

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та
екології
Кафедра екології, збалансованого природокористування та захисту
довкілля

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти
бакалавр

на тему: «Оцінка впливу на атмосферне повітря виробничої діяльності олійноекстракційного заводу»

Виконала: здобувачка вищої освіти
за освітньою програмою Екологія
спеціальності 101 Екологія
ступеня вищої освіти бакалавр
групи 101Екол_бд

Беркут Владислава Вікторівна

Керівник: Тараненко Анна Олексіївна,
к.с.-г.н., доцент

Полтава – 2025 року

ЗМІСТ

В

Є

Ф

РОЗДІЛ III ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЇ ТА РОСЛИННИХ
ЖИРІВ (СХЕМА ОДНОКРАТНОГО ФОРПРЕСУВАННЯ –
Д.....

Н

РОЗДІЛ V ОЦІНКА ВПЛИВУ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ ВІД

Т

Д

В

С

П

И

С

О

К

И

В.....

И

К

О

РС

И

С

Т

А

Н

И

У

ВСТУП

Земельні ресурси – надважлива частина довкілля, але не менш важливим є стан атмосферного повітря, особливо в умовах індустріального поступу. Атмосферне повітря відіграє ключову роль у підтриманні екологічної рівноваги, впливаючи на здоров'я людей, біологічне розмаїття та кліматичні зміни [5],[11]. Одним зі значних джерел забруднення повітря є промислові підприємства, серед яких олійно-екстракційні заводи мають вагомий вплив через специфіку виробництва та використання органічної сировини [25].

Виробнича діяльність олійно-екстракційних заводів супроводжується викидами забруднювальних речовин, зокрема дрібнодисперсного пилу, летких органічних сполук, оксидів азоту та вуглецю. Викиди формуються на різних стадіях технологічного процесу – від підготовки сировини до її екстракції та термічної обробки [40]. Забруднення повітря може мати як локальний, так і глобальний вплив, спричиняючи погіршення якості атмосферного повітря, утворення смогів, підвищення кислотності опадів та зміну мікроклімату регіону [25].

Суттєвий вплив на повітряне середовище також мають антропогенні чинники, зокрема неефективне використання очисного обладнання, недотримання екологічних норм або недостатній контроль за викидами [9]. Рациональне використання ресурсів, впровадження сучасних систем очищення газопилового потоку та постійний моніторинг забруднення є потрібними заходами для мінімізації негативного впливу виробництва на атмосферу [11].

Таким чином, оцінка впливу олійно-екстракційного заводу на атмосферне повітря є важливим кроком для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку. Оптимізація технологічних процесів, використання сучасних фільтраційних систем та дотримання екологічних стандартів дозволять зменшити рівень забруднення та сприятимуть збереженню довкілля для прийдешніх поколінь [40].

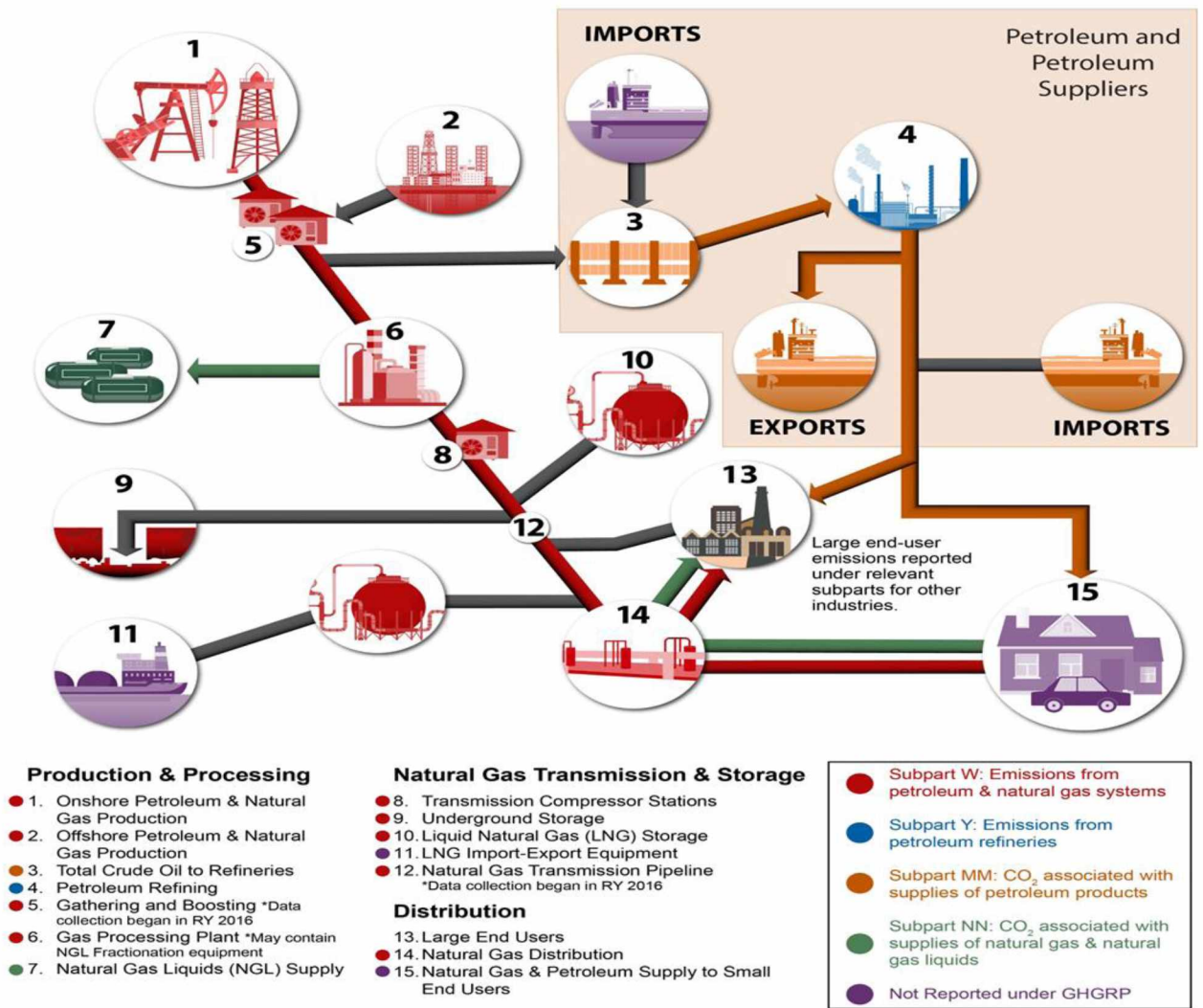


Рис.1. Технологічна схема з викидами: олійно-екстракційне виробництво

Метою кваліфікаційної роботи стала оцінка впливу на атмосферне повітря внаслідок виробничої діяльності ПРАТ «ПОЛТАВСЬКИЙ ОЕЗ».

Об'єктом дослідження є виробнича діяльність ПРАТ «ПОЛТАВСЬКИЙ ОЕЗ».

Предметом дослідження є показники викидів в атмосферне повітря внаслідок діяльності ПРАТ «ПОЛТАВСЬКИЙ ОЕЗ».

Для виконання мети були поставлені наступні завдання дослідження:
здійснити загальну характеристику галузі виробництва олії та тваринних жирів;

- здійснити аналіз технології виробництва олії та рослинних жирів;
здійснити загальну характеристику об'єкта дослідження;
провести оцінку впливу на атмосферне повітря від стаціонарних джерел об'єкта дослідження;
надати рекомендації щодо зменшення впливу на атмосферне повітря ПРАТ «ПОЛТАВСЬКИЙ ОЕЗ».

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається із : 46 сторінок тексту, 3 таблиць, 7 рисунків. Зміст роботи викладено у 3 розділах. Список використаної літератури становить 52 джерела.

Результати роботи апробовані на VII Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку» – 23 травня м. Полтава.

Публікації:

1. Тараненко А.О., Беркут В.В. Оцінка впливу на атмосферне повітря виробничої діяльності олійноекстракційного заводу. Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку: матеріали VII Міжнародна науково-практична інтернет-конференції (27 травня 2025, м. Полтава.). С. 41-44.

РОЗДІЛ І

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЛУЗІ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЇ ТА ТВАРИННИХ ЖИРІВ

Олійно-жирова промисловість є однією з фундаментальних складових світової економіки та харчової безпеки [21],[33]. Вона не лише забезпечує людство життєво необхідними поживними речовинами, але й постачає цінну сировину для численних нехарчових секторів. Ця галузь пройшла значний шлях еволюції – від примітивних методів видобутку жирів до високотехнологічних виробничих комплексів, що постійно адаптуються до зростаючих потреб споживачів та вимог до сталого розвитку [21]. Цей огляд має на меті надати комплексну характеристику олійно-жирової промисловості, охоплюючи її історичний розвиток, ключові аспекти сировинної бази, основні технологічні процеси, широкий асортимент продукції, а також її економічне значення.

Історія виробництва олії та жирів сягає тисячоліть, що підтверджується археологічними знахідками, які свідчать про використання оливкової олії в Середземномор'ї ще в період неоліту [35]. Ранні методи були примітивними і полягали в механічному пресуванні сировини. Проте справжній прорив відбувся з настанням Індустріальної революції у XVIII-XIX століттях. Винайдення гідравлічних пресів, а згодом і впровадження парових машин, кардинально змінили виробництво, перетворивши його з кустарного на промисловий масштаб, значно збільшивши продуктивність[21].

Ключовим етапом у розвитку галузі стало відкриття та впровадження екстракційних методів з використанням органічних розчинників, таких як гексан, у XIX столітті. Ця інновація дозволила досягти майже повного вилучення олії з сировини, що було неможливим за допомогою лише механічного пресування [35]. У XX столітті галузь продовжила свій розвиток завдяки автоматизації та вдосконаленню процесів рафінації, дезодорації та гідрогенізації. Ці технології дали змогу отримувати високоякісні, стабільні та

функціональні жири, значно розширивши їхнє застосування як у харчовій, так і в нехарчовій промисловості.

Сучасна олійно-жирова промисловість характеризується глобалізацією ринків, високим рівнем автоматизації та роботизації виробництва.

Сировинна база є фундаментальним елементом будь-якої промисловості, визначаючи її масштаби, технологічні особливості та економічну ефективність. Для олійно-жирової промисловості, що займає ключове місце у світовій харчовій системі та постачає компоненти для численних інших секторів, різноманіття та доступність сировини є критично важливими. Цей огляд літературних наукових джерел присвячений детальному дослідженню сировинної бази олійно-жирової промисловості, охоплюючи її основні рослинні та тваринні джерела, їхні характеристики, географічне поширення, а також вимоги до якості та підготовки, що є основою для подальшої переробки

Рослинні олії є домінуючими на світовому ринку за обсягами виробництва та споживання, що зумовлено їхньою різноманітністю, функціональними властивостями та зростаючим попитом на рослинні продукти.

Сировинна база олійно-жирової промисловості є надзвичайно різноманітною, охоплюючи широкий спектр рослинних та тваринних джерел. Кожен вид сировини має унікальний хімічний склад та технологічні особливості, що визначають характеристики кінцевого продукту. Домінування рослинних олій на світовому ринку обумовлено їхньою універсальністю, доступністю та зростаючим акцентом на рослинні продукти. Тваринні жири, хоча і займають меншу нішу, залишаються важливими для певних сегментів ринку.

Якість та належна підготовка сировини є фундаментальними для ефективності виробництва та безпеки продукції. Зростаючі вимоги до сталого розвитку та екологічної відповідальності також впливають на вибір та управління сировинною базою, стимулюючи розвиток сертифікаційних

програм та екологічно чистих методів вирощування та переробки. Подальші дослідження у галузі селекції нових сортів олійних культур, оптимізації процесів заготівлі та зберігання, а також впровадження інноваційних методів переробки сировини будуть відігравати ключову роль у забезпеченні сталого розвитку олійно-жирової промисловості у майбутньому.

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) є безумовним лідером світового виробництва олійних культур. За даними ФАО, у 2023 році світове виробництво сої значно перевищило виробництво інших олійних культур. Олія, що видобувається з соєвих бобів, характеризується збалансованим жирнокислотним складом, який включає значну частку поліненасичених жирних кислот, зокрема лінолевої (Омега-6) та ліноленової (Омега-3), а також олеїнової (мононенасиченої). Цей склад робить соєву олію універсальною для використання у харчовій промисловості, зокрема у виробництві маргаринів, салатних заправок, соусів, а також як інгредієнт для випічки [35].

Основні регіони вирощування сої – це Південна Америка (Бразилія, Аргентина), Північна Америка (США) та Китай. Якість соєвої олії значною мірою залежить від якості вихідних бобів, їхньої вологості, ступеня пошкодження та наявності домішок.

Пальмова олія посідає провідні позиції у світі за обсягами виробництва, часто конкуруючи із соєвою олією за лідерство на глобальному ринку. Вона відрізняється високим вмістом насичених жирних кислот (переважно пальмітинової), що надає їй напівтвердої консистенції за кімнатної температури. Це робить її ідеальною для використання у виробництві кондитерських виробів, хлібобулочних виробів, маргаринів, а також для смаження та фритюру. Значна частка пальмової олії також йде на виробництво біопалива.

Географічно виробництво пальмової олії зосереджено переважно у Південно-Східній Азії, зокрема в Індонезії та Малайзії. Зростання виробництва пальмової олії викликає значні екологічні дискусії через її зв'язок

зі знелісненням та втратою біорізноманіття. У відповідь на це було створено ініціативи, такі як Круглий стіл зі сталого виробництва пальмової олії (RSPO), що встановлюють стандарти для екологічно та соціально відповідального виробництва [33].

Ріпак (*Brassica napus* L.) є другою за обсягами виробництва олійною культурою у світі після сої. Сучасні сорти ріпаку, відомі як канола (від "Canadian Oil, Low Acid"), були розроблені для зменшення вмісту ерукової кислоти та глюкозинолатів, які раніше обмежували його використання в харчових цілях та як корм для тварин (Canola Council of Canada, 2021). Ріпакова олія багата на мононенасичені жирні кислоти (олеїнову) та поліненасичені жирні кислоти (ліноленову – Омега-3, та лінолеву – Омега-6), що робить її цінним дієтичним продуктом [7].

Основні виробники ріпаку – Канада, Китай, Індія та країни Європейського Союзу. Ріпакова олія широко використовується для салатних заправок, смаження, а також для виробництва біодизеля.

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) є однією з найпоширеніших олійних культур, особливо в країнах Східної Європи, зокрема в Україні, яка є одним з найбільших світових виробників соняшникової олії (Mirzoyan & Arzumanyan, . Соняшникова олія є цінним джерелом лінолевої кислоти (Омега-6) та вітаміну Е (токоферолів), що є потужним антиоксидантом. Вона широко використовується як кулінарна та салатна олія, а також у виробництві маргаринів та кондитерських виробів.

Селекція соняшнику також спрямована на розробку сортів з високим вмістом олеїнової кислоти (високоолеїновий соняшник), що покращує стабільність олії та розширює її застосування у промисловості.

Оливкова олія (*Olea europaea*) є однією з найцінніших і найдорожчих олій, що цінується не тільки за смакові якості, але й за значні корисні властивості для здоров'я. Вона характеризується високим вмістом мононенасичених жирних кислот (переважно олеїнової) та багата на

антиоксиданти (поліфеноли, вітамін Е). Використовується переважно як салатна олія та в кулінарії, особливо в Середземноморській дієті [35].

Виробництво оливок зосереджено в країнах Середземномор'я, зокрема в Іспанії, Італії, Греції та Туреччині. Якість оливкової олії сильно залежить від сорту оливок, умов вирощування, методів збору та технології переробки (холодний віджим для Extra Virgin).



Рис.2. Види рослинної сировини для виготовлення рослинної олії

Окрім вищезгаданих культур, у світовій олійно-жировій промисловості використовуються й інші значні рослинні джерела: кукурудзяна олія (*Zea mays* L.): Поширений продукт у Північній Америці, використовується для смаження та у виробництві маргаринів. Арахісова олія (*Arachis hypogaea* L.): Цінується за високу температуру димлення, що робить її придатною для смаження, особливо в азіатській кухні. Бавовникова олія (*Gossypium* spp.): Широко використовується в багатьох країнах, особливо там, де бавовна є основною

культурою. Кунжутна олія (*Sesamum indicum L.*): Характеризується унікальним ароматом і використовується в азіатській кухні та для лікувальних цілей. Лляна олія (*Linum usitatissimum L.*): Багата на альфа-ліноленову кислоту (Омега-3), використовується як дієтичний продукт та в технічних цілях (виробництво фарб). Кокосова олія (*Cocos nucifera*): Тропічна олія з високим вмістом насичених жирних кислот, використовується в харчовій та косметичній промисловості. Рисова олія: Отримується з рисових висівок, містить антиоксиданти та використовується як кулінарна олія [21],[33].

РОЗДІЛ II

ВПЛИВ ОЛІЙНО-ЖИРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Олійно-жирова промисловість є життєво важливою складовою глобальної економіки та харчової безпеки, забезпечуючи людство основними поживними речовинами та сировиною для численних інших секторів. Проте масштаби та інтенсивність цього виробництва неминуче породжують значний тиск на навколишнє середовище на всіх етапах життєвого циклу продукції – від вирощування та збору сировини до переробки, розподілу та утилізації відходів [11],[40]. У сучасному світі, де питання екологічної стійкості стають дедалі актуальнішими, критично важливо розуміти та оцінювати вплив цієї галузі, а також шукати шляхи мінімізації її негативного сліду.

Екологічний вплив олійно-жирової промисловості починається ще на етапі сільськогосподарського виробництва олійних культур та тваринної сировини.

Розширення посівних площ під інші олійні культури, такі як соя, також може призводити до знеліснення та перетворення природних екосистем, хоча і в менших масштабах порівняно з пальмовою олією [6],[46].

Сільськогосподарське виробництво олійних культур та тваринної сировини є значним джерелом викидів парникових газів (ПГ), що сприяють зміні клімату[5],[11],[25]:

Знеліснення та осушення торф'яних боліт: Перетворення лісів та осушення торф'яних боліт (які часто використовуються для пальмових плантацій) призводить до вивільнення величезних запасів вуглецю, що зберігався у ґрунтах та рослинності, у вигляді CO₂. Викиди від торф'яників можуть бути в десятки разів більшими, ніж від звичайних сільськогосподарських угідь. Інтенсивне використання мінеральних добрив (особливо азотних) для підвищення врожайності олійних культур призводить до викидів N₂O (оксиду азоту) – потужного парникового газу, який має у 300

разів більший потенціал глобального потепління, ніж CO₂, за 100-річний період. Виробництво тваринних жирів нерозривно пов'язане з тваринництвом, яке є значним джерелом метану (CH₄) від ентеричної ферментації (травлення жуйних тварин) та розкладання гною. Метан має у 28-36 разів більший потенціал глобального потепління, ніж CO₂, за 100-річний період.

Інтенсивне сільськогосподарське виробництво для олійно-жирової промисловості неминуче супроводжується використанням пестицидів, гербіцидів та синтетичних добрив. Це призводить до:

Забруднення ґрунтів: Накопичення хімічних речовин у ґрунтах може знижувати їхню родючість, порушувати мікробіологічний баланс та впливати на здоров'я ґрунтових організмів [11],[25].

Забруднення водних ресурсів: Змивання пестицидів та добрив з полів до річок, озер та ґрунтових вод викликає евтрофікацію водойм (надмірний ріст водоростей через надлишок поживних речовин), що призводить до виснаження кисню, загибелі риб та деградації водних екосистем. Деякі пестициди можуть бути токсичними для водних організмів та накопичуватися в харчових ланцюгах [11].

Монокультурне вирощування олійних культур без належної ротації та відновлення родючості ґрунтів може призвести до їхнього виснаження, зниження вмісту органічної речовини та втрати структурної стабільності. Це, своєю чергою, збільшує ризик ерозії ґрунту (водної та вітрової), що призводить до втрати верхнього родючого шару, опустелювання та деградації земель

Виробничі процеси на олійно-жирових комбінатах також мають значний вплив на довкілля. Процеси подрібнення, нагрівання (жарення, дезодорація), пресування, екстракції та рафінації є надзвичайно енергоємними. Значна частина енергії генерується за рахунок спалювання викопного палива (вугілля, природний газ, мазут), що призводить до значних викидів парникових газів

) та інших забруднюючих речовин, таких як оксиди сірки (SO_x) та оксиди азоту (NO_x), що сприяють кислотним дощам та смогу [5],[40].

Окрім викидів від спалювання палива, виробничі процеси генерують специфічні викиди в атмосферу:

Леткі органічні сполуки (ЛОС): Утворюються в процесі екстракції олії розчинниками (наприклад, гексаном). Неконтрольовані викиди ЛОС є небезпечними для здоров'я людини, сприяють утворенню приземного озону та смогу [25],[40].

Запах: Виробничі процеси, особливо витоплювання тваринних жирів та дезодорація олій, можуть генерувати сильні та неприємні запахи, що негативно впливає на якість життя населення прилеглих територій та викликає соціальні конфлікти.

Пилові викиди: На етапах приймання, очищення та подрібнення сировини (особливо насіння) можуть утворюватися значні пилові викиди.

Олійно-жирова промисловість генерує значні обсяги твердих та рідких відходів:

Макуха та шрот: Це основні тверді відходи після вилучення олії. Хоча вони є цінними продуктами, що використовуються як корми для тварин завдяки високому вмісту білка, або для виробництва біогазу/біодобрив, їх надлишок або неправильна утилізація можуть призвести до забруднення ґрунтів та вод [40].

Лушпиння: Особливо значні обсяги лушпиння утворюються при переробці соняшнику. Воно може використовуватися як паливо для котлів або як компонент для виробництва біопалива чи будівельних матеріалів, але його надлишок може становити проблему [40].

Відпрацьовані адсорбенти (відбілюючі глини): Використовуються на етапі відбілювання. Ці відходи можуть містити залишки олії та хімічних речовин, вимагаючи спеціальної утилізації або регенерації.

Рідкі відходи (стічні води): Промислові стічні води, що утворюються на етапах гідратації, нейтралізації (соапсток, що містить солі жирних кислот та

луги), миття обладнання та охолодження, є значним забруднювачем. Вони містять високу концентрацію органічних речовин (жири, білки), солей, лугів та інших хімічних реагентів. Без належної очистки ці стоки можуть спричинити: забруднення водойм, евтрофікацію, токсичний вплив [16],[40].

Виробництво олії та жирів є водоемним процесом. Значні обсяги води використовуються для охолодження, парогенерації, промивання сировини та обладнання. Це створює значне навантаження на місцеві водні ресурси, особливо в регіонах з дефіцитом води. Екологічні наслідки не обмежуються лише виробництвом, а й простежуються на подальших етапах.

Значні обсяги продукції олійно-жирової промисловості продаються в упаковці (пластикові пляшки, скляні банки, металеві контейнери). Після споживання ці пакувальні матеріали стають частиною потоку побутових відходів, створюючи проблему їхньої утилізації, особливо пластику, який повільно розкладається та може забруднювати навколишнє середовище, зокрема водні системи [32],[52].

Усвідомлюючи масштаби екологічних викликів, олійно-жирова промисловість активно впроваджує стратегії для зменшення свого негативного впливу.

Стале сільське господарство. Сертифікація: Розробка та впровадження міжнародних стандартів сталого виробництва, таких як Круглий стіл зі сталого виробництва пальмової олії (RSPO), Круглий стіл зі сталого виробництва сої (RTRS) та інші. Ці ініціативи вимагають від виробників дотримуватися соціальних та екологічних критеріїв, включаючи заборону на знеліснення високоцінних природоохоронних територій, захист торф'яних боліт, відповідальне використання пестицидів та збереження біорізноманіття [46].

Агролісівництво та відновлення. Впровадження систем агролісівництва, що поєднують вирощування олійних культур з деревами, для підвищення біорізноманіття, збереження ґрунту та поглинання вуглецю. Програми відновлення деградованих земель та лісів, рекультивация [32].

Оптимізація використання ресурсів. Впровадження точного землеробства для ефективного використання добрив та пестицидів, що зменшує їхній негативний вплив на навколишнє середовище. Раціональне використання водних ресурсів на етапі вирощування, використання методів краплинного зрошення.

Стійке тваринництво. Зменшення викидів метану від тваринництва шляхом оптимізації раціонів тварин та впровадження систем уловлювання метану з гною (біогазові установки) [11],[32].

Екологізація виробничих процесів. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії: Впровадження енергозберігаючих технологій, оптимізація теплообміну, використання когенераційних установок, що дозволяють отримувати електроенергію та тепло одночасно. Перехід на відновлювані джерела енергії (використання біомаси – наприклад, лушпиння соняшнику або пальмових волокон – для генерації тепла та електроенергії) для живлення виробничих процесів.

Зменшення викидів в атмосферу. Рекуперація розчинника: Вдосконалення систем рекуперації гексану в екстракційних цехах для мінімізації викидів ЛОС. Встановлення сучасних фільтрів, скрубєрів та каталітичних конвертерів для очищення димових газів від SO_x, NO_x та твердих частинок. Впровадження технологій очищення повітря (наприклад, біофільтрів) та систем фільтрації для зменшення викидів неприємних запахів

Управління відходами. Використання побічних продуктів (біорефайнінг) для виробництва кормів для тварин, біогазу (як джерела енергії) або біодобрив. Розробка нових технологій для отримання з відходів біологічно активних речовин, біополімерів тощо [40].

Очищення стічних вод. Впровадження багатоступневих систем очищення стічних вод, що включають механічні (видалення жирів), біологічні (аеробні та анаеробні) та фізико-хімічні методи, для видалення органічних

речовин та інших забруднювачів перед скиданням у водойми. Застосування анаеробного зброджування стічних вод для виробництва біогазу [16].

Переробка небезпечних відходів. Спеціалізована утилізація або регенерація відпрацьованих адсорбентів та інших небезпечних відходів відповідно до екологічних норм.

Зменшення водоспоживання. Впровадження замкнених циклів водопостачання, систем рециркуляції очищеної води, оптимізація процесів, що потребують води, та використання менш водоемних технологій.

Інновації та технологічні рішення. Розробка та впровадження альтернативних методів отримання твердих жирів, таких як ферментативна або хімічна переестерифікація, що дозволяють уникнути утворення транс-жирів. Дослідження та впровадження методів екстракції з використанням надкритичного діоксиду вуглецю як екологічно чистого розчинника, що не залишає слідів у кінцевому продукті та є безпечним для навколишнього середовища. Використання біотехнологічних процесів для переробки відходів, наприклад, для виробництва біологічно активних речовин з соапстоку або інших побічних продуктів.

Державні органи та міжнародні організації відіграють ключову роль у формуванні екологічних вимог до галузі. Це включає встановлення норм викидів та скидів, вимог до якості продукції (наприклад, обмеження на вміст транс-жирів), запровадження "зелених" податків та стимулювання сталого виробництва. Зростає також роль споживачів, які все більше вимагають екологічно чистої та відповідально виробленої продукції [11],[16].

Вплив олійно-жирової промисловості на навколишнє середовище є багатограним і значним, охоплюючи всі етапи виробничого ланцюга. Від знеліснення та втрати біорізноманіття на етапі вирощування сировини до викидів парникових газів, забруднення вод та утворення відходів під час переробки – кожен етап залишає свій екологічний слід.

Проте, галузь усвідомлює ці виклики та активно працює над впровадженням стратегій сталого розвитку. Це включає сертифікацію сталого

виробництва сировини, оптимізацію енергоспоживання та перехід на відновлювані джерела енергії, впровадження комплексних систем управління відходами, а також розробку інноваційних, екологічно чистих технологій. Співпраця між урядовими структурами, промисловістю, науковими установами та споживачами є критично важливою для подальшого прогресу. Лише за такого комплексного та відповідального підходу олійно-жирова промисловість зможе задовольняти зростаючі потреби людства, мінімізуючи при цьому свій негативний вплив на нашу планету та забезпечуючи її сталий розвиток для майбутніх поколінь [11],[32],[40],[52].

РОЗДІЛ III

ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЇ ТА РОСЛИННИХ ЖИРІВ (СХЕМА ОДНОКРАТНОГО ФОРПРЕСУВАННЯ – ЕКСТРАКЦІЇ НА ОДНІЙ ТЕХНОЛОГІЧНІЙ ЛІНІЇ.)

Галузь виробництва олії традиційно використовує дві ключові технології для добування олії: механічне пресування та екстракцію за допомогою летких органічних розчинників [21],[22]. Ці методи можуть застосовуватися окремо або комбіновано, залежно від типу сировини та бажаного результату.

Перед початком переробки, олійна сировина, яка зазвичай надходить неоднорідною за складом і містить різноманітні домішки, потребує ретельної підготовки. Наявність цих домішок негативно позначається на якості кінцевого продукту, призводить до збільшення втрат олії та знижує ефективність виробничого обладнання. Тому першим кроком є очищення насіння від сторонніх органічних та мінеральних речовин. Цей процес базується на фізичних відмінностях між насінням і домішками – їхніх розмірах, формі, густині та аеродинамічних характеристиках. Для цього використовуються спеціалізовані сепаратори різних конструкцій, які можуть працювати як із відкритим, так і з закритим повітряним циклом [22],[35].

Крім очищення, надзвичайно важливим етапом є кондиціонування насіння за вологістю. Це необхідно для підтримання високої якості сировини під час зберігання та забезпечення стабільності подальших технологічних операцій, таких як шеретування (відокремлення оболонок) та подрібнення ядра. Оптимальна вологість для зберігання олійного насіння приблизно на 2% нижча від критичної. Однак, для безперебійного ведення виробничого процесу, вологість більшості олійних культур (за винятком бавовнику, який зволожують до 10-11% перед обробкою) має бути навіть меншою, ніж для зберігання. Якщо потрібне зменшення вологості, застосовують теплове сушіння або активне вентилявання. Для цих цілей використовуються різноманітні сушарки, зокрема шахтні, барабанні та газові рециркуляційні моделі [21],[35].

Основними складовими частинами насіння олійних культур, з технологічної точки зору, є ядро та оболонки. Деякі види насіння, наприклад льон, соя чи рицина, мають лише насіннєву оболонку, тоді як соняшник – насіннєву і плодову. У технологічній термінології обидва типи оболонок називають лушпинням.

Одним із ключових процесів відокремлення оболонок від ядра є шеретування. В результаті цього процесу утворюється суміш, відома як рушанка, яка містить цілі ядра, оболонки, дрібні фрагменти ядра (січку), а також ціле або неповністю обрушене насіння. За встановленими технологічними нормами, рушанка повинна містити не більше 5% нешеретованого насіння та не більше 3% січки від маси ядра. Важливо також відрегулювати віялку так, щоб у відокремленому ядрі залишалося не більше 5-6% лушпиння, а саме лушпиння містило не більше 0,5% ядра від його маси.

Після шеретування рушанка проходить етап розділення на фракції: ядро, оболонки, ціле насіння та недошеретоване. Оболонки видаляються, очищене ядро подається на подрібнення, тоді як недоручене та ціле насіння повертаються на повторне шеретування. Для обрушення насіння соняшнику та сої використовуються насіннерушильні машини типу МНР або відцентрові А1-МРЦ. Машини МНР обрушують насіння за рахунок ударів об бичі обертового барабана або внаслідок повторного зіткнення з декою. Відцентрові машини використовують ротор та деку: насіння під дією відцентрової сили відкидається на деку і розколюється [35],[40].

Наступним важливим етапом є сепарація рушанки, метою якої є максимальне відокремлення плодових і насінних оболонок від ядра при мінімальних втратах олії. Для цього застосовуються аспіраційні віяльні машини, наприклад МІС-50 продуктивністю 50 т/добу. Така машина складається з розсійника, що має набір сит для сортування рушанки на сім фракцій за розміром, та аспіраційного корпусу, де після розмірного розподілу

фракції розділяються за щільністю за допомогою контрольованих повітряних потоків [21],[35].

Подрібнення ядра насіння є критично важливим етапом, що безпосередньо впливає на вихід олії та продуктивність обладнання. Метою є максимально можливе руйнування клітинної структури ядра. Для цього застосовується п'ятивальцовий верстат – вальцівка марки ВС-5. Ядро соняшнику, наприклад, подрібнюється за чотири проходи через такі вальцові верстати. Якість подрібнення ядра значною мірою залежить від вологості насіння: оптимальне руйнування клітинних структур відбувається при вологості 5,5-6%. Подрібнене на вальцівках ядро називається м'яткою. Її не можна зберігати довго, оскільки клітинні ферменти (особливо ліпаза) швидко гідролізують жири, утворюючи гліцерин та вільні жирні кислоти, що погіршує властивості олії.

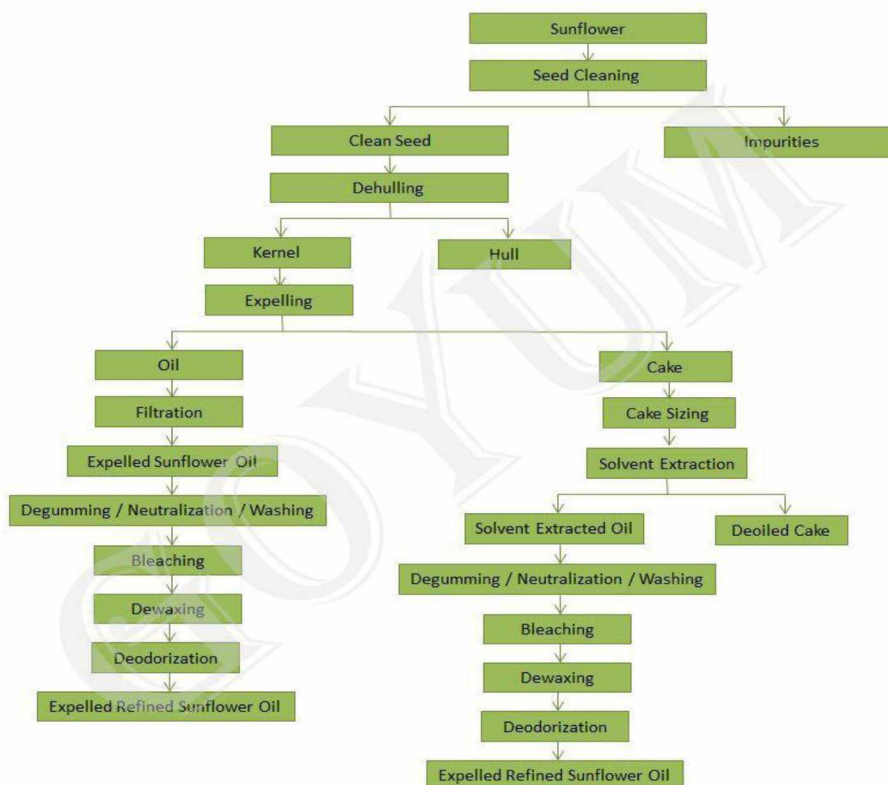


Рис.3. Процес подрібнення і флейкування: іконографіка, що демонструє підготовку до пресування або екстракції, добре ілюструє флейки, необхідні для підвищення виходу олії.

Олія в м'ятці розподілена у вигляді тонких плівок на поверхні подрібнених частинок і утримується значними силами молекулярної взаємодії, які перевищують тиск, створюваний пресами. Щоб послабити цей зв'язок і полегшити вилучення олії, застосовують волого-теплову обробку, відому як підсмажування (жаріння). Цей процес здійснюється у спеціальних апаратах – жаровнях. Продукт, отриманий після волого-теплової обробки, називається мезгою. У промисловості розрізняють два основні типи підсмажування: вологе та сухе.

Вологе підсмажування проходить у два етапи. Спочатку м'ятку зволожують і підігрівають з додаванням води, а потім пропарюють, доводячи її вологість та температуру до оптимальних значень. На другому етапі зволожену м'ятку висушують, кондиціонуючи її для отримання необхідної структури матеріалу, що покращує його пресування.

Сухе підсмажування передбачає висушування та нагрівання м'ятки до певної температури без попереднього зволоження. Комбінована дія вологи, тепла та кисню повітря під час підсмажування сприяє інактивації ферментів у м'ятці, які інакше можуть інтенсифікувати гідролітичні та окислювальні процеси. Тому перед сухим підсмажуванням ферменти інактивують в пропарювальних шнеках шляхом інтенсивного короткочасного нагрівання до 80-85°C з одночасним зволоженням. На олійних заводах зволоження та підсмажування м'ятки здійснюють у спеціальних жаровнях – чанних, шнекових або барабанних. Наприклад, мезга з ядра соняшнику для одноразового пресування на пресах подвійної дії (МП-21) після подрібнення надходить у пропарювально-зволожувальний шнек, де зволожується паром до 8-9% вологості та нагрівається до 80-85°C. Потім зволожену м'ятку підсушують у жаровні, доводячи вологість до 1,5-2% та температуру до 115-120°C, що триває 40-45 хвилин.

Для добування олії пресовим способом раніше використовувалися гідравлічні преси, але їхнім недоліком був неповний вихід олії (7-8% залишалось у шротах). На сучасних підприємствах застосовують шнекові

преси, основними робочими елементами яких є шнековий вал та зєєрний циліндр. Залежно від тиску в зєєрному просторі та вмісту олії в макусі, використовуються різні типи шнекових пресів: форпреси (для попереднього виділення олії), експелери (для глибокого, або кінцевого, виділення олії) та преси подвійної дії (що поєднують обидва етапи в одному агрегаті). Тиск у пресі змінюється: від 0,03 МПа на початку, до 1,67-2,23 МПа в середній частині та 0,35 МПа на виході макухи. Тривалість перебування матеріалу в пресі залежить від швидкості обертання вала, розміру вихідної щілини та фізико-механічних властивостей сировини [21],[40].

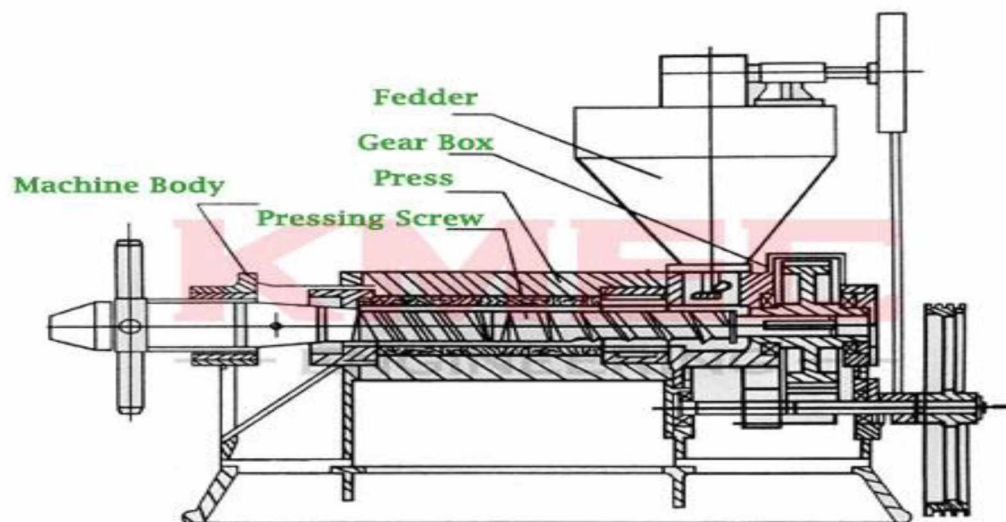


Рис. 4. Загальна схема шнекового пресу – показує корпус, шнек, ділянку для подавання насіння та систему збору олії. Зручно ілюструє, як матеріал рухається у камері та як створюється фрикційне тепло

Екстракційний спосіб добування олії може застосовуватися як самостійно, так і в комбінації з пресовим методом. Прикладом "чистої" екстракції є пряма екстракція "сирої м'ятки" при переробці сої. Для добування олії з насіння соняшнику та льону часто використовується схема форпресування, коли на першому етапі застосовуються преси для неглибокого вилучення олії. На олійних заводах як розчинник для екстракції традиційно

використовують бензин, а останнім часом – суміш бутан-пропану, яка за нормальних умов є газоподібною.

Після форпресування макуха направляється на екстракцію для остаточного вилучення олії. Щоб збільшити площу контакту між розчинником та подрібненою сировиною (макуховою крупкою), її пропускають через спарену пліщильну вальцівку з гладкими вальцями, отримуючи пластини товщиною 0,2-0,4 мм [22],[40],[50].

Існує два основні варіанти екстракції: настоювання та послідовне знежирення. При настоюванні матеріал заливають розчинником; через деякий час олія переходить у розчинник, утворюючи міцелу, яку потім зливають. Знежирений матеріал знову заливають чистим розчинником, повторюючи процес до майже повного вилучення олії. При послідовному знежиренні чистий розчинник безперервно подається на максимально знежирений матеріал. Процес екстракції включає два періоди: вилучення вільної олії з поверхні частинок та вилучення олії з незруйнованих або частково деформованих клітин. Після завершення екстракції в шроті залишається приблизно 1% олії та близько 40% розчинника.

Отримана після екстракції міцела складається з леткого розчинника, олії та твердих частинок. Для їх видалення та розділення міцели на олію й розчинник, тверді фракції відокремлюють шляхом відстоювання, центрифугування або фільтрації. Найчастіше використовується фільтрація, яка базується на затриманні твердих частинок пористими перегородками, що пропускають рідину. Процес фільтрації міцели на виробництві здійснюється або при постійному тиску зі зменшенням швидкості фільтрації, або при постійній швидкості з поступовим збільшенням тиску.

Для відгонки леткого розчинника з міцели застосовується дистиляція у спеціальних дистиляційних установках. Спочатку міцелу підігрівають парою в дистиляторі до 100-105°C, внаслідок чого частина бензину випаровується, а концентрація олії зростає до 75-85%. Потім міцела надходить у кінцевий дистилятор, де бензин повністю відганяється парою при температурі 210-

220°C. Отриману олію охолоджують водою в теплообміннику, зважують і транспортують у сховище, звідки вона подається на очищення. Пари бензину відводяться в конденсатор з водяним охолодженням, де пари води й бензину, маючи різну густину, розділяються на дві фракції [35],[40].

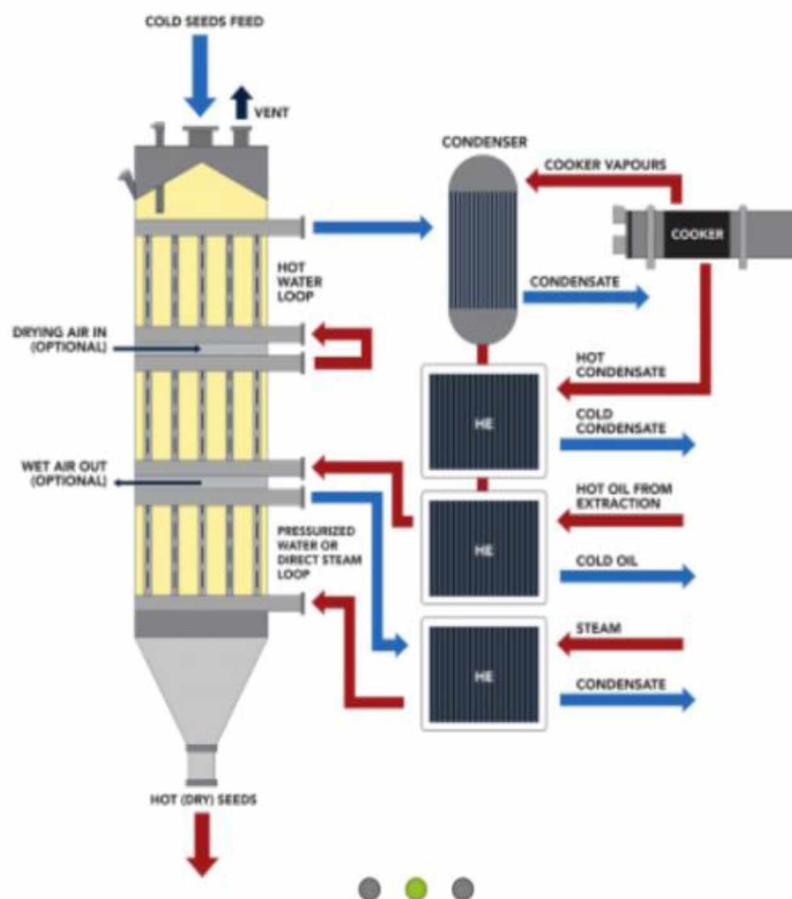


Рис. 5. Схема кондиціювання, подрібнення та сушіння – показує попередню обробку насіння: очищення, кондиціювання (сушіння), шеретування, сепарацію та розплющення перед пресуванням чи екстракцією

Наразі екстракційний спосіб є провідним на олійних заводах України, оскільки він забезпечує значно більший вихід олії порівняно з пресовим методом.

Рослинна олія є складною багатокомпонентною системою, що містить не тільки гліцериди, але й механічні та інші домішки. Для забезпечення високої

якості продукту необхідне ретельне очищення. Умовно розрізняють первинне очищення та глибоке рафінування.

За ступенем очищення та призначенням рослинна олія поділяється на:

Нерафіновану: очищену лише від механічних домішок.

Гідратовану: очищену від фосфатидів.

Рафіновану: очищену від фосфатидів, вільних жирних кислот та барвників.

Рафіновано-дезодоровану: рафінована олія, додатково очищена від ароматичних та смакових речовин, а також пестицидів і канцерогенів.

Найбільш поширеним методом первинного очищення олії є фільтрація на спеціальних фільтр-пресах [35]. Перевага цього методу полягає у можливості відокремлення механічних домішок, навіть якщо їхня густина не відрізняється від густини олії. Олію фільтрують крізь спеціальну тканину або тканину з фільтрувальним папером у рамних чи камерних фільтр-пресах. На олійних пресових заводах з продуктивністю до 200-250 тонн насіння на добу зазвичай застосовують подвійну фільтрацію. Після видалення великих частинок у гущеуловлювачах олія надходить на першу, так звану "гарячу" фільтрацію, що здійснюється на рамних фільтрах. Після першої фільтрації олія охолоджується до 20-25°C за допомогою повітряних калориферів і повторно фільтрується на аналогічних фільтр-пресах. Очищена та охолоджена олія направляється у складські ємності для зберігання.

Для очищення олії від фосфатидів застосовують гідратацію. У олію вводять насичену пару або воду при перемішуванні, внаслідок чого фосфатиди та білкові речовини зволожуються. Завдяки своїй гідрофільній природі, білкові речовини під час гідратації інтенсивно поглинають воду, набухають, укрупнюються та випадають в осад у вигляді пластівців [21],[22],[51].

Один із поширених методів очищення олії від вільних жирних кислот – це обробка її слабкими розчинами лугів (наприклад, NaOH). В результаті взаємодії жирних кислот з лугами утворюються нерозчинні в олії солі – мила, які випадають в осад у вигляді пластівців. Щоб очистити олію від барвників,

застосовують адсорбційне рафінування. Суть цього процесу полягає в обробці олії спеціальними відбілюючими порошками, дрібні частинки яких адсорбують барвники на своїй поверхні.

Неприємний запах і смак видаляються з олії шляхом дезодорації. Для цього у спеціальних апаратах періодичної або безперервної дії крізь шар олії пропускають перегріту, сильно розріджену водяну пару, що технічно називається дистиляцією.

Процес виробництва рослинної олії включає численні операції, під час яких у олійній сировині відбуваються складні фізико-хімічні перетворення. Спрощена принципова схема переробки олійної сировини часто передбачає однократне форпресування з подальшою екстракцією на одній технологічній лінії. Попередня технічна операція включає відокремлення домішок та сушіння зерна, за якою йде роздрібнення для відокремлення оболонки від ядра. Запаси олії в тканинах олійного насіння та плодів розподілені нерівномірно: основна частина зосереджена в ядрі насінини – у зародку та ендоспермі, тоді як плодова та насінневі оболонки містять незначну кількість олії, яка має інший (гірший) ліпідний склад. У зв'язку з цим при переробці багатьох олійних культур від основної масловидобувної тканини ядра відокремлюють зовнішні олійні оболонки насіння. Це дозволяє підвищити олійність сировини, збільшити продуктивність технологічного обладнання та підвищити вихід як олії, так і білка.

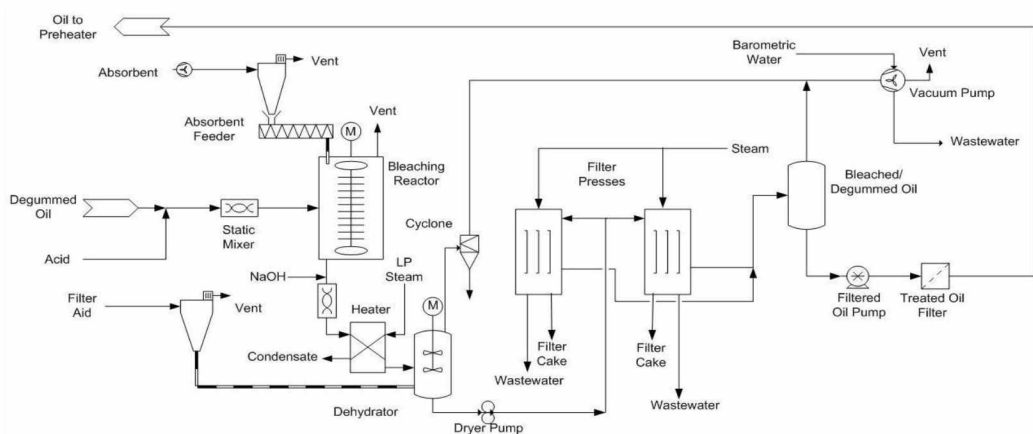


Рис. 6. Схема дегумінга (гідратації фосфатидів)

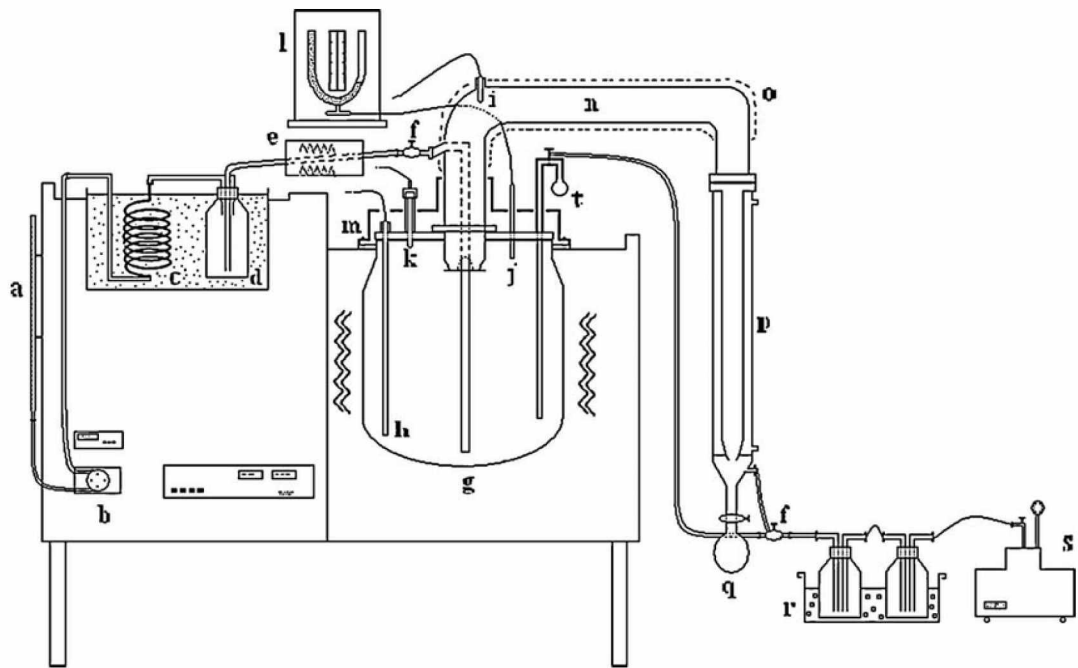


Рис. 7. Схема дезодорації (дистиляція пари при вакуумі)

Відокремлення оболонки від ядра складається з операції руйнування покривних оболонок насіння – обрушення, і наступного розподілу отриманої суміші (рушанки) на ядро та лушпиння (лузку) – відвіюванням. Олійні плоди та насіння обрушують різними методами залежно від фізико-механічних властивостей оболонки та ядра. Найважливіша вимога до облущувальних машин полягає в тому, що руйнування оболонки не повинно супроводжуватися руйнуванням ядра. Через недосконалість існуючих машин ця вимога певною мірою не завжди повністю виконується. Наприклад, руйнування плодових оболонок соняшникового насіння здійснюється відцентровими облущувальними машинами.

Якість облущеного насіння – рушанки – характеризується вмістом у ній небажаних фракцій, таких як ціле або нерозрушене насіння (так звані "недоруші"), розрушене ядро (січка) та олійний пил. Присутність недорущів у рушанці є небажаною, оскільки це збільшує вміст лушпиння в ядрі. Також небажана присутність січки та олійного пилу, адже січка легко віддає жир лушпинню навіть під час короткочасного контакту. Олійний пил повністю не відокремлюється від лушпиння, яке видаляється з виробництва, що призводить

до збільшення втрат олії з лушпинням. Розділення рушанки на лушпиння та ядра ґрунтується на різниці в їх розмірах та аеродинамічних властивостях.

В аспіраційній камері для обробки рушанки є п'ять незалежних повітряних каналів (шоста фракція – олійний пил – не піддається повітряній обробці), до яких надходять фракції рушанки, отримані в розсійнику. Кожна фракція рушанки надходить до верхньої полиці, а потім під дією власної маси пересипається з однієї полиці на іншу. Потік повітря, пронизуючи падаючий шар рушанки, виносить легкі компоненти (лушпиння). З останньої полиці сходять звільнене від лушпиння ядро. Кут нахилу полиць регулюється під час налагодження віялки: чим крутіше вони встановлені, тим швидше рушанка пересувається на них, тим коротший час її обробки повітрям і тим менший відбір лушпиння. Таким чином, після аспіраційної віялки отримують ядра, недорущі, перевії та лушпиння. Ядра направляються на подальшу переробку. Недорущі надходять у повітряно-ситовий сепаратор, аналогічний тому, що застосовується для очищення насіння. Тут в осадових конусах після продування недорущів атмосферним повітрям збирається крупне лушпиння. Недорущі з меншим вмістом лушпиння (збагачені) знову направляються на обрушувальну машину для повторного обрушення. Перевії для повторного розподілу надходять на контрольну віялку, яка відрізняється від робочої набором сит та повітряним режимом в аспіраційній камері. Лушпиння виводиться з цеху.

Ефективність роботи рушально-віяльного цеху оцінюється за вмістом лушпиння в ядрах та за втратами олії в лушпинні, що вилучається з виробництва (у вигляді олійного пилу, січки ядер та замащування лушпиння при контакті з розрушеними ядрами). Лушпинність ядер, призначених для отримання олії на пресових заводах, не повинна перевищувати 3%, на екстракційних – не більше 8%. Розпушення оболонки бавовняного насіння та інших олійних культур і її відокремлення від ядер здійснюються на машинах іншої конструкції, проте технологічна послідовність операцій залишається незмінною.

Наступним кроком є подрібнення ядра. Для вилучення олії з насіння або ядра необхідно зруйнувати їхню клітинну структуру. Кінцевим результатом операції подрібнення є переведення олії, що міститься в клітинах насіння, у форму, доступну для подальших технологічних процесів. Необхідний ступінь подрібнення сировини досягається за допомогою механізмів, які здійснюють подрібнення, розчавлювання та розтирання насіння або ядер. Подрібнення виконують на вальцьових верстатах.

Отриманий після подрібнення матеріал називається м'яткою, яка характеризується значною питомою поверхнею. Крім руйнування клітинних оболонок, при подрібненні також порушується структура оліємісткої частини клітини, значна частка олії вивільняється і адсорбується на поверхні частинок м'ятки. Добре подрібнена м'ятка повинна складатися з однорідних за розміром частинок, не містити цілих нерозрушених клітин, і водночас вміст дуже дрібних (мучнистих) частинок у ній має бути незначним. Для отримання м'ятки застосовуються вальцьові верстати. Робочими органами найбільш поширеного верстата є п'ять вальців, розташованих вертикально один над одним: верхній валок рифлений, інші – гладкі.

Вилучення олії з м'ятки здійснюється методами пресування чи екстракції, або найчастіше комбінацією цих двох операцій.

Метод пресування: олія, абсорбована у вигляді плівок на поверхні частинок подрібнених ядер, утримується значними поверхневими силами. Для ефективного її відокремлення необхідно послабити цей зв'язок. Для цього використовують гідротермічну (вологотеплову) обробку м'ятки – жаріння (смаження). При зволоженні та подальшій тепловій обробці м'ятки послаблюється зв'язок ліпідів з неліпідною частиною насіння – з білками та вуглеводами, і олія переходить у відносно вільний стан, а її в'язкість помітно знижується. Потім м'ятку нагрівають до більш високої температури, її вологість при цьому зменшується, і одночасно відбувається часткова денатурація білків, яка змінює пластичні властивості м'ятки. Таким чином, під

дією води та теплоти м'ятка змінює свої фізико-хімічні властивості і перетворюється на мезгу.

У виробничих умовах процес приготування мезги складається із зволоження м'ятки та підігрівання її до температури 60°C; вологість м'ятки після зволоження (для соняшнику) не повинна перевищувати 8-9%. Потім відбувається нагрівання до 105°C та висушування м'ятки, кінцева вологість готової мезги (для соняшнику) досягає 5-6% [22],[35],[40],[59].

РОЗДІЛ IV

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Приватне акціонерне товариство «Полтавський олійноекстракційний завод» (ПрАТ «ПОЛТАВСЬКИЙ ОЕЗ») є великим гравцем у сфері переробки олійних культур. Цей завод спеціалізується на виробництві рослинної олії та тваринних жирів, використовуючи комбіновану технологію однократного форпресування з подальшою екстракцією в рамках єдиної виробничої лінії [40].

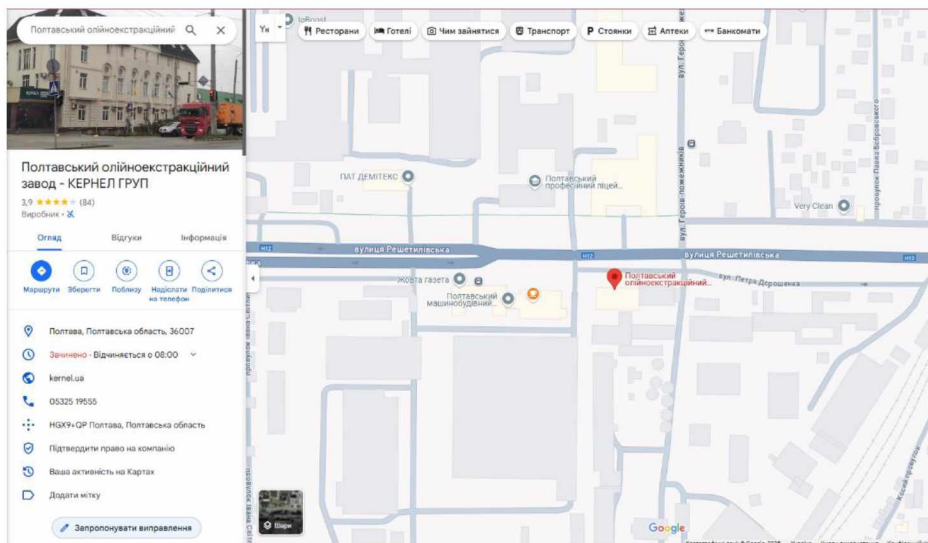


Рис. 1. Місцезнаходження ПрАТ ПОЕЗ «КЕРНЕЛ»

Структура виробничих потужностей

Основне виробництво заводу чітко структуроване та включає декілька ключових цехів:

- Цех сировини: тут відбувається початкова обробка сировини. Процеси охоплюють приймання та зважування насіння, його розвантаження, первинне та фінальне очищення, а також сушіння. Насіння зберігається тимчасово перед подальшою переробкою, а відходи зважуються при відвантаженні.
- Цех вилучення олії: цей підрозділ відповідає за безпосереднє добування олії. Сюди надходить накопичене насіння соняшнику, яке проходить шеретування (відділення лушпиння), фракціонування отриманої рушанки, контроль якості перевіїв та лушпиння. Далі ядро подрібнюється,

м'ятка піддається волого-тепловій обробці, після чого олія віджимається на пресах. Отримана пресова олія проходить первинне очищення, сушіння та фільтрацію. Важливим етапом є водна гідратація як пресової, так і суміші пресової з екстракційною оліями. Процеси охолодження-нагрівання-охолодження олії є обов'язковими. Олію враховують перед передачею на склад готової продукції. Також у цьому цеху відбувається сушка гідратаційного осаду з отриманням фосфатидного концентрату та його подальше очищення, сушка-охолодження макухової черепашки, а також миття обладнання та обробка води для системи охолодження.

- Екстракційний цех: тут здійснюється вилучення залишкової олії з макухи. Це включає екстракцію макухи, дистиляцію міцели (розчину олії в розчиннику), водну гідратацію екстракційної олії, її сушіння та охолодження. Олію обліковують перед передачею на склад. У цьому цеху також відбувається видалення розчинника зі шроту та його тостування, збагачення шроту гідрофузом, грануляція та охолодження гранульованого шроту. Важливими процесами є транспортування сировини, рекуперація парів розчинника, розділення розчинника та води, контроль стічних вод, миття обладнання та обробка води для системи охолодження. На території цеху розташоване сховище для гексанового розчинника.

- Елеватор шроту: призначений для зважування, зберігання та відвантаження гранульованого шроту.

- Промислова ТЕЦ: забезпечує виробництво теплової енергії для потреб заводу, а також здійснює відвантаження лушпиння та операції з золою.

- Вимірювальна виробнича лабораторія: відповідає за постійний лабораторний контроль якості вхідної сировини та готової продукції.

Підтримку основному виробництву забезпечують численні допоміжні підрозділи:

- Слюсарна дільниця цеху сировини: виконує зварювальні роботи та механічну обробку металу.

- Станція водопідготовки промислової ТЕЦ: забезпечує очищення та пом'якшення води для виробничих потреб.
- Блок очисних споруд: відповідає за очищення стічних вод перед їх скиданням.
- Допоміжні та гаражні бокси: використовуються для розміщення автотранспорту, техніки та зберігання сипких матеріалів.
- Їдальня: забезпечує приготування страв для персоналу.
- Градирні: використовуються для охолодження води в системах.
- Склади інертних та мастильних матеріалів: призначені для зберігання відповідних матеріалів.
- Приміщення для зберігання та приготування мийних і дезінфікуючих засобів: тут готують робочі розчини для санітарних потреб.
- Пральня: надає послуги з побутового обслуговування, зокрема прання спецодягу працівників.
- Ремонтно-будівельна дільниця: виконує механічну обробку деревини та інші будівельні роботи.
- Ремонтно-механічна дільниця: здійснює механічну обробку металу, газорізальні, зварювальні та фарбувальні роботи.
- Дільниця контрольно-вимірювальних приладів та автоматики: займається обслуговуванням та ремонтом КВПіА, включаючи механічну обробку металу [21],[40],[59].

Основним сировинним компонентом для ПрАТ «ПОЛТАВСЬКИЙ ОЕЗ» є соняшникове насіння, обсяги переробки якого сягають 492 000 тонн на рік. Асортимент готової продукції заводу включає: олія соняшникова: виробляється нерафінована невиморожена (вищого, першого, другого ґатунків) та гідратована невиморожена відповідно до ДСТУ 4492. Щорічний обсяг виробництва становить 222 384,0 тонн; шрот соняшниковий тостований універсальний та високопротеїновий: доступний у гранульованому та негранульованому вигляді згідно з ДСТУ 4638. Річне виробництво сягає 180 072,0 тонн; концентрат фосфатидний соняшниковий: виготовляється

відповідно до СОУ 15.4-37-212 в обсязі 3 636,0 тонн на рік; фуз олійний: виробляється згідно з ДСТУ 4535, обсягом 631,0 тонни на рік; лушпиння соняшникове: згідно з ДСТУ 7123, у кількості 85 608 тонн на рік [4],[14],[15],[18],[20].

Таблиця 1

Обсяги викидів забруднюючих речовин від виробничої діяльності ПРАТ
«ПОЛТАВСЬКИЙ ОЕЗ»

№	Види викидів	Обсяг, т/рік
	Натрію гідроокис (сода каустична)	
	Емульсол (вода 97.6%, нітрит натрію 0.2%)	
	Сажа	
	Оксид вуглецю	
	Вуглецю діоксид	
	Метан	
	Заліза сульфат (в перерахунку на залізо)	
	Заліза хлорид (в перерахунку на залізо)	
	Залізо та його сполуки	
	Нікель та його сполуки	
	Хром та його сполуки (у перерахунку на триоксид хрому)	
	Алюмінію оксид	
	Кобальт сірчаноокислий (в перерахунку на кобальт)	
	Манган та його сполуки	
	Суспендовані тверді частинки	
	Пил абразивний (корунд білий, монокорунд)	
	Пил деревини	
	Пил лушпиння соняшника	
	Пил насіння соняшника	
	Пил шроту соняшника	
	Барію хлорид	
	Калію хлорид	
	Натрієва сіль дихлорізоціанурової кислоти	
	Натрію хлорид (кухонна сіль)	
	Натрію карбонат (сода кальцинована)	
	Кремнію діоксид аморфний (Аеросил -175)	
	Пил неорганічний (двоокис кремнію 70-20%)	
	Поліакриламід катіонний АК-617	
	Поліакриламід катіонний АК-618	
	Пил металевий	

	Пил абразивно-металевий	
	Натрію піросульфат	
	Кислота о-фосфорна	
	Мийний засіб типу "Лотос"	
	Калію гідроксид	
	Оксиди азоту (NO + NO ₂)	
	Азоту оксид	
	Азоту(1) оксид (N ₂ O)	
	Аміак	
	Азотна кислота	
	Метилмеркаптан (газ)	
	Етантіол (етилмеркаптан)	
	Сірки діоксид	
	Сірководень (H ₂ S)	
	Сірчана кислота (H ₂ SO ₄)	
	Діетилетаноламін	
	Алкілдиметиламіни (C ₁₀ - C ₁₆)	
	Диметиламін	
	Гексан	
	Спирт бутиловий	
	Спирт етиловий	
	Альдегід пропіоновий	
	Кислота валеріанова	
	Кислота оксіетилідендіфосфонова	
	Масло мінеральне нафтове	
	Уайт-спірит	
	Вуглеводні граничні C ₁₂ -C ₁₉	
	Кислота лимонна	
	Акролеїн	
	Ацетон	
	Діетиловий ефір	
	Кислота оцтова	
	Ксилол	
	Толуол	
	Бенз(а)пирен	
	Хлор та його сполуки	
	Водню хлорид (соляна кислота)	
	Фториди добре розчинні	
	Фториди погано розчинні	
	Фтористий водень	

Об'єкт дослідження, з огляду на його вплив на атмосферне забруднення, належить до другої категорії. Це означає, що, хоча він і перебуває під державним наглядом, на його виробничих процесах або обладнанні не потрібно впроваджувати найкращі доступні технології та методи управління. Отже, розробка та реалізація відповідних заходів у цій сфері не є обов'язковою.

Крім того, для даного об'єкта встановлені нормативи гранично допустимих викидів забруднюючих речовин повністю дотримуються. Не зафіксовано жодних випадків перевищення цих показників. У зв'язку з цим, немає потреби у розробці або виконанні заходів, спрямованих на скорочення викидів, і будь-які додаткові природоохоронні заходи з цього приводу відсутні.

РОЗДІЛ V

ОЦІНКА ВПЛИВУ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ ВІД СТАЦІОНАРНИХ ДЖЕРЕЛ ПРАТ «ПОЛТАВСЬКИЙ ОЕЗ»

.1. Оцінка впливу на атмосферне повітря на основі коефіцієнта небезпеки підприємства.

Одним з найпоширеніших методів оцінювання техногенного навантаження на атмосферу підприємствами-забруднювачами, котрі викидають у складі газо-повітряної суміші низку шкідливих інгредієнтів, є методика, заснована на визначенні показника, який називається коефіцієнт небезпеки підприємств (КНП), числові значення якого обчислюються за формулою [56]:

$$\text{КНП} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{\text{ГДК}_{\text{сд}i}} \right)^{\alpha_i} ,$$

де n – кількість шкідливих речовин, що є у викидах підприємства;

M_i – маса викиду i -тої речовини, т/рік;

$\text{ГДК}_{\text{сд}i}$ – середньодобова ГДК i -тоїЗР, мг/м³;

α_i – константа, що дозволяє привести ступінь шкідливості i -тої речовини

до шкідливості двоокису сірки та набуває залежно від класу небезпеки

речовини (1, 2, 3, 4) відповідні значення 1,7; 1,3; 1,0; 0,9.

Результати розрахунку категорії небезпеки підприємства залежно

від значення КНП класифікуються згідно з обґрунтованими характеристиками техногенного навантаження на повітряний басейн (табл. 3.1)

Характеристика техногенного навантаження на повітряний басейн міст за показником КНП

Значення КНП	Категорія небезпеки	Характеристика рівня техногенного навантаження
$\geq 10^8$	<input type="checkbox"/>	високе
$> \text{КНП} \geq 10^4$	<input type="checkbox"/>	підвищене
$> \text{КНП} \geq 10^3$	<input type="checkbox"/>	помірне
	<input type="checkbox"/>	низьке

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

1
7
1
)
8
I
)
9
K
)
0
K
П
K
А
D
K
M
N
K
E
П
K
С
П
K
С
П
А
N
K
K
У
П
P
Л
В
П
д
в
Ф
р
ц
е
о
н
б
к
в
ш
а
н
и
и
к
п
й
п
м
о
р
и
г
в
й
о
и
к
д
в
с
п
п
(
д
о

= 527502,9

Клас небезпеки: (підвищене навантаження)

Оцінка стану атмосферного повітря на основі інтегрального показника

Відповідно до Методики розрахунку показників для інтегральної оцінки стану довкілля та динаміки його змін для районування території України за рівнем економічної безпеки і стану навколишнього середовища інтегральний показник стану атмосферного повітря визначається за формулою [57]:

П

де $P_{\text{атм}}$ – визначається у тонах умовного навантаження (т.у.н.);

m – фактична маса викиду шкідливих речовин за рік усіма джерелами на території досліджуваного регіону, тис. т;

I – регіональний коефіцієнт, що враховує рівень впливу соціально-економічних і природно-кліматичних факторів, еколого-економічні наслідки техногенного навантаження по регіонах України. Встановлюється залежно від типу території, де функціонує підприємство-забруднювач атмосферного повітря (табл. 3.5).

Таблиця 3

Коефіцієнт I , який враховує еколого-економічні наслідки техногенного навантаження

Тип території	Значення коефіцієнта I
Сільське господарство	
Селітебна територія	
Лісове господарство	

$$P_{\text{атм}} = 0,001 * 124278,3311 * 0,055 = 6,83530821 \text{ т.у.н.}$$

Оцінка екологічної шкоди довкіллю на основі інтегрального коефіцієнта

Оцінка екологічних збитків, які спричиняються довіллю внаслідок функціонування трьох підприємств харчової промисловості, що переробляють олійні культури на жири, виконується на основі інтегрального коефіцієнта екологічного збитку $K_{ЕЗ}$, який відображає умовний середній екологічний збиток довіллю від господарської діяльності підприємства і розраховується за формулою [58]:

К

де V_1, V_2, \dots, V_n –реальні обсяги викидів і-тої забруднюючої речовини в атмосферу та/або скидів у водойми,^{II} та/або розміщення відходів, та/або утворення радіоактивних відходів.
 $nV_1ГДК_1 * V_2ГДК_2 * \dots * V_nГДК_n$,

Чим менше значення цього показника, тим вищий рівень екологічної безпеки підприємства. Оскільки інтегральний коефіцієнт екологічної шкоди є показником-дестимулятором, то у формулу оцінки загального рівня екологічної безпеки підприємства його вносять у оберненому значенні, тобто $(1 - K_{ЕШ})$.

К

Е

Ш

2

5

$*147,391595,0 * 123773,71195,0 * 11,05212350 * 33,5497560,5 * 0,026420,002$
 $K_{ЕШ}=1,4$

$* 0,061462 * 23,66044840,5 * 81,7894810,5 * 13,7055560,11 * 0,4663860,3 * 0,24$

$* 0,27556420,03 * 0,00670,1 * 0,0456310,2 * 0,00060,002 = 252,1 = 1,4$
 $ЕШ = \frac{100}{252,1} = 0,3967\% = 98,6\%$

РОЗДІЛ VI

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

Рекомендації до технологічного процесу, обладнання та споруд, очищення газопилового потоку для Полтавського олійноекстракційного заводу (Полтавський ОЕЗ) жоден з дозволених викидів в атмосферу немає перевищувати гранично допустимі рівні, зазначені у відповідних екологічних нормативах. Інші викиди, які можуть суттєво впливати надовкілля,недозволяються.

Моніторинг та аналіз кожного виду викидів мають виконуватись відповідно до пункту 4.1.2 цього розділу. Звіти про результати моніторингу подаються відповідним органам щоквартально. Статистичні звіти про викиди в атмосферу надаються Держуправлінню охорони навколишнього середовища згідно з чинними інструкціями.

Рекомендації до технологічного процесу:

Відповідно до наказу Мінприроди від 13.10.2009 №540 «Про затвердження технологічних нормативів допустимого викиду забруднюючих речовин у атмосферне повітря із котелень, що працюють на лущпинні соняшнику», масова концентрація забруднюючих речовин у газах, що відводяться від котлів, не повинна перевищувати встановлених технологічних нормативів.

Оператор Полтавського ОЕЗ повинен забезпечити виконання всіх технологічних процесів так, щоб викиди та/або запах не створювали значних незручностей за межами підприємства та не впливали на навколишнє середовище. Усі відхилення (зміни технічного регламенту, сировини, палива, умов технологічного процесу) допускаються лише за умови не перевищення гранично допустимих викидів. Якщо такі зміни можуть вплинути на кількісний або якісний склад викидів, необхідне попереднє коригування дозволу на викиди.

Рекомендації щодо експлуатації котлоагрегатів та парогенераторів:

Забороняється експлуатація обладнання при перевищенні концентрацій забруднюючих речовин понад затверджені нормативи до усунення недоліків.

Забороняється використовувати обладнання із несправними контрольно-вимірювальними приладами, що можуть призвести до неконтрольованих або наднормативних викидів.

Не допускається відхилення від оптимального ведення паливного режиму відповідно до режимних карт.

Рекомендації доочищення газопилового потоку:

Забороняється експлуатація пилогазоочисного обладнання при його відключенні або несправності, якщо це не забезпечує проектних показників ефективності роботи.

Фактичні параметри роботи очисних установок перевіряються щонайменше раз на рік, а також у таких випадках:

- а) при роботі технологічного обладнання в зміненому режимі понад 3 місяці або при переведенні його на новий постійний режим;
- б) після будівництва, капітального ремонту або реконструкції.

При експлуатації пилогазоочисного обладнання слід керуватися наказом №52 від 06.02.2009 «Про затвердження Правил технічної експлуатації установок очистки газу».

Рекомендації щодо виробничого контролю :

Гранично допустимі викиди в атмосферу згідно з Дозволом слід трактувати так:

Безперервний моніторинг:

- а) Жоден середній показник за добу не повинен перевищувати гранично допустимі величини дозволених викидів.
- б) 97 % усіх середніх показників за 20 хвилин при постійному вимірюванні не повинні перевищувати гранично допустимі величини дозволених викидів.

в) 3 % середніх значень, виміряних за двадцятихвилинний інтервал, не повинні перевищувати 1,2 встановленого значення норматив у гранично допустимого викиду.

Періодичний моніторинг:

а) Для будь-якого параметру, вимірювання якого через особливості відбору проб/аналізу за 20 хвилин неможливе, необхідно визначити прийнятний період відбору проб, а отримані при таких вимірах величини не повинні перевищувати гранично допустиму величину дозволених викидів.

б) Результати вимірювань масової концентрації забруднюючих речовин, що характеризують вміст цієї речовини у газозоді за двадцятихвилинний проміжок часу, вважаються такими, що не перевищують норматив гранично допустимого викиду, якщо значення кожного виміру не перевищують встановлений норматив.

в) Гранично допустима інтенсивність викидів має розраховуватися на основі концентрацій як середня величина за певний період часу, помножена на величину відповідної масової витрати.

г) Жоден із середніх показників за 20 хвилин не повинен перевищувати гранично допустиму величину дозволених викидів.

Умови контролю:

Всі автоматичні пристрої контролю та пробовідбірники мають функціонувати постійно, за винятком періодів технічного обслуговування та калібрування.

У разі несправності системи контролю оператор зобов'язаний оперативно поінформувати керівництво та ввести альтернативні пристрої відбору проб/моніторингу.

Застосування альтернативного обладнання (крім надзвичайних ситуацій) дозволяється лише за попереднім письмовим дозволом відповідного органу.

Оператор зобов'язаний забезпечити постійний та безпечний доступ до точок відбору проб для контролю викидів в атмосферне повітря, а також відповідно до вимог спеціального органу.

Дії у разі надзвичайних ситуацій

Оператор Полтавського ОЕЗ має якнайшвидше повідомити Департамент екології Полтавської ОДА про:

несанкціонований викид;

несправність устаткування, що може вплинути на контроль забруднення;

аварію, що загрожує довкіллю або потребує негайних дій.

У повідомленні варто зазначити дату, час, обставини події та вжиті заходи для мінімізації наслідків. Усі аварії необхідно документувати та подавати звіт до Департаменту екології.

Оператор повинен мати систему екологічного управління, яка враховує виробничі процеси, мінімізацію забруднень та впровадження чистих технологій.

План природоохоронних заходів

Оператор має протягом 3 місяців розробити план екологічних заходів на 5 років, з розподілом відповідальності та календарем виконання. План щорічно переглядається та погоджується з відповідними органами.

Підготовка персоналу

Працівники, які працюють з екологічно небезпечними процесами, повинні проходити навчання. Уся документація про підготовку має зберігатися.

Обов'язки

На підприємстві завжди повинна бути відповідальна особа з екологічних питань. Щороку до 10 лютого необхідно подавати екологічний звіт.

Заходи зі скорочення викидів

Контроль забруднення

Постійний облік обсягів та складу викидів.

Припинення діяльності

Якщо підприємство змінює власника або припиняє роботу, потрібно протягом місяця повідомити Департамент екології.

Дотримання норм викидів

Оператор зобов'язаний дотримуватися методичних рекомендацій щодо обмеження викидів під час несприятливих погодних умов, особливо якщо на підприємство поширюється прогноз гідрометеорологічної служби.

ВИСНОВКИ

В ході дослідження було визначено, що олійно-жирова галузь є однією з найважливіших у агропромисловому комплексі України, яка забезпечує велику частину експорту харчових товарів і значно впливає на економіку держави. Полтавський олійноекстракційний завод (Полтавський ОЕЗ) відіграє важливу роль у цій галузі, здійснюючи переробку соняшникового насіння та виробництво широкого асортименту продукції.

Полтавський ОЕЗ – один з ключових гравців олійно-жирової галузі України, що гарантує стабільні поставки продукції як на вітчизняний, так і на світовий ринок. Завод переробляє великі обсяги насіння соняшнику, що сприяє збільшенню виробництва соняшnikової олії та шроту – важливих елементів агропромислового експорту. Застосування сучасних технологій дає змогу підприємств у зберігати високу продуктивність та якість продукції, яка відповідає міжнародним вимогам.

Аналіз діяльності Полтавського ОЕЗ показав, що головними забруднювачами є оксиди азоту, діоксид сірки, пил, а також органічні сполуки, які містяться у газових викидах. Дотримання екологічних вимог надзвичайно важливе для мінімізації впливу надовкілля. Основними способами досягнення цього є: Використання вдосконалених систем фільтрації та очищення викидів, зокрема електрофільтрів, скрубєрів та адсорбційних установок. Автоматизований контроль рівня забруднення та впровадження сучасних систем моніторингу викидів. Модернізація котлоагрегатів та парогенераторів, що працюють на альтернативному паливі або зі зниженим рівнем шкідливих викидів.

Запровадження енергоощадних технологій дає змогу підприємству зменшити витрати на енергоносії та підвищити продуктивність виробництва. Використання побічних продуктів виробництва, на кшталт лушпиння соняшнику, для продукування енергії сприяє зменшенню потреби у викопному паливі та зменшенню викидів CO₂. Оптимізація водоспоживання та

застосування сучасних технологій очищення стічних вод дозволяє мінімізувати негативний вплив на довкілля.

Підвищення професійного рівня співробітників через впровадження системи екологічного менеджменту сприяє більш ефективному дотриманню екологічних вимог та норм. Організація внутрішнього контролю та навчання персоналу щодо принципів безпечного виробництва та охорони довкілля є важливим заходом у забезпеченні екологічної відповідальності компанії.

Полтавський ОЕЗ має великий потенціал для подальшого розвитку через впровадження інноваційних технологій переробки олійних культур. Впровадження нових методів екологічного менеджменту та інтеграція міжнародних стандартів, як-от ISO 14001, дасть можливість підприємству відповідати найвищим екологічним вимогам. Збільшення асортименту продукції та вихід на нові експортні ринки сприятиме зростанню прибутковості та конкурентно спроможності заводу.

Отже, дослідження показало, що Полтавський ОЕЗ є важливим гравцем олійно-жирової галузі України, який гарантує не тільки високий рівень виробництва, але й дотримання екологічних вимог. Впровадження сучасних технологій очищення викидів, розумне використання ресурсів та поліпшення екологічного менеджменту – основні складові подальшого сталого розвитку підприємства. Підвищення екологічної свідомості, впровадження нових технологій і розширення виробництва сприятимуть зміцненню позицій Полтавського ОЕЗ на світовому ринку та забезпечать його екологічну безпеку у довгостроковій перспективі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агровигляд України 2024–2033. Київська школа економіки. Центр Досліджень продовольства та землекористування. URL:

абич А. О., Бабич-Побережна А. А. Стратегічна роль сої в розв'язанні глобальної продовольчої проблеми. Корми і кормовиробництво. 2011. Вип. 69. С. 11–19. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik_2011_69_4
3. Богданюк О. В., Кіча А. О. Оцінка стану виробництва соняшникової олії в Україні: основні тенденції та перспективи. Економіка та суспільство. 2018. Вип. 19. С. 1388–1392
4. Бойко О. С., Гейко Л. М. Сучасний стан підприємств олійно-жирової промисловості України. Економічний простір. 2020. № 157. С. 32–37
5. Витрати на виробництво продукції (товарів, послуг) підприємств за видами економічної діяльності у 2012–2022 роках. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>
6. Гладкий Ф. Ф., Тимченко В. К., Демидов І. М. та ін. Технологія модифікованих жирів. Харків: Підручник НТУ "ХП", 2012. 210 с.

ержавний комітет статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
8. Жадан Т. А. Сучасний стан, основні проблеми та напрямки інноваційного розвитку сировинної бази олійно-жирової галузі в Україні. Маркетинг і менеджмент інновацій. 2017. № 3
9. Ільчук М. М. Тенденції виробництва насіння соняшнику в Україні: проблеми та перспективи. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2013. Вип. 181(4)
10. Чехова І. В., Чехов С. А. Основні тенденції розвитку ринку олійних культур в Україні. Продуктивність агропромислового виробництва. Економічні науки. 2014. Вип. 25

оляновська Л. М., Бандура В. М. Вплив електромагнітного поля на екстрагування олії із насіння сої. Збірник наукових праць Вінницького

- національного аграрного університету. 2012. Вип. 10, т. 1 (58). С. 137–
- 12.Кравців Р. Й., Паска М. З., Ощипок І. М. Технологія жирів: навчальний посібник. Львів, 2008. 112 с.
 - 13.Купчак П. М. Перспективи розвитку виробництва олії в Україні. Агросвіт. 2014. № 22
 - 14.Маслак О. Основні тенденції ринку олійного насіння. Пропозиція. Спецвипуск. 2013. № 2. С. 4–7
 - 15.Обсяг реалізованої продукції (товарів, послуг) суб'єктів господарювання за видами економічної діяльності у 2010–2022 роках. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>
 - 16.Олійно-жирова галузь України. Інформаційно-аналітичний бюлетень олійно-жирової галузі України. 2020. № 1–2
 - 17.Осейко М. І. Технологія рослинних олій. Київ: Варта, 2006. 280 с.
 - 18.Осейко М., Українець А., Усатюк С., Шеманська Є. Олії та жири: склад, методи одержання, якість. Харчова і переробна промисловість. 2004. №5
 - 19.Офіційний сайт асоціації «Укроліяпром». URL: <http://www.ukroilprom.org.ua>
 - 20.Паска М. З. Технологія тваринних жирів: навчальний посібник. Львів, 2011. 135 с.
 - 21.Первинне дослідження ринку. Основні експортні агропродовольчі товари з України до Африки (пшениця, ячмінь, кукурудза, соняшникова олія). World Trade Institute. Making Agricultural Trade Sustainable (MATs). 32 с. URL: <https://www.wti.org>
 - 22.Пешук Л. В., Носенко Т. Т. Біохімія та технологія олієжирової сировини: навчальний посібник. Київ, 2011
 - 23.Осадчук П. І., Кудашев С. М. Ріпакова олія: перспективні напрями використання. Олійно-жировий комплекс: Щоквартальний науково-виробничий журнал

24. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>
25. Покинъчерда В. В., Тімченко О. Л. Світовий ринок соняшникової олії: аналіз стану та тенденцій розвитку. Ефективна економіка. 2023. № 10
26. Продан І. Ринок насіння: підсумки і перспективи. Аграрний тиждень. 2014. № 18. С. 33–37
27. Селюченко Н. Є., Косар Н. С. Обґрунтування конкурентних стратегій виробників олії в процесі забезпечення їхнього сталого розвитку. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Міжнародні економічні відносини та світове господарство. 2018. Вип. 20(3). С. 33–37
28. Семенишин Є. М., Іващук О. С., Римар Т. І. Дослідження кінетики екстрагування олії з рослинної сировини органічними розчинниками. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Хімія, технологія речовин та їх застосування. 2018. № 886. С. 177–183
- умарний обсяг імпорту та експорту по країнах у розрізі товарних позицій за кодами УКТЗЕД. Державна митна служба України. URL:
30. Тімченко В. К. Технологія м'яких маргаринів. Харків: НТУ «ХП», 2002. 128 с.
- оварна структура зовнішньої торгівлі України. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>
32. Тютюнников Б. Н., Бухштаб З. І., Гладкий Ф. Ф. та ін. Хімія жирів. Харків: НТУ «ХП», 2002. 452 с.
33. Український науково-дослідний інститут олій та жирів. URL: <http://www.fatoil-kharkov.com>
34. Чехов С. А., Чехова І. В. Оцінка ефективності виробництва соняшнику в Україні. Економічний простір. 2018. № 136. С. 135–146.

35. Чехова І. В. Формування та розвиток ринку олійних культур: теорія, методологія, практика. Запоріжжя : ІОК НААН, 2018. 173 с.
36. Agriculture in Ukraine: Pre-War, Status Quo And Look Ahead (2023). Kyiv School of Economics. Center for Food and Land Use Research. URL: <https://kse.ua/ua/agroviglyad-ukrayini/>
37. Konyali S. Sunflower production, consumption, foreign trade and agricultural policies in Turkey. *Social Sciences Research Journal*. 2017. Vol. 6(4). С. 11–19.
38. Makarchuk O., Kuts T. Factors evaluation affecting sunflower oil prices in Ukraine. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2022. Vol. 22, Issue 2. С. 481–488.
39. Oilseeds: World Markets and Trade (May 2024). United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. URL: <https://fas.usda.gov/>
40. Semenyshyn Ye., Atamanyuk A., Rymar T. et al. Mass transfer in the solid-liquid system: mechanism and kinetics of the extraction. *Chemistry and Chemical Technology*. 2020. Vol. 14 (1). С. 121–128.
- United States Department of Agriculture [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.fas.usda.gov/>
- епіда І. М. Кримінальна відповідальність за корупційні злочини в Україні
- Кременюк, Л. Б., Мостова, Л. П. Сировинна база олійно-жирової промисловості України: стан та перспективи розвитку. *Харчова промисловість АПК*, 2020, (4), 16–23.
- Івагородній, В. В., Шевченко, А. Д. Сучасні аспекти виробництва соняшникової олії. *Технічні науки та технології*, 2019, (2), 177–184.
- Іоваленко, В. А. Роль ріпаку в забезпеченні сировинної бази олійно-жирової галузі. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*, 2021, 99, 173–178.
- Мовиков, В. О., Бондаренко, І. П. Тваринні жири в сучасній харчовій продукції
- Н
- О

промисловості. *Вісник Вінницького національного аграрного університету*. Серія: Сільськогосподарські науки, 2018, 2, 110–116.

аповал, С. Л. Якість сировини для олійно-жирової промисловості. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 23(4),

ороз О. І., Шевчук В. Я. Екологічна безпека харчової промисловості: монографія. Львів: Магнолія 2006, 2022. 350 с.

оліщук С. Д., Клименко М. О. Промислова екологія: підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2021. 420 с.

оловань О. М., Петренко Л. П. Аналіз екологічного сліду виробництва олійно-жирової продукції в Україні. *Екологічний вісник*. 2023. № 3. С. 45–

оваленко В. В., Мельник О. С. Удосконалення методів очищення стічних вод олійно-жирових підприємств. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Екологія та охорона природи. 2022. № 1. С. 110–117.

качук В. М., Бондарчук Г. О. Проблеми поводження з твердими відходами олійно-жирового виробництва. *Наукові записки НаУКМА*. Серія: Екологія. 2024. Т. 37, № 2. С. 88–95.