

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

**Проект цеху з виробництва олії соняшникової
методом пресування**

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-1-21 освітньо-професійної програми
«Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Артур КИРИЛЕНКО

Керівник: _____ Яна ГЕЗЬ

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«07» травня 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Кириленку Артуру Романовичу

1. Тема роботи: «Проект цеху з виробництва олії соняшникової методом пресування».

Керівник роботи: Гезь Яна Василівна, старша викладачка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» травня 2025 року № 963.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 09 червня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва рослинної олії методом пресування. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Загальна частина. 2 Технологічна частина. 3 Проектна частина. 4 Впровадження елементів системи НАССР. 5 Охорона праці та захист навколишнього середовища. 6 Техніко-економічне обґрунтування. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Стан питання. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Реалізація технологічних рішень. 4 Проектна частина. 5 Техніко-економічне обґрунтування проекту. 6 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-6	Старша викладачка Яна ГЕЗЬ	07.05.25	09.06.25

7. Дата видачі завдання 07 травня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	07.05-08.05.25	виконано
2	Загальна частина	09.05-14.05.25	виконано
3	Технологічна частина	15.05-16.05.25	виконано
4	Проектна частина	17.05-23.05.25	виконано
5	Впровадження елементів системи НАССР	24.05-31.05.25	виконано
6	Охорона праці та захист навколишнього середовища	01.06-02.06.25	виконано
7	Техніко-економічне обґрунтування	02.06-03.06.25	виконано
8	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.25	виконано
9	Підготовка демонстраційного матеріалу	06.06-09.06.25	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Артур КИРИЛЕНКО
(підпис)

Керівник роботи _____ Яна ГЕЗЬ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Проект цеху з виробництва олії соняшникової методом пресування»

Кваліфікаційна робота: 78 сторінок, 16 рисунків, 27 таблиць, 0 додатків, 33 літературних джерела.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва соняшникової олії методом механічного пресування.

Предмет дослідження – технологічне проектування, підбір обладнання, організація виробничого процесу, розміщення виробничих потужностей та забезпечення безпечних умов праці у цеху з виробництва соняшникової олії методом пресування.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка технологічної лінії з виробництва соняшникової олії методом пресування.

У дипломній роботі розглянуто розробку проекту цеху з виробництва соняшникової олії шляхом механічного пресування. Обґрунтовано доцільність застосування механічного способу як економічно вигідного та екологічно безпечного для фермерських господарств. Наведено технологічну схему виробництва, описано основні етапи технологічного процесу — від приймання насіння до отримання олії та утилізації побічних продуктів. Здійснено підбір та розрахунок технологічного обладнання, визначено параметри виробничих приміщень та розроблено генеральний план підприємства. Розглянуто питання охорони праці, розроблено карту безпеки праці, а також запропоновано шляхи утилізації відходів з урахуванням вимог екологічної безпеки. Проведено економічне обґрунтування проекту, що підтверджує його доцільність та рентабельність для малого агропідприємства.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Соняшникова олія, пресування, технологічна лінія, фермерське господарство, технологічне обладнання, охорона праці, утилізація відходів, проектування цеху, економічне обґрунтування, карта безпеки праці.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	9
1.1 Обґрунтування доцільності розробки проекту цеху з виробництва соняшникової олії методом пресування	9
1.2 Характеристика сировини та аналіз асортименту продукції	11
1.2.1 Характеристика насіння соняшника	11
1.2.2. Норми для насіння соняшнику	13
1.2.3 Характеристика соняшникової олії	14
Висновки за розділом	17
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	18
2.1 Опис технологічної схеми з виробництва олії	18
Висновки за розділом	22
3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА	23
3.1 Технологічний розрахунок	23
3.2 Вибір та обґрунтування кількості обраного технологічного обладнання	27
3.2.1 Обладнання для розвантажування насіння	27
3.2.2 Обладнання для зважування насіння	30
3.2.3 Обладнання для виконання транспортних операцій	31
3.2.4 Обладнання для очищення насіння	36
3.2.5 Обладнання для підсушування насіння	38
3.2.6 Машини для обробування насіння	39
3.2.7 Обладнання для розділення рушанки	40
3.2.8 Обладнання для подрібнення ядра	42
3.2.9 Обладнання для волого-теплової обробки м'ятки та для відтискання олії	43
3.2.10 Вибір обладнання для проекрованої лінії	45
3.3 Компонування обладнання і визначення розмірів виробничих приміщень	45
3.4 Розробка генерального плану	50

3.4.1 Вибір і обґрунтування розмірів будинків і споруджень допоміжних виробництв	51
3.4.2 Визначення площі, компонування й обґрунтування геометричних розмірів території підприємства	52
3.4.3 Визначення головних показників проектного підприємства	53
Висновки за розділом	54
4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР	56
Висновки за розділом	59
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	60
5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва соняшникової олії пресовим методом	60
5.2 Утилізація відходів під час виробництва соняшникової олії	62
Висновки за розділом	65
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	66
Висновки за розділом	72
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	73
БІБЛІОГРАФІЯ	75

ВСТУП

Україна є однією з провідних країн світу у сфері виробництва рослинної олії, завдяки значному аграрному потенціалу та сприятливим природно-кліматичним умовам. Рослинна олія посідає важливе місце серед продукції агропромислового комплексу (АПК), поряд із зерновими, цукром, м'ясом, молочними продуктами, яйцями, овочами та фруктами. Завдяки цьому Україна є вагомим учасником світового аграрного ринку.

Процес виробництва рослинної олії охоплює кілька етапів: вирощування олійних культур, збирання врожаю, переробка на спеціалізованих підприємствах та експорт готової продукції. Багато українських компаній спеціалізуються на виготовленні та реалізації рослинної олії, що становить помітну частку в структурі ВВП країни.

Серед основних олійних культур, які вирощуються в Україні, - соняшник, соя, ріпак і льон. Зокрема, виробництво соняшnikової олії є стратегічним напрямом, оскільки забезпечує надходження валютної виручки, створює робочі місця, зміцнює агросектор та сприяє економічному зростанню. Висока врожайність соняшнику дозволяє гарантувати стабільні обсяги переробки.

Соняшnikова олія має високу поживну цінність, є джерелом жирів і вітамінів і широко використовується у харчовій промисловості. Її споживають не лише в Україні, але й у багатьох країнах світу.

Виробничий процес соняшnikової олії передбачає використання різних методів – зокрема холодного пресування та екстракції. У результаті екстракції утворюється кілька побічних продуктів: олія, шрот і стоки. Шрот, збагачений білками та клітковиною, застосовується як високоякісний корм для сільськогосподарських тварин, а також у харчовій промисловості – для виробництва протеїнових добавок.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка технологічної лінії з виробництва соняшnikової олії методом пресування.

Для реалізації цієї мети поставлено такі завдання:

- надати загальну характеристику дослідного підприємства та сировинної бази для виробництва;
- розробити та обґрунтувати технологічний процес виробництва соняшникової олії методом пресування;
- проаналізувати сучасне технологічне обладнання, що використовується для виробництва соняшникової олії методом пресування;
- здійснити інженерні розрахунки з підбору оптимальної кількості технічних засобів для проектованої технологічної лінії;
- визначити ключові контрольні точки в технологічному процесі виробництва олії;
- оцінити рівень охорони праці та заходи з екологічного захисту на підприємстві;
- провести техніко-економічне обґрунтування проектування технологічної лінії.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва соняшникової олії методом механічного пресування.

Предмет дослідження – технологічне проектування, підбір обладнання, організація виробничого процесу, розміщення виробничих потужностей та забезпечення безпечних умов праці у цеху з виробництва соняшникової олії методом пресування.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Обґрунтування доцільності розробки проекту цеху з виробництва соняшникової олії методом пресування

В умовах сучасного розвитку агропромислового комплексу України значну роль відіграє розширення можливостей переробки сільськогосподарської сировини безпосередньо у фермерських господарствах. Зважаючи на стабільно високий рівень вирощування соняшнику, як однієї з основних олійних культур в Україні, надзвичайно актуальним є створення ефективної технологічної лінії для переробки насіння соняшника в олію на базі малих підприємств аграрного сектору.

Україна є одним з лідерів у світі за обсягами виробництва та експорту соняшникової олії. Проте значна частина цієї продукції створюється великими переробними заводами, а малі та середні фермерські господарства переважно реалізують лише сировину — насіння. Це зумовлює необхідність розробки економічно доцільних і технологічно ефективних рішень для переробки соняшнику на місцях, що дозволить фермерам отримувати продукцію з більш високою доданою вартістю.

Економічні передумови. Реалізація насіння соняшнику за оптовими цінами значно менш прибуткова, ніж переробка його на олію з подальшою реалізацією готового продукту. Виробництво нерафінованої чи рафінованої олії з можливістю її фасування дозволяє підвищити рентабельність фермерського господарства, створити нові канали збуту (локальні ринки, магазини, заклади громадського харчування), а також формувати власну торгову марку.

Крім того, виробництво олії супроводжується отриманням побічного продукту – шроту, який можна використовувати як повноцінну кормову добавку в тваринництві або реалізовувати іншим господарствам, що ще більше підвищує ефективність переробки.

Соціальні та регіональні переваги. У сільській місцевості фермерські господарства, які мають власну технологічну лінію з виробництва соняшникової олії, сприяють зростанню рівня зайнятості населення, особливо у віддалених районах. Впровадження міні-заводів або мобільних технологічних установок дозволяє створювати нові робочі місця та зменшити трудову міграцію. Це позитивно впливає на розвиток соціальної інфраструктури регіонів.

Наявність невеликих виробництв також дозволяє швидше реагувати на зміни попиту на внутрішньому ринку, постачаючи свіжу, якісну, натуральну продукцію без тривалого зберігання та транспортування.

Технологічна доцільність. Сучасні розробки дозволяють створити компактні, енергоефективні та доступні за ціною технологічні лінії, здатні забезпечити повний цикл переробки – від очищення та подрібнення насіння до пресування, фільтрації та фасування готової олії. Таке обладнання може бути адаптоване під різні обсяги виробництва – від 100 кг до кількох тон сировини на добу.

Умови експлуатації таких установок передбачають простоту обслуговування, невисокі вимоги до кваліфікації персоналу, а також можливість використання відновлюваних джерел енергії (наприклад, біомаси чи сонячних панелей), що знижує виробничі витрати.

Екологічна безпечність та ресурсна ефективність. Переробка насіння соняшнику на місцях сприяє скороченню логістичних операцій, що позитивно позначається на зменшенні викидів CO₂. Використання шроту, лузги та інших побічних продуктів дозволяє господарству перейти на принципи безвідходного виробництва. Також є можливість подальшої утилізації відходів у вигляді пелет або компосту.

Підвищення продовольчої безпеки. У сучасних умовах підвищених ризиків для ланцюгів постачання, створення локальних виробництв забезпечує більшу стійкість аграрного сектору до зовнішніх викликів. Фермерські господарства, які здатні самостійно забезпечувати населення якісною харчовою продукцією, знижують залежність від централізованих поставок.

Таким чином, розробка та впровадження проєкту технологічної лінії з виробництва соняшникової олії для умов фермерських господарств є актуальною, доцільною та перспективною ініціативою. Вона дозволяє фермерам підвищити рентабельність виробництва, зменшити залежність від великих агропереробних підприємств, забезпечити якісну переробку власної сировини та зробити вагомий внесок у розвиток сільських територій України. Реалізація даного проєкту сприятиме переходу фермерських господарств до моделі замкнутого виробничого циклу, що відповідає принципам сталого розвитку та сучасним викликам аграрного сектору.

1.2 Характеристика сировини та аналіз асортименту продукції

1.2.1 Характеристика насіння соняшника

Основним матеріалом для виготовлення соняшникової олії є насіння соняшнику. Насіння являє собою плоди з дерев'янистою оболонкою, всередині якої знаходиться ядро, багате на цінні та поживні речовини.

Існують дві основні категорії насіння соняшнику: олійне та кондитерське. Вміст олії в насінні варіюється від 30 до 60 % залежно від його типу. Окрім олії, у складі насіння присутні білки, вуглеводи, мінеральні речовини та інші компоненти. Хімічний склад олійного насіння наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад насіння соняшнику олійної групи

Склад	Вміст, %	
	В насінні	В ядрі
Ліпіди	53,0 – 55,0	65,0 – 67,0
Білки	14,0 – 16,0	15,0 – 18,0
Целюлоза	12, – 15,0	1,8 – 2,2
Зола	2,8 – 3,2	3,0 – 3,3

Згідно з даними таблиці 1.1, насіння олійних культур характеризується високим вмістом олії, який може досягати 67 % у ядрі. Така особливість робить це насіння ідеальною сировиною для виробництва рослинної олії. В залежності від

складу жирних кислот, що входять до ліпідної частини насіння соняшнику, виділяють два основних типи: насіння лінолевого типу, в якому домінує лінолева кислота з 18 атомами вуглецю і двома подвійними зв'язками, та насіння соняшнику олеїнового типу, де переважає олеїнова кислота з такими ж 18 атомами вуглецю, але лише одним подвійним зв'язком.

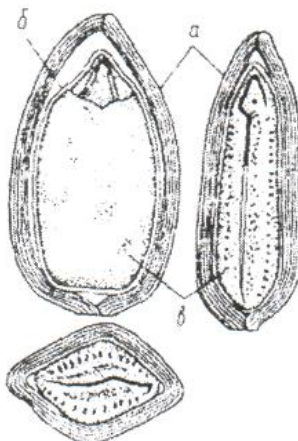


Рисунок 1.1 – Будова насіння соняшнику

а – плодова оболонка; б – насіннева оболонка; в – ядро

Насіння кондитерського соняшнику має високий вміст білків. Хімічний склад кондитерського соняшника наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. – Хімічний склад кондитерського соняшника

Компонент хімічного складу	Вміст, %
Загальний жир	до 50,0
Загальні вуглеводи	18,0
Білок	32,0
Вітамін С	0,6
Кальцій	0,09
Залізо	0,006
Холестерин	0,0

Згідно з даними таблиці 1.2, кондитерське насіння вирізняється високим вмістом протеїну та відсутністю холестерину. Це відкриває можливості для його використання як альтернативи білкам тваринного походження, при цьому з

меншими витратами на виготовлення одиниці маси білка. З огляду на це, доцільно направляти кондитерське насіння на окреме виробництво, відмовившись від його використання для видобування соняшникової олії.

1.2.2. Норми для насіння соняшнику

Сировиною для виробництва соняшникової олії є насіння соняшнику згідно ДСТУ 7011:2009. При прийманні насіння соняшника на переробку розрахунки проводять згідно базисних норм якості (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Базисні норми якості насіння соняшнику

Показник	Норма
Вологість, %	7,0
Смітна домішка	1,0
Олійна домішка	3,0
Зараженість шкідниками	Не допускається

Кислотне число (КОН) виступає ключовим хімічним параметром, який визначає якість насіння соняшнику. Цей показник відображає кількість міліграмів гідроксиду калію, необхідного для нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться у 1 грамі олії. На основі величини кислотного числа насіння соняшнику класифікують на три основні класи, що наведені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Класифікація насіння соняшнику в залежності від кислотного числа

Клас	Кислотне число, мг КОН
Вищий	Не більше 0,8
I	0,9 – 1,5
II	1,6 – 3,5

Вміст домішок в насінні визначають шляхом просіювання наважок крізь сита з отворами певного розміру. Для насіння соняшнику визначають вміст двох видів домішок: сміттєвої та олійної.

До смітєвої домішки відносять:

- весь прохід крізь сито з діаметром отворів 3,0 мм;
- залишок на ситі з діаметром отворів 3,0 мм;
- мінеральну домішку – грудки ґрунту, гальку тощо;
- органічну домішку – лузгу, залишки листя, стебел тощо;
- насіння без ядра;
- насіння усіх диких і культурних рослин;
- зіпсоване – насіння соняшнику із зіпсованим ядром чорного кольору.

До олійної домішки:

- залишок на ситі з отворами діаметром 3,0 мм;
- повністю або частково обрушене насіння;
- пошкоджене шкідниками, бите, давлене із залишками ядра менше половини;
- зі зміненим кольором ядра від сіро-жовтого до коричневого внаслідок сушіння, самозігрівання або ураження хворобами;
- щупле насіння;
- проросле насіння з явними ознаками проростання;
- уражене морозом;
- пошкоджене клопами – насіння з темними плямами на ядрі різної величини та інтенсивності [4].

Отже, при підготовці насіння соняшнику для подальшої переробки на соняшкову олію необхідно дотримуватись основних вимог, визначених ДСТУ 7011:2009, а також здійснювати всі розрахунки відповідно до цих стандартів.

1.2.3 Характеристика соняшnikової олії

Соняшnikова олія – це рослинний продукт, який отримують шляхом віджиму насіння соняшника. Вона широко використовується в кулінарії та харчовій промисловості, а також знаходить застосування у косметичних засобах і фармацевтичних препаратах.

Ця олія багата на ненасичені жирні кислоти – зокрема, олеїнову, лінолеву й ліноленову. Незважаючи на невеликий вміст насичених жирів, її вважають корисною для здоров'я завдяки високій концентрації «хороших» жирів. Окрім того, вона є джерелом вітаміну Е, що володіє антиоксидантними властивостями, та має високу енергетичну цінність через значну калорійність. Показники якості соняшникової олії у відповідності з ДСТУ 4492:2005 представлені у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Показники якості соняшникової олії

Показник	Норма для рафінованої	Норма для нерафінованої	Примітка
Колір, умовні одиниці	До 10	До 25	Залежить від сорту насіння та способу очистки
Запах і смак	Властиві соняшниковій олії, без сторонніх запахів і присмаків	Характерні, без сторонніх запахів	Не допускається затхлий, гіркий запах
Прозорість	Прозора, без осаду	Допускається легкий осад	Осад не повинен бути слизистим або пластівчастим
Масова частка води і летких речовин, %	$\leq 0,10$	$\leq 0,20$	Визначає стабільність при зберіганні
Кислотне число, мг КОН/г	$\leq 0,6$	$\leq 4,0$	Показник свіжості олії
Пероксидне число, ммоль $\frac{1}{2}\text{O}_2$ /кг	$\leq 10,0$	$\leq 15,0$	Характеризує ступінь окислення
Масова частка фосфатидів (гідратованих), %	Відсутні	$\leq 0,2$	Більше фосфатидів — нижча ступінь очистки
Масова частка неомильних речовин, %	$\leq 1,5$	$\leq 1,5$	Включає стерини, пігменти, вітаміни
Вміст вітаміну Е (токоферолу), мг/100 г	45–100	50–110	Варіюється залежно від способу виробництва

Соняшникова олія має м'який, нейтральний смак і аромат, що робить її універсальною у використанні – від салатних заправок до жаріння, смаження і запікання. Завдяки своїй термостійкості вона ідеально підходить для приготування страв при високих температурах та добре передає смакові якості інших інгредієнтів.

Тривалий термін зберігання соняшникової олії досягається за умов її зберігання в прохолодному та темному місці, що мінімізує ризик окислення.

Соняшкову олію виробляють двома основними методами – пресуванням та екстракцією, а випускається вона у формах рафінованої та нерафінованої олії:

- рафінована олія проходить глибоку очистку із застосуванням хімічних процесів (відбілювання, дезодорація), що забезпечує тривале зберігання і стабільну якість. Водночас, у процесі рафінації втрачається частина біологічно активних речовин;
- нерафінована олія очищується лише механічно, без хімічних втручань. Вона зберігає природний аромат, смак і більше корисних елементів, але має коротший термін зберігання.

Готову продукцію фасують у пластикові або скляні пляшки. Пластик – більш економний і легкий матеріал, тоді як скло краще зберігає якість олії та має привабливіший вигляд.

Олія реалізується в упаковках різного об'єму – від 250 мл до 3 літрів і більше, що дозволяє покупцям обрати оптимальний варіант залежно від потреб і частоти використання.

На кожній пляшці розміщують етикетку, яка містить назву бренду, тип продукту, об'єм, інструкції щодо зберігання, склад, харчову цінність, а також дату виробництва та термін придатності. Для збереження якості упаковка повинна бути герметичною, зазвичай із щільною кришкою, яка запобігає проникненню повітря та сторонніх запахів.

Висновки за розділом

В результаті аналізу аграрного потенціалу та ринкової кон'юнктури встановлено високу доцільність розробки проєкту цеху з виробництва соняшникової олії методом пресування. Такий підхід є ефективним для фермерських господарств завдяки простоті реалізації технологічного процесу, відносно низьким капіталовкладенням, екологічній безпеці та можливості отримання не лише основного продукту (олії), але й побічного (шроту), який може бути використаний як кормова добавка. Таким чином, проєкт сприятиме підвищенню економічної стійкості малого та середнього агробізнесу.

Встановлено, що насіння соняшника є цінною сировиною для олійно-жирової промисловості. Воно має високий вміст жиру (від 40 до 52 %), що забезпечує високу вихідність олії при переробці. Крім того, у складі насіння присутні білки, вітаміни (особливо Е) та мінеральні речовини. Насіння соняшника характеризується хорошими технологічними властивостями, що робить його придатним як для пресування, так і для екстракції. Висока поживна цінність продуктів його переробки обумовлює широке застосування в харчовій та кормовій галузях.

Соняшникова олія є одним з найпоширеніших та найбільш затребуваних харчових жирів в Україні та світі. Вона містить значну кількість ненасичених жирних кислот, зокрема лінолевої та олеїнової, а також вітамін Е, що забезпечує високу харчову цінність. Залежно від способу обробки олія буває рафінованою або нерафінованою. Соняшникова олія широко застосовується в кулінарії, харчовій промисловості, а також у фармацевтичній та косметичній галузях. Її властивості, зокрема стабільність до окислення, універсальність використання та доступність, роблять її цінним продуктом як для внутрішнього споживання, так і для експорту.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис технологічної схеми з виробництва олії

Більш простим і економічним способом отримання олії є механічний спосіб. Він включає основні етапи: зберігання насіння, підготовку насіння до відтискання, механічне відтискання олії та її первинне очищення.

Комбінований метод об'єднує попереднє механічне відтискання олії з подальшим видаленням залишків олії із жмиху за допомогою хімічної екстракції. Це дозволяє знизити загальні витрати на процес, проте вимагає більшого обсягу технологічного обладнання.

Проаналізувавши сировинну базу, можна дійти до висновку, що впровадження технологічної схеми виробництва соняшникової олії механічним способом є раціональним вибором. Цей метод забезпечує мінімізацію витрат, а при правильній організації виробничого процесу дає змогу отримувати значні прибутки.

Як уже зазначалося, виробничий процес виготовлення соняшникової олії включає такі основні етапи: приймання й зберігання сировини, підготовку насіння до відтискання, механічне відокремлення олії та її первинне очищення.

Блок-схему технологічного процесу виробництва соняшникової олії можна побачити на рисунку 2.1.

Приймання та зберігання насіння здійснюється в спеціалізованих сировинних цехах, які виступають у ролі елеваторно-складських комплексів. Їх основні завдання включають оцінювання кожної партії сировини, що надходить, а за потреби – сушіння та очищення насіння. Також тут здійснюється його зберігання і постачання для підтримки основного виробництва.

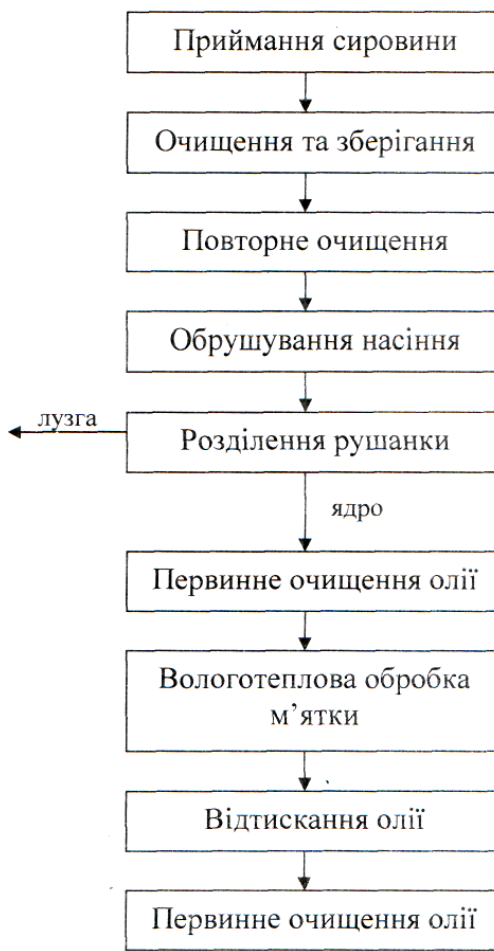


Рисунок 2.1 – Блок схема виробництва соняшникової олії

До процесу приймання сировини належать такі технологічні операції: зважування насіння, відбір проб і оцінка якості сировини, розвантаження, попереднє очищення до нормативної засміченості на рівні 1 %, а також сушіння за необхідності. Після цього здійснюються операції зі зберігання насіння та транспортування, які забезпечують взаємозв'язок усіх зазначених етапів.

Після завершення процесу зберігання насіння направляється безпосередньо до виробничого відділення. У межах виробництва всі технологічні операції класифікуються на чотири ключові стадії (рисунок 2.2).

Перша стадія характеризується багатоступінчастим очищенням насіння від сторонніх домішок. Зокрема, на цьому етапі здійснюється видалення металоманітних домішок, мінеральних частинок, органічних залишків та інших сторонніх складових.

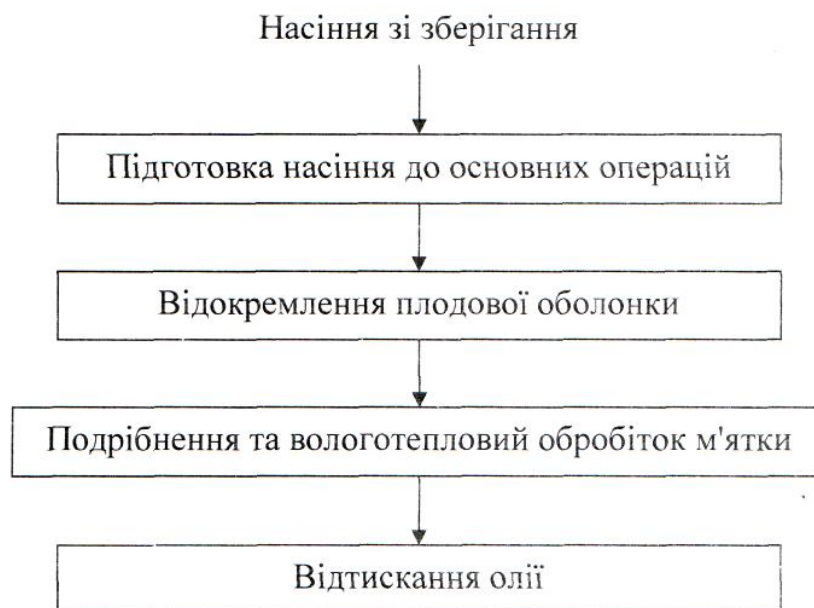


Рисунок 2.2 – Стадії технологічного процесу

Друга фаза відіграє ключову роль у виробничому процесі, оскільки передбачає відділення ядра соняшника від оболонки. Лузга містить компоненти, які можуть погіршити якість олії, тому її видалення є обов'язковим. Крім того, жмих із залишками оболонки має нижчий вміст білків, що знижує його харчову цінність. Ефективність роботи обладнання безпосередньо залежить від якості відділення лузги: зменшення її кількості з 8 % до 3 % дозволяє підвищити продуктивність на 10 % [5].

На третьому етапі здійснюється подрібнення ядер із наступною вологотепловою обробкою. Подрібнення сприяє руйнуванню клітинних структур, полегшуючи екстракцію олії. Також це збільшує площу контакту частинок і зменшує їхній розмір, що економить енергію на подальше нагрівання. Оптимальний рівень вологості сировини на цьому етапі становить 5,6–6%. Наявність залишкової лузги ускладнює процес подрібнення. Після нього проводиться вологотеплова обробка (інактивація), яка сприяє перетворенню зв'язаної олії у вільну форму, що покращує її виділення під час пресування. Цей процес складається з двох стадій:

1. Зволоження (до 8 – 9 % вологості) за допомогою води або пари;

2. Сушіння м'ятки при температурі 80 – 85 °С за рахунок кондуктивного нагріву.

Така обробка інактивує ферменти, запобігаючи утворенню негідратованих фосфатидів та вільних жирних кислот у олії [7]. Кінцевим продуктом після цієї стадії є мезга.

Технологічний процес виробництва соняшникової олії шляхом пресування відображено на рисунку 2.3.

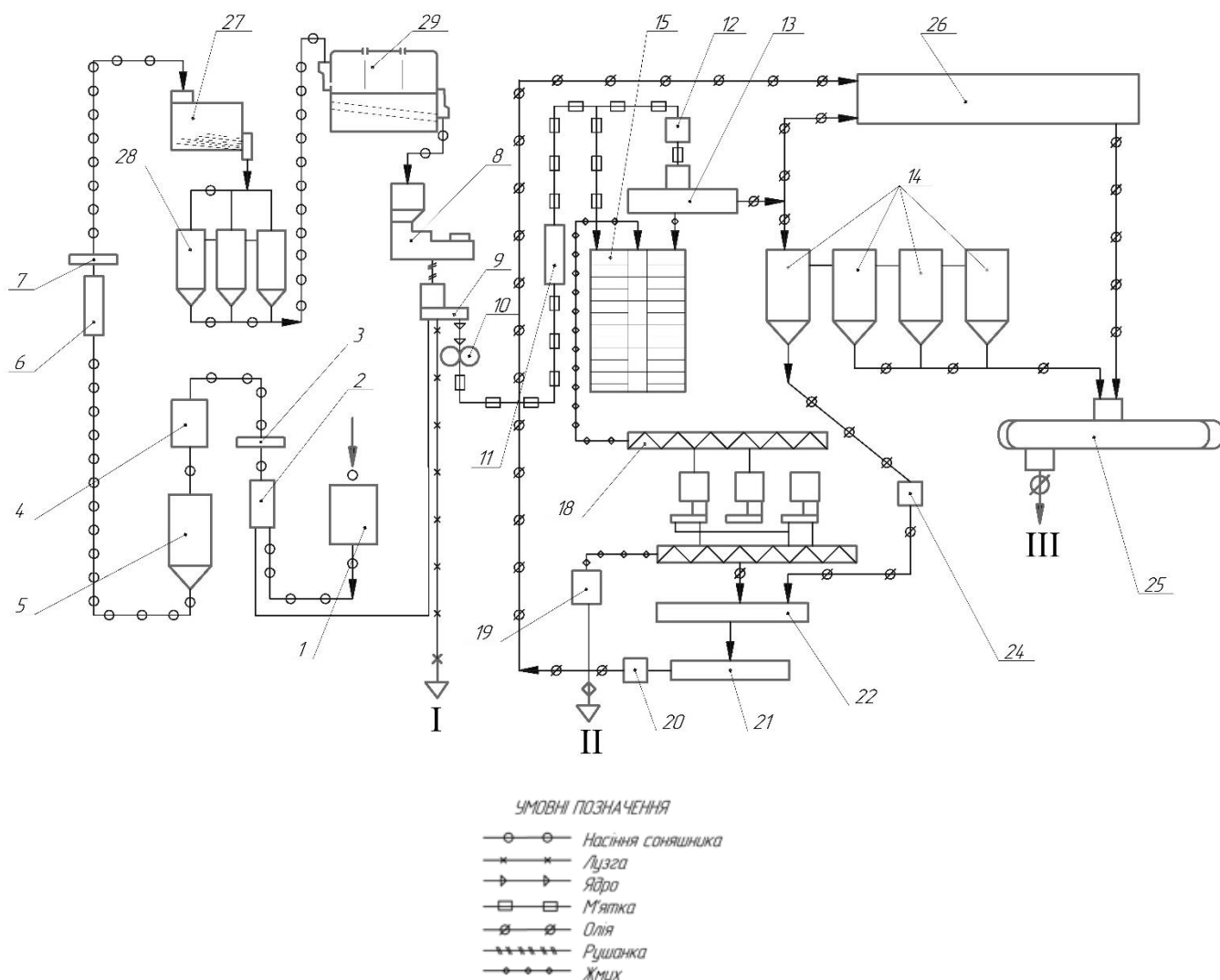


Рисунок 2.3 – Технологічна схема технологічного процесу виробництва соняшникової олії методом пресування

На останній стадії виробничого відділення відбувається відтискання олії з мезги за допомогою механічних пресів. Мезга подається на пресування одразу ж

після вологотеплового обробітку з температурою 80 – 85 °С. Це полегшує відокремлення олії, що дозволяє знизити витрати енергії на пресування.

Висновки за розділом

Встановлено, що механічний спосіб виробництва соняшникової олії є оптимальним для фермерських господарств, оскільки передбачає менші капіталовкладення, простоту обслуговування обладнання та екологічну безпеку.

Технологічна схема включає чотири основні етапи:

- приймання і зберігання сировини;
- очищення та луцення насіння;
- подрібнення, вологотеплова обробка і отримання мезги;
- пресування та первинне очищення олії.

Визначено, що ретельна підготовка сировини, зокрема луцення і вологотеплова обробка, суттєво впливає на ефективність вилучення олії та якість кінцевого продукту. Температурний режим та вологість під час вологотеплової обробки є критично важливими для досягнення максимальної ефективності пресування.

Доведено, що вибір пресової технології дозволяє оптимізувати виробничий процес для малих і середніх підприємств, забезпечити стабільну якість продукції та зменшити витрати на очищення і фільтрацію олії.

Розроблено блок-схему та технологічну схему процесу (рис. 2.1–2.3), які наочно демонструють послідовність операцій та взаємозв'язок між основними етапами виробництва.

3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

3.1 Технологічний розрахунок

Технологічний розрахунок передбачає визначення маси всіх компонентів насіннєвої суміші, які з'являються при виробництві соняшникової олії, внаслідок чого складається баланс сировини та олії.

Розрахунки виконуємо згідно об'ємів сировини, що поступають на переробку та прийнятої технологічної схеми виробництва соняшникової олії.

Вихідні дані для розрахунку:

Маса насіння, що надходить на переробку – 50 тис. на рік;

Середня засміченість насіння – 6 %;

Середня вологість насіння – 11 %;

Кількість фракцій при калібруванні – 4;

Лушпинність по фракціям – I-42 %, II-43 %, III-45 %. IV-48%;

Олійність насіння – 48 %.

Спочатку визначаємо добове надходження насіння на переробку:

$$M_{н.д.} = \frac{M}{252} = \frac{50000}{252} = 198,4 \text{ т/добу} \quad (3.1)$$

де M – річне надходження насіння на переробку;

252 – кількість робочих днів на рік.

Після приймання та проміжного зберігання насіння виконується очищення насіння від домішок. Визначаємо добову масу чистого насіння після проведення повного очищення:

$$M_{ч.н.} = M_{н.д.} - \frac{(M_{н.д.} \cdot Z)}{100} = 198,4 - \frac{198,4 \cdot 6}{100} = 186,5 \text{ т/добу}, \quad (3.2)$$

де Z – засміченість насіння.

Після очищення виконуємо калібрування насіннєвої маси по фракціях, в зв'язку з чим виконаємо розрахунок маси кожної фракції:

$$M_I = M_{II} = M_{ч.н.} \cdot 0,35 = 186,5 \cdot 0,35 = 65,275 \quad (3.3)$$

$$M_{III} = M_{ч.н.} \cdot 0,2 = 186,5 \cdot 0,2 = 37,3 \quad (3.4)$$

$$M_{IV} = M_{ч.н.} \cdot 0,1 = 186,5 \cdot 0,1 = 18,65, \quad (3.5)$$

де 0,35; 0,2; 0,1 – масова частка кожної фракції в загальній насіннєвій масі.

Для забезпечення необхідних технологічних властивостей насіння після калібрування проводимо сушіння в сушарці віброкиплячого шару.

Встановлено, що найкраще руйнування оболонки насіння соняшнику відбувається при його вологості 4 – 6 %. Визначимо масу води, що випаровується при висушуванні насіння до 5 % вологості.

$$W_n = \frac{M_n \cdot (\omega_1 - \omega_2)}{100 - \omega_2}, \quad (3.6)$$

де M_n – маса насіння n -тої фракції;

ω_1 – початкова вологість насіння;

ω_2 – кінцева вологість насіння.

Тоді маємо:

$$W_I = W_{II} = \frac{M_I \cdot (\omega_1 - \omega_2)}{100 - \omega_2} = \frac{65,275 \cdot (11 - 5)}{100 - 5} = 4,1 \text{ т}, \quad (3.7)$$

$$W_{III} = \frac{M_{III} \cdot (\omega_1 - \omega_2)}{100 - \omega_2} = \frac{37,3 \cdot (11 - 5)}{100 - 5} = 2,35 \text{ т}, \quad (3.8)$$

$$W_{IV} = \frac{M_{IV} \cdot (\omega_1 - \omega_2)}{100 - \omega_2} = \frac{18,65 \cdot (11 - 5)}{100 - 5} = 1,18 \text{ т}. \quad (3.9)$$

Тоді маса насіння по фракціях після сушіння становитиме:

$$M_{I.C} = M_{II.C} = M_1 - W_1 = 65,275 - 4,1 = 61,175 \text{ т}, \quad (3.10)$$

$$M_{III.C} = M_{III} - W_{III} = 37,3 - 2,35 = 34,95 \text{ т}, \quad (3.11)$$

$$M_{IV} = M_{IV} - W_{IV} = 18,65 - 1,18 = 17,47 \text{ т}. \quad (3.12)$$

Згідно технологічної схеми, після підготовки насіння потрапляє на обрушування. Визначимо масу ядра кожної фракції після обрушування, згідно лущинності кожної фракції:

$$M_{I.я} = M_{I.C} - \frac{(M_{I.C} \cdot J)}{100} = 61,175 - \frac{61,175 \cdot 42}{100} = 35,4815 \text{ т}, \quad (3.13)$$

$$M_{II.я} = M_{II.C} - \frac{(M_{II.C} \cdot J)}{100} = 61,175 - \frac{61,175 \cdot 43}{100} = 34,86975 \text{ т}, \quad (3.14)$$

$$M_{III.я} = M_{III.C} - \frac{(M_{III.C} \cdot J)}{100} = 34,95 - \frac{34,95 \cdot 45}{100} = 19,2225 \text{ т}, \quad (3.15)$$

$$M_{IV.я} = M_{IV.C} - \frac{(M_{IV.C} \cdot J)}{100} = 17,47 - \frac{17,47 \cdot 48}{100} = 9,0844 \text{ т}. \quad (3.16)$$

Наступною операцією виконується подрібнення ядра та отримання м'ятки. При виконанні цієї операції відбувається лише незначна втрата олії з м'ятки на початкових стадіях процесу, тому цими втратами при розрахунку можна знехтувати.

Після цього виконується волого-тепловий обробіток м'ятки, при якому вона спочатку зволожується до 8 – 9 % а потім висушується знову до 5 % вологості, так що на цій стадії втрат продукту теж майже немає. Загальні втрати олії при подрібненні та прожарюванні м'ятки становлять близько 0,5 – 0,7 %, і ці втрати

можна врахувати при визначенні виходу олії після пресування.

Вихід олії на кінцевій стадії її виробництва визначаємо за формулою:

$$B_{o.n.} = \frac{M_{я.п.} \cdot (O_n - O_{ж})}{100} \cdot 0,993, \quad (3.17)$$

де $M_{я.п.}$ – маса ядра n -тої фракції;

O_n – олійність насіння, %;

$O_{ж}$ – олійність жмиху, %;

0,993 – коефіцієнт, що враховує втрати насіння під час подрібнення ядра та прожарювання м'ятки.

Тоді вихід олії по фракціях буде становити:

$$B_{o.I} = \frac{M_{я.I} \cdot (O_n - O_{ж})}{100} \cdot 0,993 = \frac{35,4815 \cdot (48 - 10)}{100} \cdot 0,993 = 13,39 \text{ т}, \quad (3.18)$$

$$B_{o.II} = \frac{M_{я.II} \cdot (O_n - O_{ж})}{100} \cdot 0,993 = \frac{34,86975 \cdot (48 - 10)}{100} \cdot 0,993 = 13,16 \text{ т}, \quad (3.19)$$

$$B_{o.III} = \frac{M_{я.III} \cdot (O_n - O_{ж})}{100} \cdot 0,993 = \frac{19,2225 \cdot (48 - 10)}{100} \cdot 0,993 = 7,25 \text{ т}, \quad (3.20)$$

$$B_{o.IV} = \frac{M_{я.IV} \cdot (O_n - O_{ж})}{100} \cdot 0,993 = \frac{9,0844 \cdot (48 - 10)}{100} \cdot 0,993 = 3,43 \text{ т}. \quad (3.21)$$

Визначимо загальний добовий вихід олії:

$$B_0 = \sum B_{o.n.} = 13,39 + 13,16 + 7,25 + 3,43 = 37,23 \text{ т/добу}. \quad (3.22)$$

При густині олії 0,9 т/м³ маємо добовий об'єм олії:

$$B_0 = \frac{37,23}{0,9} = 41,4 \text{ м}^3/\text{добу}. \quad (3.23)$$

Таким чином, при щоденному надходженні насіння в кількості близько 186,5 тон на добу маємо щоденний вихід олії 41400 л на добу.

3.2 Вибір та обґрунтування кількості обраного технологічного обладнання

Вибір та розрахунок основного технологічного обладнання залежить від обсягу виробництва та асортименту продукції, який планується виготовляти. При цьому враховуються технічні характеристики доступних машин і апаратів.

Підбір обладнання проводиться, враховуючи наявність серійно виготовлених моделей на заводах та потребу виробництва, а також залучається прогресивне обладнання, яке встановлене на передових підприємствах або закуплене за кордоном.

3.2.1 Обладнання для розвантажування насіння

При розвантажуванні олійного насіння в залежності від їх властивостей використовують різні засоби механізації. При розвантаженні залізничних вагонів використовують механічні лопати (рис. 3.1), принцип дії яких полягає у пересуванні щита-лопати в насіннєвій масі, забезпечуючи тим самим пересування насіння і висипання його за межі вагону. Інтенсивність вивантажування насіння за допомогою такого пристрою становить близько одного стандартного вагону за годину.

При необхідності забезпечення більшої інтенсивності вивантажування застосовують інерційні розвантажувальні машини (рис. 3.2), які дозволяють виключити з процесу розвантажування ручну працю. Використання таких машин дозволяє скоротити час вивантажування стандартного вагону до 10 – 12 хвилин.

Принцип дії інерційних машин базується на використанні сил інерції, що викликаються повздовжніми коливальними рухами, з певною частотою, що накладаються на вагон. В цьому випадку при прямому ході вагону сили інерції менше сил тертя, тому насіннєва маса рухається разом з вагоном. При зворотному

ході сили інерції більші за сили тертя і насіннева маса ковзає по днищу вагона за інерцією в напрямку транспортування.

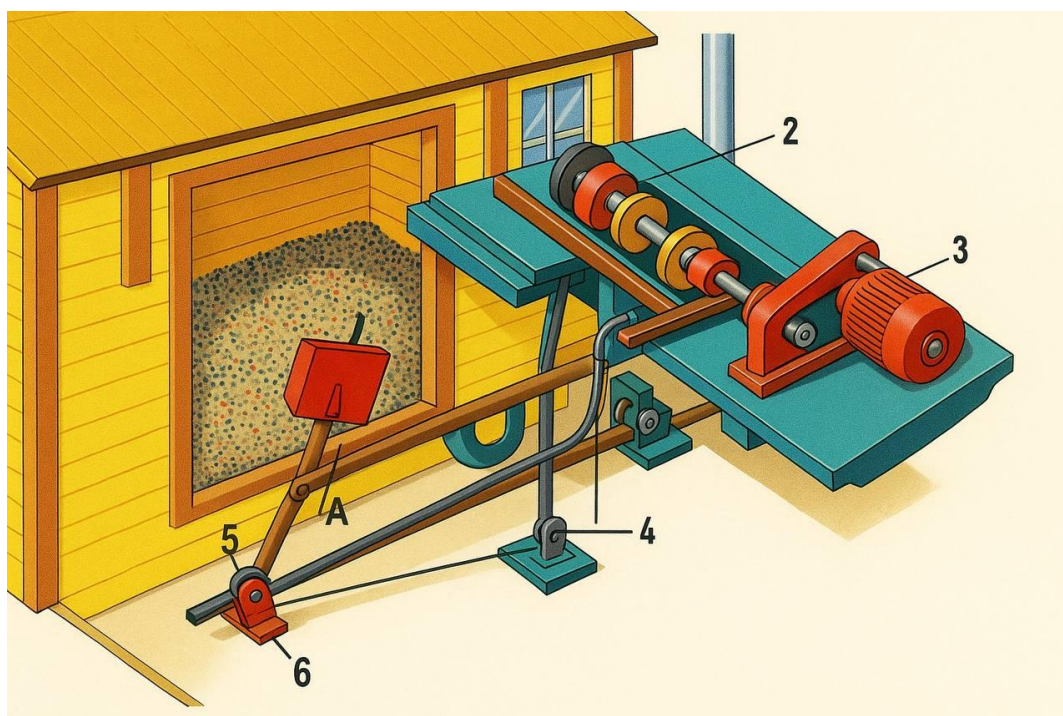


Рисунок 3.1 – Схема роботи механічної лопати

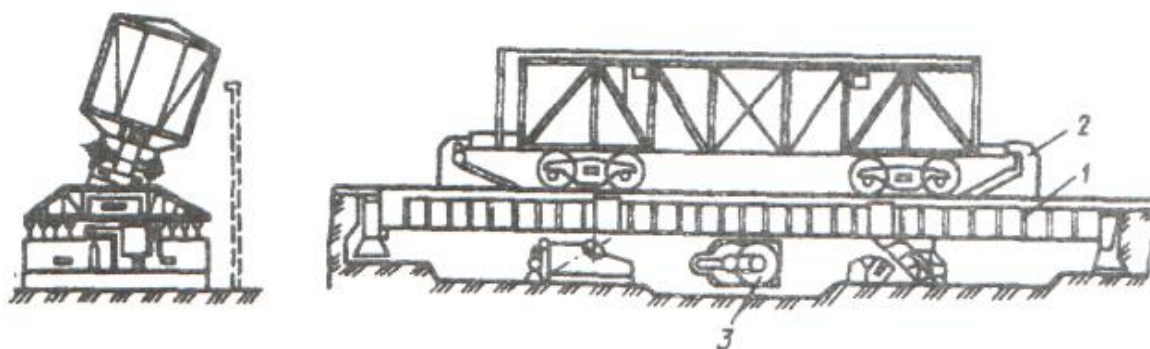


Рисунок 3.2 – Схема роботи інерційного розвантажувача

Вивантажування олійного насіння вище перерахованими способами протікає при великих виділеннях пилу. Тому для зменшення концентрації пилу на робочому місці вивантажування використовують пневматичні розвантажувачі (рис. 3.3), які також дозволяють зменшити затрати ручної праці при розвантажуванні.

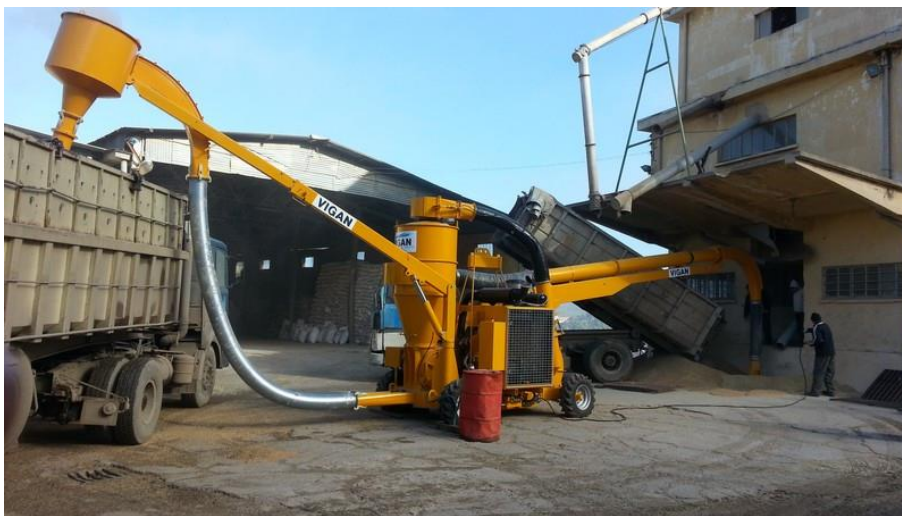


Рисунок 3.3 – Пневматичний розвантажувач

При надходженні насіння на переробку залізничним і автомобільним транспортом використовують автомобільні розвантажувачі (рис. 3.4).

Розрізняють два типи автомобільних розвантажувачі: стаціонарні та пересувні. Вони бувають проїзні та тупикові, обладнані гідравлічними або електромеханічними приводами.

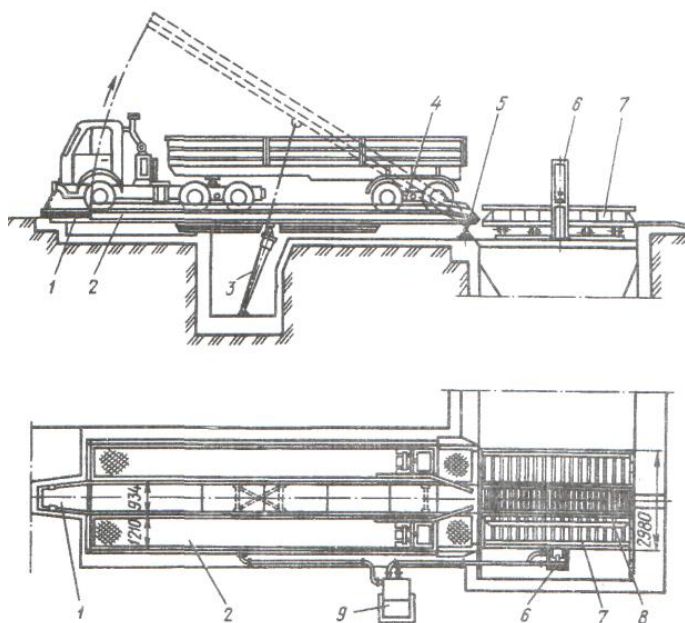


Рисунок 3.4 – Автомобільний розвантажувач

Принцип дії автомобільних розвантажувачів полягає в тому, що автотранспорту, який підлягає розвантажуванню, створюють такий кут нахилу, при якому відбувається висипання з нього насіння.

В нашому випадку, для доставки насіння на переробку буде використовуватись в основному автомобільний транспорт, тому для розвантаження насіння використовуємо автомобільний розвантажувач У15-УРВС (рис. 3.4).

3.2.2 Обладнання для зважування насіння

Насіння, що поступає автотранспортом, зважують автомобільними вагами, які бувають стаціонарні та пересувні. На стаціонарних вагах здійснюють зважування одиночних автомобілів, автопотягів з розцепкою та без розцепки.

Пересувні ваги призначені для зважування окремих автомашин. Розташовують ваги автомобільні в спеціальних приміщеннях, які мають ворота для в'їзду та виїзду.

Технічна характеристика автомобільних вагів приведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика автомобільних вагів

Показники	Тип вагів		
	РС-10Ц-13А	РС-30Ц-13АС	РС-60Ц-13АС
Границі зважування, т	0,5 – 10	1,5 – 30	3,0 – 60
Основна шкала, т	10	30	60
Ціна поділки, кг	5	10	20
Габаритні розміри, мм	5500×3000	12000×3000	15000×4000
Маса, кг	1132	5360	13480

Для проекрованої технологічної лінії приймаємо автомобільні ваги РС-30Ц-13 АС вантажопід'ємністю 30 т.

3.2.3 Обладнання для виконання транспортних операцій

Транспортні пристрої або машини безперервного транспортування при виробництві рослинної олії призначені для міжцехового та внутрішньоцехового переміщення олійного насіння та продуктів його переробки.

Транспортні пристрої розділяють на дві групи: з тяговим елементом та без тягового елемента. До першої групи відносять стрічкові та ланцюгові транспортери, норії. До другої – гвинтові конвеєри, пневмоустановки та гравітаційні транспортери (самопливні).

Ковшові елеватори (норії) (рис. 3.5) використовують тільки для піднімання сипких вантажів від нижнього до верхнього поверху у вертикальному напрямку без проміжного розвантаження та завантаження.

Транспортним елементом норій є стрічка, на якій закріплені ковші, за допомогою яких і переміщується насіння.

За способом розвантаження норії бувають швидкохідні та тихохідні. Розвантажування ковшів у швидкохідних норіях здійснюється під дією відцентрових сил, а у тихохідних норіях – під дією сили тяжіння.

При відцентровому розвантаженні швидкість руху стрічки 2,2 – 3,6 м/с, а при гравітаційному – 0,4 – 0,8 м/с.

Переваги норій – компактність, можливість переміщення вантажів на велику висоту, велика межа продуктивності.

Недоліки – ударна дія на матеріал, чутливість до перевантажень і необхідність рівномірної подачі вантажу.

Стрічкові транспортери (рис. 3.6) широко використовуються для транспортування олійного насіння. Вони бувають стаціонарні та пересувні.

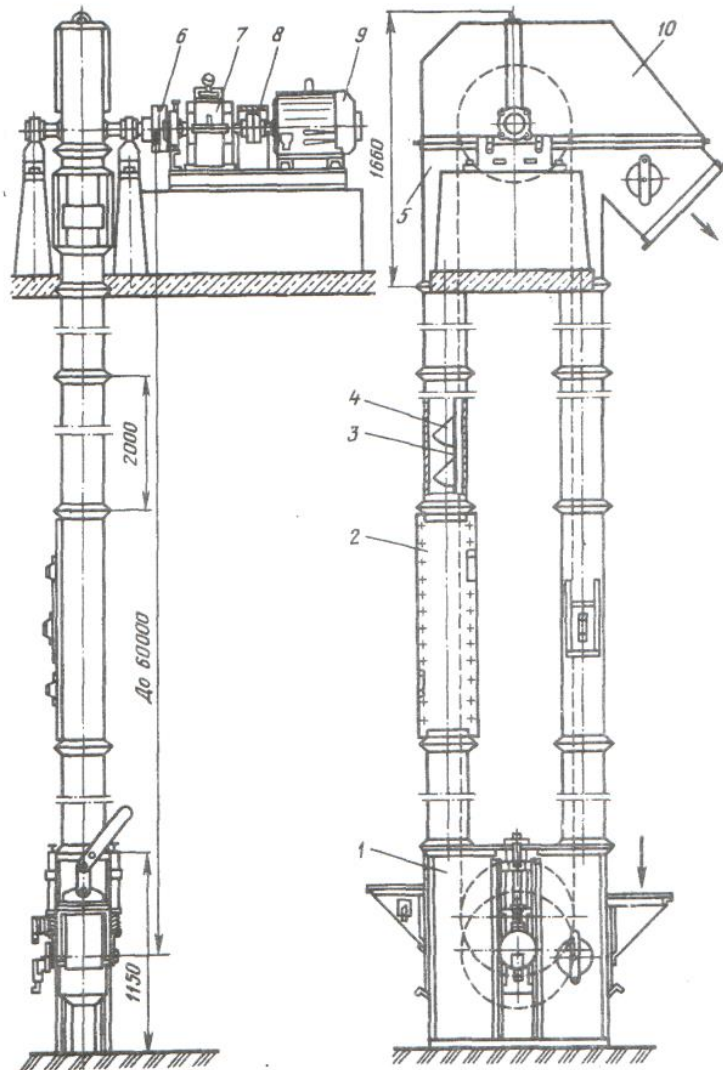


Рисунок 3.5 – Норія

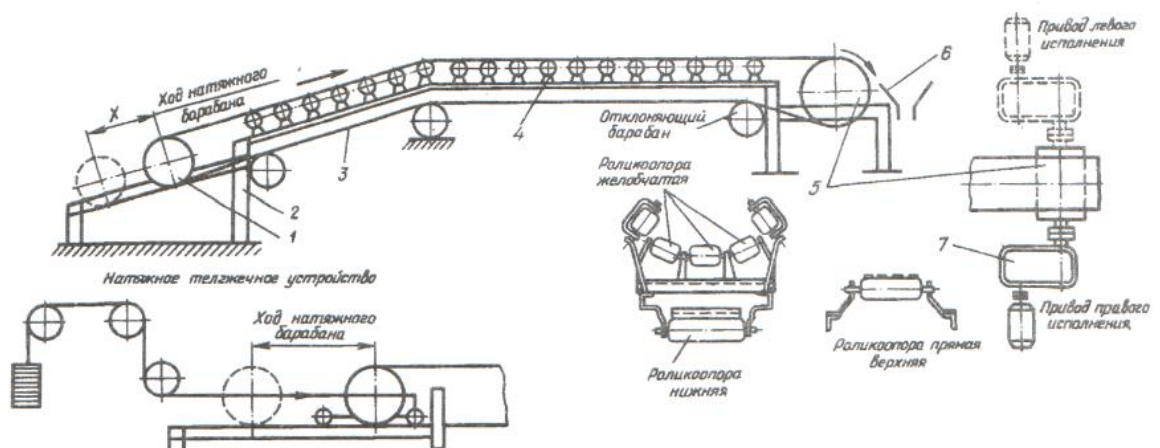


Рисунок 3.6 – Стрічковий транспортер

Стрічковий транспортер складається з гнучкої стрічки, яка є тяговим елементом, що переміщує вантаж, приводу, роликів для підтримки стрічки та натяжного пристрою.

Вантаж переміщується на верхній гілці стрічки. Стрічка може мати плоску або жолобкову форму, в залежності від типу роликів опор.

Конвеєри із зануреними скребками (редлери) (рис. 3.7) працюють за принципом волочіння (вантаж пересувається по дну напрямного короба за допомогою рухомих скребоків). Транспортування вантажу може здійснюватись як в горизонтальному напрямку так і під кутом до 10° .

Тяговим елементом редлерів є ланцюг, на якому з певним кроком закріплені скребки.

Ланцюгові транспортери бувають односторонньої дії і реверсивні. В останніх вантаж переміщується як в прямому так і в зворотному напрямку.

При виробництві рослинних олій широко застосовують редлери марок ТСЦ 25/25, ТСЦ 25/50 і т.д. В чисельнику позначена продуктивність в т/год, а в знаменнику довжина транспортування в метрах.

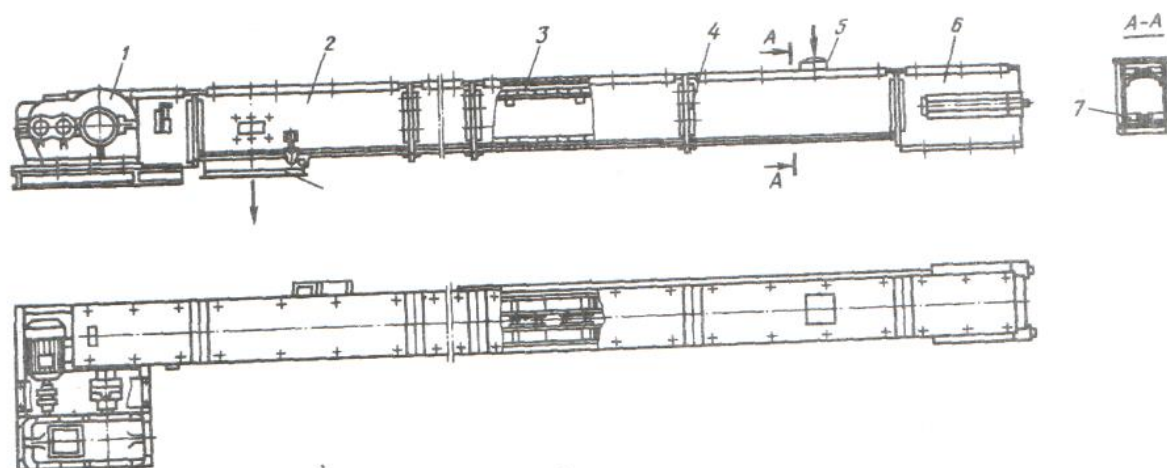


Рисунок 3.7 – Скребковий транспортер

Гвинтові транспортери (рис. 3.8) бувають горизонтальні, похилі та вертикальні. Їх використовують для переміщення насіння, ядра, лузги, м'ятки,

жмиху та інше. Зазвичай застосовують горизонтальні і похилі транспортери з кутом нахилу до 20° .

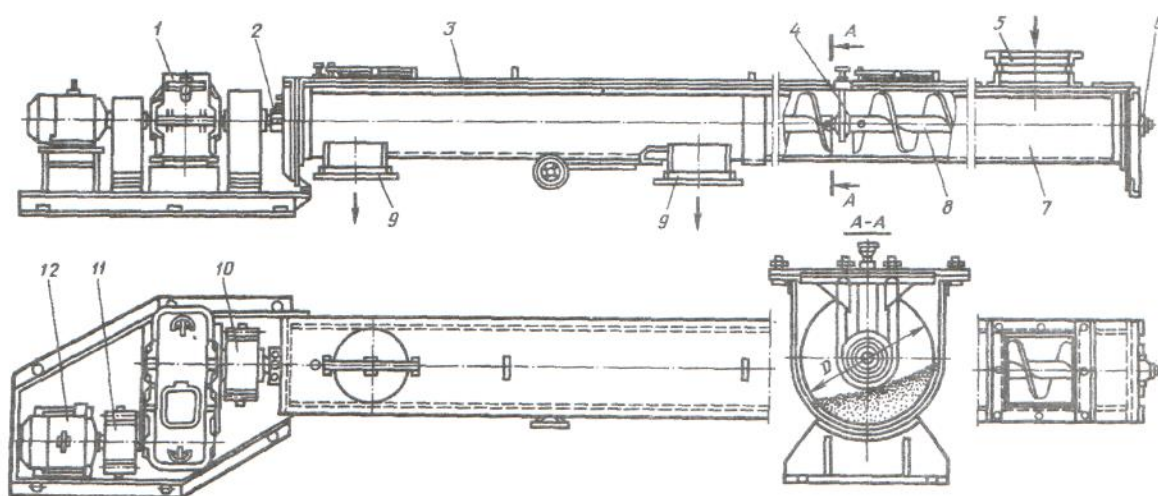


Рисунок 3.8 – Гвинтовий транспортер

Гвинтовий транспортер складається зі сталевого жолоба, в середині якого на підшипниках встановлений вал з гвинтом (шнек).

В шнеку транспортування вантажу здійснюється по принципу волочіння під дією осьової сили гвинта. При цьому за рахунок сили тяжіння вантажу і сили тертя вантажу зі стінками жолоба транспортуємий матеріал не обертається разом зі шнеком.

Переваги гвинтових конвеєрів - простота конструкції, герметичність, малі габарити в поперечному перерізі.

Недоліки – енергоємність, подрібнення транспортованого вантажу, значне зношення гвинта та стінок жолобу.

Пневматичний транспорт (рис. 3.9) застосовують для транспортування. Принцип дії цих установок полягає у транспортуванні вантажу у звішеному стані потоком повітря, що рухається по матеріалопроводу. Рух матеріалу здійснюється за рахунок різниці тисків на початку і в кінці установки.

По способу створення різниці тисків пневмотранспорт розділяють на всмоктувальний (рис. 3.9 а), нагнітаючий (рис. 3.9 б) і комбінований (рис. 3.9 в).

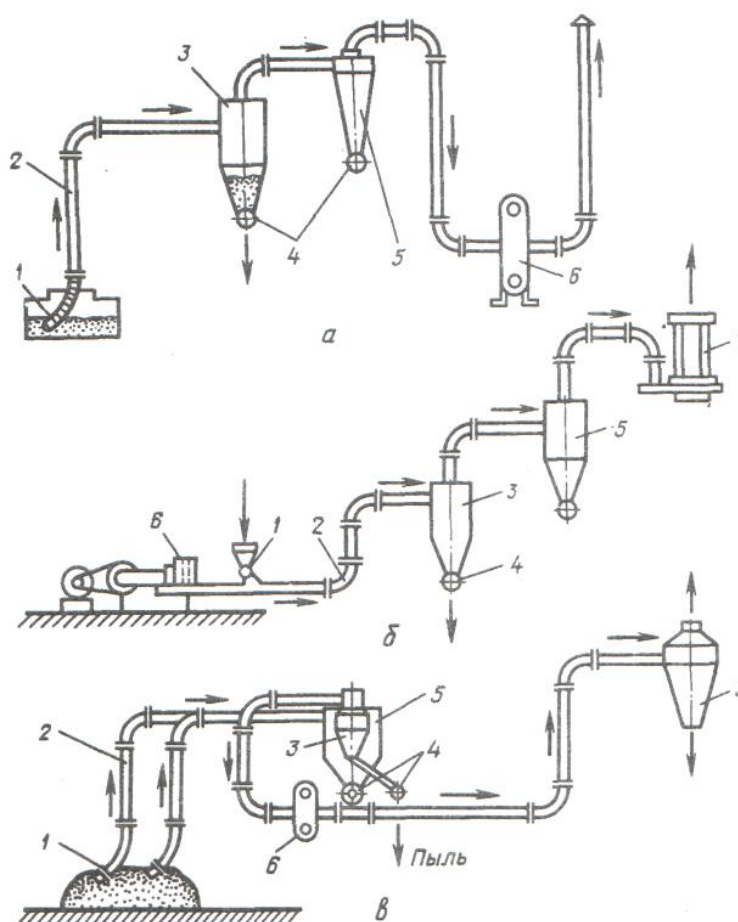


Рисунок 3.9 – Схеми пневмотранспортних установок

При виробництві рослинної олії використовують всмоктувальні пневматичні установки.

Пневматична установка складається із завантажувального пристрою 1, транспортного трубопроводу 2, розвантажувального пристрою 3, шлюзових затворів 4, очисника повітря 5 та повітрорудки 6.

Переваги пневмотранспорту – невелика металоємність, можливість застосування на будь-яких трасах, робота без зупинок.

Недоліки – значна витрата електроенергії, підвищене зношення матеріалопроводу.

3.2.4 Обладнання для очищення насіння

Методи очищення насіння ґрунтуються на відмінностях між самим насінням і сторонніми включеннями. Ці відмінності можуть стосуватися:

- фізичних параметрів (розмір, форма, шорсткість поверхні);
- поведінки в потоці повітря або води (аеро- та гідродинамічні характеристики);
- електрофізичних властивостей (електрична провідність, магнітна сприйнятливість);
- механічних властивостей (коефіцієнт тертя, щільність).

Такі особливості дозволяють ефективно відокремлювати домішки за допомогою спеціальних сепараторів.

Відокремлення домішок, що відрізняються за розмірами, виконують на ситах в зернових сепараторах.

На олійних виробництвах використовують зернові сепаратори ЗСП-5, ЗСП-10, ЗСМ-50, ЗСМ-100 (рис. 3.10).

Основні вузли сепараторів, змонтовані на загальній рамі, наступні: приймальний пристрій, ситові рами в кузові, аспіраційна система, привідний механізм.

В останні роки на підприємствах найбільше застосування отримали сепаратори типу ЗСМ.

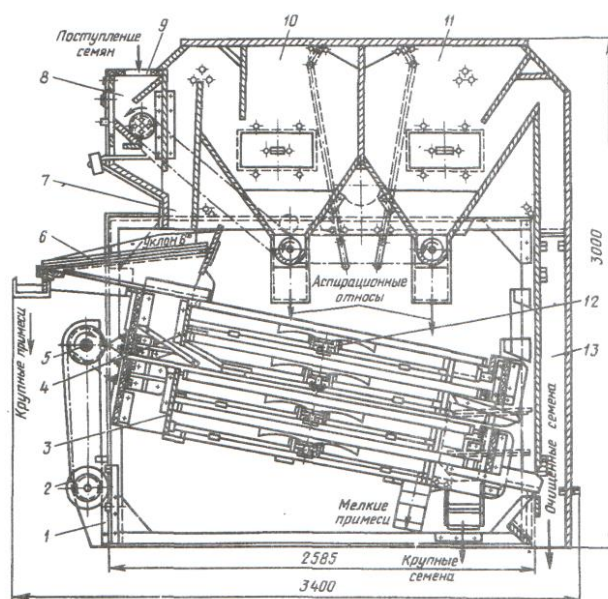


Рисунок 3.10 – Сепаратор ЗСМ-100

Сепаратор працює наступним чином: насіннева суміш подається в приймальну коробку 8, де шнеком розподіляється по всій ширині машини, потім потрапляє в канал першої продувки 7, де видаляються легкі домішки, потім поступає на приймальне сито 6, де видаляються найбільші важкі домішки, після чого потрапляє в ситові кузови 3 і 4, де встановлені сортувальні та підсівні сита і де відбувається відокремлення домішок більших та менших за зерно, після чого насіння потрапляє в канал другої продувки 13 і виводиться з машини. Таким чином в таких сепараторах відбувається відокремлення домішок, що відрізняються розмірами та аеродинамічними властивостями.

Технічну характеристику сепараторів ЗСМ-50 та ЗСМ-100 приведено в табл. 3.2.

Паспортні кінематичні параметри сепаратора ЗСМ (амплітуда 5 мм і частота коливань ситових кузовів 500 коливань за хвилину) для очищення насіння соняшнику не є оптимальними і мають бути змінені (амплітуда 6,35 мм і частота коливань – 425 коливань за хвилину).

Таблиця 3.2 – Технічна характеристика сепараторів

Показник	Сепаратор	
	ЗСМ-50	ЗСМ-100
Продуктивність, т/год	50	100
Знімання сміття, %	70	70
Потужність, кВт	2,2	3
Габаритні розміри, мм	3400×1850×3000	3400×3850×3000
Потужність двигуна вентилятора, кВт	5,5	5,5

Згідно графіку технологічного процесу виробництва олії для проектованої технологічної лінії приймаємо зерновий сепаратор ЗСМ-100.

Крім того по принципу розділення насіння і домішок на ситах за різницею лінійних розмірів побудовані і калібрувальні машини, які застосовуються для розділення насіння на фракції в проектованій технологічній лінії. Кінематичні параметри калібрувальних машин вибираються такі ж самі як і для сепаратора.

3.2.5 Обладнання для підсушування насіння

Згідно прийнятої технологічної схеми, використана така операція як кондиціонування насіння, яке виконується в сушарці з віброкиплячим шаром.

Принцип дії такої сушарки базується на тому, що висушування насіння відбувається за рахунок обдування його потоком гарячого повітря, при чому під дією напору цього повітря шар насіння знаходиться у звішеному стані. Крім того, для інтенсифікації утворення киплячого шару насіння, решетам, на яких знаходиться продукт, надаються коливальні рухи, що полегшує піднімання шару насіння над поверхнею решета.

Сушильна камера такої сушарки може бути розділена на кілька зон для забезпечення оптимальних параметрів процесу сушки та отримання насіння із заданими технологічними властивостями, необхідними для наступних операцій.

Перевагою таких сушарок є те, що вони забезпечують м'яке сушіння насіння та мінімальну травмованість його за рахунок наявності повітряної подушки між решетом та насінням.

3.2.6 Машини для обрушування насіння

Процес обрушування спрямований на руйнування лузги з метою її видалення з ядра. Таке відділення є важливим, адже оболонкові речовини можуть знижувати якість готової олії.

Машини, що застосовуються для обрушування базуються на кількох методах обрушування. Для насіння соняшнику застосовують багаторазові та одноразові удари, які забезпечуються відповідно в бичових та відцентрових насіннерушках.

Бичова насіннерушка (рис. 3.11) складається з чотирьох основних елементів: живильного пристрою, бичового барабану, деки і корпусу.

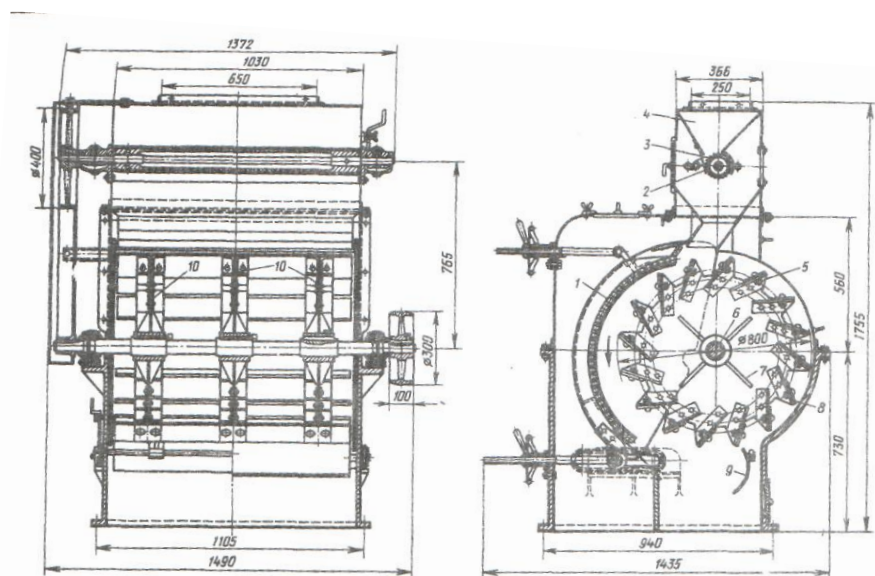


Рисунок 3.11 – Бичова насіннерушка

При високій швидкості обертання барабана з бичами ударна сила дозволяє ефективно руйнувати оболонку насіння. Однак через відмінності у фізичних властивостях окремих зерен (зокрема, міцності) результати обробки можуть відрізнятися. Так, для одних насінин удар виявляється заслабким, щоб зруйнувати оболонку, а для інших – занадто інтенсивним, що призводить не лише до руйнування лузги, але й пошкодження ядра.

Недоліки таких насіннерушок – низька продуктивність, подрібнення ядра, підвищені енергозатрати та металоємність.

Іншими, більш досконалыми, машинами для обрушування насіння соняшнику є відцентрові насіннерушки, в яких руйнування відбувається за рахунок однократного удару насіння об нерухому деку. Рух насіння здійснюється за рахунок відцентрових сил, що діють на нього при потраплянні в спеціальний ротор.

Для проекрованої технологічної лінії використовуємо саме відцентрову насіннерушку спеціальної конструкції, про яку докладніше викладено в розділі конструкторської модернізації даного проекту.

3.2.7 Обладнання для розділення рушанки

Після проходження крізь насіннерушки насіння соняшнику перетворюється в рушанку, тобто неоднорідний багатокомпонентний продукт – суміш лузги, ядра, січки та недорушу.

Призначення технологічної операції розділення рушанки отримання самостійних технологічних потоків.

Ключовим фактором у виборі методу поділу рушанки є різниця у фізичних характеристиках її компонентів. Ця різниця визначає принцип сепарації, конструкцію обладнання та оптимальні режими його роботи.

У сучасному виробництві найбільш поширені два типи сепараційних машин:

- Комбіновані аспіраційні машини, які спочатку сортують рушанку за розміром на ситах, а потім здійснюють поділ за аеродинамічними властивостями у повітряному потоці;
- Вібраційні ситові сепаратори, де поділ відбувається за рахунок різних типів руху сит.

Аспіраційна насіннеочисна машина (мал. 3.12) зібрана з двох агрегатів: розсіву 7 та повітряного сепаратора 25, котрі розташовані вертикально один над одним та з'єднані гнучкими патрубками 11.

Розсів насіннєвійки машини потрібен для поділу зібраного зерна на декілька частин, параметри кожної з яких варіюються в обмежених межах. Різні елементи зернової маси, які потрапили в одну фракцію, відкалібровану за розмірами, мають помітну різницю в аеродинамічних властивостях. Отже, ефективне функціонування розсіву є ключем до чіткого розділення одержаних фракцій у каналах повітряного сепаратора.

Аспіраційна війка являє собою корпус, розділений повздовжніми перетинками на шість частин (каналів). Всі шість каналів насіннєвійки приєднані до одного вентилятора 2, який приводиться в рух електродвигуном 1 за допомогою клинопасової передачі.

Технічна характеристика насіннєвійки приведена в табл. 3.3.

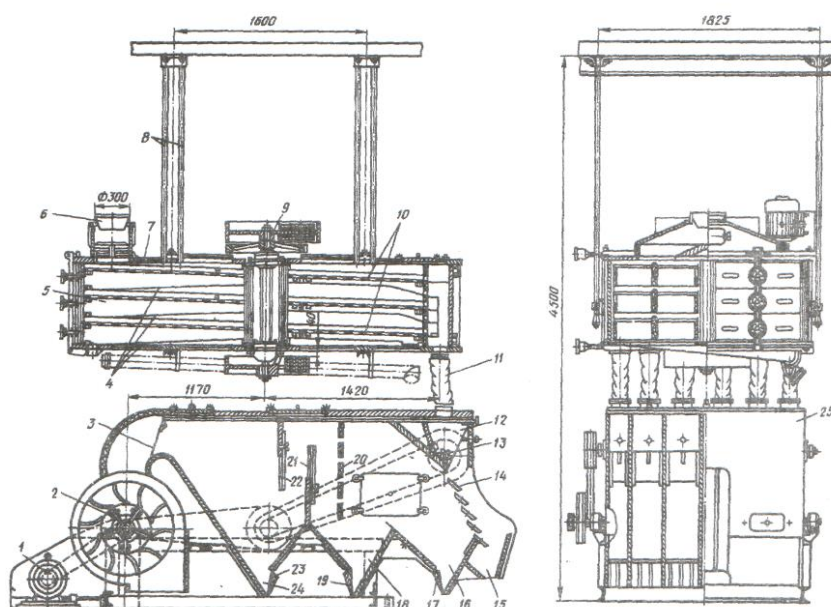


Рисунок 3.12 – Насіннєвійка

Таблиця 3.3 – Технічна характеристика насіннєвійки

Показник	Значення
Продуктивність, т/год.	50
Винос ядра в лузгу, % не більше	0,5
Площа ситової поверхні, м ²	11,5
Витрата повітря, м ³ /год	9000
Встановлена потужність, кВт	6
Габаритні розміри, мм	4225×2235×4770
Маса, кг	3177

3.2.8 Обладнання для подрібнення ядра

Операція подрібнення ядра забезпечує руйнування клітинної структури насіння, що полегшує видалення олії, особливо пресовим способом.

Для виконання цієї операції застосовуються вальцеві верстати, конструкція яких відрізняється розташуванням валків (вертикальне, горизонтальне і діагональне). Водночас, вали можуть відрізнятися за діаметром, а їхня поверхня – бути як гладенькою, так і з насічками.

Згідно дипломного проекту бакалавра нами було обрано вальцевий верстат Б6-МВА (рис. 3.13), який складається зі станини, живильника, механізмів робочих органів, призначених для подрібнення ядра і являють собою чотири розташованих один під одним валків діаметром 400 мм і робочою довжиною 1250 мм з механізмом регулювання зазору.



Рисунок 3.13 – Верстат Б6-МБА

Перша (верхня) пара валків виконана рифленою, а кожен валок має свою швидкість обертання (верхній 229 об/хв., другий – 239 об/хв.).

Технічна характеристика приведена в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Технічна характеристика верстату Б6-МБА

Показник	Значення
Продуктивність, т/год.	10
Потужність, кВт	30
Габаритні розміри, мм	2322×1700×2395
Маса, кг	7080

Згідно інтенсивності проведення операції подрібнення ядра в графіку технологічного процесу, приймаємо для проектованої лінії 2 верстати Б6-МБА.

3.2.9 Обладнання для волого-теплової обробки м'ятки та для відтискання олії

Для здійснення волого-теплової обробки та пресування олії з насіння ми обрали агрегат РЗ-МОА (рисунок 3.14). Він складається з семичанної

жаровні, шнекового пресу з механізмом подачі, а також крану, необхідного для розбирання циліндра для фільтрації.

Агрегат автоматично контролює об'єм м'ятки у верхній чаші жаровні. Макуха, що виходить з преса, може мати вигляд як лушпиння, так і гранул. Продуктивність агрегату – приблизно 25 тон м'ятки на годину.



Рисунок 3.14 – Пресовий агрегат РЗ-МОА

Для ефективнішого вилучення олії з соняшникового насіння необхідно створити умови з вищою температурою та низькою вологістю м'ятки перед пресуванням. Досягнення таких параметрів забезпечується інтеграцією двох машин в єдиний комплекс. Завдяки застосуванню семи ємностей жаровні, температура м'ятки на вході у шнековий прес досягає приблизно 90 °С, а її вологість варіюється в межах 7 – 9 %.

Продуктивність даного агрегату повністю відповідає швидкості виконання операцій волого-теплової обробки м'ятки та пресування олії, тому саме цей агрегат є оптимальним вибором для проектованої лінії.

3.2.10 Вибір обладнання для проектованої лінії

Після аналізу устаткування, яке забезпечує виконання всіх технологічних операцій, зважаючи на задану інтенсивність процесу, для спроектованої лінії обираємо наступне обладнання (таблиця 3.5):

Таблиця 3.5 – Технологічне обладнання прийняте для проектованої лінії

Операція	Марка машини	Продуктивність, т/год	Інтенсивність , т/год	Кількість машин
Розвантажування насіння	РС30Ц-13АС	30	-	1
Очищення	ЗСМ-100	100	100	1
Калібрування	Калібрувальна машина	100	100	1
Кондиціонування	Сушарка віброкиплячого шару	50	50	2
Обрушування	Насіннерушка	10	2×20, 2×10	6
Розділення рушанки	Насіннесійка	50	50	2
Подрібнення ядра	Б6-МВА	10	20	2
Зволоження	РЗ-МОА	25	25	-
Прожарювання	РЗ-МОА	25	25	-
Відтискання олії	РЗ-МОА	25	25	1

3.3 Компонування обладнання і визначення розмірів виробничих приміщень

Підбір основного технологічного обладнання здійснюємо, спираючись на обрану технологічну лінію, враховуючи обсяг перероблюваної сировини за зміну (200 тонн) та згідно з графіком технологічного процесу виготовлення соняшникової олії.

У проектованому цеху передбачається застосування найпередовішого та сучасного обладнання, що дає можливість максимально автоматизувати

трудомісткі етапи та мінімізувати енерговитрати. Перелік машин та механізмів подано у таблиці 3.5 з детальним описом їхніх параметрів.

Під час планування та розташування обладнання для машин та механізмів керуються вимогами технологічного потоку та поверховістю цеху. На одному рівні, як правило, монтують машини, що здійснюють подібні операції. При облаштуванні цеху передбачаються проходи вздовж та впоперек. Ширина між верстатним устаткуванням повинна бути не менше 1 метра, а між окремими одиницями обладнання – не менше 0,8 метра. Нерухомі частини агрегатів можуть знаходитись на відстані 0,25 метра від стін або колон.

При розташуванні баків, бункерів та силосів планується обладнання верхніх люків з запобіжними решітками та кришками, які замикаються. Розстановка машин враховує монтаж захисних кожухів.

Приміщення споруди цеху слід облаштувати з огляду на технологічні вимоги, зокрема:

- відсутність важкодоступних кутів;
- відсутність виступів.

Технологічні вимоги передбачають обробку поверхонь стін і стель, а також організацію потрібного освітлення та забезпечення з'єднання між поверхами.

Кількість поверхів споруди, кількість прольотів у поперечному розрізі визначають згідно з усталеними уніфікованими нормами. Типові розміри прольотів мають бути кратними трьом. Тип будівлі, що є найекономічнішим з огляду на конструкцію, обирають, керуючись затвердженою технологічною схемою та класифікацією будівель. Приміщення, де виробничий процес супроводжується виділенням пилу, належить зараховувати до категорії пожежо- та вибухонебезпечних цехів – «Б». У нашому випадку, до цієї категорії зараховують приміщення приймання та очищення сировини, а також приміщення підготовки насіння до відтискання олії. Зважаючи на те, що більшість запланованого цеху відповідає категорії «Б», у випадку спільної або суцільної забудови, цю категорію приписують усій будівлі цеху.

Склад готової продукції та інші класифікуємо як категорію – «В». Відповідно до визначених категорій, підбираємо відповідні конструкції перекриттів та стін, розміри віконних прорізів.

Ступінь вогнестійкості споруди визначаємо вогнестійкістю її окремих елементів і приймаємо III. Відповідно до цього, ступінь довговічності складатиме II, а термін служби – від 50 до 100 років.

Міжповерхові перекриття розраховуються, виходячи з корисного навантаження, враховуючи обладнання та резервуари, із застосуванням коефіцієнта динамічності – 1,3. Стандартне навантаження перекриття варіюється в межах 400 – 500 кг/м², на балці – 900 – 1000 кг/пог. метр.

Покриття залів має бути монолітне, із залізобетону. Дерев'яні конструкції передбачено виключно для лабораторних приміщень та гардеробів.

Стіни споруджуватимуться за каркасною технологією, відповідно до обраного архітектурного рішення.

Розміри вікон визначаються, орієнтуючись на площу підлоги конкретної кімнати, враховуючи поверх, де вона розташована, та загальну прийняту площу вікон. Важливо, щоб їхні габарити були кратні – 500 мм.

Розміри дверних прорізів та проїздів визначаються як найбільш практичні для забезпечення технологічного процесу. Від 0,8 метра та більше, з кратністю у 200 мм.

Сходи розміщуються там, де забезпечується найзручніше сполучення між поверхами. Розміри сходинок, взяті в сукупності (висота та ширина), мають знаходитися в межах 43,7 – 45,5 см.

Відповідно, кут скату має знаходитися в межах від 26,5 до 33,50 градусів. Якщо мова йде про кратність прольотів, яка дорівнює 3, відстані між колонами допускаються 6х6; 6х9.

Площа двоповерхових будівель обчислюється за найбільшою площею одного з поверхів.

Орієнтовна площа виробничого майданчика складатиме:

$$F_{\text{в.н.}} = k \cdot \sum f_{\text{об}} \quad (3.24)$$

де k – коефіцієнт запасу площі, залежно від характеру виробництва, наявності ТЗ, габаритних розмірів технологічного обладнання, кількості працівників. Приймаємо для нашого цеху з великогабаритним обладнанням (площа $> 1\text{ м}^2$) $k = 4 - 5$.

$\sum f_{\text{об}}$ – сумарна площа, яку займають машини та обладнання, м^2 .

$$\sum f_{\text{об1}} = f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n = 266,26 \text{ м}^2 \quad (3.25)$$

$$\sum f_{\text{об2}} = f'_1 + f'_2 + f'_3 + \dots + f'_n = 241,78 \text{ м}^2 \quad (3.26)$$

Оскільки загальна площа обладнання на першому поверсі перевищує загальну площу обладнання на другому поверсі, за основу подальших обчислень приймаємо значення

Загальну площу виробничого приміщення визначаємо за формулою:

$$F_{\text{з.н.}} = F_{\text{в.н.}} + F_{\text{д.н.}} \quad (3.27)$$

де $F_{\text{з.н.}}$ – загальна площа цеху, м^2 ;

$F_{\text{в.н.}}$ – площа виробничого приміщення, м^2 ;

$F_{\text{д.н.}}$ – площа допоміжних приміщень, м^2 .

$$F_{\text{д.н.}} = F_I + F_{II} + F_{III} + \dots + F_n = 270 \text{ м}^2 \quad (3.28)$$

$$F_{\text{в.н.}} = 266,26 \cdot 4 = 1065,04 \text{ м}^2 \quad (3.29)$$

Отже, оберемо найбільш відповідне значення $F_{3n}=1350 \text{ м}^2$, враховуючи наступні габарити: 45000×30000 виробничого цеху.

Планування виробничого приміщення цеху приведено на рисунку 3.15.

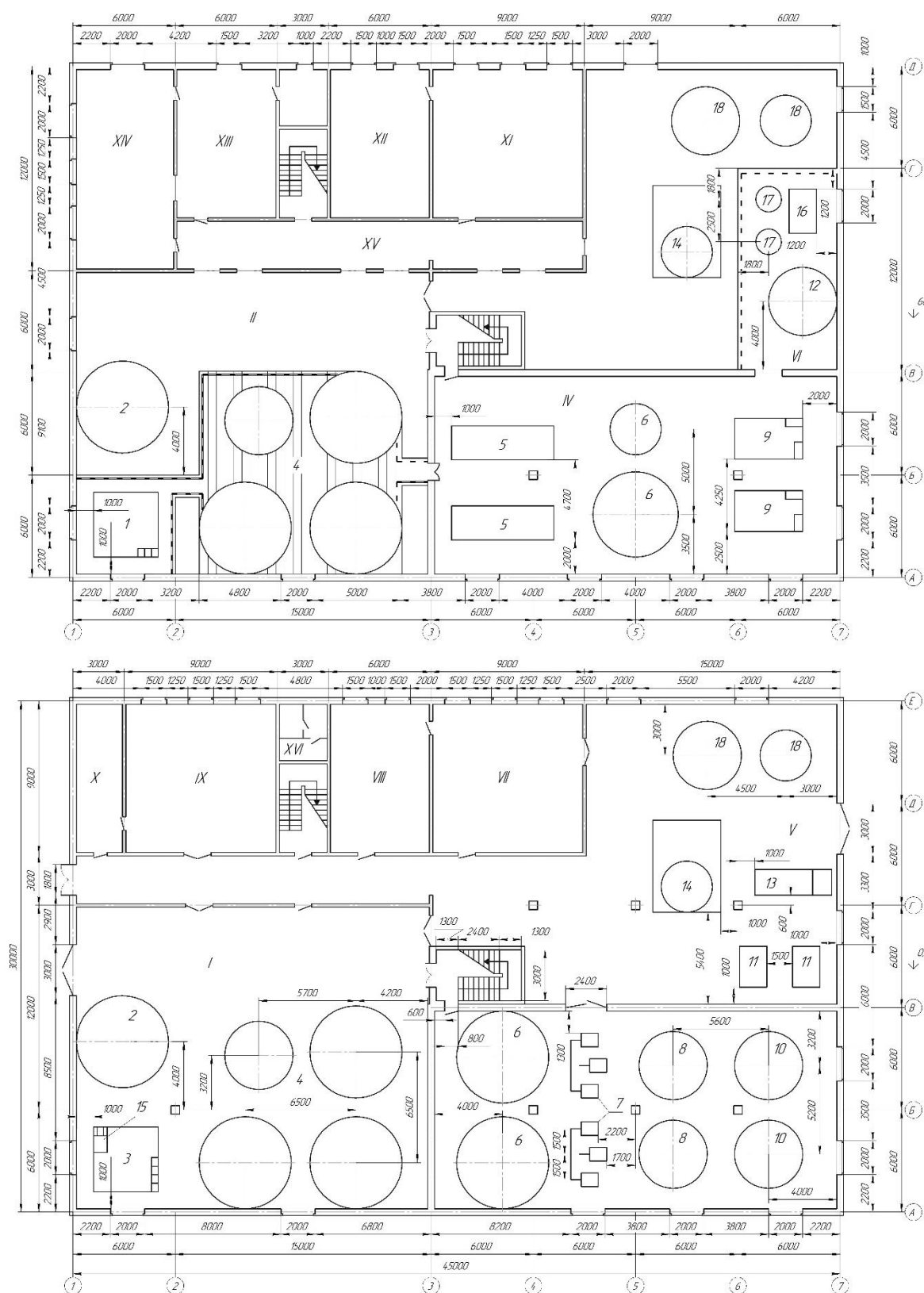


Рисунок 3.15 – Планування виробничого приміщення цеху з виробництва олії

Експлікація приміщень цеху з виробництва соняшникової олії представлена у демонстраційній частині роботи

3.4 Розробка генерального плану

Перед тим як приступити до розробки генерального плану, здійснюють топографічне дослідження ділянки. Вивчають рельєф місцевості, з'ясовують характер ґрунтів, визначають рівень підземних вод та враховують напрямки вітрів.

Під час проектування головного цеху необхідно врахувати наступне:

- Наявність та перспектива облаштування шляхів взаємодії з комплексними господарськими підрозділами, а також пунктами матеріально-технічного постачання та збуту виробленої продукції;
- Здатність цеху з переробки соняшникового насіння на олію до стабільного забезпечення якісною водою, електрикою, газом, а також достатня стійкість ґрунту для спорудження необхідних будівель;
- Рівень ґрунтових вод має бути на глибині не менше 2 – 3 метрів від поверхні землі.

Вибір земельної ділянки для зведення споруди передбачає її відповідність вимогам. Вона повинна бути або пласкою, або мати схил в межах 1,5-3%, забезпечуючи стік атмосферних опадів з підприємства. Доцільно, аби ділянка розташовувалась на підвищенні рельєфу.

Головним елементом генерального плану є виробнича споруда, а саме виробничий цех. Це критично важливо для розумної організації технологічних процесів, результативного використання засобів автоматизації, а також для мінімізації відстаней переміщень.

Виробничі споруди розташовані щільно, у чіткій послідовності, що дозволяє звести до мінімуму витрати на водопостачання, водовідведення, енергію та транспортування. Це зроблено з урахуванням недопущення перетину шляхів переміщення готової продукції та відходів.

Адміністративний корпус розміщуємо біля центрального входу та виробничого цеху, а склад сировини з іншого боку цеху.

Всі інші будівлі та побутові споруди розташовуємо по периметру підприємства, яке огорожено парканом.

Допоміжні приміщення розташовуємо у виробничому цеху. Вони об'єднанні в блоки, які знаходяться на першому і другому поверхах.

Протипожежні розриви між двома будівлями, спорудами залежать від вогнестійкості конструкції цеха. Найбільш небезпечною категорією виробництва є та, при якій іде блокування споруд з різного матеріалу забудови.

Озеленення території являється важливим елементом благоустрою, що забезпечує необхідну чистоту повітря, захист будівель від вітру, пилу, диму. Тому обсаджуємо територію підприємства деревами, а в середині підприємства засаджуємо газоном та декоративними кущами.

3.4.1 Вибір і обґрунтування розмірів будинків і споруджень допоміжних виробництв

Вибір будинків і споруджень допоміжних виробництв ведеться по застосуванню принципів зонування і розділу.

Передзаводська зона – адміністративно-побутовий корпус, прохідна, головний в'їзд і виїзд.

Виробнича зона або зона головного призначення - виробничий корпус, спорудження енергетичних устроїв і компресорних машин.

Підсобно-виробнича зона допоміжний корпус, надземні і підземні складські помешкання.

Транспортна зона – гаражі, ремонтні майстерні для машин, відкриті площадки для мийки і стоянки машин.

Зона енергетичних споруджень – котельна, артезіанські свердловини, підземні резервуари для свіжої і повторно використовуваної води для пожежегасіння, газ, мазутохранилище, склади для дров. Самі енергетичні спорудження бажано наблизити до джерел палива, води і складів сировини.

Санітарно-побутова зона повинна бути наближена до головного потоку робітників від прохідних пунктів до головних цехів і знаходиться на шляху прямування робітників до своїх місць.

Розміри потрібних нам будинків вибираємо виходячи з економічної точки зору.

3.4.2 Визначення площі, компонування й обґрунтування геометричних розмірів території підприємства

Компонування генерального плану проектного підприємства починаємо з розміщення будинків і споруджень на будівельному майданчику по розі вітрів.

Для підприємства, що проектується, обрані такі будинки і спорудження: виробничий будинок (1375 м^2); адміністративний будинок (42 м^2); КПП ($10,5 \text{ м}^2$); майданчики для огляду автотранспорту ($12,5 \text{ м}^2$); площадка для відпочинку (45 м^2); прийомок для відходів (4 м^2); ділянка попереднього очищення каналізаційних вод ($16,25 \text{ м}^2$); компресорна ($7,5 \text{ м}^2$); майданчик для сміттєзбиральника ($4,5 \text{ м}^2$); площадка для зберігання у лузги ($19,5 \text{ м}^2$); гараж (24 м^2); цех брикетування лузги (6 м^2); майданчик короткочасного зберігання насіння ($31,5 \text{ м}^2$).

Виробниче помешкання й адміністративний будинок розміщуємо в центрі будівельного майданчика, а цех брикетування лузги, прийомок для відходів й очисні спорудження розміщуємо таким чином, щоб вітер відносив усі їхні запахи і випари за межі території проектного підприємства.

Після того, як усі будинки і спорудження розміщені на території підприємства з урахуванням усіх технологічних проходів, проїздів, а також з урахуванням озеленення території, визначаємо геометричні розміри території підприємства:

- довжина території $a = 45000 \text{ мм}$;
- ширина – $b = 32500 \text{ мм}$.

Потім визначаємо площу території підприємства:

$$F_{III} = a \cdot b \quad (3.30)$$

$$F_{III} = 45 \cdot 32,5 = 1462,5 \text{ м}^2$$

3.4.3 Визначення головних показників проектного підприємства

До головних показників проектного підприємства відносяться: коефіцієнт забудови, коефіцієнт озеленення території, коефіцієнт використання території.

Щоб порахувати ці показники потрібні такі дані: площа ділянки 1462,5 м²; площа забудови території 584,75 м²; площа асфальтобетонного покриття – 444,5 м²; площа озеленення – 427,2 м²; протяжність огорожень – 145 пог.м.

Тоді:

$$K_{застр} = \frac{F_{застр}}{F_{III}} \cdot 100\% . \quad (3.31)$$

$$K_{застр} = \frac{584,75}{1462,5} \cdot 100\% = 38\% .$$

$$K_{оз} = \frac{F_{оз}}{F_{III}} . \quad (3.32)$$

$$K_{оз} = \frac{427,2}{1462,5} = 0,26 .$$

$$K_{вир.т.} = \frac{F_{застр} + F_{асф}}{F_{III}} . \quad (3.33)$$

$$K_{\text{вир.т.}} = \frac{584,75 + 444,5}{1462,5} = 0,7.$$

Схема генерального плану виробничої території представлена у демонстраційній частині роботи

Висновки за розділом

Визначено масовий баланс компонентів насіннєвої суміші, що забезпечує точне планування всіх стадій виробництва соняшникової олії.

Розрахунки підтвердили раціональність обраної технологічної схеми, що дозволяє ефективно переробляти сировину із заданими виробничими обсягами.

Встановлено, що при щоденному надходженні 186,5 тонн насіння соняшнику на підприємство, забезпечується стабільний добовий вихід олії в обсязі 41400 літрів, що свідчить про високу продуктивність проєктованої лінії.

У процесі розробки технологічної лінії було проаналізовано кожний етап переробки насіння соняшнику, що дозволило обґрунтувати вибір відповідного обладнання для всіх ключових операцій – від розвантажування до пресування олії.

Для забезпечення безперервного та ефективного виробничого процесу підібрано обладнання з урахуванням продуктивності, сумісності з іншими машинами та енергоспоживання.

Комплекс обладнання охоплює:

- машини для розвантажування, зважування та транспортування насіння;
- агрегати для очищення, сушіння, обрешування та сепарації рушанки;
- установки для подрібнення ядра та вологотеплового обробітку мезги;
- пресове обладнання для відтискання олії.

Систематизовано остаточний перелік рекомендованого обладнання, що відповідає технологічним вимогам, економічній доцільності та можливостям впровадження на рівні фермерського господарства.

Визначено доцільну площу виробничого цеху – 1350 м², з раціональними габаритами 45×30 м, що забезпечує зручне компонування машин, оптимальні умови для обслуговування та транспортування сировини і продуктів переробки.

В процесі розробки генерального плану підприємства враховано функціональну зональність території, що передбачає наявність усіх необхідних будівель і споруд:

- виробничий корпус, адміністративні та допоміжні приміщення;
- зони відпочинку, технічного обслуговування та зберігання сировини і відходів.

Загальна площа ділянки складає 1462,5 м², з яких 584,75 м² займає забудова, 444,5 м² – покриття (дороги, майданчики), 427,2 м² – озеленення. Це свідчить про раціональний баланс між забудовою, інфраструктурою і природним середовищем.

4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР

Система аналізу небезпек та критичних контрольних точок (НАССР) є дієвим інструментом для забезпечення безпеки їжі для споживачів, зосереджуючись на виявленні, оцінці та управлінні небезпечними факторами, що можуть вплинути на безпечність продуктів харчування [15]. Ця система гарантує безпеку продукції на всіх стадіях харчового ланцюга та визначає вирішальні моменти, здатні вплинути на кінцевий продукт. Шкідливі фактори мінімізуються, а весь процес виробництва знаходиться під контролем.

Система НАССР в українському харчовому виробництві забезпечує безпеку продуктів на кожному кроці харчового ланцюга. Це стосується всього процесу, починаючи з вирощування сировини та збору врожаю, і закінчуючи споживанням готової продукції.

Застосування засад НАССР спрямоване на зосередження зусиль на етапах технологічного потоку та умовах виробництва, що мають вирішальне значення для гарантування безпеки харчів. Це сприяє підтриманню стабільної якості виробленої продукції, нарощуванню обсягів продажів та засвідчує готовність компанії до постійного випуску безпечних харчових продуктів.

Ключові положення та вимоги системи аналізу небезпек і критичних контрольних точок (НАССР) регламентовані низкою міжнародних нормативних документів, зокрема:

- ISO 22000 (Системи менеджменту безпеки харчових продуктів)
- IFS Food (Міжнародні стандарти якості для харчової промисловості)
- BRC Global Standard (Британські стандарти безпеки харчових продуктів)

Додаткові рекомендації щодо застосування НАССР містяться у Міжнародному кодексі практики з загальних принципів харчової гігієни (Codex Alimentarius), що є довідковим документом для харчових підприємств [14].

Система НАССР спрямована на небезпеки, які включають пов'язані з харчовими продуктами речовини, фактори та умови, які можуть спричинити захворювання, травми або смерть.

Біологічні небезпечні чинники охоплюють мікроорганізми, як-от бактерії, віруси, паразити та пліснява, котрі неможливо передбачити у виробництві. Прикладами є патогенні мікроорганізми, що можуть бути наявні після процесу пастеризації.

Хімічні небезпеки охоплюють речовини та молекули, що природно трапляються у рослинах та тваринах, речовини, навмисно додані під час вирощування та обробки продуктів харчування, речовини, що ненароком потрапили в організм, а також сполуки, що впливають на імунну систему людини [14].

Детальне дослідження технологічного ланцюга виробництва нерафінованої олії дозволило ідентифікувати ряд потенційно небезпечних факторів, що виникають на різних стадіях виробничого процесу. Повний перелік виявлених технологічних ризиків з відповідними характеристиками представлений у табличній формі (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Можливі чинники небезпек, які можуть виникати під час виробництва соняшникової олії

Технологічна операція	Чинник небезпеки	Заходи для контролю
Приймання та зберігання насіння соняшника	Забруднення відходами життєдіяльності шкідників	Контроль сировини у лабораторних умовах
Первинне очищення насіння соняшника	Недостатнє відділення домішок	Дотримання вимог гігієни та санітарії
Отримання олії з насіння соняшника	Утворення продуктів окислення та розпаду олії	Контроль тиску, температури та часу
Фільтрація олії	Залишки твердих часток	Перевірка ефективності фільтрів та їх правильна заміна
Пакування готового продукту	Феродомішки	Дотримання температурних умов, освітлення

На підставі даних з таблиці 4.1 було визначено ключові контрольні пункти виготовлення олії соняшникової нерафінованої із використанням «дерева рішень» згідно 2-го засади системи НАССР. Результати подано в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Критичні точки контролю під час виробництва соняшникової олії

Технологічна операція	Питання 1	Питання 2	Питання 3	Питання 4	Чи є ККТ?
Приймання та зберігання насіння соняшника	Так	Так	-	-	Так
Первинне очищення насіння соняшника	Так	Ні	Ні	Ні	Ні
Отримання олії з насіння соняшника	Так	Ні	Ні	Ні	Ні
Фільтрація олії	Так	Ні	Ні	Ні	Ні
Пакування готового продукту	Так	Так	-	-	Так

Наступним етапом потрібно визначити критичні межі для критичних контрольних точок виробництва соняшникової олії згідно з 3-м принципом системи НАССР (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3 – Специфікація критичних меж для критичних точок контролю

Критичні контрольні точки (ККТ)	Потенційні ризики			Характеристики небезпечних чинників	Граничне значення ККТ
	Біологічні	Хімічні	Фізичні		
1	2	3	4	5	6
Приймання та зберігання насіння соняшника	+	-	-	Екскременти комах, гризунів	Не допустимо
Пакування готового продукту	-	-	+	Феродомішки	Не допустимо

Висновки за розділом

Згідно з результатами вивчення технологічного процесу виготовлення соняшникової олії було знайдено дві ККТ на стадіях: приймання та зберігання сировини та пакування кінцевої продукції.

Перша ККТ визначається загрозою виявлення відходів життєдіяльності комах та гризунів у насінні соняшнику, яке є головною сировиною для виробництва олії. Запропоновано постійний лабораторний нагляд сировини, що знаходиться на складах.

Друга ККТ має загрозу появи феродомішок в готовому виробі через різні порушення у технологічному процесі роботи машин і устаткування. Запропоновано встановити додаткове обладнання типу магнітних колонок, через яке пропускати готову продукцію задля відбору можливих феродомішок.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва соняшникової олії пресовим методом

Забезпечення безпечних умов праці є невід’ємною складовою ефективною організації виробництва та одним із ключових завдань кожного підприємства, особливо у галузі харчової промисловості, де використовуються енергоємні та потенційно небезпечні технологічні процеси. У контексті виробництва соняшникової олії пресовим методом, що включає роботу з рухомими частинами обладнання, високими температурами, пиловими домішками та гарячими парами, створення карти безпеки праці є не лише доцільним, а й необхідним кроком.

Основна мета карти безпеки праці – ідентифікація, оцінка та попередження потенційних професійних ризиків на всіх етапах технологічного процесу.

Карта безпеки праці є не лише інформаційним інструментом для працівників і керівництва, а й важливим документом для проведення інструктажів, навчання персоналу та внутрішнього контролю за дотриманням норм охорони праці. Її наявність сприяє формуванню безпечного виробничого середовища, мінімізує ризики аварійних ситуацій і збоїв у роботі обладнання, що в кінцевому результаті підвищує ефективність та економічну доцільність роботи підприємства.

Усе це свідчить про те, що розробка карти безпеки праці для виробництва соняшникової олії пресовим методом є вкрай доцільною, логічно обґрунтованою та стратегічно необхідною, особливо у контексті впровадження сучасних вимог до безпеки праці в агропромисловому секторі. Приклад цього документу відтворено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Картка безпеки праці під час виробництва соняшникової олії

№	Етап технологічного процесу	Потенційні небезпеки	Засоби захисту та заходи безпеки	Відповідальні особи
1	2	3	4	5
1	Приймання та зберігання насіння	Пил, слизькі поверхні. Падіння з висоти	Систематичне прибирання. Пилоподавлення. Використання ЗІЗ (маски, рукавички, спецвзуття)	Майстер зміни, оператор складу
2	Первинне очищення насіння	Вдихання пилу. Ураження механізмами	Витяжна вентиляція. Захисні кожухи на обладнанні. Інструктажі з безпеки	Оператор лінії, механік
3	Сушіння насіння	Висока температура. Ймовірність займання пилу	Термозахист на обладнанні. Автоматичні датчики перегріву. Вогнегасники поблизу	Технік з безпеки, оператор сушарки
4	Обрушування насіння	Травмування руками. Пил	Захисні кожухи. Заборона роботи при відкритих люках. Пиловловлювачі	Майстер дільниці
5	Вологотепловий обробіток м'ятки	Обробка парою. Утворення конденсату (слизько)	Ізоляція паропроводів. Захисні костюми. Спецвзуття з антиковзанням	Інженер з охорони праці
6	Пресування олії	Тиск і температура. Защемлення, обертові вузли	Сигнальні індикатори температури. Блокування пуску при відкритих дверцятах. Постійне спостереження	Оператор пресу

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5
7	Первинне очищення олії	Розлив олії. Підвищена вогненебезпека	Герметичні ємності. Знакування зон підвищеного ризику. Контроль пожежної безпеки	Відповідальний за пожежну безпеку
8	Обслуговування і ремонт	Електротравми. Травмування обслуговуючим персоналом	Відключення обладнання від електромережі. Дотримання правил допуску до робіт	Електрик, механік

5.2 Утилізація відходів під час виробництва соняшникової олії

В процесі виробництва соняшникової олії утворюється низка побічних продуктів та відходів, утилізація яких є важливим аспектом сталого виробництва. Розумне використання побічних фракцій дозволяє не лише зменшити навантаження на довкілля, але й підвищити економічну ефективність підприємства. Основні типи відходів та шляхи їх утилізації подано нижче.

1. Лузга (оболонка насіння).

Характеристика:

- лузга становить до 20 – 25 % від загальної маси насіння;
- має низьку калорійність, але містить клітковину.

Шляхи утилізації:

- спалювання у твердопаливних котлах для забезпечення енергії на підприємстві;
- брикетування для продажу як альтернативне паливо (паливні брикети або гранули);
- використання як підстилка для тварин у сільському господарстві;
- компостування або внесення в ґрунт як покращувач структури (з урахуванням обробки).

2. Жмих (макуха).

Характеристика:

- побічний продукт після пресування олії;
- високий вміст білка (до 30 – 40 %), залишкова олія – до 7 %.

Шляхи утилізації:

- використання як кормова добавка для великої рогатої худоби, свиней і птахів;
- сировина для подальшої екстракції олії (у разі комбінованої технології);
- продається у вигляді гранул або брикетів для агропромислового комплексу.

3. Мильні осади та фосфатиди (при рафінації).

Характеристика:

- утворюються під час очищення сирої олії;
- містять фосфоліпіди, сапоніни та жирні кислоти.

Шляхи утилізації:

- фосфатиди використовуються у харчовій та фармацевтичній промисловості (наприклад, у виробництві лецитину);
- мильні осади можуть бути перероблені у технічні жири, мила або мастила;
- часткове використання в косметичній промисловості (після очищення).

4. Стоки та шлами.

Джерело:

- миття обладнання, первинне очищення, обробка насіння.

Шляхи утилізації:

- очистка через локальні очисні споруди з наступною біологічною або фізико-хімічною фільтрацією;
- виділення органічних залишків з використанням в біогазових установках;

- утворені шлами можуть бути зневоднені та використані як добриво або паливо.

5. Викиди в повітря (пил та запахи).

Шляхи утилізації:

- встановлення пилоуловлювачів, циклонів, фільтрів тонкого очищення;
- застосування біофільтрів для усунення органічних запахів;
- підтримка герметичності ліній та вентиляційних систем.

Таблиця 5.2 – Основні відходи та варіанти їх утилізації

Відхід/побічний продукт	Об'єм (на 1 т насіння)	Спосіб утилізації	Додаткова вигода
Лузга	180 – 250 кг	Спалювання, брикетування, компост	Тепло, продаж
Жмих	350 – 420 кг	Корм, вторинна переробка	Корм для тварин
Мильні осади	2 – 3 кг	Виробництво мила, технічного жиру	Переробка
Фосфатиди	3 – 5 кг	Отримання лецитину	Харчові добавки
Стоки	50 – 70 л	Фільтрація, біогаз	Енергія, чиста вода
Пил, запахи	—	Пилоуловлювачі, біофільтри	Екологічна безпека

Пропозиції:

- раціональна система утилізації відходів дозволяє зменшити екологічне навантаження та одночасно підвищити економічну ефективність підприємства;
- значна частина відходів має комерційний потенціал (наприклад, жмих, лузга, фосфатиди);
- впровадження замкнутого циклу виробництва сприяє переходу до екологічно сталих технологій у фермерських господарствах.

Висновки за розділом

У процесі розробки карти безпеки праці було визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для кожного етапу технологічного процесу. Запропоновано відповідні заходи з охорони праці, включаючи використання засобів індивідуального захисту, вимоги до вентиляції, заземлення обладнання, дотримання пожежної безпеки та режимів роботи. Впровадження карти безпеки дозволяє зменшити ризики для працівників, покращити умови праці та запобігти виробничому травматизму.

Проведено аналіз видів відходів, які утворюються в результаті переробки соняшникового насіння (лузга, жмих, відпрацьована олія, пил тощо). Запропоновано ефективні шляхи їх утилізації та повторного використання: жмих – як кормова добавка для тварин, лузга – як сировина для брикетування або виробництва палива, пил – за допомогою систем аспірації. Також передбачено заходи з очищення стічних вод та утилізації осаду. Усе це сприяє екологічній безпеці виробництва та підвищенню його економічної ефективності.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Для оцінки проекту розраховуємо та порівнюємо наступні показники: капітальні вкладення (основні та додаткові), виробничі затрати по переробці сировини, річний економічний ефект і строк окупності додаткових капітальних вкладень.

Для підрахунків цих даних скористаємося вихідними параметрами цеху з виробництва соняшникової олії, які представлені у табл. 6.1

Таблиця 6.1 – Показники проектного цеху

Показники	Значення показників
Об'єм перероблюваної продукції, т/рік	50000
Виробнича площа цеху, м ²	1350
Кількість основних працюючих, чол.	14
Загальні затрати праці за рік, люд-год.	20800

Вартість основних виробничих фондів цеху з виробництва соняшникової олії складе:

$$C_o = C_{б\gamma\delta} + C_{об} + C_n, \quad (6.1)$$

де $C_{б\gamma\delta}$, $C_{об}$ – відповідно вартість виробничої будівлі та встановленого обладнання;

C_n – вартість приладів, пристроїв, інструменту, інвентарю, штучна ціна яких більша 1700 грн. та строк служби яких не менше 1 року.

Вартість виробничої будівлі визначаємо за формулою:

$$C_{б\gamma\delta} = C'_{б\gamma\delta} \cdot F, \quad (6.2)$$

де $C'_{\text{б\ddot{y}\text{д}}} = 8296,7 \text{ грн/м}^2$ – середня вартість будівельно-монтажних робіт, віднесена до 1 м^2 виробничої площі цеху з виробництва олії;

$F = 1350 \text{ м}^2$ – виробнича площа.

Звідси,

$$C_{\text{б\ddot{y}\text{д}}} = 8296,7 \cdot 1350 = 11200545 \text{ грн.}$$

Вартість встановленого обладнання визначаємо за формулою:

$$C_{\text{об}} = C'_{\text{об}} \cdot F, \quad (6.3)$$

де $C'_{\text{об}} = 18965,5 \text{ грн/м}^2$ – вартість встановленого обладнання.

Отже, маємо

$$C_{\text{об}} = 18965 \cdot 1350 = 22602750 \text{ грн.},$$

Вартість приладів, інструментів та інвентарю розраховуємо за формулою:

$$C_n = C'_n \cdot F, \quad (6.4)$$

де $C'_n = 1700 \text{ грн/м}^2$ – середня вартість приладів, інструментів та інвентарю, віднесена до 1 м^2 площі цеху.

Звідси,

$$C_n = 1700 \cdot 1350 = 2295000 \text{ грн.}$$

Розраховані значення підставляємо у формулу 5.1.

$$C_o = 11200545 + 22602750 + 2295000 = 36098295 \text{ грн.}$$

Розрахуємо річний фонд заробітної плати працюючих.

Повний річний фонд на заробітну плату виробничих робітників визначаємо за формулою:

$$C_{np.n} = C_{np} + C_{доd} + C_{нач}, \quad (6.5)$$

де C_{np} – основна заробітна плата виробничих робітників, грн.;

$C_{доd}$ – додаткова заробітна плата робітників, грн.;

$C_{соц}$ – додаткові начислення до заробітної плати, грн.

Основна заробітна плата виробничих робітників визначається за формулою:

$$C_{np} = C_n \cdot K_t, \quad (6.6)$$

де C_n – денна ставка робітника, нарахована по V розряду, приймаємо $C_n=18,18$ грн/год;

K_t – річні затрати праці.

Звідси,

$$C_{np} = 18,18 \cdot 20800 = 378144 \text{ грн.}$$

Додаткову заробітну плату виробничих робітників визначаємо за формулою:

$$C_{доd} = 0,12 \cdot C_{np} = 0,12 \cdot 378144 = 45377,28 \text{ грн.}, \quad (6.7)$$

Додаткові начислення до заробітної плати робітників визначаємо за формулою:

$$C_{нач} = 0,3719 \cdot (C_{np} + C_{доd}) = 0,3719 \cdot (378144 + 45377,28) = 395019,81 \text{ грн.} \quad (6.8)$$

Отже повний річний фонд на заробітну плату складає:

$$C_{np.n} = 378144 + 45377,28 + 395019,81 = 818541,09 \text{ грн.}$$

Розрахуємо амортизаційні відрахування на приміщенню та обладнанню.

Амортизаційні відрахування на обладнанню визначаємо за формулою:

$$A_{Bo6} = 0,15 \cdot C_{o6} = 0,15 \cdot 22602750 = 3390412,5 \text{ грн.} \quad (6.9)$$

Амортизаційні відрахування на приміщення розраховуємо аналогічно за формулою:

$$A_{Bprim} = 0,047 \cdot C_{6yd} = 0,047 \cdot 11200545 = 526421,34 \text{ грн.} \quad (6.10)$$

Розрахуємо затрати на ТР і ТО приміщення і обладнання. Затрати на ТО і ТР розраховуються за формулою:

$$TO = 0,08 \cdot C_o = 0,08 \cdot 36098295 = 2887863,6 \text{ грн} \quad (6.11)$$

Цехові затрати складають 3 % від попередньо підрахованих затрат. Отже цехові затрати складуть:

$$U_z = 0,03 \cdot (C_{np.n} + A_{Bo6} + A_{Bprim} + TO) \quad (6.16)$$

Підставивши чисельні дані в формулу, маємо

$$U_z = 0,03 \cdot (818541,09 + 3390412,5 + 526421,34 + 2887863,6) = 228424,15 \text{ грн.}$$

Загальна сума виробничих затрат складе:

$$BЗ = C_{np.n} + A_{Bo6} + A_{Bnpum} + TO + Ц_з, \quad (6.17)$$

Отже,

$$BЗ = 818541,09 + 3390412,5 + 526421,34 + 2878763,6 + 228424,15 = 7842562,68 \text{ грн.}$$

Загальна сума виробничих затрат на 1 т. сировини складе:

$$C = \frac{BЗ}{B_{np}} \quad (6.18)$$

Звідси

$$C = \frac{7842562,68}{50000} = 156,84 \text{ грн.}$$

де B_{np} – об'єм перероблюваної продукції за рік.

Об'єм капіталовкладень на 1 т. сировини складе:

$$K = \frac{C_o}{B_{np}}, \quad (6.19)$$

Маємо

$$K = \frac{36098295}{50000} = 721,96 \text{ грн.}$$

Підрахуємо приведені затрати на 1 т сировини за формулою:

$$З = C + 0,15 \cdot K, \quad (6.20)$$

Звідси

$$З = 156,84 + 0,15 \cdot 721,96 = 256,13 \text{ грн.}$$

Так як ціна переробки 1 кг сировини на підприємстві рівна $Ц_{пер} = 276$ грн/кг, то щоб переробити всю сировину потрібно:

$$CT = Ц_{пер} \cdot B_{пр}, \quad (6.21)$$

Маємо,

$$CT = 276 \cdot 50000 = 13800000 \text{ грн.}$$

Економічний ефект за рік складає:

$$E_e = CT - BЗ, \quad (6.22)$$

Звідси

$$E_e = 13800000 - 7842562,68 = 5987437,32 \text{ грн.}$$

Виходячи із вище сказаного строк окупності капітальних затрат складе:

$$O_k = \frac{C_o}{E_e} = \frac{36098295}{5987437,32} = 6,1 \text{ роки} \quad (6.23)$$

Всі результати підрахунків занесемо до табл. 5.2.

Таблиця 6.2 – Економічна ефективність проекту по будівництву цеха з виробництва олії

№ п/п	Показники	Значення показників
1.	Об'єм капіталовкладень в будівництво і обладнання, грн.	36098295
2.	Вид роботи в цеху	Переробка
3.	Об'єм перероблюваної продукції, т/рік	50000
4.	Виробнича площа цеха, м ²	1350
5.	Кількість основних робочих, люд.	14
6.	Загальні затрати праці по переробці сировини, люд-год.	20800
7.	Всього виробничих затрат, грн.. - заробітна плата з нарахуваннями - амортизаційні відрахування на приміщення - амортизаційні відрахування на обладнання - затрати на ТР та ТО приміщення та обладнання - цехові затрати	7842562,68 818541,09 526421,34 3390412,5 2887863,6 228424,15
8.	Виробничі затрати в розрахунку на 1 т. сировини, грн.	156,84
9.	Капітальні вкладення на 1 т. сировини, грн.	721,96
10.	Приведені затрати на 1 т. сировини, грн.	266,13
11.	Вартість переробки сировини, грн.	13800000
12.	Економічний ефект за рік, грн.	5987437,32
13.	Строк окупності капітальних вкладень, років	6,1

Висновки за розділом

В даному розділі дипломної роботи були проведені розрахунки економічних показників цеху з виробництва соняшникової олії. З таблиці 6.2 видно, що загальні виробничі витрати при переробці насіння соняшника склали 7842562,68 грн., вартість переробки сировини – 13800000 грн., при цьому економічний ефект та строк окупності склали 5987437,32 грн. та 6,1 років відповідно.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що механічний спосіб виробництва соняшникової олії є оптимальним для фермерських господарств, оскільки передбачає менші капіталовкладення, простоту обслуговування обладнання та екологічну безпеку.

Технологічна схема включає чотири основні етапи:

- приймання і зберігання сировини;
- очищення та луцення насіння;
- подрібнення, вологотеплова обробка і отримання мезги;
- пресування та первинне очищення олії.

Розроблено блок-схему та технологічну схему процесу (рис. 2.1–2.3), які наочно демонструють послідовність операцій та взаємозв'язок між основними етапами виробництва.

Визначено масовий баланс компонентів насіннєвої суміші, що забезпечує точне планування всіх стадій виробництва соняшникової олії.

Розрахунки підтвердили раціональність обраної технологічної схеми, що дозволяє ефективно переробляти сировину із заданими виробничими обсягами.

Встановлено, що при щоденному надходженні 186,5 тонн насіння соняшнику на підприємство, забезпечується стабільний добовий вихід олії в обсязі 41400 літрів, що свідчить про високу продуктивність проєктованої лінії.

Для забезпечення безперервного та ефективного виробничого процесу підібрано обладнання з урахуванням продуктивності, сумісності з іншими машинами та енергоспоживання.

Комплекс обладнання охоплює:

- машини для розвантажування, зважування та транспортування насіння;
- агрегати для очищення, сушіння, обрушування та сепарації рушанки;
- установки для подрібнення ядра та вологотеплової обробки мезги;
- пресове обладнання для відтискання олії.

Систематизовано остаточний перелік рекомендованого обладнання, що відповідає технологічним вимогам, економічній доцільності та можливостям впровадження на рівні фермерського господарства.

Визначено доцільну площу виробничого цеху – 1350 м², з раціональними габаритами 45×30 м, що забезпечує зручне компонування машин, оптимальні умови для обслуговування та транспортування сировини і продуктів переробки.

В процесі розробки генерального плану підприємства враховано функціональну зональність території, що передбачає наявність усіх необхідних будівель і споруд.

Загальна площа ділянки складає 1462,5 м², з яких 584,75 м² займає забудова, 444,5 м² – покриття (дороги, майданчики), 427,2 м² – озеленення. Це свідчить про раціональний баланс між забудовою, інфраструктурою і природним середовищем.

Проведені розрахунки економічних показників цеху з виробництва соняшникової олії. Загальні виробничі витрати при переробці насіння соняшника склали 7842562,68 грн., вартість переробки сировини – 13800000 грн., при цьому економічний ефект та строк окупності склали 5987437,32 грн. та 6,1 років відповідно.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Сайт компанії «Bunge». Електронний ресурс. – URL: <https://www.bunge.com/>
2. Сайт «Latifundist». Електронний ресурс. – URL: <https://latifundist.com/kompanii/259-bunge-ukraina>
3. Дацишин О.В. Механізація переробки і зберігання плодоовочевої продукції / О.В. Дацишин, О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик. Київ.: Мета, 2003 476.
4. Karaali A. The effects of refining on the chemical composition of Turkish sunflower seed oil //Fette, Seifen, Anstrichmittel. 1985. Т. 87. №. 3. С. 112-117.
5. ДСТУ 7011:2009 Соняшник. Технічні умови. К. Київський інститут хлібопродуктів. 2009. 12 с.
6. Robertson J. A., Chapman G. W., Wilson R. L. Relation of days after flowering to chemical composition and physiological maturity of sunflower seed //Journal of the American Oil Chemists' Society. 1978. Т. 55. №. 2. С. 266-269.
7. Покопцева Л. А. Вплив вологості насіння соняшника на втрати його маси в період зберігання //Вісник Уманського національного університету. 2010. С. 116 - 122.
8. Rosa P. M. et al. Chemical composition of brazilian sunflower varieties/composición química de las variedades de girasol brasileñas/composition chimique de sortes de tournesol brésiliennes //Helia. 2009. Т. 32. №. 50. С. 145-156.
9. Коваленко А. М., Таран В. Г., Коваленко О. А. Вирощування соняшнику в сівозмінах в умовах Степу //АМ Коваленко, ВГ Таран, ОА Коваленко. 2009. С. 157-161.
10. Литвиненко О.А. Зміна складу харчового соняшникового шроту під час зберігання / О.А. Литвиненко, А.А. Котелевська // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі [Текст]: Міжнар. наук.-практ. конф., 19 листоп. 2008 р.: у 2-х ч. / редкол.: О.І Черевко [та ін.]. Харків: ХДУХТ, 2008. Ч.1. С. 121-122.

11. Литвиненко О.А. Вдосконалення технології переробки ядра насіння соняшнику / О.А. Литвиненко, Ф.Ф. Гладкий // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я [Текст]: матеріали XVII міжнар. наук.-практ. конф., 20–22 травня 2009 р. Харків: у 2-х ч. – Ч.1 / оргкомітет: Л.Л.Товажнянський (голова). Харків: НТУ «ХПІ», 2009. С. 629.
12. Литвиненко О.А. Нова технологія отримання харчового шроту з безлушпинного ядра насіння соняшнику / О.А. Литвиненко, Ф.Ф. Гладкий, В.О. Бахмач // Програма і матеріали 76-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів [“Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”], 12–13 квітня 2010 р. Київ: у 3-х ч. К.: НУХТ, 2010. Ч. 2. С. 108.
13. Сорокіна С. В., Карпенко З. П., М'ячиков О. В. Дослідження впливу нетрадиційної сировини на якість соняшникової олії під час зберігання //Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2009. №. 1. С. 368-374.
14. Чайківський Т. В. и др. Одержання біопалива із соняшникової олії та етилового спирту //Науковий вісник НЛТУ України. 2009. Т. 19. №. 2. С. 114-117.
15. Невлад В. Ф. Стан та особливості функціонування ринку насіння соняшнику та продуктів його переробки //Проблеми і перспективи розвитку підприємництва. 2017. №. 1. С. 84-89.
16. Дяченко О. В. Актуальні проблеми та перспективи розвитку українського ринку соняшнику та продукції його переробки //Збірник наукових праць Подільського державного аграрнотехнічного університету. 2012. №. 20. С. 138-142.
17. Осейко М. І. Технологія рослинних олій [Текст]: Підручник, К.: Варта, 2006. 280 с.
18. Чумак О.П., Гладкий Ф.Ф. Науково-практичні основи технології жирів. Навчальний посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», вид-во «Курсор», 2015. 185 с.
19. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Технологія жирів» для студентів усіх форм навчання зі спеціальності 7.091705 «Технологія

жирів та жирозамінників». Розділ «Видобування олій та жирів методом пресування та екстракції» / Уклад. О.П. Чумак, Г.К. Зябченкова, П.О. Некрасов. Харків.: НТУ «ХПІ», 2007. 52 с.

20. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: Підручник / О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик та ін. - К.: Вища освіта, 2006. 479 с.

21. Сайт фірми «Crown Iron». Електронний ресурс. – URL: <https://www.crowniron.com/oilseed-extraction/model-iii-extractor/#1514310489144-488c1399-3593>

22. Le Clef, E., & Kemper, T. Sunflower Seed Preparation and Oil Extraction. Sunflower, 2015. P. 187–226. <https://doi.org/10.1016/b978-1-893997-94-3.50014-3>

23. Сайт фірми «Anderson International Corp». Електронний ресурс. – URL: <https://www.andersonintl.com/>.

24. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційні технології та обладнання бродильних виробництв: Навчальний посібник. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2025. 396 с.

25. Kovaliova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Mandych, O., Hontar, T., Haliasnyi, I., Kotliar, O., Yanchyk, O., Bogatov, O. (2023). Development of a technology for the production of germinated flaxseed using plasma-chemically activated aqueous solutions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (11 (124)), 6–19. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284810>

26. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційні методи визначення показників якості зерна: Навчальний посібник. Дніпро: ДДАЕУ, 2023. 325 с.

27. Kovalova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Haliasnyi, I., Gontar, T., Kotliar, O., Gavrish, T., Gill, M., Karatieieva, O. (2023). Determining the effect of plasmochemically activated aqueous solutions on the bioactivation process of sea buckthorn seeds. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (11 (122)), 99–111. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.275548>

28. Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційна технологія дезінфекції технологічного обладнання харчових виробництв. The 5th International scientific

and practical conference “Prospects of modern science and education” (February 07 – 10, 2023) Stockholm, Sweden. International Science Group. 2023. P. 609-612. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.5>

29. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.

30. Ковальова О.С. Перспективи знезараження зернової сировини шляхом використання плазмохімічно активованих розчинів. Ресурсозберігаючі технології легкої, текстильної і харчової промисловості: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції молодих вчених та студентів, 24 листопада 2022 р. Хмельницький: ХНУ, 2022. С.114-116

31. Землеробська механіка. Інноваційні технології харчових виробництв / А.С. Кобець, С.П. Сокол, А.М. Пугач, Ю.О. Чурсінов, О.А. Півоваров, С.Ю. Миколенко, О.С. Ковальова, В.С. Калина, В.С. Кошулько, Д.О. Тимчак, Н.А. Сова, К.А. Худайбердієва. Дніпро: «Свідлер А.Л.». 2022. Том 4. 460 с.

32. Ковальова О.С. Особливості консервування харчової сировини з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів. The 13th International scientific and practical conference “Implementation of modern technologies in science” (December 20 - 23, 2022) Varna, Bulgaria. International Science Group. 2022. С.516-526. <https://doi.org/10.46299/ISG.2022.2.13>

33. Kovalova O., Pivovarov O., & Koshulko, V. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. Food Science and Technology. 2022. 16 (3). P. 61-70. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392>