і протягом року.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Стан охорони праці та виробничого травматизму в цеху з переробки насіння соняшника в олію

При роботі в цеху переробки олійних культур на працівників впливає багато виробничих чинників, різноманітних за своїм походженням, формами прояву, характером дії. Чинники, дія яких призводить до пошкодження організму (травми), раптового різкого погіршення здоров'я (захворювання), зниження працездатності, вважають небезпечним або шкідливими.

Необхідно, щоб робота обслуговуючого персоналу на підприємстві була максимально безпечною. Це можна зробити при чіткому дотриманні правил та заходів з охорони праці. При роботі технологічного обладнання в олійнопереробному цеху виникають такі шкідливі фактори: виділення сміттевого пилу, вібрації та шуми, виділення температури та інші. Наприклад, пил шкідливо діє на очі, шкіру, дихальні шляхи, легені. Розповсюдження пилу виникає через відсутність герметизації обладнання, порушення процесу роботи машини. На основі аналізу рівня запиленості у цеху та температури, розробити заходи профілактики, що передбачають застосування місцевих відсмоктувачів та вентиляції у робочій зоні, використання засобів індивідуального захисту, комплексну механізацію та автоматизацію шкідливих процесів.

Заходи безпеки праці від шкідливих факторів передбачають: використання новітніх технологій; удосконалення обладнання, що не допускають виділення шкідливих речовин у повітря робочої зони у кількостях, що перевищують ГДК при нормальному веденні технологічного процесу; застосування засобів індивідуального захисту.

Виробничий травматизм – це складне явище сучасного життя. Причини його надзвичайно різноманітні, а оцінка утруднена. При аналізі травматизму використовують в основному статистичний метод. Він ґрунтується на вивченні причин травматизму за документами, що реєструють нещасні випадки [4]. Цей метод дозволяє визначити порівняльну динаміку травматизму по окремих

галузях, ділянках одного господарства і виявити закономірності росту або зниження травматизму.

Основними причинами нещасних випадків на підприємстві з переробки насіння соняшника в основному можуть бути: відсутність або неякісне проведення інструктажів з техніки безпеки; порушення технологічного процесу; порушення режиму праці і відпочинку; перенос тягарів без використання знарядь, що полегшують таку роботу; ненормальний мікроклімат; несправність обладнання, машин.

Зменшення виробничого травматизму можна досягти за рахунок своєчасного проведення робіт з ремонту та налагодження обладнання у цеху переробки олійного насіння та проведення занять з робочим персоналом на предмет дотримання безпечних умов роботи.

До умов праці на виробничих підприємствах ставляться високі естетичні вимоги. Приємний зовнішній вигляд обладнання, правильний вибір кольору фарбування стін, стель, підлоги, красивий та зручний спецодяг покращують настрій та самопочуття працівників, знижують їх втомлюваність, зменшують кількість нещасних випадків.

Кольори для фарбування приміщень вибирають з врахуванням розташування виробничих приміщень відносно сторін світу та їх пропорцій. Приміщення, які гарно освітлюються природним світлом, краще фарбувати у насичені кольори: сіро-синьо-зелені, а затемнені – у жовто-білі. Фарбування стін, стелі та підлоги може зменшувати або збільшувати освітленість приміщення. Тому стіни й стелі у них треба фарбувати у кольори, які відбивають не менше 50% падаючого на них світла: світло-жовтий, салатний, світло-бежевий, блакитний.

Такі кольори запобігають зоровій та нервовій втомі працівників, сприяють підвищенню освітленості на робочих місцях за рахунок відбитого світла. Для стель бажано вживати тільки білий колір. Темне фарбування поглинає багато світлових променів, погіршує освітленість приміщень, призводить до втоми зору та підвищує ймовірність виробничого травматизму.

Організація освітлення приміщень також несе велике естетичне навантаження, створенню якого сприяють різні джерела. При застосуванні ламп розжарювання теплі кольори виглядають чистими, насиченими, а холодні – сірими та брудними.

Виробництво олії з насіння соняшника має складні технологічні особливості, тому забезпечення безпечної роботи працівників на технологічній лінії з виробництва соняшникової олії потребує дотримування таких вимог: своєчасно та на належному рівні проводити вступні, первинні, пов-торні, позапланові інструктажі з охорони праці на робочих місцях; дотримуватись санітарно-гігієнічних вимог, що ставляться до технологічних процесів та організації робочих місць.

При первинній обробці сировини необхідно з метою безпеки роботи, всі роботи у бункерах та ємностях для насіння, силосах, приямках, ямах проводити тільки у присутності наглядача, який знаходиться зовні; робітник, що знаходиться всередині ємності повинен бути у запобіжному поясі з ланцюгом або тросом, виведеним зовні; забороняється спускатися у ємності, приямки або бункери при ввімкнених механізмах або відкритих випускних пристроях; під час роботи ситових сепараторів забороняється проводити регулювання на ввімкненому обладнанні; забороняється проводити очищення сит, що знаходяться у русі, а також без застосування ручних щіток; забороняється знімати огороження обертових механізмів та приводів при роботі обладнання.

При роботі обрушувальних машин необхідно виконувати наступне: не відкривати кожух живильника при ввімкненому обладнанні; не чистити на ходу живильник та виймати з нього сторонні предмети; на випадок появи сторонніх шумів або підвищеної вібрації негайно зупинити машину; не знімати кожухи з пасових передач та привідних механізмів.

При експлуатації насіннєвійок забороняється: запускати машину без огорожень шківів та пасів, а також надягати паси на ходу; вмикати електродвигуни та електропроводку, пускову апаратуру, що знаходиться у несправному стані. При роботі шнекових пресів забороняється: збільшувати навантаження на прес більше паспортної норми; чистити на ходу зеєрний

барабан; відбирати пробу жмиху безпосередньо з-під кожуху пресу; знімати захисні щитки із зєєрного барабану.

При проведенні роботи небезпечні ділянки робочої зони і відповідні елементи пресів повинні мати огороження і відповідні попереджувальні знаки. Поверхні кожухів, що захищають обертові деталі повинні бути пофарбовані у червоний колір.

Забороняється запускати в роботу прес, якщо він не пройшов технічний огляд і обкатку. Готовність пресу до роботи оформлюється актом [4, 11].

Усі працівники цеху з переробки в олію соняшника підлягають обов'язковому страхуванню власником від нещасних випадків і професійних захворювань. Керівництво підприємства зобов'язано відшкодувати працівникові шкоду, заподіяну йому каліцтвом або іншим ушкодженням здоров'я, пов'язаним з виконанням трудових обов'язків, у повному розмірі втраченого заробітку відповідно до законодавства, а також сплатити потерпілому одноразову допомогу. При цьому пенсії та інші доходи, одержані працівником, не враховуються.

4.2. Заходи техніки безпеки при виробництві соняшникової олії

Обслуговуючий персонал цеху переробки насіння у рослинну олію повинен складатися з кваліфікованих робітників (операторів і майстрів), які забезпечують як технологічні операції в цеху з виробітку продукції, так і правила техніки безпеки при експлуатації, ремонті, налагодженні і профілактиці обладнання. Для покращення умов праці рекомендується:

1. Підвищити рівень автоматизації і управління обладнанням для зменшення кількості підйомів операторів по драбинним переходам до пультів, щитків і окремих одиниць обладнання цеху.

2. Розширити технологічні проходи, забрати горизонтальний транспортер, розташований на підлозі і драбинний перехід над ним,

транспортування жмиху здійснити через верхній транспортер на висоті 3м, що покращить обслуговування обладнання на відмітці „0”.

3. Для зниження рівня шуму огородити ділянку очищення насіння соняшника звукоізоляційною перегородкою.

4. Встановити на основних одиницях обладнання сигналізацію, що відображає відмови, збій у роботі, поломку обладнання, з виведенням інформації на головний пульт управління (мнемосхему процесу).

Проект цеху з виробництва олії має бути виконаний відповідно до основних положень і вимог правил техніки безпеки, виробничої санітарії, будівельних і санітарних норм.

Всі роботи пов'язані з монтажем, експлуатацією, ремонтом і технічним обслуговуванням повинні виконуватися відповідно до вимог „Правил з техніки безпеки і виробничої санітарії на підприємствах з виробництва рослинної олії” і державних стандартів системи безпеки праці.

Передбачені такі заходи і технічні рішення: проходи і проїзди між технологічним обладнанням забезпечують безпечне його обслуговування; для пониження надлишкового шуму від вентиляційних установок відцентрові вентилятори монтуються на віброізоляторах, на патрубках передбачені м'які вставки; для поглинання надлишкового тепла над жаровнями встановлюють зонти з вентиляторами; технологічне обладнання, яке видає шум вище нормативних рівнів, встановлюють на гумові пластини; встановлюється захист від ураження струмом високої частоти; встановлюють огороження небезпечних ділянок і рухомих частин обладнання і механізмів.

Особи, допущені до експлуатації та обслуговування технологічного обладнання повинні пройти навчання та інструктаж за відповідними програмами і добре знати інструкції заводів-виготовлювачів технологічного обладнання. Перед початком роботи слід оглянути обладнання, переконатися в його справності, перевірити справність і надійність роботи електроблокування. Під час роботи машини не знімати огороження, проводити чистку, змащування і ремонт обладнання [4, 11].

Для розробленої технології переробки насіння соняшнику застосовано різноманітне обладнання, основне з яких: насіннерушильна машина, вальцевий верстат, форпрес, експертний агрегат, блок жаровень.

Для нормальної роботи насіннерушильної машини потрібно дотримуватися таких основних вимог: барабан насіннерушки повинен бути старанно відбалансований; відстань між бичами і декою повинна бути рівномірною по всій довжині барабану; під час роботи насіннерушки необхідно контролювати: стан підшипників і наявність в них мастила, не допускаючи витікання мастила і нагрівання підшипників; нормальну роботу привідного пристрою; при виникненні у машині стуку чи інших явищ, які вказують на несправність, необхідно зняти навантаження і зупинити машину, виявити причину стуку чи інших несправностей і усунути їх, після чого машину можна включати у робочий процес; при цілодобовій роботі насіннерушки її необхідно зупиняти для внутрішнього огляду і ремонту не менше одного разу на місяць. Після зупинки машини перевіряють: стан поверхні деки; при виникненні згладженої поверхні рушарку слід розібрати, перебрати рифельні секції деки, зношені секції перевернути чи замінити на нові; стан бичів; при утворенні у бичів гострих кромek чи нерівної виробітки слід повернути на зовнішню сторону чи при повному зношенні замінити новими і перевірити балансування барабану; паралельність бичів поверхні деки.

При пуску п'ятивальцевого верстата необхідно: перевірити кріплення болтів на фундаментній рамі і чотирьох станини; перевірити наповнення всіх підшипників маслом; встановити на місце всі щити і ножі і закрити верстат; зшити і надягти паси на шківи розмельних валків; поставити на місця огороження; забрати інструмент; пустити вальцевий верстат вхолосту.

При роботі на холостому ходу необхідно переконатися у тому, що вальцевий верстат працює спокійно без стукоту; валки і шківи не б'ють; змащення не впливає з підшипників і вони не гріються, паси не збігають зі шківів; щити і ножі добре пригнані до валянь, електродвигун і редуктор не нагріваються і працюють нормально.

При виявленні будь-яких дефектів у роботі верстату, його необхідно зупинити, виявити причину виникнення дефектів, усунути їх, потім запустити верстат. Після 30хв безперервної роботи на холостому ході верстат можна пускати під навантаження.

Під час роботи вальцевого верстату необхідно: стежити за рівномірним розподілом ядра по довжині живильного валика і розмельних валків; стежити, щоб направляючі щити і ножі не пропускали матеріал; стежити за нормальною роботою приводних пасів; стежити за наявністю огорожень; стежити за нормальним навантаженням електродвигуна.

При виникненні у верстаті стукоту чи інших явищ, що вказують на несправність, негайно припинити подачу ядра на вальці, підняти щити, пропустити матеріал, що залишився і виключити електродвигун; виявити причини несправностей і після їх усунення включити верстат знову. Перед включенням електродвигуна після раптової зупинки вальцевий верстат прокрутити вручну.

Перед зупинкою вальцевого верстата припиняють подачу ядра, виключивши живильний валик, після того, як зійде весь матеріал з розмельних валків, можна зупинити верстат вимиканням електродвигуна.

При раптовій зупинці верстата під навантаженням через припинення подачі електроенергії необхідно виключити електродвигун, зняти щити, прокрутити вальці вручну, очистивши їх від матеріалу, після цього встановити захисні щити і можна знову включати верстат у роботу.

При дотриманні розроблених правил щодо обладнання у цеху з переробки насіння соняшника в олію, виконувані роботи будуть безпечними.

4.3. Підвищення стійкості роботи об'єкту

Локалізація аварій на газових мережах підприємства. Руїнування газової мережі веде до небезпеки отруєння людей, виникнення пожеж і вибухів. Тому аварії газових мереж необхідно усувати у першу чергу.

Газові мережі, так само як і водопровідні, можуть бути зруйновані чи ушкоджені у випадку аварії. При цьому відбувається повне або часткове

руйнування труб. Ушкодження газопроводу визначають фахівці за допомогою газоаналізатора чи за специфічним запахом. Газ, що виходить з ушкодженого трубопроводу може легко загорятися від випадкової іскри, тому користуватися відкритим вогнем забороняється, а район ушкодження газової мережі повинен бути оточений.

Основний спосіб локалізації аварій на газових мережах – відключення ушкоджених ділянок і чи усього району, якщо це не викликає зупинки роботи збережених підприємств. Роботи з локалізації аварій на газових мережах проводяться в ізолюючих протигазах, тому що звичайні фільтруючі протигази не захищають від проникнення газу через протигазову коробку.

Локалізація аварій на енергетичних мережах підприємства.

Руйнування електромереж може привести до короткого замикання, виникненню пожеж і ураження людей електричним струмом.

Локалізація аварій на електромережах високої напруги – виконання робіт, які можна доручити головним чином фахівцям-електрикам. Ця робота складається: із знеструмлення мереж і влаштування найпростіших заземлень у районі ведення рятувальних робіт, у розбиранні металевих і дерев'яних опор для найшвидшого відновлення тимчасових ліній електропередач до найбільш відповідальних об'єктів підприємства. На мережах низької напруги ця робота складається: з відключення від мережі ушкодженої ділянки рубильником, роз'єднанні запобіжників чи відрізання проводів від мережі, із підбирання проводів із землі і підвішування їх до тимчасових опор.

Локалізація аварій на водопровідних мережах підприємства. Під час аварій, можуть бути зруйновані водопроводи, покладені під землею, оглядові колодязі, що може призвести до затоплення укриттів і підвалів, до обвалення вцілілих від вибуху будинків і споруд у результаті підмивання фундаментів.

Основним способом локалізації аварій на водогінних мережах є відключення зруйнованих ділянок і напрямків у цехах, на дільницях, для чого використовуються засувки у збережених оглядових колодязях і запірні вентиля. У випадку місцевих аварій і неможливості використання пристроїв, що відключають ділянки водопровідної мережі (при завалах оглядових колодязів)

поступають наступним чином: за зовнішніми ознаками визначають місце аварій (поява мокрих плям, джерело на поверхні); відкопують траншею чи котлован до виявлення труб водопроводу; воду відкачують насосами. Встановивши характер аварій, їх усувають, потім влаштовують обвідні лінії, що дозволяють використовувати водопровід для гасіння пожеж. У випадку розриву водопроводу трубу на обох кінцях забивають дерев'яними пробками. При утворенні подовжніх тріщин ставлять пластирі, що складаються з гумової прокладки, прикритою зверху металевою смугою і скріпленої по периметру труби хомутами через кожні 20-30см.

Характер ушкоджень і локалізація аварій на мережах теплопостачання подібні усуненню аварії на водогінних мережах. Однак, слід враховувати наявність у трубопроводі гарячої води (до 130°C при підвищеному тиску) - це додаткова небезпека для людей у місцях ушкоджень. Інші заходи здійснюються так само, як на мережах водопостачання.

Зміцнення чи обвалення конструкцій, що загрожують обвалом і перешкоджають безпечному руху і веденню рятувальних робіт. У процесі робіт необхідно попередити можливу небезпеку обвалення ушкоджених споруд, цехів на проїзну частину чи прилеглі території, де здійснюється рух чи рятувальні роботи. Для цього тимчасово зміцнюють чи звалюють споруди, що загрожують обвалом. Після огляду аварійного будинку і окремих конструкцій укріплення їх залежно від висоти проводиться у такий спосіб: стіни висотою до 6м зміцнюють встановленням простих дерев'яних чи металевих підкосів під кутом 45-60° до горизонту. Стіни будинку висотою 12м і більше зміцнюються подвійними підкосами. В обох випадках кількість підкосів визначається стійкістю будинку, що закріплюються. Підкоси встановлюються у кожному простінку будинку. Для укріплення можуть використовувати елементи зруйнованих будинків і конструкцій (металеві і дерев'яні балки, бруси). Стіни будинку і окремих конструкцій можуть зміцнювати за допомогою розтяжок на тросах. У випадках, коли можливе обвалення частин будинку, що загрожують обвалом, їх звалюють за допомогою лебідки і троса чи трактором. Для цього обстежують конструкцію, що загрожує обвалом, і вибирають спосіб робіт.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проаналізовано технологічне обладнання ліній і цехів використовуваних для переробки в олію насіння соняшника, в результаті запропоновано технологічний процес виробництва олії покращити завдяки використанню удосконаленої обрушувальної машини для відділення плодових оболонок від ядра, та використанню шнекового форпреса для відтискання олії з очищеної, подрібненої і підігрітої сировини.

Враховуючи конструктивні параметри, навантаженість робочих органів та якість обрушування насіння прийнято для удосконалення облущування насіння соняшника вертикальну роторну обрушувальну машину відцентрову за принципом дії. Розраховано конструктивні параметри ротора насіннерушальної машини: зовнішній діаметр диска 500мм при висоті 15мм, діаметр тора 500мм, висота 30мм; діаметр робочих каналів 10мм, їх кількість – 50 шт та схему розташування – радіально по всьому периметру ротора з відстанню 3,5мм один від одного, що забезпечує орієнтований і впорядкований рух насінин одна за одною вздовж довгої осі насінин і послідовне їх вдарання об деку, відповідно якісне обрушування і запобігання утворенню січки або недорученого насіння. Виконано міцнісний розрахунок приводного вала ротора відцентрової обрушувальної машини, що забезпечує покращення якісних показників роботи насіннерушки.

Відзначено, що найдоцільнішим обладнанням для відтискання олії за розробленою схемою технологічного процесу є шнековий форпрес.

Для реалізації технологічного процесу виробництва соняшникової олії підібрано необхідне обладнання з описом схеми процесу виробництва олії та виконано технологічний розрахунок, за яким можна простежити як рухається потік перероблюваної сировини, щоб забезпечити реалізацію технологічного процесу; розраховано затрати часу для виконання основних технологічних операцій в цеху та розраховано кількість отримуваних завдяки переробці кінцевих продуктів за добу і за рік: олії 2,9т за добу і 870т за рік, жмиху – 4,74т за добу і 1422 т за рік.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бабій А.В. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Сільськогосподарські машини: конструкції та розрахунок» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр». Машини для заготівлі кормів. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022. 76с.
2. Бабій А.В., Бабій М.В. Організація і технологія механізованих робіт: навчальний посібник до курсового проєктування для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр». Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2023. 144 с.
3. Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 256 с.
4. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. Львів: Новий світ, 2000. 230 с.
5. Довбуш Т.А. Зниження металоємності гнучких транспортуючих механізмів /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій» до 60-річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя, 14-15 травня 2020 року. Тернопіль: ТНТУ, 2020. С. 20-21.
6. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.В. Бабій, Г.Б. Цьонь, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с.
7. Довбуш А.Д. Прикладна механіка і основи конструювання: навчально-методичний посібник до розрахунково-графічної роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик, Т.А. Довбуш, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 116 с.

8. Довбуш Т.А. Шляхи зменшення металомісткості гнучких шнекових механізмів// Довбуш Т.А., Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Цьонь Г.Б. // Збірник тез доповідей міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича «Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин», 23-24 вересня 2021. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. С.67-68.
9. Олексюк В.П. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія». / В.П. Олексюк, А.В. Бабій, М.Я. Сташків, Н.І. Хомик, Т.А. Довбуш, Г.Б. Цьонь, В.В. Мартинюк. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2024. 93 с.
10. Хомик Н.І., Антончак Н.А. Механізація зберігання сільськогосподарської продукції: навчально-методичний посібник до курсового проектування. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 136с.
11. Хомик Н.І. Вступ до фаху: навчальний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, І.Й. Блозва, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 348 с.
12. Хомик Н.І. Деталі машин. Курс лекцій для студентів заочної форми навчання. / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш, О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 160 с.
13. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Машини та обладнання для тваринництва. Навчальний посібник (курс лекцій). Частина перша. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 240 с.
14. Хомик Н.І., Довбуш А.Д. Технічна механіка: навчально-методичний посібник до курсової роботи для студентів напряму підготовки «Електротехніка та електротехнології» денної та заочної форм навчання Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2013. 192 с.
15. Хомик Н.І., Довбуш Т.А., Рубінець Н.А., Довбуш А.Д. Аналітичне дослідження напружено-деформованого стану складних конструктивних систем з довільним зовнішнім навантаженням. *Вісник Харківського*

національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 158. «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві». Харків: ФО-П Дуюнова Т.В., 2015. С.44–50.

16. Хомик Н.І., Мартинюк В.В., Бабій А.В., Цьонь Г.Б., Довбуш Т.А., Довбуш А.Д. Агрозахист: навчальний посібник за заг. ред. к. т. н., доц. Хомик Н. І. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2025. 520 с.
17. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для спеціальності 133 Галузеве машинобудування /Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 164 с.
18. Хомик Н.І. Механізація зберігання сільськогосподарської продукції: методичні вказівки до виконання практичних робіт. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 60 с
19. Хомик Н.І., Ткаченко І.Г., Довбуш А.Д. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник до курсового проектування для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія». Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 100 с.
20. Хомик Н.І., Олексюк В.П., Сташків М.Я., Бабій А.В., Довбуш Т.А., Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності Агроінженерія. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2025. 180 с.
21. Хомик Н.І., Олексюк В.П., Цьонь О.П. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції. Навчальний посібник. Курс лекцій. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 288 с.
22. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.
23. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, Н.А. Антончак. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 320 с.

24. Хомик Н.І. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, Н.Б. Гаврон, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 248 с.
25. Хомик Н.І., Цьонь Г.Б., Довбуш Т.А. Навчальна практика: методичний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія». Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 140 с.
26. Чурсінов Ю.А. Аналітичне дослідження перспективи процесів автоматизації прийому, оцінки якості та закладання зерна на зернопереробних підприємствах / Ю.А. Чурсінов, О.С. Ковальова, В.С. Калина, Г.О. Пилипенко, Н.І.Хомик, Ch. Lehmann // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання, ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В.М. Кюрчев. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 20, т. 1. С.93-107.
27. Babii A., Dovbush T., Khomuk N., Dovbush A., Tson A., Oleksyuk V. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor Procedia Structural Integrity, 2022. No 36, 203-210.
<https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
28. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Palyukh A. Estimation of the load capacity and the strain-stress state of rod transporters. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2022. Vol 108. No 4. PP. 5-15.
29. Bulgakov Volodymyr, Olena Glazunova, Oleksandra Trokhaniak, Arlindo Almeida, Adolfs Rucins, Aivars Aboltins, Simone Pascuzzi, Nadia Khomyk, Ivan Beloev, Kaloyan Stoyanov. Investigation in energy parameters of process of compacted soil transportation by flexible sectional screw conveyor. *Engineering for rural development*. Jelgava, 21.-23.05.2025. PP.147-155.
<https://DOI: 10.22616/ERDev.2025.24.TF027>
30. Tchoursinov Yuriy. Phyto-feed additives production: technological aspects and biological value. / Yuriy Tchoursinov, Olena Kovaliova, Viktoriia Kalyna, Svitlana Mykolenko, Nadiia Khomuk /Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies, Vol. XXIV, No. 2, 2020, P.43-48.

31. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii. Study of the work of the grinder in different types of meat cropping. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2023. Vol 111. No 3. P. 76-83
32. Хомик Н.І., Довбуш Т.А., Дунець Б.О. Напрямки мінімізації матеріаломісткості шарнірно-з'єднаних секцій робочих органів гвинтових конвеєрів /Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції «Агроінженерія: сучасні проблеми та перспективи розвитку», присвячена 90-й річниці з дня заснування механіко-технологічного факультету НУБіП України (7-8 листопада 2019 року). Київ, 2019. С. 69-70.
33. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
34. Хомик Н.І., Цьонь Г.Б., Довбуш Т.А. Ознайомча практика: методичний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія». Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 80 с.
35. Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г., Павх І. І. Машини сільськогосподарського виробництва. Тернопіль, 2005. 228 с.
36. Брошак І. С. Моніторинг ґрунтів, шляхи покращення родючості та екологічної безпеки земель тернопільської області: монографія. Тернопіль: Видавн.-поліграф. центр «Економічна думка», 2013. 160 с.
37. Babii A., Babii M. Impact of oscillation amplitude of boom sprayers load-bearing frame sections. *Scientific Journal of TNTU*. 2019. Vol. 95. No 3. P. 97–104. DOI: https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2019.03.097