

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра екології, охорони навколишнього середовища
та здорового способу життя

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою ЕОНСЗСЖ
к.б.н., доцент
_____ Ольга МЕДВЕДЄВА
“ _____ ” 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему
«Оцінка впливу на стан довкілля технологічного
процесу переробки олійної сировини»

Виконав здобувач вищої освіти
VI курсу, групи _ЕО-21М_
ОПП «Екологія»
спеціальності 101 «Екологія»
_____ Рижонок А.А.
« _____ » 2022 р.

Керівник роботи
к.с.г.н., доцент
_____ Людмила КОЛОМІЄЦЬ
« _____ » 2022 р.

Рецензент _____ Микола КОВАЛЬОВ
« _____ » 2022 р.

м. Кропивницький, 2022

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 70 ст., 6 рис., 2 табл., 11 додатків, 65 джерел.

Об'єкт дослідження: вплив технологічних процесів отримання та переробки олійної сировини на стан довкілля.

Предмет дослідження: технологічне обладнання для зниження випаровування розчинника в процесі екстракції олії.

Мета роботи: Обґрунтувати впровадження рекупераційного обладнання, для зниження негативного впливу на атмосферне повітря.

У вступі підкреслюється важливе значення олійноекстракційного та олієпереробного виробництва в народному господарстві та економіці держави.

Перший розділ містить аналіз літературних джерел, передумови розвитку виробництва і переробки зернових та вплив процесів на довкілля.

У другому розділі охарактеризовано місце та умови проведення досліджень.

У третьому розділі наведено методики досліджень та проведення лабораторних аналізів олійної сировини, яка переробляється на підприємстві.

У четвертому розділі наведено результати проведених досліджень та описано переваги впровадження масляно-абсорбційного рекуператора на заміну аміачно-холодильній установці.

У п'ятому розділі проведено економічний розрахунок проведених заходів.

В шостому розділі вивчено особливості умов та охорони праці в галузі.

У висновках наведені результати магістерської роботи, та узагальнено основні положення гармонізації взаємодії переробної галузі із довкіллям.

ОЛІЙНО-ЖИРОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ, ЕКСТРАКЦІЯ, ОЛІЯ
СОНЯШНИКОВА, ГЕКСАНОВИЙ РОЗЧИННИК, РЕКУПЕРАЦІЯ,
ДОВКІЛЛЯ, АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ,
ОХОРОНА ПРАЦІ

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет _____ агротехнічний _____
Кафедра _____ Екології, ОНС та ЗСЖ _____
Рівень вищої освіти _____ магістр _____
Галузь знань _____ 10 – Природничі науки _____
Спеціальність _____ 101 - екологія _____
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма _____ Екологія _____

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

«___»___ 2022 року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

_____ Риждок Анастасії Андріївни _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи

«Оцінка впливу на стан довкілля технологічного процесу переробки олійної сировини»

2. Керівник роботи

_____ Коломієць Людмила Василівна, к.с.г.н., доцент _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи

Мета роботи: _____ Обґрунтувати впровадження рекупераційного обладнання, для зниження негативного впливу на атмосферне повітря _____

Завдання: _____

_____ -охарактеризувати значення олійнопереробної галузі народного господарства, передумови виникнення та сучасний стан;

_____ -дослідити умови проведення досліджень;

_____ -вивчити технологію основних виробництв галузі та методики досліджень, що супроводжують процес отримання олійно-жирової продукції;

_____ -з'ясувати екологічні проблеми об'єктів довкілля, що виникають в процесі отримання жирів та олії;

_____ -запропонувати природоохоронні заходи для зниження техногенного впливу процесу переробки олійної сировини;

_____ -розробити заходи з охорони праці;

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Технологічна частина	Доцент Коломієць Л.В.		
Економічна частина	Асистент Мірзак Т.П.		
Охорона праці	Доцент Лузан П.Г.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури		
2	Умови проведення досліджень		
3	Методи проведення досліджень		
4	Результати досліджень		
5	Економічна частина		
6	Охорона праці		
7	Вступ, висновки		
8	Список використаних джерел		

Дата видачі завдання « ____ » _____ 2022 р.

Підпис керівника

_____ Коломієць Л.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання « ____ » _____ 2022 р.

Підпис здобувача

_____ Рижонюк А.О.
(прізвище та ініціали)

Зміст

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОЛІЙНО-ЖИРОВОЇ ГАЛУЗІ НАРОДНОГО ГОСПОДАРСТВА.....	9
1.1. Значення олійнопереробних підприємств в харчовій промисловості.....	9
1.2. Характеристика потужностей олійно-жирового виробництва.....	10
1.3. Технологічний процес переробки олійної сировини.....	13
1.4. Передумови та необхідність вирощування та переробки олійних культур.....	17
1.5. Проблеми, пов'язані з використанням гідрогенізованих жирів....	19
РОЗДІЛ 2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ОБ'ЄКТА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	21
2.1. Клімат та рельєф Кіровоградської області.....	22
2.2. Рослинний та тваринний світ Кіровоградщини.....	23
2.3. Корисні копалини та ґрунти.....	23
2.4. Водні ресурси Кіровоградської області.....	25
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	27
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	31
4.1. Еколого-технологічні аспекти методу екстракції.....	31
4.1.1. Механізм екстракції соняшникової олії.....	33
4.1.2. Результати аналітичних досліджень зразків олії.....	37
4.2. Регенерація та рекуперація розчинника.....	37
4.2.1. Характеристика аміачно-холодильної установки.....	38
4.2.2. Характеристика вихідної сировини, основних та допоміжних матеріалів.....	40
4.2.3. Викиди в атмосферу.....	42
4.2.4. Контроль виробництва.....	42
4.2.5. Опис схеми аміачно-холодильної установки.....	43

4.3. Масляно-абсорбційна установка для рекуперації на заміну аміачно-холодильній.....	44
4.4. Викиди в атмосферу екстракційного цеху.....	49
4.5. Порівняльна характеристика викидів екстракційного цеху.....	50
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ ОЛІЙНОЕКСТАРКЦІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	
5.1. Визначення економічного ефекту від впровадження технології зі зниженим використанням гексанового розчинника для екстракції.....	51
5.2. Зміна рівня оплати згідно ставки податку за забруднення атмосфери після реконструкції технологічного обладнання екстракційного цеху.....	52
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	
6.1 Загальний аналіз стану охорони праці на ТОВ Виробнича лабораторія «КАПРО ОЙЛ».....	54
6.2. Особливості умов праці у ТОВ Виробнича лабораторія «КАПРО ОЙЛ» під час оцінки впливу на стан довкілля технологічного процесу переробки олійної сировини.....	56
6.3. Розробка заходів по покращенню умов праці у ТОВ Виробнича лабораторія «КАПРО ОЙЛ».....	56
6.3.1. Заходи по створенню нормальних санітарно-гігієнічних умов праці.....	56
6.3.2.Розрахунок системи вентиляції виробничої лабораторії оцінка впливу на стан довкілля технологічного процесу переробки олійної сировини.....	58
6.4. Заходи по пожежній профілактиці.....	60
6.5. Висновки по розділу.....	61
ВИСНОВКИ.....	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ.....	63
ДОДАТКИ	68

ВСТУП

Харчова промисловість є структуроутворюючою для агропромислового комплексу народного господарства України. Незважаючи на всі складнощі, галузь продовжує розвиватися та збільшувати власне виробництво. Обов'язковою складовою є виготовлення олії як кінцевого продукту та товару народного споживання, а також як компоненту для виготовлення безлічі інших продуктів та товарів. Зважаючи на те, що технологічні процеси олієвидобувної та олієпереробної галузі є дуже складними, вплив на довкілля також буває багатоманітним, та потребує нових природоохоронних заходів, модернізації, постійного моніторингу.

Постановка проблеми. Біля 15% всієї продукції, яку постачає харчова промисловість, отримується від олійножирової промисловості. Відповідно технологічні процеси олієвидобування та переробки потребують багато ресурсів і викликають негативний вплив на об'єкти довкілля, зокрема стан атмосферного повітря, - серед інших галузей промисловості.

Актуальність теми. Актуальним є модернізація технологічного обладнання, впровадження природоохоронних технологій в галузі олійно-жирового виробництва, оскільки відбувається нарощування потужностей та посилюються шкідливі впливи.

Мета роботи: Обґрунтувати впровадження рекупераційного обладнання, для зниження негативного впливу на атмосферне повітря.

Завдання дослідження:

- охарактеризувати значення олійнопереробної галузі народного господарства, передумови виникнення та сучасний стан;
- дослідити умови проведення досліджень;
- вивчити технологію основних виробництв галузі та методики досліджень, що супроводжують процес отримання олійно-жирової продукції;
- з'ясувати екологічні проблеми об'єктів довкілля, що виникають в процесі отримання жирів та олії;

- запропонувати природоохоронні заходи для зниження техногенного впливу процесу переробки олійної сировини;
- розробити заходи з охорони праці.

Об’єкт дослідження: вплив технологічних процесів отримання та переробки олійної сировини на стан довкілля.

Предмет дослідження: технологічне обладнання для зниження втрат розчинника в процесі екстракції олії.

Методи дослідження. Дослідження проводились шляхом вивчення, аналізу та узагальнення літературних даних і технічної документації підприємства; безпосередньої участі в технічних роботах, аналітичних дослідженнях, необхідних за технологією виробництва; проведення розрахункових робіт.

Використовувався діалектичний метод пізнання та теоретичного узагальнення для комплексного дослідження питань щодо доцільності вибору обладнання для модернізації технологічного процесу екстракції; статистичних порівнянь – для оцінки стану довкілля; порівняльний для еколого-економічної оцінки доцільності впровадження даного заходу; комплексно-системний підхід – для вивчення стандартів і нормативів щодо охорони довкілля, та охорони праці.

Інформаційна база. Матеріали та документація інженерно-технічної служби підприємства; ДСТУ 4492:2017. (Олія соняшникова. Технічні умови. Київ: Укр НДНЦ) 2018; Статистична інформація Державного служби статистики України /Державний комітет статистики України; Податковий Кодекс України п.243.-1-243.3 .

Наукова новизна одержаних результатів.

В умовах ТОВ «Капро-Ойл» обґрунтовано модернізацію технологічного обладнання для рекуперації шкідливих викидів, з’ясовано ряд додаткових заходів, що убезпечують працівників під час виробничого процесу.

Наукова і практична значимість одержаних результатів. Ефективність вловлювання гексанового розчинника, що виділяється в процесі

екстракції, масляно-абсорбційним рекуператором, дозволяє значно знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу, та скоротити екологічне оподаткування. Крім того, досягнуто економії розчинника, оскільки вловлені його пари повертаються у виробництво.

Особистий внесок магістранта. Магістр розробила програму досліджень, опрацювала теоретичний матеріал, виконала поставлені практичні завдання, взяла активну участь у пошукових та технічних роботах згідно сформульованої теми.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами: дослідження проводились узгоджено з напрямком наукової діяльності кафедри Екології, ОНС та ЗСЖ ЦНТУ.

Апробація результатів дослідження. Риженюк А. виступила з доповіддю на круглому столі "Екологічні проблеми сучасності", м. Кропивницький, ЦНТУ, кафедра екології, ОНС та ЗСЖ, 30.11.2022 р. на тему "Екологічні проблеми олієекстракційного виробництва", а також опублікувала статтю: Риженюк, А. Розробка заходів для зменшення екологічних проблем олійноекстракційного виробництва / А. Риженюк, Л. Коломієць // Збірник праць молодих науковців ЦНТУ. - Кропивницький, 2022. - Вип. 13. - С. 11-18.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ОЛІЙНО-ЖИРОВОЇ ГАЛУЗІ НАРОДНОГО ГОСПОДАРСТВА

Біля 15% загального об'єму всієї отримуваної продукції від харчової промисловості припадає на олійножирову промисловість, яка є і однією з найважливіших, і складних водночас. До структури галузі входять пресові, екстракційні, гідрогенізовані, миловарні та маргаринові і навіть заводи з виготовлення синтетичних миючих засобів.

З огляду на вітчизняний і світовий досвід даної галузі, відбувається постійне оновлення технологічного обладнання, модернізація, впровадження економічних та природоохоронних технологій, особливо це стосується автоматизації та комплексної механізації процесів [1-3].

1.1. Значення олійнопереробних підприємств в харчовій промисловості

Харчова промисловість є структуроутворюючою для агропромислового, промислового комплексу і загалом народного господарства України. Останнє поки що перебуває в обставинах, що постійно ускладнюються протягом крайніх років і особливо місяців. Дана галузь тісно пов'язана з іншими, як машинобудівною (постачання устаткування, апаратури, запчастин), нафтопереробною, хімічною (реактиви, розчинники), текстильною (пакувальний матеріал, фільтри). Залежить від торгових зв'язків з іншими країнами, оскільки експорт та імпорт на сьогодні розвиваються дуже посилено. В сучасному світі все більше поширюється практика товарообміну, виготовлення кінцевого продукту будь-якого споживання не на одному підприємстві чи в одній країні, а розвиток спеціалізації, що дозволяє більше уваги приділяти якості саме свого продукту, «шліфувати» якісь певні елементи товарів чи послуг. Це означає складні багаторівневі зв'язки нашої держави з

іншими країнами, розвиток бізнесу, маркетингу, що сприяє розвитку технологій і суспільства в цілому; інвестиціям та інноваціям.

Завдяки втіленню європейських принципів та економічних заходів ринкового регулювання в олійно-жировому комплексі України досягнуто балансу економічних інтересів, аграрної та переробної сфери виробництва та внутрішнього споживача, водночас зі значним експортним потенціалом. Значна частка населення задіяна в даному комплексі.

Вихідною сировиною для олійно-жирової промисловості є насіння олійних культур, насамперед соняшнику, а також сої, ріпаку, рицини, навіть гірчиці, льону, конопель, маку олійного, арахісу, базиліку, коріандру, фенхелю та ін., тобто застосування сировини від галузі відбувається в продовольчому секторі, виготовленні паливно-мастильних матеріалів, фармацевтиці, косметології та ін. В насінні олійних культур міститься від 35 до більш ніж 50% олій чи жирів. Відходи виготовлення олії є цінною сировиною, іноді дорожчою за головний продукт, - через високий вміст білку, мінеральних речовин, біологічно-активних речовин. Із олійних та ефіро-олійних культур виготовляють харчову рослинну олію, маргарини, технічні мастила та паливо, господарське мило, майонез, оліфу, стеарин, гліцерин та ін. продукцію. олія рослинна може бути готовим продуктом (це основна продукція) чи сировиною у випадку якщо із неї як компоненту виготовляють свічки, парфуми, мила, майонез, маргарин.

Для забезпечення внутрішніх потреб і експортних можливостей необхідно досягати планованих об'ємів і злагодженої роботи переробної промисловості [4-6].

1.2. Характеристика потужностей олійно-жирового виробництва

«За роки незалежності в Україні побудовано 64 переробних підприємств в олійно-жировій галузі, з них - 48 олійноекстракційних заводів. Всього в галузь за 20 років інвестовано \$350 млн.

Генеральний директор асоціації «Укроліяпром» Степан Капшук на конференції Black Sea Oil Trade 2019 заявив: «Заводи модернізуються, встановлюються лінії по рафінації, дезодорації. Експорт сирої олії — вчорашній день. Сьогодні можна сміливо говорити, що у нас немає заводів рівня 20-річної давності».

В даний час країна виробляє 6,4 млн тонн олії, з яких — 6 млн тонн експортується, а це – 60% світового експорту» [7].

До складу олійно-жирової промисловості в Україні входять: олійно-екстракційні заводи; гідрогенізаційні заводи (де з рідкої олії утворюють саломаси); цехи переетерифікації олій та жирів; маргаринові заводи (виробляють маргарин, майонез та іншу кулінарію); миловарні заводи (виробляють мила, гліцерини, жирні кислоти); підприємства з виробництва ПАР та синтетичних мийних засобів.

Залежно від способу обробки олії бувають: рафінована; дезодорована, недезодорована; гідратована вищого, першого та другого сорту; нерафінована вищого, першого та другого сорту. Хімічно олії складаються із ненасичених жирних кислот (олеїнова, ліноленова, лінолева до 70-80%) та насичених (пальмітинова, стеаринова біля 15-30%).[8,9,56-58.]

«Потужності з переробки насіння олійних культур в Україні на початок 2021 року досягли 23 млн тон/рік. Вирощений в Україні урожай насіння олійних може перероблятися на вітчизняних потужностях. Варто зазначити, що значна кількість олійнодобувних підприємств може переробляти різні види насіння олійних культур, тобто є мультифункціональними. Потужності з переробки насіння соняшнику оцінюються у 18 млн тонн на рік, на даний час вони завантажені на 60%. Багато експертів вважають причиною нестачі сировини зменшення урожаю насіння соняшнику. Навіть 13,1 млн тон – це також один з найбільших врожаїв за останні 3 маркетингові роки.

Розкручування теми неврожаю призвело до подорожчання соняшнику до \$770-800 за тонну. Але ж форвардні контракти було укладено з урахуванням ціни \$390-400 за тонну. Відповідно, той, хто мав соняшник,

відмовився його продавати за форвардними контрактами, бо ціна на соняшник на готівковому ринку удвічі вища. Окрім того, фермери не поспішають його продавати в очікуванні більшого зростання цін. Таким чином, виникла ситуація, коли наші переробні заводи працюють упівсили, бо не можуть купити соняшник, хоч він і є в наявності. Відповідно, недоотримали сировини наші переробні підприємства, в тому числі й великі, які не мають змоги постачати олію на експорт за укладеними форвардними контрактами. » [10].

«Як свідчать дані Держмитслужби України, у 2020 році з України експортовано 187,9 тис. тонн насіння соняшнику на \$65,16 млн (\$346,8/т). Зростання експорту насіння соняшнику розпочалось з вересня 2020 року, а саме з початком 2020/21 МР. Так, у вересні – грудні 2020 року з України експортовано 148,9 тис. тонн, що перевищило відвантаження насіння соняшнику за відповідний період 2019 року у 10,5 рази (додаток А). Середня вартість однієї тонни експортованого з України насіння соняшнику у вересні-грудні 2020 року склала \$334,4/т. (експортовано 148,9 тис. тонн на \$49,8 млн). Тоді як у грудні – \$306,7/т (експортовано 34,214 тис. тонн на \$10,49 млн). Соняшник експортується, головним чином, до країн ЄС – Болгарія, та Туреччини. При цьому, обсяги відвантажень насіння соняшнику з України до країн Євросоюзу вперше за останні роки перевищують 100 тис. тонн (за попередніми даними, за 2020 рік - 130 тис. тонн, в тому числі у вересні-грудні – понад 114 тис. тонн)» [10].

«За даними «Укроліяпром», 12 найбільших компаній галузі у минулому МР забезпечили виробництво 73% нерафінованої соняшникової олії.

Асоціація «Укроліяпром» підвела підсумки роботи галузі у 2019/2020 маркетинговому році, який на ринку соняшника завершився 31 серпня. Як зазначають у асоціації, олійно-жирова галузь у минулому маркетинговому році продемонструвала зростання по більшості показників виробництва.

Так, виробництво нерафінованої соняшникової олії зросло на 10,2% у порівнянні з попереднім, 2018/2019 маркетинговим роком. При цьому, 12

найбільших компаній забезпечили 73% всього виробництва нерафінованого продукту.

ТОП-3 виробників, які виробили понад 40% нерафінованої олії, за інформацією «Укроліяпром», виглядає наступним чином: компанія «Кернел» – 23,1%, «Бунге» – 10,7%, МХП – 6,3%.» [11].

«Також були зафіксовані позитивні результати з виробництва наступних видів продукції (у порівнянні з 2018/2019 маркетинговим роком):

рафінованої соняшникової олії – зростання на 26,5%;

соняшникового шроту – на 2,8%;

ріпакової олії – на 27%.

При цьому, скоротилось виробництво соєвої олії (на 8,1%) та соєвого шроту (-9,9%) через обмежені ресурси сировини на внутрішньому ринку через значний експорт соєвих бобів.

До речі, за даними компанії «УкрАгроКонсалт», від експорту продукції олійного комплексу економіка України отримала у минулому маркетинговому році більше ніж \$7,3 млрд.

Соняшник, з показником 23,5%, залишається найбільш рентабельною культурою серед усіх основних сільськогосподарських культур в українському агросекторі (додаток Б).

Ріпак головним чином вирощується для стратегічних цілей ЄС і експортується у не переробленому вигляді. Наприклад, як говориться у повідомленні «Укроліяпром», понад 50% насіння ріпаку нового урожаю вже експортовано.

Тож, за оцінкою Степана Капшука, у сезоні 2020/2021 Україна виробить 7,4 млн тонн рослинних олій, за яких соняшникова складе 6,7-6,9 млн тонн (у т.ч. 270 тис тонн високоолеїнової олії)» [11].

1.3. Технологічний процес переробки олійної сировини

Для забезпечення потреб держави у якісній харчовій сировині та продуктах харчування необхідно більше приділяти уваги власній переробці

сировини з отриманням готових продуктів. Для цього в нас є природно-ресурсний потенціал, великі та малі підприємства переробної галузі, трудовий ресурс.

На переробному підприємстві здійснюється основний технологічний процес, який включає наступні етапи: прийом насіннєвої сировини, підготовку до переробки (рис. 1.1).



Рис. 1.1 – Підготовчий етап виробництва олії [8]

Насіння соняшника обов'язково висушують (вміст води не вище 8%) та очищують від різних домішок фізичними та механічними методами [59-60].

Якщо насіння вологе чи сире, його направляють на очищення та сушіння, домішки при цьому відділяються та поступають в аспіраційну систему (АС) елеватору підприємства. Аспіраційна система також відбирає викиди зернового пилу від всіх елементів обладнання: стрічкових конвеєрів, норій, при навантаженні та вивантаженні з автомобілів. Аспіраційне сміття та зерновий пил збирається та утилізується згідно передбаченого порядку в кожному індивідуальному випадку [12-14].

Наступним етапом є типова схема обробки і переробки сировини (рис. 1.2.).

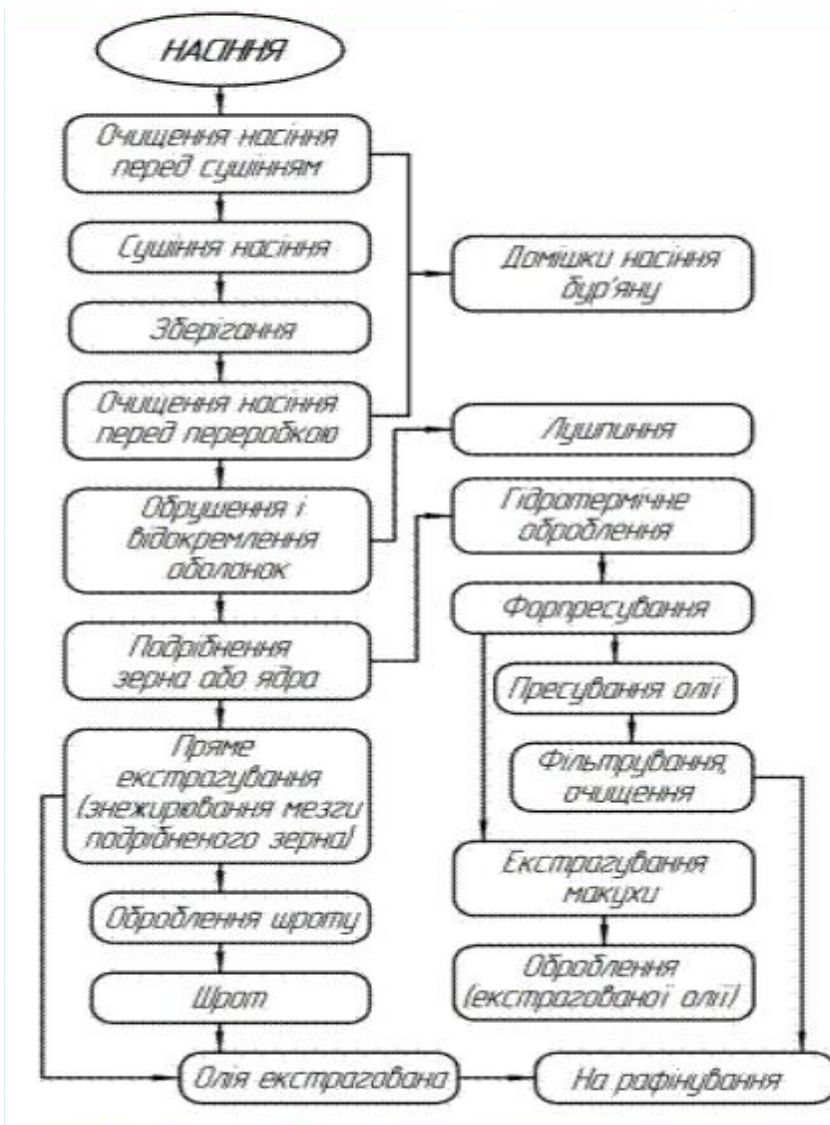


Рис. 1.2 – Принципова схема обробки та переробки насіння соняшника [8]

Насіння на переробку поступає з вмістом не більш 3% смітної домішки. Після очищення стрічковий транспортер через ваги транспортною галереєю подає насіння до завальної ями підготовчого цеху. Із завальної ями насіння подається до шеретувальних машин. Робочі шеретувальні машини працюють разом з віялками. Лушпиння і ядро розділяється. Далі ядро через робочі бункери та сепаратори йде на чотиривалкові вальцеві станки, де ядро переробляється в м'ятку. М'ятка – маса зі збільшеною площею поверхні, задля полегшення вивільнення жирової маси. Тому намагаються задати параметри, які забезпечать максимальне руйнування клітин. Подрібнений матеріал надходить у гвинтові конвеєри, де зволожується 60-80⁰С водою, розміщується та подається на розподільний ланцюговий транспортер, далі на жаровні для

волого-теплової обробки. Мезга, приготована у жаровнях (це м'ятка під дією вологи і тепла), подається до форпресів для відділення олії. Відділення олії з м'ятки відбувається пресуванням (відтисканням), екстрагуванням або найчастіше поєднанням цих двох способів. Залежно від способу отримання олії вона поділяється на види (рис.1.3).[16-18]

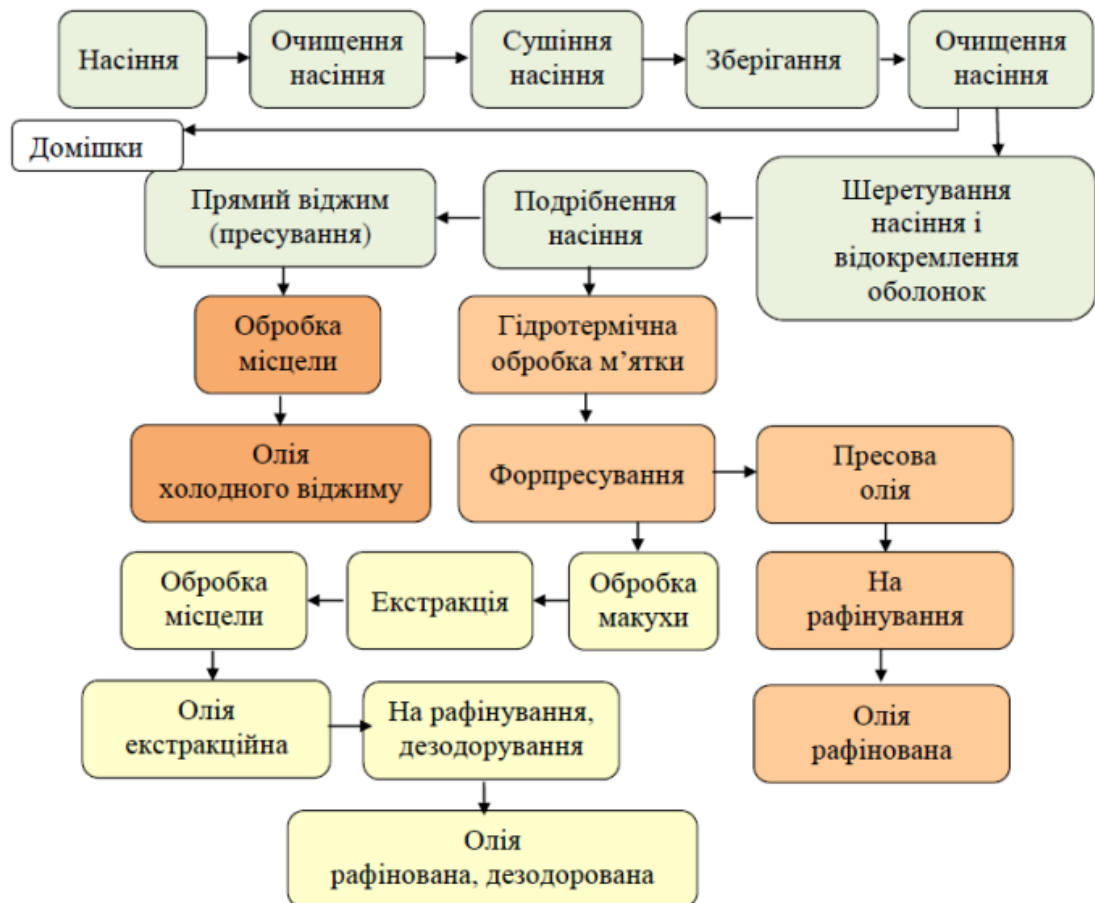


Рис. 1.3 – Види олії залежно від технології [8]

Ефективним є попереднє відтискання олії при нагріванні мезги до 105°C , найбільш повним – до $110-120^{\circ}\text{C}$.

Вилучення олії тільки пресуванням застосовується частіше на малих виробництвах. Шнек-преси для форпресування розвивають максимальний тиск до 30 МПа. На великих підприємствах пресування передуює екстракції.

Після форпресів утворюється макухова черепашка, яка збирається в ланцюговому транспортері. Повітря з дрібними частками крупки виводиться за допомогою вентилятора в циклони для очищення. Дрібні частки крупки

затримуються в циклонах і подаються через шлюзові затвори в гвинтовий конвеєр. Після проходження через АС очищений викид поступає в атмосферу.

Форпресова олія очищується на фільтрах від фузу та нежирових домішок.

Для фільтрації олії передбачено циклічний режим, тобто напірні пластинкові фільтри послідовно її очищують. Профільтрована пресова олія охолоджується та закачується в резервуари для зберігання [19-20,61].

1.4. Передумови та необхідність вирощування та переробки олійних культур

Соняшникова олія в Україні – це один з пріоритетних, найпопулярніших продуктів, яка присутня максимально в нашому житті і діяльності: від медицини до харчування, від мастил та фарб до косметики. Причиною цього є те, що олія соняшнику характеризується як лінолево-олеїнова, тобто адаптована до потреб людського організму, легко засвоювана сама, та необхідна, наприклад, для трансформації провітамінів у вітаміни, забезпечення ферментних процесів. Містить вітаміни (мова про олію першого холодного віджиму), антиоксиданти, каротиноїди. Найбільш вартісна на полицях супермаркетів олія першого холодного відтиску є «живим» продуктом, біологічно активним, однак швидко псується, бо вказані властивості роблять її і добрим поживним середовищем для мікроорганізмів. Так як для будь-яких корінних народів є свої характерні продукти, до яких ті звичні споконвіків, так і для українців соняшникова олія є незамінним складником раціонів харчування, що забезпечує здоров'я нації [34-36,62].

Жири (ліпіди) виконують в організмі людини енергетичну, структурну, резервну, транспортну, синтезуючу та терморегуляторну функції (додаток В). І надлишок, і недостача жирів призводять до деяких порушень в організмі (додаток Г).

«Власне терміни «жири» та «ліпіди» є взаємозамінними. «Жири» використовують у товарознавстві, техніці та технології. «Ліпіди» - в біохімії,

хімії природних сполук та харчовій хімії. За Кейтсом, - ліпіди – це речовини, що містяться в живих організмах, розчинні в органічних розчинниках (хлороформ, діетиловий ефір, бензол), що не розчиняються у воді, а до складу їх молекул входять вищі алкількі радикали [8].

Навіть при належних умовах зберігання (як і будь-яких харчових продуктів, - без доступу повітря та світла), незалежно від виду і ступеню обробки чи переробки олійної сировини, олія схильна до ферментації та зміни властивостей (псування). Це можуть бути гідролітичні процеси, окислення жирів та мікробіологічний вплив. Незначний гідроліз може призвести до появи присмаку мила, в жирах з'являються жирні кислоти, моно- та дигліцериди. Якщо до продукту доступний кисень, відбувається окиснення, з утворенням альдегідів, кетосполук.

Навіть якщо ні кисень, ні волога не проникають до жиромісних продуктів, але їх досягає ультрафіолет – це теж викликає небажаний спосіб псування – запускається полімеризація, адже сонячне світло спонукає до утворень вільних радикалів.

Для ширшого застосування, кращого зберігання та надання харчовим продуктам нових смаків та властивостей олії перетворюють у саломаси, а ті – в маргарини, майонези та ін. Маргарини почали виготовляти у Франції ще у 1870 році. Гідрогенізовані жири, що входять до складу маргаринів, повинні бути білого кольору, мати низьке кислотне число і чистий смак. За допомогою переетерифікованих жирів продуктам можна надати бажаної консистенції. Маргарини збагачують вітамінами, додають природні барвники, емульгатори (фосфати), ароматизатори та ін., що забезпечує смакові та харчові властивості, подовжує термін зберігання. Технологія виготовлення маргарину наведена в додатку Д.

Послідовність операцій та високотемпературна пастеризація забезпечує тривалий термін зберігання та високі споживчі якості продукту.

Ще одним невід'ємним продуктом нашого побуту з давньою історією є майонез. Аби він не був шкідливим, його споживання не більше 5% від

раціону, а склад – без жодного саломасу, тільки високоякісні рафіновані олії, найліпше – соняшникова. Технологія майонезу наведена на схемі додатку Е. Майонез використовують не як самостійну їжу, - через надзвичайну поживність, а як кулінарну приправу [21-23].

1.5. Проблеми, пов'язані з використанням гідрогенізованих жирів

«Гідрогенізацією називають приєднання водню до ненасичених сполук, які містяться в залишках неорганічних кислот, що входять до складу ацилгліцеринів. Це процес перетворення рідких олій в тверді жири за рахунок приєднання водню за місцем подвійного зв'язку у вуглеводневому ланцюжку залишків ненасичених жирних кислот. Гідрогенізація стабілізує жири при нагріванні, покращує їх зберігання.» [24]

Під час гідрогенізації жирів утворюються транс-ізомери ненасичених жирних кислот, які значно полегшують виробникам ряд процесів: виконання технологічного процесу, надають відмінну текстуру готовим виробам, збільшують термін придатності готових виробів (хлібобулочні вироби, чіпси, кондитерка, готові сніданки іт.п.)

Всі частково гідрогенізовані олії зі складу маргаринів, кондитерських та кулінарних жирів та харчових концентратів мають у складі трансізомерні жирні кислоти. Медичними науковими та практичними дослідженнями встановлено зв'язок утворення ліпопротеїнів (котрі викликають утворення бляшок на стінках судин) в організмі людини із споживанням трансжирів. Це є проблема сучасності, адже багаторівнево перетворені олійні та жирові продукти займають все більшу частку в нашому раціоні, адже мають кращі можливості до зберігання, транспортування і є дешевшими за більш якісні безпечні для здоров'я продукти.

Трансжири – справжня проблема, особливо для економічно розвинених країн, де є переїдання. Трансжири причетні до ішемії, атеросклерозу, інфарктів, інсультів, загальмування розвитку чи роботи головного мозку в будь-якому віці, дегенерації нервової системи, порушення репродуктивної системи, порушень обміну речовин і т.д. Як свідчать дані ВООЗ, Західна

Європа майже повністю припинила використання таких жирів, але от в Україні, як і в Індії, Ірані, Пакистані, бідних африканських країнах, - споживання цих жирів продовжується. Якщо у продукт є вміст ізомерів, то зокрема в Данії, США, Канаді виробник зобов'язаний та позначає цю інформацію на етикетці. [24,63]

Щодо нашої держави наведено дещо парадоксально та є недоліком співпраці системи охорони здоров'я та законодавчого органу, оскільки власних продовольчих ресурсів у нас цілком вистачає для того, аби виключити зі складу продуктів харчування трансжири, - як-от похідні пальмових жирів, експортовані у великих масштабах через доступність та дешевизну. Для цього необхідне регулювання цінової політики та відповідальність харчових виробництв за якість продукції. Проте в Україні досі не вживається потрібних заходів для зменшення споживання транс-жирів.

На жаль, досі спостерігається ситуація надмірного вивезення олії соняшникової та імпорту дешевих трансжирів, які заміняють більш кошовну олію. З відгуків споживачів, однак, складно вважати дешевими продукти харчування, які виробник здешевлює лише для себе у процесі їх виготовлення. Тобто в даній ситуації потрібна спочатку законодавча база (заборона трансжирів), далі контроль та інспектування підприємств харчової промисловості (якість продукції), та торгових мереж (стосовно цінової політики). Зважаючи, що медичне забезпечення в Україні принаймні рахується як державне, то зменшення витрат на лікування наслідків нездорового харчування принесе значну економію коштів бюджету.

Отже, ринок олійної сировини в Україні є одним з ключових у формуванні економічної та соціальної стабільності, розвитку виробничих потужностей, та дана галузь потребує збільшення природоохоронних технологій.

РОЗДІЛ 2

ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ОБ'ЄКТА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Геополітичний, природний, ресурсний, і головне людський потенціал України є найбільш сприятливим для розвитку всіх видів діяльності – від туристичного, рекреаційного аж до гірничо-видобувного та агропромислового. Якщо розглянути власне природно-географічні умови місця розташування об'єкта досліджень, то сприятливий помірний клімат, одні з найродючіших ґрунтів нашого континенту та світу загалом, - здавна підштовхнули наших предків-землеробів, орачів, сівачів та інших представників наймирніших професій, від яких, однак, прямо залежить виживання людства, - до розробки технологій вирощування рослин та переробки отриманої сировини, перетворення її в продовольство.

Клімат території олійножирового підприємства, що є об'єктом досліджень, є придатним для вирощування практично всіх груп зернових культур, в тому числі олійних, які досить вимогливі до температурних умов, забезпечення вологою та поживного режиму ґрунту. Розміщення об'єкта досліджень неподалік сировинної бази задовольняє необхідність дотримання умови зручності транспортування до місця переробки та незначної відстані – насіння транспортувати складніше, ніж олію; а споживчий фактор впливає на розміщення маргаринового і майонезного виробництва.[30]

Північні і центральні райони Степу найбільш зайняті посівами соняшнику. Це обумовлює необхідність забезпечення стійкості і компактності сировинних зон, адже в основі функціонування олійних комбінатів є зв'язки по сировині і відходах. Доцільним радіусом перевезення сировини є біля 50 км, реально це складає 225-240 км, в залежності від концентрації посівів.

Кіровоградська область має розвинену транспортну мережу, що дає змогу перевозити зерно як залізничним так і автомобільним транспортом. [1,25-27].

2.1. Клімат та рельєф Кіровоградської області

«Кіровоградська область розташована на Правобережжі України, в південній частині Придніпровської височини, у межиріччі Дніпра та Південного Бугу. На півночі вона межує з Черкаською, на північному сході - з Полтавською, на сході й південному сході - з Дніпропетровською, на півдні - з Миколаївською, на південному заході - з Одеською, на заході - з Вінницькою областями.

За кількістю водосховищ і ставків область займає третє місце серед областей України. В області налічується 2185 ставків і 85 водосховищ (Кременчуцьке, Дніпродзержинське, Кіровоградське, Докучаєвське, Інгульське, Софіївське та ін.) загальною площею водного дзеркала 25628,2 га. Область має найменші запаси природних підземних вод. Болотами зайнято 10,4 тис. га, що складає 0,42% території області.» [31].

«Клімат області помірно континентальний. Середні температури січня становлять $-5-6^{\circ}\text{C}$, липня – $+20-21^{\circ}\text{C}$. Зима м'яка з частими відлигами, літо тепле, сухе. Тривалість безморозного періоду 160-170 днів. Середньорічна кількість опадів становить 430-520 мм, максимальна випадає у теплий період року (близько 70%). Днів з опадами за рік 120-140.

Ґрунти області мають високу родючість. Ґрунтовий покрив області характерний для перехідної зони від південного лісостепу до північного степу.

В північній частині області переважають чорноземи потужні малогумусні із вмістом гумусу 5,0% та середньогумусні із вмістом гумусу трохи більше 5,5%. Значні площі тут займають чорноземи в різному ступені реградуровані, а також чорноземи опідзолені, темно-сірі опідзолені та сіріопідзолені ґрунти.

Ліси займають 5,4 проц. території області. Зустрічаються великі лісові масиви (Чорний, Вільхуватський, Галочанський, Нерубайський тощо). Є кілька лісових розсадників, парків і дендропарків. Серед них — дендропарки в Долинському районі «Веселі Боковеньки» та в селі міського типу Онуфріївці.» [28].

2.2. Рослинний та тваринний світ Кіровоградщини

Більшість території області лежить у зоні лісостепу, південніше від Кіровограда – зона північного степу.

Природна рослинність займає 15-16% площі території області та представлена лісовим, степовим, лучним, болотним і водним типами рослинності.

Незважаючи на значне господарське освоєння території, тваринний світ області залишається відносно багатим.

2.3. Корисні копалини та ґрунти

«В Кіровоградській області поширені родовища бурого вугілля, які відносяться до Дніпровського буровугільного басейну. В області зосереджено 90% запасів вугілля Дніпровського басейну. Найбільш значні родовища відомі в Олександрії, Балаховці, Петровому, Михайлівці, Байдурівці. Практично все видобуте вугілля переробляється і використовується в області.

В області знайдені горючі сланці поблизу села Бовтишки Олександрівського району, невеликі родовища торфу, що розташовані в заболочених плавнях річок Мала Вись та Велика Вись, в долинах річок біля Новомиргорода, Онуфріївни.

Залізорудні родовища розташовані в східній частині Кіровоградської області. Тут знаходяться Петрівське, Ганнівське, Артемівське, Горіхівське, Попельнастівське та інші залізорудні родовища.

Знайдені родовища урану: Мічурінське, Ватутінське, Северинське та цілий ряд інших, на базі яких утворено власну мінерально-сировинну базу атомної енергетики України. Усі родовища, по наявних в них запасах, відносяться до великих.» [30]

«В північній частині області переважають чорноземи потужні малогумусні із вмістом гумусу 5,0% та середньогумусні із вмістом гумусу трохи більше 5,5%. Значні площі тут займають чорноземи в різному ступені

реградуровані, а також чорноземи опідзолені, темно-сірі опідзолені та сірі опідзолені ґрунти.

У ґрунтовому покриві переважають чорноземи, в північній частині поширені глибокі та опідзолені, в південній частині – звичайні середньогумусні й мало гумусні чорноземи. Є також сірі лісові і болотні ґрунти. Область відзначається багатством земельних ресурсів, значною природною родючістю ґрунтів.

Основними землекористувачами в області є сільськогосподарські підприємства у користуванні яких перебуває 1266,5 тис. га (51,5%) загальної площі області. У власності і користуванні громадян знаходиться 635,6 тис. га (25,8%). Всього в області 748,3 тис. власників землі і землекористувачів.

Розпайовано 1466,0 тис.га сільськогосподарських угідь або (94,4%) земель колективної власності. Розмір середньої частки (паю) відповідно до виданих сертифікатів по області складає 5,8 га.

Внаслідок екстенсивного землеробства сільськогосподарська освоєність та розораність території суші області досягла 85,7 та 74,4 відсотка відповідно. Через це в області спостерігається надмірний вплив сільськогосподарського виробництва на стан земельних ресурсів, що викликана надмірною розораністю території, хімізацією та меліорацією земель. Наслідком високої господарської освоєності земельного фонду, без належних заходів щодо її охорони відтворення як виробничого ресурсу та важливої складової навколишнього природного середовища, є прогресуюча деградація земель, що створює загрозу екологічній безпеці області, процес втрати гумусності прогресує. Середньозважений вміст гумусу в ґрунтах з кожним роком зменшується. Отже за такої тенденції ґрунти області протягом дуже короткого в історії ґрунтоутворення проміжку часу можуть зазнати катастрофічних змін. Тому усі землі потребують захисту та охорони від негативних процесів, забруднення і погіршення екологічного стану.» [29].

2.4. Водні ресурси Кіровоградської області

«Водний фонд області представлений 438 річками загальною довжиною 5558 км. На території області протікає дві великі річки. Є ще 1 074 річки і струмочки загальною довжиною 2 595 км. Область малозабезпечена місцевими водними ресурсами. Її гідрогеологічні умови малосприятливі для формування запасів підземних вод, так як область розташована в зоні Українського кристалічного масиву. Це є причиною того, що близько 30% пробурених сверловин безводні, інші мають низькі дебіти, що дає можливість забезпечувати в основному лише потреби сільськогосподарського виробництва.

Водопостачання питною водою м. Кіровограда здійснюється в основному дніпровською водою, що подається по міжрайонному водопроводу ОКВП «Дніпро-Кіровоград». Підземною водою місто забезпечено всього на 16%.

Річки Кіровоградщини зарегульовані 2794 ставками загальною площею водного дзеркала 17,8 тис. га та об'ємом близько 205 млн.м³, 84 водосховищами площею 9,5 тис. га та об'ємом 264,2 млн.м³.»[30]

«Водні ресурси складаються із сформованого поверхневого стоку річок на території області та транзитного стоку річок, які надходять із територій суміжних областей та запасів підземних вод.

В середній по водності рік місцевий стік формується в обсязі 1,11 км³/рік, разом з транзитним – 48,61 км³/рік. В багатоводний рік (10% забезпеченості) відповідно 2,1 км³/рік та 94,3 км³/рік. В маловодний рік (95% забезпеченості) відповідно 0,24 км³/рік та 30,74 км³/рік.

Питні та технічні підземні води в Кіровоградській області для господарсько-питного і виробничо-технічного водопостачання розвідані на 38 ділянках. Сумарна кількість затверджених (балансових) запасів питних та технічних вод складає 225,700 тис. М³/добу за категоріями А+В+С1, 162,300 тис. м³/добу з них не розроблялись.»[31]

«Підземні мінеральні води Кіровоградської області відносяться до типу радонових і використовуються в бальнеолікуванні, розвідані на двох ділянках. Також значні обсяги підземної води подаються з відхиленням від стандарту якості: мають підвищені загальну жорсткість, вміст сухого залишку, заліза, марганцю, нітратів та аміачних сполук. Об'єктивно виникає необхідність подачі води на значні відстані.

Сумарна кількість затверджених (балансових) запасів мінеральних вод складає 433,0 тис. м³/добу, сумарні запаси всіх підземних вод на території області становлять 146,7 млн.м³, затверджені – 52,4 млн.м³

Поверхневі води річок Кіровоградщини належать до басейнів Дніпра і Південного Бугу»[31].

Водозабезпеченість місцевим стоком у середній по водності рік на 1 людину в області становить 1,09 тис.м³/рік, сумарним, з врахуванням транзитного стоку – 49,5 тис.³. В маловодний рік (95% забезпеченості) водозабезпеченість місцевим стоком знижується до 0,239 тис.м³/рік, при середній по Україні 0,58 млн.м³, а сумарним стоком до 30,2 тис.м³/рік.

Наявні водні ресурси не забезпечують в повному обсязі потреби населення та галузей економіки, так як на території області розподілені нерівномірно. Транзитний стік р.Південний Буг та Дніпро мало використовується в народному господарстві області, так як значно віддалений від промислових центрів. Покриття дефіциту водних ресурсів здійснюється шляхом забору води з річки Дніпро та її подачею в маловодні регіони [28,30,31].

Таким чином, сприятливі природно-географічні умови та високий ресурсний потенціал території обумовлює розвиток аграрного виробництва, вищування значної частини олійних культур, сировини та продукції яких традиційно від України очікує значна частина світу.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

В залежності від способу очищення (рафінування) олію поділяють на види, а кожен вид – на товарні сорти.

Вид і товарний сорт олії визначають за смаком, запахом, прозорістю, кольором та фізико – хімічними показниками: колірне, кислотне числа, нежирні домішки, вміст вологи та летких речовин, фосфорномістких речовин, неомилюваних речовин, проби на мило, - виконання досліджень проводиться згідно Національного стандарту України.

«Ступінь свіжості олії визначають за перекисним числом, а безпечність – за вмістом пестицидів, афлатоксину В₁, мікотоксинів, свинцю, ртуті, міді, мікробіологічними показниками.

Для визначення якості олії залежно від розміру виробничої партії відбирають середню пробу, яку ретельно змішують і відділяють 0,5 л для аналізів. Харчова рослинна олія повинна бути повністю прозорою, світлого кольору. Запах, прозорість, колір визначають при температурі 20°C.

Для визначення запаху олію наносять тонким шаром на скляну пластинку або розтирають на затильній поверхні руки.

Для встановлення кольору олію наливають в стакан висотою не менше 50 мм і розглядають на білому фоні в прохідному і відбитому світлі.

Щоб визначити прозорість, 100 мл олії наливають в скляний циліндр і залишають на добу за температури 20°C. Потім відстояну олію розглядають як у прохідному, так і у відбитому світлі на білому фоні. Олія вважається прозорою, якщо вона немутна або не має зважених пластівців.

Вміст вологи і летких речовин визначають у наважці (5 г), висушують за температури 105°C до постійної маси. Частка вологи і летких речовин є видовим і сортовим показником якості олії. Наприклад в рафінованій соняшниковій олії допускається вміст вологи і летких речовин не більше ніж

0.1%; нерафінованої вищого і першого сортів – не більше 0.2%; у нерафінованій другого сорту – не більше 0.3%.[32]

«Кількість відстою в олії (нежирові, а механічні домішки – часточки м'ятки, оболонки клітковини і та ін.) визначають об'ємним способом: 100 мл олії наливають в циліндр і залишають на добу за температури 15-20°C. Кількість осаду (мл) вказує на відсоток відстою за об'ємом» [32].

Один із найважливіших ознак якості олії, що характеризує її придатність в їжу, є кислотне число. Це кількість КОН (мг), необхідна для нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться в 1 г олії. Низьке кислотне число свідчить про низьку якість сировини, псування її за тривалого зберігання.

В ході визначення кислотного числа досліджувану речовину відомої маси (близько 0,5-1 г) розчиняють і в присутності індикатору фенолфталеїну розчин титрують стандартним спиртовим розчином КОН (концентрацією 0,1 моль/л) до появи стійкого рожевого забарвлення. За отриманим об'ємом титранту розраховують КЧ:

$$KЧ = 56,1 \cdot C_m \cdot V/m ,$$

де 56,1 — молярна маса КОН, г/моль;

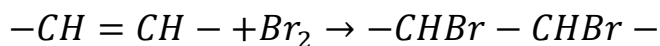
C_m — молярна концентрація розчину КОН, моль/л;

V — об'єм розчину КОН, що пішов на титрування досліджуваної проби, мл;

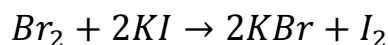
m — маса наважки досліджуваної речовини, г.

Йодне число вказує на кількість грамів йоду, які повністю насичують вільні зв'язки в 100 г олії. Чим більше йодне число, тим вищий вміст ненасичених жирних кислот в олії і тим кращою сировиною є для виробництва оліфи (така олія швидко висихає на повітрі).

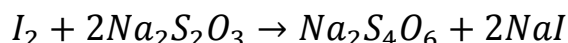
Визначення йодного числа проводиться шляхом йодометрії. Наважку досліджуваної речовини переносять у ємність із неводним розчинником на кшталт хлороформу або тетрахлорометану і додають відому кількість розчину бром (також використовують IBr або ICl). Бром приєднується за ненасиченими зв'язками:



Після завершення реакції до реакційної суміші додають надлишок йодиду калію. Наявний у розчині бром окиснює йодид-іони до вільного йоду і той забарвлює розчин у жовтуватий колір:



Йод титрують стандартним розчином тіосульфату натрію із концентрацією 0,1 моль/л:



Як індикатор кінцевої точки іноді використовуєть розчин крохмалю.

Аналогічні операції виконуються і для холостої проби: додаванням усіх реактивів, але без наважки досліджуваної речовини. Тоді увесь доданий бром відновить йод з надлишку йодиду калію і його відтитрують розчином тіосульфату, отримавши максимум.

Розрахунок йодного числа ведеться за формулою:

$$X = 1.269 \cdot \frac{V_0 - V}{m},$$

де V_0 — об'єм розчину тіосульфату натрію, що пішов на титрування холостої проби, мл;

V — об'єм розчину тіосульфату натрію, що пішов на титрування досліджуваної проби, мл;

m — маса наважки досліджуваної речовини, г [32].

Якісна проба на мило дає можливість визначити його залишки в олії після проведення лужної нейтралізації, сепарування, промивання жиру. Мило в харчовій олії не допускається.

Вміст речовин, що не омилуються характеризує наявність в олії токоферолів (вітамін Є), стеринів, вуглеводнів (глікозиди, сквален, арахідин та інші), каротиноїдів, тощо.

Число омилення визначають шляхом зворотнього титрування. До наважки речовини (близько 0,5-1 г) додають відому надлишкову кількість розчину КОН та проводять омилення на водяній бані (процес може тривати

певний час). Після завершення омилення, не охолоджуючи розчину, залишкову кількість гідроксиду калію відтитровують стандартним розчином кислоти (наприклад, хлоридної) у присутності індикатору фенолфта леїну до зникнення рожевого забарвлення.

Паралельно проводять визначення для холостої проби — з аналогічною кількістю КОН та без наважки речовини.

За отриманими значеннями об'ємів титранту розраховується число омилення:

$$ЧО = 56,1 \cdot C_m \cdot \frac{V_0 - V}{m},$$

де 56,1 — молярна маса КОН, г/моль;

C_m — молярна концентрація розчину кислоти, моль/л;

V_0 — об'єм розчину кислоти, що пішов на титрування холостої проби, мл;

V — об'єм розчину кислоти, що пішов на титрування досліджуваної проби, мл;

m — маса наважки досліджуваної речовини, г [33].

Загалом, вміст пестицидів в олії не повинен перевищувати кількостей передбачених Санітарно – гігієнічними нормами, затверджених МОЗ. В оліях, призначених для виготовлення продуктів харчування, контролюється вміст свинцю, ртуті, міді, мікротоксинів, афлатоксину В₁ і мікробіологічні показники [8,13,33].

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В ході виконання поставлених завдань в магістерській роботі було проведено лабораторний контроль визначення якості олійної сировини (олії екстрагованої нерафінованої), отримуваної ТОВ «Капро-Ойл» від різних виробників. Отримані визначення органолептичних показників показують, що смак та запах притаманний олії даного виду, - без сторонніх присмаків та запахів, в усіх партіях отриманої сировини. Показник колірного числа, мг йоду, - коливався в межах 9-15; пероксидного - 0,57-1,34; кислотного 0,91-1,48; масова частка води 0,03-0,01; фосфоровмісних речовин 0,34-0,51 (додатки Ж, З, И, І).

При вивченні технології та основних процесів переробки соняшникового насіння в проміжні та кінцеві продукти і товари споживання було встановлено, що є значний вплив на атмосферне повітря зокрема при екстракції олії – внаслідок випаровування гексанового розчинника.

Для запобігання перевищення норм впливу на довкілля все технологічне устаткування обладнане АС (аспірац.сист.) відповідно вимогам СНіП 2-04-05.

В результаті вивчення екологічної ситуації підприємства запропоновано замінити аміачно-холодильну установку на масляно-абсорбційний рекуператор, оскільки технічні характеристики останньої дозволять завдяки реконструкції зменшити викиди підприємством гексанового розчинника в атмосферу на 89,6%. Якщо до реконструкції викиди гексанового розчинника з екстракційного цеху складали 138,106 тонн на рік, то після реконструкції викиди зменшаться до 14,423 тон на рік.

4.1. Еколого-технологічні аспекти методу екстракції

Висока якість, поживність та біодоступність є у олії першого холодного віджиму; такий продукт вартісний для споживача, але не зручний для

виробника і логістики, оскільки швидко псується. Крім того, навіть сучасні преси не можуть повністю відтиснути ліпіди, через великі поверхневі сили їхнього утримання в масі м'ятки. Тому більшість підприємств олієвидобутку застосовують технологію екстракції, що передбачає використання ряду розчинників, та забезпечує максимальне вилучення цінного продукту із загальної маси соняшникового насіння високим руйнуванням клітинної структури насіння.

Для екстрагування використовують крупку чи пелюстку (попередньо спеціальним чином оброблена маса насіння) та розчинник. Виділення (втрати) пари розчинника є неминучим, різниця лише в концентраціях (залежить від технологічного обладнання), що негативно впливає на атмосферне повітря та працівників, задіяних у робочій зоні. До розчинників є певні вимоги, а саме:

- висока розчинна здатність щодо олії;
- розчинник не повинен розчиняти інші компоненти крупки чи пелюстки;
- розчинник і місцеля не повинні чинити агресивний вплив на матеріали робочих поверхонь;
- розчинник повинен цілком відділитися від місцеля, з температурним інтервалом;
- розчинник не має бути пожежо- та вибухонебезпечним, шкідливим для людей і надто коштовним.

Під всі перераховані пункти, звісно, сучасні відомі розчинники не підпадають. Оскільки проблема створення відповідних екстрагентів не вирішена, більш простим рішенням є все ж оптимізація технології, для зниження поступання розчинника в довкілля.

Використовують гексанові розчинники: Нефрас- П1-65/75, Нефрас- П1-63/75. Перший дещо краще, оскільки має інтервал кипіння 65-75⁰С.

«Характеристики Нефрас- П1-65/75:

- при 20⁰С густина не більш 0,685 г/см³;
- фракційний склад: температура початку перегонки не менш 65⁰С, температура перегонки не менше 98% суміші, не вище 75⁰С;

- залишок у колбі не більше 1%;
- бромне число не більше 0,06 г бром у на 100 см³ розчинника;
- бромне число не більше 0,06 г бром у на 100см³ розчинника;
- масова частка бензолу не більше 0,1%;
- масова частка сірки не більше 0,0002%;
- наявність водорозчинних кислот та лугів – відсутні;
- вміст механічних домішок та води – відсутні.

Спеціальні вимоги:

- температура самозаймання 262°C;
- нижня та верхня концентраційна межа займання об'ємних 1,15-7,7%;
- температура спалаху нефраса в закритому тиглі мінус 32°C;
- гранично-допустима концентрація пари нефраса у повітрі робочої зони складає 100 мг/м³;
- легкозаймиста рідина;
- клас небезпеки 4;
- сертифікат відповідності» [37].

Оскільки екологічні вимоги передбачають природоохоронні заходи, а економіка підприємства значно програє від будь-яких втрат робочих та витратних матеріалів (в даному випадку розчинника), то необхідна модернізація обладнання, щоб запобігти і викидам, і втратам.

4.1.1. Механізм екстракції соняшникової олії

Після утворення м'ятки відбувається змішування маси із розчинником, та ряд фізичних і біохімічних процесів, що спричиняють вилучення олії:

- «- змочування розчинником екстрагуємих часток у вільному стані;
- проникнення розчинника в товщу екстрагуємих часток, розчинення усіх екстрагуємих часток, змикання зовнішніх та внутрішніх розчинів в єдину систему;
- рух олії разом з потоком місцели зсередини часток до їх поверхні по вільних поверхнях, по капілярам, через перетинки, які утворюються

вторинними структурами, та через незруйновані клітинні стінки олійного товару;

-дифузія олії, яка вийшла з місцелою на поверхні часток через граничний дифузійний шар;

-конвективний перенос олії від зовнішньої поверхні дифузійного шару в загальний потік місцели, який рухається в екстракторі (рис.4.1).» [8]



Рис. 4.1 – Основна технологічна схема одержання олії [8].

При цьому розчинник легко проникає в товщу екстрагуємого шару, але дифузія екстрагуємих речовин всередині твердої фази та подолання граничного шару є лімітучим. Тобто спочатку олія витягується з ділянок з нижчим опором, далі довше – з ділянок з вищим дифузійним опором. Процес екстрагування – це процес масообміну, тому переміщення речовин у ньому відбувається молекулярною дифузією, конвективною дифузією та ін. видами масопередачі.

Екстракцію здійснюють способом занурення та способом ступеневого зрошення. У першому випадку відбувається процес безперервного

проходження матеріалу через потік розчинника протитечією. Концентрація місце при цьому поступово знижується. Екстрактори влаштовані вертикально, мають значну висоту. До переваг цього способу належить простота конструктивного виконання, висока швидкість екстракції та нетривалий час вилучення олії. Недоліком є домішки в місцелі, що спонукає до необхідності складної її фільтрації. Для екстракції зануренням використовують шнековий екстрактор НД-1250, який може переробляти 500 т/добу м'ятки. Витрата розчинника при цьому – 11-12 м³/год., концентрація місцели 15-20%, олійність шроту до 2%.

При застосуванні способу ступеневого зрошення використовують горизонтальні стрічкові екстрактори як МЕЗ. Продуктивність їх 350-380 т/добу, концентрація місцели – 25-30%, вміст олії в шроті до 2%. Місцела отримується досить чиста, не потребує складної фільтрації. Недоліком слід відзначити невисокий коефіцієнт геометричного використання об'єму апарату (45%), що може спричинити утворення вибухонебезпечних сумішей парів розчинника в апараті.

У виробництві виправданим є зрошувальний стрічковий екстрактор безперервної дії (рис. 4.2), в якому підготовлена маса олійної сировини подається на перфоровану стрічку транспортера, який рухається назустріч розпилювачу екстрагенту. Свіжий екстрагент подається в розпилювач, проходить через шар насіння, вбирає залишок олії і стікає в збірник. Далі насос подає слабо насичену олією суміш в наступну зону обробки насіння розчинником, де відбувається більше насичення олією, і т.д., поки врешті отримують відокремлені олію та тверді відходи.

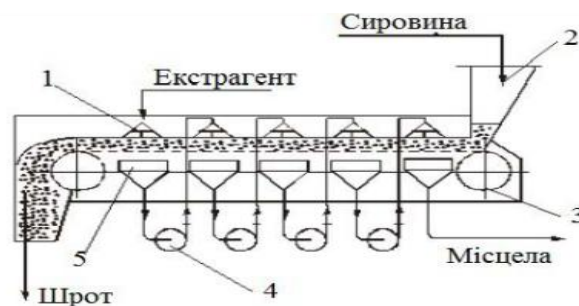


Рис. 4.2 – Схема стрічкового зрошувального екстрактора

1 – розпилювачі екстрагента, 2 – завантажувальний бункер, 3 – перфорований стрічковий транспортер, 4 – насоси, 5 – прийомні піддони.

Обробку місцели виконують послідовно: очищують, потім відганяють розчинник. Відходи (шрот) має високий вміст гексанового розчинника і вологи (25-40%), тому далі обробляється у випарниках. Оскільки місцела містить до 0,1% часточок шроту, це ускладнює процес відгонки розчинника, знижує якість олії, тому екстракційну місцелу очищують на ротаційних дискових або патронних фільтрах. Відгонка леткого розчинника від нелеткої олії відбувається дистиляцією. Спочатку виконують випарювання місцели, потім обробку гострою парою при температурі 180-220⁰С і тиску 0,3 МПа. Пари розчинника спрямовуються в конденсатор. Остаточно концентрована місцела обробляється в вакуумному дистиляторі, де відбувається за рахунок барботажу гострою парою під тиском 0,3 МПа остаточне видалення слідів розчинника. Головною умовою дистиляції місцели є швидке і повне видалення розчинника за якомога нижчих температур, адже висока температура може порушити структуру олії. В автоматизованих процесах виробництва задані параметри температури, тиску, впливу водяної пари, які оптимально забезпечують процес дистиляції та отримання якісного продукту.

Регенерація розчинника відбувається в теплообмінниках-конденсаторах.

Олія, відділена після дистиляції місцели, має певні домішки – тверді часточки шроту, віск, фосфоліпіди та ін., тому олію рафінують за допомогою фізичних, хімічних та комбінованих способів.

Також проводять вінтеризацію, дезодорування та вибілювання олії, щоб довести її до споживчих якостей і продовжити зберігання.

Шрот отриманий після екстракції, містить до 20-35% розчинника. Шрот випарюють у чанних тостерах, що дає вилучення та повернення у виробництво розчинника, зниження вмісту вологи, а це забезпечує якість шроту як високобілкового кормового продукту [38-40,64-65].

4.1.2. Результати аналітичних досліджень зразків олії

Вивчаючи процеси обробки олійної сировини, що поступає на підприємство, в спеціалізованій лабораторії ТОВ «Капро-Ойл» поетапно проводили дослідження якості олійної сировини. Визначали органолептичні та фізико-хімічні показники олій, які готуються для споживання чи подальшого включення в процеси харчових виробництв в якості компонентів маргаринів, майонезів, кондитерських жирів та ін.

Керуючись Технічними умовами «Олія соняшникова» Національного стандарту України (ДСТУ 4492:2019) отримані показники (додаток Є) порівнюємо із наведеними в таблицях додатків Ж,З,И,І, які були отримані в результаті власних досліджень, відбору проб та їх лабораторних аналізів [18,38].

За результатами аналізів сировини та продукції у 2022 році можна відмітити, що органолептичні показники відповідають стандарту якості; фізико-хімічні, як колірне число йоду, кислотне число, пероксидне число, вміст фосфоровмісних речовин та вологи в олії, що піддається переробці та процесам очищення, також згідно стандарту є задовільними. Отриманий продукт може використовуватися для споживання чи використання в подальших процесах виготовлення різноманітних продуктів харчування.

4.2. Регенерація та рекуперація розчинника

Завдання технологічного обладнання для регенерації та рекуперації гексанового розчинника – вловлювати останній та повертати його у виробництво. Пропусканням через охолоджуючі теплообмінники-конденсатори регенерується лише основна частина розчинника, а деяка залишається, тому потребує спеціальних методів вилучення.

Рекуперація – це вловлення розчинника низької концентрації з газоповітряної суміші. Технологія екстрагування зумовлює наступні види випаровування (втрати) гексанового розчинника:

-вивід повітря із цеху системою рекуперації – 5-70 кг/год;

-вивід повітря з цеху приточно-витяжною вентиляцією, через негерметичні з'єднання – 15-40 кг/год.;

-в складі шроту, що видаляється з цеху – 1-5 кг/год;

-сліди розчинника в екстракційній олії.

Причому навіть сліди розчинника в екстракційній олії – це те небажане явище, яке перешкоджає експорту олії в країни ЄС, або значно знижує її вартість. Тому рекуперацію виконують для досягнення максимального результату виробництва.

Для рекуперації використовують типи обладнання:

-рекупераційні установки охолодження;

-абсорбційне рекупераційне устаткування;

-адсорбційне рекупераційне устаткування [37,39-41].

4.2.1. Характеристика аміачно-холодильної установки

Досі у складі виробничих потужностей, що постачають сировину (нерафіновану та рафіновану олію для виробництва маргаринів та майонезів, споживчої олії та ін.) для ТОВ «Капро-Ойл» використовувалась аміачно-холодильна установка для рекуперації парів Нефраса (розчинника). Обладнання не дає змоги виловити повністю розчинник, але оскільки вже було змонтоване, вартісне та той час, коли впроваджувалося, а на оновлення не було можливості виділити кошти раніше, то продовжувало експлуатуватися протягом більш ніж двох десятиліть.

Аміачно-холодильна установка – це сукупність машин та апаратів, що виробляють, подають та застосовують штучний холод. Складається із: аміачних компресорів, конденсаторів, випарників та регулюючої станції. Рациональна експлуатація в ході технологічного процесу досягається використанням допоміжного обладнання: насосів водних та розсольних, апаратів для збору та зберігання аміаку, контрольних приладів та автоматизованих систем.

Підприємство обладнане одноступеневою аміачно-холодильною установкою з розсольною системою охолодження робочих апаратів-приймальників холоду.

До складу холодильної установки входить:

-5 аміачних компресорів загальної холодопотужності 1220 тис.станд.ккал/год.;

-3 компресори загальною поверхнею 310 м²;

-2 випарника загальною поверхнею 270 м²;

-регулююча станція на 3 випарника;

-3 розсольних насоси потужністю 360 м³/год.;

-прилади контролю та захисту від небезпечних режимів роботи.

Схема виробництва холоду аміачно –холодильною установкою:

-охолодження проміжного холодоносія до температури -10⁰С;

-подача охолодженого холодоносія до теплообмінних апаратів насосами;

- охолодження теплообмінних апаратів екстракційного цеху, збільшення температури розсолу на 2-3⁰С та повернення в випарник для нового циклу охолодження. Цей процес проводиться в закритій системі безперервно.

В якості холодоагента в системі використовується аміак NH₃, з вмістом вологи не більше 0,2%.

В якості холодоносія в установці використовують водяний розчин хлористого кальцію щільністю 1,23.

Кінцевим продуктом установки є розчин хлористого кальцію охолоджений до – 10⁰С.

Встановлена потужність холодильної установки, при температурі кипіння аміаку -33,4⁰С; температурі конденсації 30⁰С складає 1220 тис.ккал/год. [33,41,42].

4.2.2. Характеристика вихідної сировини, основних та допоміжних матеріалів

До основних матеріалів холодильної установки відноситься розчин хлористого кальцію та аміаку, які використовуються в якості холодоносія та холодового агенту.

До допоміжних матеріалів відносяться – технічне масло, вода для охолодження апаратів.

Робоча речовина, яка циркулює в холодильній машині і яка віднімає тепло від оточуючого середовища, називається холодильним агентом.

«Об'ємна холодопотужність є холодопотужністю холодильного агента, при кипінні якого утворюється 1м^3 пари.

Фізико-хімічні властивості холодильних агентів повинні відповідати деяким вимогам. Бажано використовувати холодильний агент з малою молекулярною масою та в'язкістю. Це сприяє зменшенню втрат тиску при циркуляції агента в машині. Молекулярна маса агента впливає на дросельні втрати в клапанах поршневих машин, які при однаковому тиску та температурі можуть бути зменшені за рахунок зниження швидкості перетікання пари.

Високі коефіцієнти теплопровідності та тепловіддачі є позитивними якостями холодильних агентів, так як покращується робота теплообмінних апаратів, підвищується інтенсивність теплопередачі.

Важливою якістю холодильного агенту є його розчинність в маслі. Достоїнством агентів, які не розчиняються в маслі, є менший винос масла із циліндра компресора, відсутність піни у випарнику, яка утворюється при кипінні агентів, розчинних в маслі.

Однак розчинні в маслі холодильні агенти також мають свої переваги: умови змазки компресора внаслідок того, що масло з холодильним агентом протікає в труднодоступні місця; не знижується інтенсивність теплопередачі у випарнику та конденсаторі, так як шар масла з теплопередаючої поверхні повністю змивається.

Позитивною якістю холодильного агенту є його здатність розчиняти вологу, яка потрапляє по тій чи іншій причині в машину. Це оберігає холодильну машину і в першу чергу регулюючий клапан від відкладання льоду та льодових пробок, порушуючи циркуляцію холодоагента» [43].

«Холодильні агенти повинні бути хімічно інертними по відношенню до змащувальних мастил та конструкційним матеріалам, із яких виготовлена машина, не горючими, не вибухонебезпечними та не розкладатися при високих температурах. Якість холодильного агенту проникати через нещільності є негативною якістю. Бажано, щоб втрату холодильного агента легко можна виявити простими способами» [43].

Холодильний агент не повинен бути шкідливим для здоров'я людини та небезпечним для життя.

Для здійснення оестрації олії на підприємстві застосовується в якості холодоагента аміак NH_3 . Клас шкідливості 2.

Позитивні якості аміаку – хороші термодинамічні показники, порівняно невелика вартість, легкість визначення утрати, незначна розчинність змащувальних мастил.

Але великим недоліком аміаку є те, що він має подразнюючий запах, дуже ядовитим, є пожежовибухонебезпечним.

«Аміак – безкольоровий газ, з гострим, подразнюючим слизові оболонки запахом (поріг сприйняття 0,037 мг/л). Густина розчинного аміаку 0,64 при 0°C, температура кипіння при атмосферному тиску – 33,4°C. Розчинний аміак проводить електричний струм, горить жовтуватим вогнем в повітрі при змісту 11-14%, а при концентрації 16-25% суміш аміаку з повітрям при наявності відкритого вогню зривається. Аміак не кородує сталі, але в наявності вологи викликає корозію цинку, міді, бронзи та інших сплавів міді, за виключенням фосфористої бронзи. Мастила, розчиненні в аміаку, розносяться їм по всій системі та попадає у випарник. Тому для змазки аміачного компресору вибирають мастила з низькою температурою застигання (- 25 – -30°C)» [42].

Аміак подразнює очі та верхні дихальні шляхи. При вдиханні аміаку в великих концентраціях можливо запалення верхніх дихальних шляхів та утворення плівок на них. В тяжких випадках може розвинути набряк легень, голово оберти, зниження кров'яного тиску, судом, втрата свідомості.

Гранично допустима концентрація аміаку в повітрі робочої зони виробничих приміщень 0,02 мг/л.

Для виявлення втрати аміаку застосовують фенолфталеїнові індикаторні стрічки, які червоніють при наявності в повітрі аміаку.

4.2.3. Викиди в атмосферу

Викиди в атмосферу із аміачно-холодильної установки складають:

- вентиляційне повітря містить пари аміаку в кількості – 25,6 тис. м³/год.;
- аміачно-повітряна суміш (вихлопи) від запобіжних клапанів.

Викиди направляються в атмосферу без очистки. Висота труби для видалення викидів повинна бути такою, щоб за рахунок відстані в атмосферному повітрі:

- максимально разова концентрація парів аміаку в атмосферному повітрі населеного пункту, де розташовано підприємство, не перевищувала гранично допустимої норми – 20 мг/м³, а середньодобова – 20 мг/м³;

- концентрація парів аміаку на території виробництва в зонах забору зовнішнього повітря для систем вентиляції не перевищувала – 10 мг/м³. [33]

4.2.4. Контроль виробництва

З ціллю забезпечення безпечної та ефективної роботи холодильної установки персоналом цеху та лабораторією підприємства створюється систематичний контроль основних параметрів.

Робітники холодильної установки кожну годину перевіряють та записують у журнал роботи холодильної установки усі експлуатаційні показники у режимі роботи установки по температурам та тиску:

- температура кипіння аміаку, яка повинна бути для даної установки – 20°C;
- температура всмоктування, на 10°C вище за температуру кипіння аміаку;

- температура перегріву парів аміаку – не вище 160°C;
- температура конденсації – не вище 30°C;
- температура розсолу, який виходить із випарника – 10°C;
- температура розсолу, який входить в випарник – на 2-3°C вище за температуру вихідного;
- температура води, яка входить на конденсатор – не вище 28°C;
- температура води, яка виходить із конденсатора на 3-4°C вище за ту яка входить.

Працівниками лабораторії ведеться контроль за концентрацією аміаку у повітрі на робочих місцях та наявністю аміаку в розсолі CaCl_2 та воді.

Концентрація аміаку у повітрі машинного та апаратного відділень перевіряється один раз за зміну, вона не повинна перевищувати 20мг/м³. У випадку збільшеної концентрації, машиніст повинен прийняти заходи по усуненню витікання аміаку із системи.

Дані про перевірку концентрацію NH_3 у повітрі та наявність аміаку в розсолі та воді записується у журнал роботи холодильної установки.[33,41,44]

4.2.5. Опис схеми аміачно-холодильної установки

Машини та апарати аміачно-холодильної установки зв'язані трубопроводами та запорною арматурою для аміаку NH_3 , розсолу хлористого кальцію CaCl_2 та води H_2O .

Схема аміачно-холодильної установки має дві замкнені кругові системи: аміачну та розсольну.

Аміачна система

Аміачна система – це система, в якій безперервно циркулює аміак NH_3 як холодоагент. В процесі циркуляції в системі аміак NH_3 змінює свій агрегатний стан: тиск та температуру, за рахунок чого безперервно охолоджує розчин хлористого кальцію CaCl_2 до заданої температури.

Аміак NH_3 випаровується в випарнику забирає тепло від розсолу, охолоджуючи його. Пара аміаку відсмоктуються із випарника компресором до

тиску конденсації та спрямовує їх (пари) в конденсатор для відводу тепла, перетворюючи пари аміаку в розчин. Розчинний аміак зливається в лінійний ресивер. При дросуванні розчинного аміаку NH_3 знижується його температура та тиск. Повторно розчинний потрапляє в випарник. Таким чином технологічний процес аміачно-холодильної установки представляє собою замкнену аміачну систему, в якій безперервно проходить процес відбору тепла із розчину хлористого кальцію CaCl_2 . [33]

Розсільна система

Розсільна система представляє собою другу замкнену систему, яка складається із випарника, розсільного насоса, теплообмінних апаратів екстракційного цеху, трубопроводів, запорної арматури та бака розсолу.

Розчин CaCl_2 готується в баку для розсолу. Потім охолоджується в випарнику до 10°C за рахунок віддачі тепла киплячому аміаку NH_3 . Охолоджений розсіл виводиться із випарника розсільним насосом та прямує в екстракційний цех в теплообмінні апарати. При цьому розсіл набирає температуру на $2-3^\circ\text{C}$ та повертається в випарну систему, де тепло від розсолу переходить до аміаку NH_3 . Бак для розсолу використовується для приготування та зберігання резервного розсолу. Таким чином, ця система є замкненою розсільною системою [33].

4.3. Масляно-абсорбційна установка для рекуперації на заміну аміачно-холодильній

Запропоновано провести на підприємстві модернізацію системи рекуперації, - для зниження втрат вартісного розчинника (економічна доцільність) та зменшення поступання його в атмосферу) та встановлення масляно-абсорбційного рекуператора. Технічні характеристики рекуператора дозволять завдяки реконструкції зменшити викиди підприємством гексанового розчинника в атмосферу на 89,6%.

Нове обладнання для рекуперації так само призначено для вловлювання розчинника із слабokonцентрованих парів паро- чи газо- повітряних сумішей з концентрацією 15-20%.

Рекупераційне масляно-абсорбційне обладнання працює за принципом поглинання вуглеводнів, які знаходяться в пароповітряній суміші, розчинними поглиначами (абсорбентами). Абсорбційний метод рекуперації парів розчинника оснований на розчиненні їх у рідких мінеральних вуглеводнях, які хімічно не взаємодіють з парами розчинника. [12,33,47].

В якості абсорбентів в олійноекстракційному виробництві використовують мінеральні масла: вазелінове та веретенне. Вони легко розчиняють пари розчинника та при температурі 130...150°C добре проходить зворотний процес – десорбція розчинника із місцел мінеральними маслами, внаслідок чого вилучається гексановий розчинник.

Основними апаратами при цьому процесі є абсорбер, в якому пароповітряна суміш очищується від розчинника, та десорбер, в якому мінеральне масло (абсорбент) регенерується (рис.4.3).

Паро-повітряна суміш, яка містить розчинник, потрапляє спочатку у міжтрубний простір конденсатору, де охолоджується водою, яка циркулює по трубкам; при охолодженні частина парів розчинника конденсується.

Охолоджена пароповітряна суміш надходить в нижню частину абсорбера, в якому на насадках у протиток зрошується холодним мінеральним маслом, яка подається зверху.

Очищене від розчинника повітря вентилятором відсмоктується з абсорбера та викидається в атмосферу, проходячи через центробіжний сепаратор, в якому відділяються унесені з повітрям частини масла.

Мінеральне масло рівномірно розподіляється по насадках, насичується розчинником, стікає в збірну камеру абсорбера та насосом подається до кожухотрубного теплообмінника, в якому масло нагрівається глухою парою до температури 90...100°C.

Підігріте масло потрапляє до верхньої частини десорбера, який теж заповнений насадками.

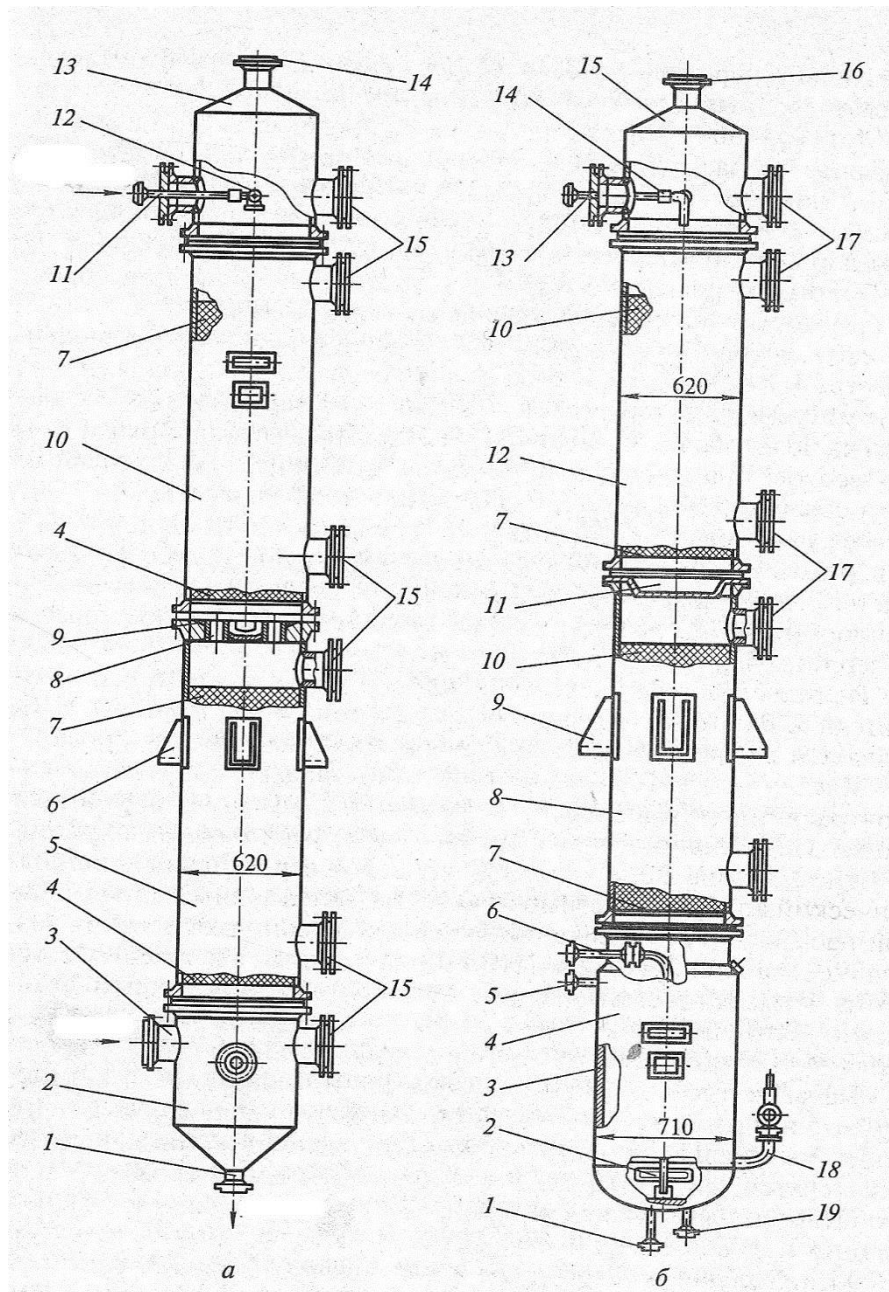


Рис. 4.3 - Абсорбер та десорбер масляно-абсорбційної установки рекуперації

Рівномірно розподілене по насадкам масло стікає донизу, а назустріч йому подається гостра пара із барботера, розташованого знизу десорбера. При нагріванні масла глухою та гострою парою розчинник піднімається у вигляді пари доверху та виводить із верхньою частиною десорбера на конденсацію, проходячи центр обіжний сепаратор, в якому уловлюються краплини масла.

Регенероване мінеральне масло (звільнене від розчинника) із десорбера через сифону трубку подається насосом в охолоджувач, де воно охолоджується водою та потрапляє в резервуар для мінерального масла.

Із резервуара масло насосом через кожухотрубний охолоджувач, в якому воно охолоджується водою до 25°C, подається до верхньої частини абсорбера, цикл повторюється знову.

Рекупераційне масляно-абсорбційне обладнання знижує вміст парів розчинника у повітрі до 0,02 кг/м³ (20 мг/л) та працює більш ефективно, ніж рекупераційне устаткування аміачного охолодження.

Абсорбер являє собою вертикальний циліндричний апарат місткістю 1,5 м³, заповнений двома шарами насадок 7 для збільшення поверхні зіткнення пароповітряної суміші та рідини (насадочний абсорбер). Складається із чотирьох від'ємних частин, з'єднаних між собою фланцями.

Насадка висотою 1450 мм спирається на ґрати 4, в яких є отвори для проходження пароповітряної суміші та стоку мінерального масла. з ціллю розподілу масла та відводу його від стінок насадочної колони під верхнім шаром насадок встановлений направляючий конус 9 з трубками 8 для проходу пароповітряної суміші та масла із однієї частини колони в іншу.

Мінеральне масло потрапляє по трубі 11 та розбризкується за допомогою зрошувача 12 на верхній шар насадок.

Пароповітряна суміш надходить у нижню частину апарата через патрубок 3 та рухається до верху у протитоку з маслом. Мінеральне масло стікає вниз по поверхні насадки та одночасно розповсюджується в шарі насадки у вигляді крапель та бризок. Масло насичене розчинником, збирається в збірній камері 2 та через патрубок 1 виводиться з апарату. Звільнене від розчинника повітря виводиться із абсорбера через патрубок 14.

Апарат обладнаний люками 15 для огляду та опорами-лапами 6 для установки на конструкції. Маса апарата з насадками складає 2900 кг.

Десорбер уявляє собою колонний апарат місткістю 1,6 м³, заповнений двома шарами насадок 10. Складається із чотирьох від'ємних частин,

з'єднаних між собою фланцями: верхньої зрошувальної камери 15 , верхньої 12 та нижньої 8 насадочної колон нижньої камери 4.

Насадка спирається на грати 7 з отворами для проходу парів та рідини. Під верхнім шаром насадок знаходиться направляючий конус 11.

Мінеральне масло, насичене розчинником, подається в десорбер по трубі 13, рівномірно розподіляється по колоні за допомогою зрошувача 14 та стікає донизу через насадки 10 назустріч гострому пару, який потрапляє в апарат через патрубок 6 в барботер 2, розташований у нижній частині десорбера.

З ціллю ефективного підігріву масла нижня камера 4 має «парову рубашку» 3, яка має патрубки для подачі глухої пари, тиск якої 0,5 МПа та відводу конденсату 1.

Пари розчинника, відділені від мінерального масла шляхом підігріву його глухим та гострим паром, в суміші з водою та неконденсованою водяною парою виводиться із апарата через патрубок 16 на конденсацію. Регенероване мінеральне масло виводиться із десорбера через патрубок 19.

Апарат обладнаний люками для огляду 17 та опорами-лапами 9, запобіжним клапаном 18. Маса апарату з насадками складає 3400 кг [17,38,44].

У сучасному виробництві використовується масло абсорбційне марки Shell Ondina 927 (виробництво Німеччини). Показники для масла абсорбційного, обов'язкові для перевірки перед використанням:

- густина при 15°C - 0,865 , г/мл;
- кінематична в'язкість, при 40/100°C -31/5.1 мм²/с;
- показник переломлення при 20°C - 1,473;
- вміст сірки - <0.001.

Спеціальні вимоги:

- температура спалаху масла у відкритому тиглі – 205°C;
- температура застигання – 21°C;
- сертифікат відповідності [45-48].

4.4. Викиди в атмосферу екстракційного цеху

Всі пилогазоочисні АС підприємства мають технічні паспорти, всі разом вони входять до складу екологічного паспорта [33]. Спеціалізованими екологічними установами щороку проводиться перевірка обладнання, спеціалістами підприємства – інвентаризація джерел викидів. По проведених заходах складають акти перевірок.

Джерело викиду паро-повітряної суміші розчинника має відповідати нормі у приміщенні робочої зони $ГДК_{pz} = 100 \text{ мг/м}^3$; в селітебній зоні – $ГДК_{mp} = 5 \text{ мг/м}^3$; середньодобова – $1,5 \text{ мг/м}^3$.

В олійноекстракційному виробництві забруднення повітря відбувається внаслідок виділення гексанового розчинника в процесі розділення фаз.

Технологічне джерело шкідливих викидів в атмосферу представляє собою викид пароповітряної суміші. Повітря, яке викидається, має температуру 30°C , концентрація пари розчинника не більше 20 г/м^3 ;

Вентиляційні викиди - це джерело представляє собою викид в атмосферу повітря з парою розчинника після вентиляційного устаткування. Розчинник втрачається через нещільності в апаратурі, насосах, арматурі та т.п.

Гранично-допустима концентрація пари розчинника згідно Наказу 14.01.2020 № 52 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10 лютого 2020 р. за № 156/34439) Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі у приміщенні робочої зони ($ГДК_{pz}$) - 100 мг/м^3 . [33, 49].

Гранично-допустима концентрація пари розчинника при викидах у повітря населених пунктів $ГДК \text{ м.р.}$, мг/м^3 :

- максимально-разова - 5;
- середньодобова -1,5 [50].

4.5. Порівняльна характеристика викидів екстракційного цеху

Завдяки реконструкції (заміні рекупераційного обладнання) підприємство досягне декілька цілей та екологізації виробництва, а саме:

- зменшення викидів в атмосферу гексанового розчинника;
- зменшення плати за викиди в атмосферу;
- максимальне повернення гексанового розчинника в технологічний процес;
- видалення з території підприємства аміачно - холодильної установки.

Гексановий розчинник, який використовується при екстракції олійної сировини є легкозаймистою речовиною, температура самозаймання 262°C [33,51].

Дія на організм парів гексанового розчинника володіє наркотичною дією. При диханні може розвинутисть гостре та хронічне отруєння. Тому зменшення викидів в атмосферу, в робочу зону парів є не тільки зменшенням впливу на навколишнє середовище, а і вимогами безпеки життєдіяльності. Такий результат досягли за допомогою встановлення нового обладнання – масляного абсорбера.[33,52]

Таким чином, завдяки реконструкції підприємство зменшить викиди гексанового розчинника в атмосферу на 89,6%. Якщо до реконструкції викиди гексанового розчинника з екстракційного цеху складали 138,106 тонн на рік, то після реконструкції викиди зменшуються до 14,423 тон на рік.

Крім того, завдяки видаленню аміачно-холодильної установки буде виключено викиди аміаку, які складали 0,125 тонни на рік; а з території видалена небезпечна отруйна речовина – аміак. На підприємстві аміак знаходився у газоподібному та рідкому стані в устаткуванні та трубопроводах аміачно-холодильної установки у кількості 0,63 тони, що створювало неабияку потенційну загрозу довкіллю у випадку аварійної ситуації.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ ОЛІЙНОЕКСТАРКЦІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

5.1. Визначення економічного ефекту від впровадження технології зі зниженим використанням гексанового розчинника для екстракції

За даними планово-економічного відділу підприємства з переробки олійної сировини, на базі виробничих потужностей у 2020 році було перероблено 201 891,9 тон соняшникового насіння. В технологічному процесі використовується пресовий метод отримання олії, але за з огляду на фізико-хімічні характеристики жирових молекул, жодним фізичним тиском неможливо вилучити повністю олію з маси насіння. [52]. Тому після пресового методу застосовується екстракція, що базується на утворенні місцели та послідуячого розділення середовища олії і розчинника, який використовують для досягнення повноти вилучення олії. Витрата на екстракцію при переробці вищевказаної кількості насіння за існуючої технології склала 125 717,3 тони гексанового розчинника.

На 1 тону сировини таким чином витрачається розчинника 0,623 т розчинника, за даними технічної документації.

Враховуючи сучасні тенденції розвитку технологій та природоохоронних заходів олійножирової промисловості, на підприємстві заплановано та розпочато роботи із реконструкції обладнання, що передбачає зниження використання розчинника і зменшення його викидів в атмосферу.

Згідно проектного розрахунку після реконструкції технологічного процесу на екстракційну обробку 1 тони сировини витрата розчинника становитиме 0,3 т. Тобто це зменшення витрати розчинника для обробки 1 тони сировини на 0,323 т:

$$0,623 - 0,3 = 0,323 \text{ т}$$

Закупівельна вартість гексанового розчинника для підприємства складає 35 000 грн/т.

За існуючою технологією на переробку тієї кількості сировини, що поступила на підприємство в 2020 році (201 891, 9 т соняшникового насіння) було затрачено, грн.:

$$125\,717,3\text{ т} * 35\,000\text{ грн./т} = 4\,400\,105\,500\text{ грн.}$$

За умови впровадження нової технології розчинника буде витрачено:

$$201\,891,9\text{ (т соняшника)} * 0,3\text{(т розчинника)} = 60\,567,6\text{ т (розчинника)}$$

Вартість розчинника за новою технологією складе (грн.):

$$60\,567,6\text{ т} * 35\,000\text{ грн.} = 2\,119\,866\,000\text{ грн.}$$

Отже, економія витрат на закупівлю гексанового розчинника складає:

$$4\,400\,105\,500 - 2\,119\,866\,000 = 2\,280\,239\,500\text{ грн.}$$

5.2. Зміна рівня оплати згідно ставки податку за забруднення атмосфери після реконструкції технологічного обладнання екстракційного цеху

До реконструкції викиди згідно «Звіту 2ТП повітря» складають 138, 106 т/рік. Після реконструкції, як свідчать розрахунки проектної групи (дані технічного відділу підприємства) кількість викидів знизиться до 14, 423 т/рік.

Ставка податку за викиди в атмосферне повітря вуглеводнів, що належать до IV класу небезпеки (табл. 5.1), утворених в результаті даної виробничої діяльності становить на даний час 145,50 грн/тону.

Таблиця 5.1 – «Ставки податку за викиди в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднень забруднюючих речовин, (сполук, які не увійшли до п 234.1 ПКУ та на які встановлено клас небезпеки (п.234.2 ПКУ)» [53]

Клас небезпеки	Ставка податку, грн за 1 тону
I	18413,24
II	4216,92
III	628,32
IV	145,50

До реконструкції підприємство сплачує за викид гексанового розчинника:

$$P = Q * H * h * R,$$

де Q – обсяг викидів

H – ставка податку за 1 тону, 145,50 грн.,

h – коефіцієнт народногосподарського значення, - 1,25,

R – коригуючий коефіцієнт за чисельність населення, - 1,35.

$$P_{(до)} = 138,106 * 145,50 * 1,25 * 1,35 = 33\,909,34 \text{ грн./рік}$$

Після реконструкції підприємства оплата за викид гексанового розчинника становитиме:

$$P_{(після)} = 14,423 * 145,50 * 1,25 * 1,35 = 3\,541,3 \text{ грн./рік.}$$

Отже, економія коштів на оплату екологічного податку після реконструкції складе:

$$33\,909,34 - 3\,541,3 = 30\,368,04 \text{ грн./рік.}$$

У відсотках після реконструкції в атмосферу поступатиме лише 10,4% від існуючого викиду:

$$3\,541,3 * 100 / 33\,909,34 = 10,4\%$$

Тобто забезпечується зниження рівня викидів гексанового розчинника в атмосферу на 89,6%:

$$100\% - 10,4\% = 89,6\%$$

Таким чином, реконструкція технологічного процесу екстракції забезпечує зниження викиду гексанового розчинника, а отже, мінімізацію впливу олійножирового виробництва на атмосферне повітря і водночас економію коштів на закупівлю розчинника для екстракції, - в чому і полягає екологічний аспект та економічна доцільність проведених природоохоронних заходів.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Загальний аналіз стану охорони праці на ТОВ Виробнича лабораторія «КАПРО ОЙЛ»

У відповідності до чинного законодавства, на ТОВ Виробнича лабораторія «КАПРО ОЙЛ» функціонує служба охорони праці. Основними її задачами є здійснення консультативно-методичної роботи та контролю за станом охорони праці. Служба охорони праці забезпечена необхідною нормативно-правовою документацією.

Службою охорони праці товариства розроблено відповідні положення про навчання з питань охорони праці, проведення інструктажів і перевірки знань працівників з питань ОП й організоване практичне їх застосування. Щорічно у товаристві виділяють кошти на покращення умов соціально-побутового обслуговування умов працюючих, зниження рівня захворювань та травматизму. Для виявлення, попередження та профілактики захворювань усі працівники товариства щорічно проходять плановий медичний огляд.

У виробничих цехах створені сприятливі умови для безпечного виконання поставлених перед працівниками задач. У зв'язку з використанням високотехнологічного обладнання на початку кожної робочої зміни проводиться технічний контроль стану технологічного обладнання, наявності та справності технологічного інструменту, а також перевірка роботи вузлів і механізмів, які обертаються та рухаються, перевіряється стан огорожень й наявність попереджувальних написів та з охорони праці.

У виробничих та адміністративних приміщеннях встановлені первинні засоби пожежогасіння, аптечки для надання долікарської медичної допомоги. Також на території товариства передбачено санітарно побутові приміщення: кімнати для прийняття їжі, кімнати для відпочинку, душові, туалети.

Найбільш травмонебезпечними у товаристві є такі спеціальності: електрогазозварник, електрик, слюсарі, водій автомобіля.

Як свідчить аналіз виробничого травматизму, в останні роки у ТОВ Виробнича лабораторія «КАПРО ОЙЛ» спостерігається спад нещасних випадків та травмування працівників, які задіяні на виконанні робіт з оцінки впливу на стан довкілля технологічного процесу переробки олійної сировини. За останні 2 роки не зафіксовано нещасних випадків при виконанні робітниками службових обов'язків. За вказаний період не було також зафіксовано летальних випадків. Показники частоти і тяжкості травматизму у товаристві за період з 2020 по 2021 рр., табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Характеристика травматизму в ТОВ Виробнича лабораторія «КАПРО ОЙЛ»

№ п/п	Найменування показників	Роки		
		2020	2021	2022
1	Кількість працюючих, чол.	230	210	210
2	Кількість нещасних випадків	8	6	4
3	Сумарна втрата днів травмованими за період, людино-днів	122	81	36
4	Показник частоти, Кч	34,8	28,6	19,4
5	Показник тяжкості, Кт	15,3	13,5	9,0
6	Коефіцієнт втрати робочих днів, Кв	0,53	2,59	5,8

Зіставлення абсолютних даних про нещасні випадки не дає можливості судити про порівняльний стан рівня травматизму на різних виробничих ділянках. Тому для більшої адекватності оцінки виробничого травматизму користуються показниками частоти і тяжкості травматизму.

Як видно із таблиці 5.1, за період з 2020 по 2022 рр. показник рівня частоти травматизму зменшився. Показник тяжкості травматизму незначний що вказує на незначну тяжкість травм та незначну втрату робочих днів травмованими.

Стан пожежної безпеки у ТОВ Виробнича лабораторія «КАПРО ОЙЛ» організовано на достатньо високому рівні, та відповідає діючим вимогам, щодо пожежної безпеки, на даному типі виробництва.

6.2. Особливості умов праці у ТОВ Виробнича лабораторія «КАПРО ОЙЛ» під час оцінки впливу на стан довкілля технологічного процесу переробки олійної сировини

У товаристві «КАПРО ОЙЛ» при виконанні робіт такі небезпечні та шкідливі фактори: ураження електричним струмом, небезпека намотування одягу на частини машин, що обертаються, попадання частин тіла в небезпечну зону роботи механізмів, які рухаються.

До шкідливих факторів відносяться: підвищений рівень запилення, яке спричиняє пил від насіння, що переробляється, підвищена загазованість повітря шкідливими для здоров'я людини речовинами, підвищений рівень шуму, внаслідок роботи технологічного обладнання (преси для видавлювання олії, транспортувальні лінії, системи аспірації), підвищений рівень вібрації внаслідок роботи технологічного обладнання (зерноочисні машини, транспортери, олійні преси).

6.3. Розробка заходів по покращенню умов праці у ТОВ Виробнича лабораторія «КАПРО ОЙЛ»

6.3.1. Заходи по створенню нормальних санітарно-гігієнічних умов праці

Із приведеного аналізу небезпечних і шкідливих факторів, які можуть виникнути під час оцінки впливу на стан довкілля технологічного процесу переробки олійної сировини можуть виникнути наступні нещасні випадки і аварії:

- опіки під час ремонту технологічного обладнання переробки олійної сировини;
- можливість виникнення пожежі на самому обладнанні, так і з сировиною, яка переробляється;
- враження електричним струмом при виконанні робіт біля відкритих струмопровідних ліній, а також при аваріях

електричного обладнання і порушенні вимоги охорони праці експлуатації електроустановок;

- поранення кінцівок рук елементами огороження приводів машин та гострими частинами конструкції обладнання.

Для попередження можливих вище наведених та інших нещасних випадків і аварій проведені наступні заходи. Робоче місце оператора пульта управління технологічного процесу переробки олійної сировини обладнане підресореним сидінням. Сидіння може регулюватися за вагою оператора 60-120 кг. Робота пульта забезпечує плавну безшумну роботу та легке управління робочими органами. Для виключення можливості аварій на електричному обладнанні передбачено блокувальні пристрої, які вимикають напругу у випадку аварійної ситуації.

Огороження забезпечені фіксаторами, і пристроями для їх закріплення у відкритому положенні, бокові і задні огороження закріплюються за допомогою пружинних заклепок.

Рівень шуму на робочих місцях не перевищує 75 дБ при частоті коливань 1000 Гц, що відповідає санітарно-гігієнічним вимогам.

Для боротьби з шумом і вібрацією передбачені наступні заходи:

- використані глушники шуму на джерелах їх створення (система аспірації, вентилятори, двигуни приводів);
- для зменшення передачі вібрації використовуються покриття полів вібропоглинаючими матеріалами, вони також служать ізоляторами у випадку дії електричного струму при обриванні і падінні електропроводів на підлогу.

На робочих місцях температура повітря в межах 17-22°C, вологість повітря від 40 до 60 %, швидкість руху повітря в межах 0,2-0,5 м/с, а інтенсивність теплових випромінювань не більше 174 Вт/м². Відповідність параметрів мікроклімату вимогам санітарних норм досягається встановленням системи опалення.

Загальне освітлення приміщень та робочих місць при недостатньому природному освітленні здійснюється загальним штучним освітленням, а безпосередньо на робочих місцях встановлене місцеве освітлення. Для евакуації працівників у випадку аварійної ситуації передбачене аварійне освітлення приміщень і евакуаційних виходів. Освітлюються також і запасні аварійні виходи із приміщень і лабораторій товариства.

6.3.2. Розрахунок системи вентиляції виробничої лабораторії оцінка впливу на стан довкілля технологічного процесу переробки олійної сировини

Природну вентиляцію у виробничій лабораторії забезпечують за допомогою кватирок, фрамуг і вікон.

Критерієм придатності повітря є вміст у ньому вуглецевої кислоти. Необхідний по кількості вуглекислоти повітряний обмін ($\text{м}^3/\text{год}$) визначаємо за формулою

$$L_{\text{CO}_2} = \frac{1,2 \cdot P_k \cdot m}{P_{\text{д.}} - P_{\text{нр.}}}, \quad (6.1)$$

де P_k – кількість вуглекислого газу, який виділяється однією людиною, $\text{л}/\text{год}$,

m – кількість людей, які одночасно можуть знаходитися у приміщенні;

$P_{\text{д.}}$ – допустима кількість CO_2 у приміщенні, ($P_{\text{д.}}=2,5 \text{ дм}/\text{м}^3$);

$P_{\text{нр.}}$ – кількість CO_2 у припливному повітрі, ($P_{\text{нр.}}=0,4 \text{ м}^3$);

1,2 – коефіцієнт який враховує виділення CO_2 обладнанням.

$$L_{\text{CO}_2} = \frac{1,2 \cdot 114 \cdot 100}{2,5 - 0,4} = 6514,3 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Визначаємо необхідний повітряний обмін для видалення надлишкової кількості вологи

$$L_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{1,1 \cdot d_{\text{м.}} \cdot m}{d_{\text{н.нр.}} - d_{\text{нр.}}}, \quad (6.2)$$

де d_m – кількість водяних парів, які виділяються однією людиною, г/год;
 m – кількість працівників, чол.;
 $d_{n.np.}$ – вміст водяних парів у повітрі приміщення, г/м³;
 $d_{np.}$ – вміст водяних парів у припливному повітрі, г/м³;
 1,1 – коефіцієнт, який враховує випаровування вологи з обладнання та ін.

$$d_{n.np.} = \varphi_{вн.} \cdot \frac{\gamma_{вн.}}{100}; \quad d_{np.} = \varphi_{з.} \cdot \frac{\gamma_{з.}}{100}, \quad (6.3)$$

де $\varphi_{вн.}, \varphi_{з.}$ – вологоємність внутрішнього та зовнішнього повітря при оптимальній для даного приміщенні та розрахованій температурі, г/м³;
 $\gamma_{вн.}, \gamma_{з.}$ – відносна вологість повітря у середині та зовні, %;

$$d_{n.np.} = 8,9 \cdot \frac{60}{100} = 5,34 \text{ г / м}^3.$$

$$d_{np.} = 0,98 \cdot \frac{75}{100} = 0,74 \text{ г/м}^3.$$

$$L_{n_2o} = \frac{1,1 \cdot 364 \cdot 100}{5,34 - 0,74} = 8704 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Визначаємо повітряний обмін необхідний для видалення надлишків теплоти

$$L_{н.т.} = \frac{\Sigma Q_{з.}}{C(t_{вн.} - t_{з.}) \cdot \rho}, \quad (6.4)$$

де $\Sigma Q_{з.}$ – загальна кількість надлишкової теплоти, кДж/г;
 C – теплоємність повітря, кДж/кг.град;
 ρ – густина припливного повітря, кг/м³.

$$L_{н.т.} = \frac{9200}{8,4(22 - 10) \cdot 1,22} = 74,8 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Необхідний максимальний повітряний обмін визначимо за формулою

$$L_{max} = L_{CO_2} + L_{H_2O} + L_{н.т.} \quad (6.5)$$

$$L_{max} = 6514,3 + 8704,0 + 74,8 = 15293,1 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Визначаємо необхідну кратність повітрообміну для нормального забезпечення життєдіяльності працівників за формулою

$$K = L_{max}/V_n \quad (6.6)$$

де V_n – об'єм приміщення, м^3 ;

$$K = 15293,1/6400 = 2,4 < 3$$

Так як коефіцієнт кратності повітряного обміну $K < 3$, то приймаємо для вентиляції лабораторії природну вентиляцію. Для підсилення роботи витяжної системи можна також застосовувати дефлектори.

6.4. Заходи по пожежній профілактиці.

Робочі місця працівників ТОВ Виробнича лабораторія «КАПРО ОЙЛ» забезпечені відповідними пристроями для встановлення первинних засобів пожежогасіння (вуглекислотного вогнегасника, відра для води та санітарної лопати) і забезпечені вільним доступ до них у випадку виникнення пожежі і для зняття кожного з них за час не більше 8 с без використання допоміжних інструментів.

На випадок можливої пожежі в товаристві також передбачений резервуар з водою. Кількість води в ньому визначається за формулою

$$W_n = 3600 \cdot N \cdot t \cdot V, \quad (6.7)$$

де N – кількість можливих пожеж, (якщо площа товариства менша 150 га і кількість працюючих менше 10 тис. нормується 1 пожежа);

t – час однієї пожежі, год., ($t=5$ год);

V – витрати води на пожежогасіння, л/с, ($V=15$ л/с).

Значення N , t , V прийняті згідно будівельних норм і правил з пожежної безпеки [51,54,55].

$$W_n = 3600 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 15 = 270000 \text{ л} = 270 \text{ м}^3.$$

6.5. Висновки по розділу

У даному розділі були розглянуті і проаналізовані небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть мати місце під час виконання робіт у ТОВ Виробнича лабораторія «КАПРО ОЙЛ» та розроблено заходи по їх запобіганню та покращенню умов праці, а також заходи по пожежній профілактиці.

ВИСНОВКИ

1. Природно-ресурсні характеристики центральної України здавна сприяли розвитку зернового господарства, зокрема вирощування олійних культур. Ґрунти та клімат дозволяють отримувати високі врожаї та нарощувати виробничі потужності переробної промисловості, - забезпечуючи робочі місця та продовольчу безпеку населення.
2. Олійно-жирова галузь у складі переробної промисловості має велике значення, оскільки забезпечує продуктами та їх компонентами харчову промисловість, створює деякі промислові товари; забезпечує експортну спроможність, тому її стабільний розвиток позитивно впливає на економічний рівень держави.
3. Однак ріст потужностей переробної промисловості спричиняє ще і збільшення техногенного тиску на природні об'єкти. Серед іншого це викиди в атмосферне повітря, супутні екстракційному процесу при олієдобуванні. Для екстрагування доводиться використовувати розчинники, які потрапляють до повітря робочої зони та прилеглих територій.
4. Зважаючи на економічну доцільність та екологічне обґрунтування, підприємства, які займають екстрагуванням для виготовлення рафінованої олії, яка необхідна для приготування кондитерських жирів, маргарину, майонезу та ін., - мають замінювати морально застаріле обладнання на сучасне, яке дозволяє знижувати викиди в атмосферу.
5. Заміна аміачно-холодильної установки для вловлення парів гексанового розчинника на масляно-абсорбційний рекуператор – це важливий природоохоронний захід, який водночас має і економічну, і екологічну доцільність. Завдяки реконструкції підприємство зменшує викиди гексанового розчинника в атмосферу на 89,6%. Якщо до реконструкції викиди гексанового розчинника з екстракційного цеху складали 138,106 тонн на рік, то після реконструкції викиди зменшуються до 14,423 тон на рік.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Енциклопедія сучасної України. Том 24: Олійно-жирова промисловість. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-76234>. (Дата звернення 28.10.2022).
2. Власенко І. Олійно-жирова галузь України: виклики та потенціал розвитку / І. Власенко, Т. Семко // Товари і ринки. – 2019. – No 3 (31). – С. 50–59 .
3. Красняк О. П. Маркетингова оцінка напрямів інвестиційно-інноваційної активності підприємств олійно-жирового підкомплексу / О. П. Красняк, Ю. В. Довгань // Інвестиції: практика та досвід. – 2018. – No 12. – С. 42–46.
4. Gafurov K. Change of physiological and biochemical properties of plant raw materials during thermal preparation before extraction. The American Journal of Engineering and Technology, 2(11), (2020). 197-205. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.usajournalshub.com/index.php/tajet/article/view/1600>. (Дата звернення 20.10.2022).
5. Гончаренко Ю. Станіслав Таршин, " Град Олія " : Неможливого не існує / Ю. Гончаренко // Зерно. – 2015. – No 8 (113). – С. 16–22.
6. Петриченко В.Ф., Воронєцька І.С. Виробництво олійних культур в Україні: сучасні виклики та перспективи // Економіка АПК. - No 10. -2017. - С. 32-38.
7. Гарбар В. А. Вплив галузевих особливостей на формування ринку олійно-жирової продукції в Україні. Економіка і суспільство. 2018. Вип. 16.С. 114-120.
8. Технологія жирів та жирозамінників: тексти лекцій для студентів спеціальності 181 "Харчові технології" заочної форми навчання/ Укладач.: Гуменюк О.Л. – Чернігів: ЧНТУ, 2020. – 130 с.
9. Манойленко, О. В. Місце і роль олійно-жирової галузі в національній економіці України [Текст]/ О. В. Манойленко, Т. А. Жадан // Проблеми економіки. – 2013. – No 1 – С. 49-55.
10. Побоченко Л. М., Троян В. В. Структура та динаміка світового ринку продовольства. Глобальні та національні проблеми економіки. 2018. Вип. 21. С.103-112
11. Субота, М. В. Зовнішні чинники розвитку підприємств олійно-жирової галузі [Текст] / Субота м.// Економічний аналіз : зб. наук. праць / Тернопільський національний економічний університет; редкол. : В. А. Дерій (голов. ред.) та ін. – Тернопіль : Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету "Економічна думка", 2014. – Том 18. – No 1. –С. 80-87.

12. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв: навч. посібник / О. В. Дацишин, А. І. Ткачук, О. В. Гвоздєв; ред. О. В. Дацишин. – Вінниця: Нова Книга, 2009. – 488 с.
13. Програма, методичні вказівки та індивідуальні розрахункові завдання з дисципліни «Технологічне обладнання олійножирових підприємств» для студентів заочної форм навчання. спеціальності 181 «Харчові технології» спеціалізація «Технології жирів, жирозамінників і ефірних масел» Укладачі: В.К. Тимченко, О.П. Чумак, Л.І. Перевалов – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – 36 с.
14. Kh.F.Djuraev, Yodgorova M., Usmonov A., Mizomov M.S. Experimental study of the extraction process of coniferous plants, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 839 (2021) 042019. (Дата звернення 20.10.2022).
15. Терзієв С.Г. Кінетика та статика екстрагування олії з відходів харчових виробництв / С.Г. Терзієв, Н.В. Ружицька, В.М. Бандура, Л.М. Коляновська // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса: ОНАХТ, 2012. – Вип. 42. – Том. 1. – С. 344-348.
16. Karabulut I., Topcu A., Yorulmaz A., Tekin A., Ozay D S. (2005), Effects of the industrial refining process on some properties of hazelnut oil, European Journal of Lipid Science and Technology, 107(7-8), pp. 476–480.
17. Бандура В.М. Інтенсифікація масоперенесення в екстрагуванні рослинних олій / В.М. Бандура, Л.М.Коляновська // Інтегровані технології та енергозбереження. Щоквартальний науково-практичний журнал – Харків: НТУ «ХПІ», 2013. – No 2. – С. 144-147.
18. Бритвенко, А. С. Функціонування олійно-жирового комплексу України [Текст] / А. С. Бритвенко // Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу. – No 1. – (21) 2013. – С. 20-23. Fine Li Y., Fabiano-Tixier F., Abert-Vian A S., Carre M., Pages P., Chemat X F. (2014), Evaluation of alternative solvents for improvement of oil extraction from rapeseeds, Comptes Rendus Chimie, 17(3), pp. 242-251.
19. Т. Т. Носенко. Олійно-жирова промисловість // Енциклопедія Сучасної України: енциклопедія [електронна версія] / ред.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк та ін.; НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2022. Т. 24. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-76234>.
20. Осейко М.Н. Інноваційні технології та безпечність олійножирової продукції. // Харчова промисловість. No 3. -2012.- С. 22–25.
21. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологія добування рослинних жирів» для студентів III–IV курсів

денної і заочної форм навчання галузі 18 – «Виробництво та технології», спеціальності 181 «Харчові технології», спеціалізації «Технологія жирів і жирозамінників» / Укл.: М.В. Бугрим, А.В. Кобзар. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2016. – 46 с.

22. Akinoso, R., Igbeka, J.C., Olayanju, T. and Bankole, L. (2006). “Modeling of Oil Expression from Palm Kernel (*Elaeis guineensis* Jacq.)”. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript FP 05 016. Vol. VIII. October, 2006.
23. Плахотін В. Я., Тюрікова І. С., Хомич Г. П. Теоретичні основи технологій харчових виробництв. – Київ: Центр навчальної літератури, 2006. – 640 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://1snaui.ru/tehnologiya-oli%D1%97-ta-zhiriv/>. (Дата звернення 01.12.2022)
24. Петік П. Ф. Науково-методологічні основи створення національної нормативної бази олійно-жирової галузі [Електронний ресурс] / П. Ф. Петік, З. П. Федякіна, Л. І. Григорова, В. К. Тимченко, І. В. Левчук // Технологічний аудит і резерви виробництва. – 2015. – № 3(3). – С. 9–14.
25. Гавриленко О.П. Екогеографія України: навчальний посібник : рек. МОНУ/ О.П.Гавриленко. – К.: Знання, 2008. – 646 с.
26. Кириченко В.В. Виробництво соняшнику в Україні: стан і перспективи розвитку / В.В. Кириченко // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2010. – № 7. – С. 281–286.
27. Природні ресурси Кіровоградської області [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>.
28. «Екологічний портрет Кіровоградської області». [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.sites.google.com/site/nucenlib/Home /scenariie/-ekologicnij-portret-kirovogradskoie-oblasti-den-informaciie>.
29. Екологічний паспорт Кіровоградської обл. за 2020 р. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://mepr.gov.ua/ files/docs/eco_ passport/2021/.pdf. (Дата звернення 01.10.2022)
30. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Кіровоградської області у 2019 році [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/files/docs/Reg.report/2019/.pdf> (Дата звернення 15.11.2022)
31. Національний стандарт України «Олія соняшникова» Технічні умови ДСТУ 4492:2005 [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://ses-help.org.ua/dstu/-1.pdf>. (Дата звернення 01.10.2022)
32. Екологічний паспорт ТОВ Капро-Ойл, 2020 р.

33. Sunflower in the global vegetable oil system: situation, specificities and perspectives [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ocl-journal.org/articles/ocl/full_html/2020/01/ocl200028s/ocl200028s.html
34. Zhadan T. Current state, main problems and directions of innovative development of fat-and-oil industry resource base in Ukraine. Маркетинг і менеджмент інновацій. 2017. No 3. P. 326–335.
35. Лозовський О.М. Основні тенденції формування експортного потенціалу олійно-жирової галузі України в умовах фінансової нестабільності. Економічний форум. -2015. No 2. С. 95–102.
36. Характеристика гексанового розчинника для екстрагування олії Нефрасу [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://siaol.com.ua/nefras-p1-6375.html>. (Дата звернення 01.10.2022)
37. ДСТУ 4492:2017. Олія соняшникова. Технічні умови. Київ : Укр НДНЦ. 2018.
38. Системи технологій промисловості: стислий конспект лекцій. – Донецьк: ДонДУУ, 2012. – 89 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/5350617/>. (Дата звернення 01.10.2022)
39. Gogolewski M., Nogala-Kalucka M., Szeliga M. (2000), Changes of the tocopherol and fatty Acid contents in rapeseed oil during refining, European Journal of Lipid Science and Technology, 102(10), pp. 618–623.
40. Сухенко Ю.Г., Серьогін О.О., Сухенко В.Ю., Рябоконь Н.В. Ресурсозберігаючі технології в харчових і переробних виробництвах: [Підручник] / За ред. проф. О.О. Серьогіна. – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. – 338 с.
41. Температура кипіння і конденсації аміаку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://chem21.info/info/798455/>.
42. Холодильні агенти аміаку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://lubbook.org/book_333_glava_12_2.KHolodiln%D1%96_agentsi.html.
43. Prospects of solar systems in production chain of sunflower oil using cold press method with concentrating energy and life cycle assessment [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544221003662>.
44. Проблеми і перспективи інноваційного розвитку аграрного сектора економіки в умовах інтеграційних процесах: Матер. III Міжнар.наук.-практ. Конф. 25 жовтня 2018 р./Харків.нац.ун-т ім.В.В.Докучаєва. – Харків: «Діса Плюс», -2018.- 332 с.
45. Обладнання для виробництва соняшникової олії: типи та функції [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://maslopress.ub.ua/analytic/31860-oborudovanie-dlya-proizvodstva-podsolnechnogo-masla-tipy-i-funkcii.html>.

46. Radish seed oil: Ultrasound-assisted extraction using ethanol as solvent and assessment of its potential for ester production [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669019301244>. (Дата звернення 01.10.2022)
47. Дослідження по рекуперації гексану [Електронний ресурс] Режим доступу: file:///C:/Users/User/Downloads/1288_243-1-10-20200314.pdf Дата звернення 01.12.2022)
48. НАКАЗ 14.01.2020 № 52 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10 лютого 2020 р. за № 156/34439) Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text>. (Дата звернення 01.10.2022)
49. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування (32609) [Електронний ресурс] Режим доступу: https://dnaop.com/html/32609_12.html. (Дата звернення 01.10.2022)
50. Пономарчук І.А., Волошин О.Б. Вентиляція та кондиціонування повітря: Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2004. -121 с.
51. Економіка аграрного виробництва: курс лекцій / Т. Г. Олійник, І. О.Мельник, О. А. Горобченко. – Миколаїв : МНАУ, 2019. – 105 с.
52. Податковий Кодекс України п.243.-1-243.3 ст.243.
53. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі: загальні вимоги. Навчальний посібник. Київ: Основа, 2011. 551 с.
54. Сафонов В.В. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей: Навчальний посібник. Київ: Основа, 2011. 480 с.
55. Пешук, Л. В. Біохімія та технологія оліє-жирової сировини : навч. посіб. / Л. В. Пешук, Т. Т. Носенко. - К.: НУХТ, 2008. - 296 с.
56. Волощук, О. Г. Економічна ефективність виробництва продукції підприємств олійно-жирової промисловості : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.04 / Волощук Олег Георгійович ; Національний університет харчових технологій – Київ, 2010. – 18 с.
57. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч. посіб. / В. Г. Мирончук, Л. О. Орлов, А. І. Українець та ін. ; Національний університет харчових технологій. Вінниця: Нова книга, 2004. –282 с.

58. Технологія виробництва олії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://buklib.net/books/24975/>. (Дата звернення 17.10.2022)
59. Гуляєв-Зайцев С. С. Актуальні проблеми використання рослинних жирів для виробництва спредів. ДСТУ 4599:2006 – нормативна база масложирової промисловості / С. С. Гуляєв-Зайцев, Ю. В. Майборода, Л. В. Амелічава // Молокопереробка. – 2010. – No 12 (63). – С. 12–15.
60. Бойко О. С. Забезпечення умов модернізації підприємств олійно-жирової промисловості : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.04 / Бойко О.С. ; Одеський національний економічний університет. –Одеса, 2016. – 21 с.
61. Андрієнко О., Андрієнко А., Семеняка І. Не такий страшний соняшник, як його малюють – О. Андрієнко, А. Андрієнко, І. Семеняка. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/component/content/article/>.
62. Сіднева Ж. К. Розвиток олійно-жирової галузі / Ж. К. Сіднева, Н. Л. Кузьмінська // Збалансування продовольчого ринку в контексті забезпечення продовольчої безпеки: монографія / керівник авт. кол. проф. І. В. Федулова. – Київ. : Кондор-Видавництво, 2015. – С. 320–338.
63. Перетятко, І. В. Економічна ефективність виробництва соняшнику в сільськогосподарських підприємствах України [Текст] / І. В. Перетятко // Вісник Полтавської державної аграрної академії – No 2 – 2013. – С. 174-179.
64. Бойко, О. С. Забезпечення умов модернізації підприємств олійно-жирової промисловості : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.04 / Бойко Ольга Станіславівна ; Одеський національний економічний університет. –Одеса, 2016. – 21 с.

ДОДАТКИ

