

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра (освітньо-кваліфікаційний рівень) на тему

Підвищення екологічної безпеки олійноекстракційного підприємства
на прикладі ПрАТ «Колос» Харківського району

Виконав: студент 4 курсу, групи ТЗНС 2022-1
спеціальності 183 Технології захисту
навколишнього середовища
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Кіккас В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доц. Мельнікова О.Г.

(прізвище та ініціали)

Рецензент к.т.н., доц. Левашова Ю.С.

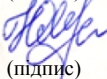
(прізвище та ініціали)



(підпис)



(підпис)



(підпис)

м. Харків – 2026 рік

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

Інститут, факультет ІНІ будівництва, землеустрою та цивільної інженерії
Кафедра інженерної екології міст
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Галузь знань 18 Виробництво та технології
(шифр і назва)
Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

докт. техн. наук, проф. Удалов І. В.

“16” червня 2026 р.

З А В Д А Н Н Я **на кваліфікаційну роботу бакалавра** **студента**

Кіккас Вікторії Олегівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення екологічної безпеки олійноекстракційного підприємства на прикладі ПрАТ «Колос» Харківського району

керівник проєкту (роботи) Мельнікова О.Г., канд. техн. наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом Університету від “22” травня 2026 року № 441-03.

2. Строк подання студентом проєкту (роботи): 24.06.2026

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) теоретичний аналіз даних науково-технічної літератури, технічної документації та науково-дослідних матеріалів, практичні розрахунки, методи гідрохімічного аналізу стічних вод, супутникові знімки земної поверхні (джерело – веб-застосунок Google Maps.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) опис територіальної схеми охорони природи Солоницівської ТГ, характеристика олійно-екстракційного підприємства ПрАТ «Колос», опис основних етапів виробництва, оцінка впливу промислової діяльності на компоненти довкілля, методи очищення стічних вод олійно-екстракційного виробництва

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація – 17 слайдів

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Мельнікова О.Г, доцент, к.т.н.	22.05.2026	22.05.2026
2	Мельнікова О.Г, доцент, к.т.н.	24.05.2026	24.05.2026
3	Мельнікова О.Г, доцент, к.т.н.	28.05.2026	28.05.2026
4	Мельнікова О.Г, доцент, к.т.н.	01.06.2026	01.06.2026

7. Дата видачі завдання 22.05.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Огляд науково-технічної літератури	23.05.2026 – 03.06.2026	
2.	Обробка аналітичних даних	28.05.2026 – 08.06.2026	
3.	Аналіз технічної документації щодо оцінки впливу на довкілля досліджуваного підприємства	02.06.2026 – 09.06.2026	
4	Оформлення кваліфікаційної роботи	06.06.2026 – 10.06.2026	

Студент



(підпис)

Кіккас В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)



(підпис)

Мельнікова О.Г.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 72 с., 8 табл., 26 рис., 30 джерел.

ОЛІЙНО-ЕКСТРАКЦІЙНЕ ВИРОБНИЦТВО, ЖИРОВМІСНІ СТІЧНІ ВОДИ, АДСОРБЦІЯ, ФЛОТАЦІЯ, ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА, ДОВКІЛЛЯ

Об'єктом дослідження є вплив виробничої діяльності Харківського олійно-екстракційного заводу на стан навколишнього природного середовища та пов'язані з ним екологічні ризики.

Метою роботи є підвищення рівня екологічної безпеки Харківського олійно-екстракційного заводу щодо водних об'єктів шляхом удосконалення локальних технологій очищення стічних вод, збільшення ефективності вилучення жирових забруднень та забезпечення раціонального використання цінних компонентів, що містяться у відходах виробництва.

Під час виконання дослідження застосовано методи аналізу науково-технічних джерел, нормативної та виробничої документації, розрахункові методики, а також гідрохімічний контроль якісних показників стічних вод. На основі вивчених даних оцінено кількісні параметри техногенного навантаження олійно-екстракційного заводу «Колос» на компоненти довкілля. Встановлено, що головним чинником негативного впливу підприємства є підвищений вміст жирів у стічних водах, які перевищують нормативні значення.

У роботі проаналізовано технологічні рішення на базі адсорбційних і флотаційних процесів для інтенсифікації видалення жирових поллютантів та запропоновано ефективні методи очищення жировмісних стоків.

Досліджено питання утилізації відходів. Розглянуто можливість перероблення соапстоку як вторинної сировини для отримання мийних засобів, що підвищує ресурсоефективність виробництва та зменшує екологічне навантаження.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ТЕРИТОРІАЛЬНО-КОМПЛЕКСНА СХЕМА ОХОРОНИ ПРИРОДИ СОЛОНІЦІВСЬКОЇ ГРОМАДИ.....	9
1.1 Географічне положення.....	9
1.2 Кліматичні умови.....	11
1.3 Рослинний та тваринний світ.....	12
1.4 Промисловий потенціал	14
1.5 Адміністративний устрій та демографічний склад	15
1.6 Охорона навколишнього середовища.....	17
1.6.1 Охорона атмосферного повітря.....	17
1.6.2 Охорона водного середовища.....	18
1.6.3 Охорона ґрунтового середовища	21
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОЛІЙНО-ЕКСТРАКЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА ПрАТ «КОЛОС» ТА ЕТАПІВ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ	22
2.1 Загальна характеристика	22
2.2 Технологічний процес вироблення олії.....	24
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ВПЛИВУ ПРОМИСЛОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОЛІЙНО-ЕКСТРАКЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ.....	32
3.1 Оцінка поллютантного тиску ПрАТ «Колос» на атмосферне середовище .	32
3.2 Вплив діяльності підприємства на стан гідросфери	38
3.2.1 Характеристика стічних вод олійно-екстракційного підприємства.....	39
3.2.2 Характеристика господарсько-побутових стоків підприємства	43
3.3 Поводження з твердими відходами на підприємстві	43
3.4 Параметричний вплив на навколишнє середовище	45
3.5 Територіально-комплексна схема охорони навколишнього природного середовища.....	47
3.5.1 Охорона атмосфери	47
3.5.2 Охорона гідросфери.....	48
3.5.3 Охорона довкілля	49

РОЗДІЛ 4. МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД З ОЛІЙНО-ЕКСТРАКЦІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА	51
4.1 Жировмісні стоки та їх екологічна небезпека для водних об'єктів	51
4.2 Основні методи очищення стічних вод на олійно-екстракційному підприємстві	52
4.2.1 Відведення промислових стоків.....	52
4.2.2 Механічні методи очищення промислових стічних вод.....	54
4.2.3 Очищення промислових стічних вод методом адсорбції	59
4.2.4 Флотаційний метод	60
4.3 Техногенні відходи олійно-екстракційної промисловості (Соапсток).....	63
ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69

ВСТУП

Україна посідає провідні позиції на світовому ринку соняшникової олії, забезпечуючи 25,1 % її глобального виробництва та 56 % експорту. Завдяки значним потужностям вітчизняні підприємства олійно-жирового комплексу мають статус світових лідерів. Попри воєнні дії на території країни, Україна стабільно утримує першість у цій галузі.

Очищена соняшникова олія є цінним харчовим продуктом і джерелом біологічно активних речовин. До її складу входять жиророзчинні вітаміни А, D, Е, F та мікроелементи, які зміцнюють імунну систему, підтримують функції зору, уповільнюють вікові зміни та формують кісткову тканину. Важливою перевагою продукту є відсутність холестерину. Окрім харчової промисловості, олію широко застосовують у виробництві косметичних засобів та ароматерапії.

Підприємства олійно-екстракційної галузі є значними споживачами питної води. Їхні стічні води мають високу концентрацію забруднювальних речовин і значну варіативність показників. Технологічні стоки є полідисперсними системами, що містять жири, нерозчинні мінеральні домішки, поверхнево-активні речовини та інші компоненти. Через це вони відзначаються підвищеними значеннями хімічного й біохімічного споживання кисню, високим вмістом завислих речовин і жирів.

Скидання таких стоків без очищення у міську каналізацію чи природні водойми є неприпустимим. Їх надходження на біологічні очисні споруди порушує кисневий режим, змінює видовий склад активного мулу та знижує ефективність очищення. Транспортування жировмісних вод мережами спричиняє корозію колекторів і замулювання трубопроводів.

Існуючі методи очищення висококонцентрованих стоків не завжди забезпечують нормативні показники. Проте наявність у них органічних сполук із високою енергетичною цінністю зумовлює доцільність пошуку ефективних способів їх вилучення та утилізації.

Метою роботи є підвищення рівня екологічної безпеки Харківського

олійно-екстракційного заводу щодо водних об'єктів шляхом удосконалення локальних технологій очищення стічних вод, збільшення ефективності вилучення жирових забруднень та забезпечення раціонального використання цінних компонентів, що містяться у відходах виробництва.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести аналіз фізико-географічних умов території розміщення Харківського олійно-екстракційного заводу (Солоницівська територіальна громада) та дослідити особливості його виробничої діяльності.
2. Оцінити показники впливу виробничої діяльності підприємства на стан атмосфери, водних об'єктів та ґрунти.
3. Дослідити сучасні локальні технології захисту водних об'єктів від забруднення промисловими стоками із високим вмістом жирів.
4. Розробити підходи до утилізації рідких відходів, що утворюються в процесі функціонування олійно-екстракційного підприємства.

Об'єкт дослідження – вплив виробничої діяльності Харківського олійно-екстракційного заводу на стан навколишнього природного середовища та пов'язані з ним екологічні ризики.

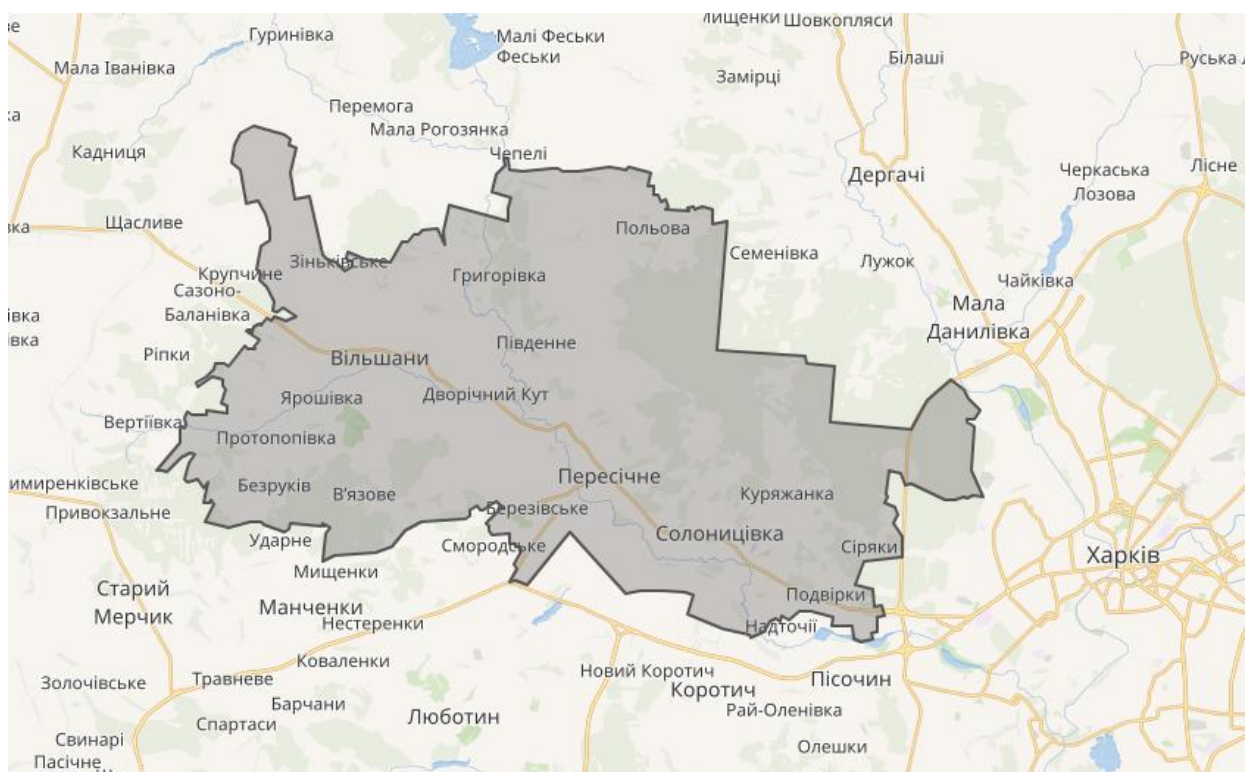
Предмет дослідження – технологічні та екологічні закономірності мінімізації техногенного навантаження на водні об'єкти шляхом інтенсифікації локального очищення жировмісних стічних вод та утилізації рідких відходів Харківського олійно-екстракційного заводу.

Практична значущість – полягає у розробці комплексних екологічних та технологічних рішень для інтенсифікації локального очищення жировмісних стічних вод і утилізації рідких відходів Харківського олійно-екстракційного заводу, що дозволяє досягти нормативних показників стоків, підвищити ресурсоефективність виробництва та мінімізувати техногенне навантаження на компоненти довкілля Солоницівської громади.

РОЗДІЛ 1. ТЕРИТОРІАЛЬНО-КОМПЛЕКСНА СХЕМА ОХОРОНИ ПРИРОДИ СОЛОНІЦІВСЬКОЇ ГРОМАДИ

1.1 Географічне положення

Солоницівська селищна територіальна громада розташована у південно-західній частині Харківського району Харківської області та належить до територій Східної України (рис. 1.1). Адміністративним центром громади є селище міського типу Солоницівка, яке знаходиться у безпосередній близькості до обласного центру – міста Харків. Таке географічне положення визначає важливу роль громади у формуванні приміської зони Харківської агломерації та забезпечує тісні економічні, соціальні й транспортні зв'язки з обласним центром [1, 2].



<https://surl.li/ytmdkr>

Рисунок 1.1 – Схема розташування Солоницівської ТГ

Територія Солоницівської територіальної громади відзначається сприятливим транспортно-географічним розташуванням, що зумовлено

проходженням через неї важливих автомобільних магістралей регіонального значення та залізничних ліній, які забезпечують ефективне транспортне сполучення з містом Харків і населеними пунктами Харківської області. Розвинена транспортна мережа створює передумови для активізації виробничої діяльності, розвитку логістичних процесів, торговельної сфери та аграрного сектору економіки.

Відповідно до фізико-географічного районування України територія громади розташована в межах лісостепової природної зони. Для місцевості характерний переважно рівнинний та слабкохвилястий рельєф, у структурі якого поширені балки, яри та долини водотоків. Формування сучасного рельєфу відбувалося внаслідок тривалого впливу геологічних процесів і водної ерозії. Переважання рівнинних ландшафтів створює сприятливі умови для сільськогосподарського освоєння території та розміщення населених пунктів.

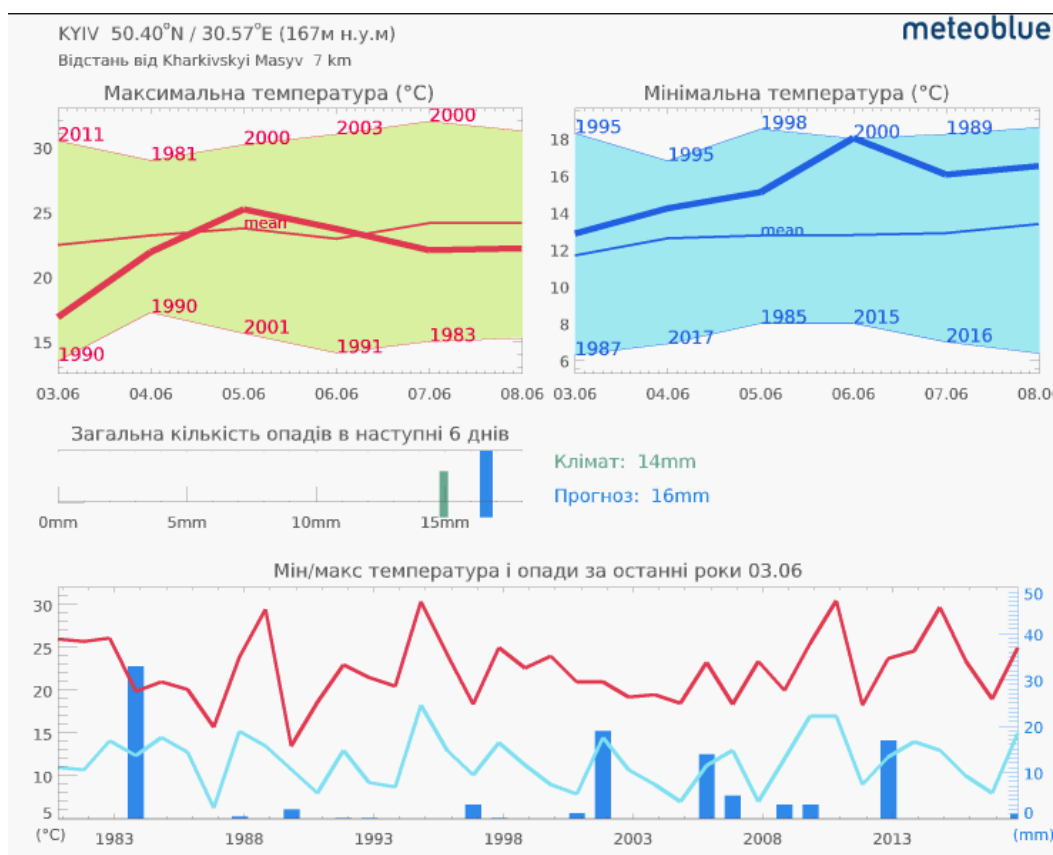
У межах громади функціонують як природні, так і штучно створені водні об'єкти, що відіграють важливу роль у підтриманні екологічної рівноваги. Вони беруть участь у регулюванні водного режиму території, сприяють формуванню та збереженню локальних екосистем, а також використовуються для задоволення господарських потреб. Водночас зростання антропогенного впливу, пов'язаного з урбанізаційними процесами та інтенсивною господарською діяльністю, негативно позначається на стані природного середовища, спричиняючи його поступову деградацію.

Особливості географічного положення Солоницівської громади значною мірою визначають специфіку використання природних ресурсів, характер екологічних викликів та пріоритетні напрями природоохоронної діяльності. Безпосередня близькість до потужного промислового центру підсилює потребу у здійсненні систематичного екологічного моніторингу та реалізації комплексу заходів, спрямованих на збереження і відновлення навколишнього природного середовища.

1.2 Кліматичні умови

Кліматичні умови Солоницівської селищної територіальної громади формуються під впливом помірно континентального типу клімату, характерного для лісостепової частини Східної України та більшості районів Харківської області. Для даної території властиві помірно холодний зимовий період, тривале тепле літо, порівняно невисокий рівень зволоження та значна амплітуда сезонних змін температурного режиму.

Середньомісячна температура повітря у січні зазвичай становить від -5 до -7 °C, тоді як у липні її значення досягають $+20...+22$ °C. В окремі роки під впливом аномальних погодних умов максимальні температури можуть перевищувати позначку $+35$ °C, а в зимовий період спостерігається зниження температури до -25 °C і нижче. Такі коливання температурних показників обумовлені переважанням континентальних повітряних мас та особливостями атмосферної циркуляції (рис. 1.2).



https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/climatecomparison/kharkivskyi-masyv_ukraine_13580317

Рисунок 1.2 – Порівняльний аналіз температурних змін на території громади

Середньорічна кількість атмосферних опадів у межах громади коливається в межах 450–550 мм. Основна їх частина випадає протягом теплого сезону року, однак розподіл опадів є нерівномірним, що нерідко призводить до виникнення посушливих періодів у літні місяці. Безморозний період триває орієнтовно 160–180 діб, створюючи сприятливі умови для вирощування сільськогосподарських культур та ведення аграрного виробництва.

До характерних кліматичних особливостей території належать домінування повітряних потоків західного та північно-західного напрямків, достатній рівень інсоляції та відносно помірна вологість атмосферного повітря. Водночас останніми десятиліттями простежується вплив глобальних кліматичних трансформацій, що проявляється у поступовому підвищенні середньорічних температур, збільшенні частоти небезпечних метеорологічних явищ та подовженні періодів із недостатнім зволоженням.

Кліматичні фактори істотно впливають на функціонування природних екосистем, стан водних ресурсів і якість ґрунтового покриву громади. Підвищення температурного фону та зменшення забезпеченості вологою сприяють розвитку деградаційних процесів у ґрунтах, зниженню врожайності сільськогосподарських культур і загальному погіршенню екологічної ситуації. За таких умов особливої актуальності набуває впровадження комплексу адаптаційних заходів, спрямованих на забезпечення раціонального використання природних ресурсів, підвищення стійкості екосистем та мінімізацію негативних наслідків кліматичних змін [3].

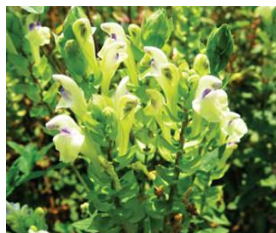
1.3 Рослинний та тваринний світ

Природні комплекси Солоницівської громади формувалися в межах лісостепової природної зони України, що зумовило поєднання степової та лісової рослинності. Сучасний стан флори та фауни значною мірою залежить від рівня антропогенного навантаження, урбанізації та господарського освоєння території.

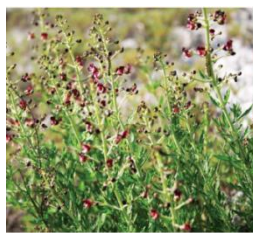
Рослинний покрив громади представлений переважно залишками

природної степової рослинності, луками, полезахисними лісосмугами, а також штучними зеленими насадженнями. Серед деревних порід найбільш поширеними є дуб звичайний, липа серцелиста, клен гостролистий, сосна звичайна, береза та акація біла. Значну роль у стабілізації екологічного стану території відіграють зелені насадження населених пунктів та лісосмути, які виконують захисні, кліматорегулюючі та рекреаційні функції [3].

Трав'яниста рослинність представлена типовими луговими та степовими видами: ковилою, типчаком, тонконогом, конюшиною, полином та іншими рослинами. У прибережних зонах водойм поширені очерет, рогіз та інші вологолюбні види рослин (рис. 1.3).



Шоломниця Крейдова



Ранник Крейдовий



Гісоп Крейдяний



Дуб звичайний



Ясень Високий



Осика



конюшина



люцерна



Звіробій продірявлений



Тюльпан дібровий



Латаття біле



Рябчик шаховий

Рисунок 1.3 – Типові представники рослинного світу Харківського району

В районі зростають більше ста видів рослин занесених до Червоної книги України [4].

Тваринний світ громади є типовим для лісостепової зони України. Серед ссавців поширені лисиця звичайна, заєць-русак, їжак європейський, білка, кріт та дрібні гризуни. Орнітофауна представлена значною кількістю видів птахів, серед яких жайворонки, шпаки, сороки, сови, дятли, ластівки та водоплавні птахи. У водоймах трапляються різні види риб: карась, короп, окунь, щука.

Внаслідок інтенсивної господарської діяльності природні екосистеми зазнають значних змін. Основними екологічними проблемами є скорочення площ природної рослинності, деградація земель, забруднення водних об'єктів, зменшення чисельності окремих видів тварин та порушення екологічної рівноваги.

З метою збереження біорізноманіття необхідним є здійснення комплексу природоохоронних заходів, спрямованих на охорону природних екосистем, відновлення зелених насаджень, створення рекреаційних зон та формування екологічної мережі громади.

1.4 Промисловий потенціал

Економічний розвиток Солоницівської селищної територіальної громади значною мірою визначається її сприятливим географічним положенням поблизу міста Харків та наявністю розвиненої транспортної інфраструктури. Економічна система громади сформована завдяки функціонуванню підприємств промислового комплексу, суб'єктів малого та середнього бізнесу, торговельних організацій і сільськогосподарських виробників, діяльність яких забезпечує стабільне соціально-економічне зростання території.

Промисловий комплекс громади охоплює підприємства різних напрямів господарювання, серед яких провідними є харчова та переробна промисловість, виробництво будівельних матеріалів, а також транспортно-логістична діяльність. Важливу роль у формуванні місцевої економіки відіграють виробничі об'єкти, що здійснюють випуск продукції харчового призначення та

будівельної галузі, поряд із логістичними центрами й складськими комплексами, які забезпечують ефективне зберігання, обробку та переміщення товарних потоків.

Однією з провідних складових економіки громади залишається аграрний сектор. Сільськогосподарське виробництво спеціалізується на вирощуванні зернових і технічних культур, виробництві овочевої продукції, а також розвитку галузей тваринництва та птахівництва. Значна частина земельного фонду використовується як орні землі, що свідчить про високий рівень господарського освоєння території та інтенсивний характер сільськогосподарського землекористування.

Розширення масштабів промислової та аграрної діяльності супроводжується посиленням антропогенного навантаження на природне середовище. До найважливіших екологічних викликів належать погіршення стану атмосферного повітря внаслідок надходження забруднювальних речовин, зростання обсягів накопичення виробничих і побутових відходів, неефективне використання природно-ресурсного потенціалу, а також розвиток процесів деградації ґрунтового покриву.

У сучасних умовах пріоритетним напрямом розвитку громади є впровадження засад сталого природокористування та екологічно збалансованого ведення господарської діяльності. Реалізація зазначених завдань потребує модернізації виробничих потужностей, запровадження ресурсозберігаючих і маловідходних технологічних рішень, удосконалення системи поводження з відходами, а також формування високого рівня екологічної свідомості та відповідальності суб'єктів господарювання щодо охорони навколишнього природного середовища [3].

1.5 Адміністративний устрій та демографічний склад

Солоницівська селищна територіальна громада входить до складу Харківського району Харківської області та функціонує як окрема адміністративно-територіальна одиниця, на території якої реалізуються

повноваження місцевого самоврядування. До її структури належать населені пункти різних категорій, зокрема селища та села, які об'єднані спільною системою управління, єдиною стратегією розвитку та взаємопов'язаними соціально-економічними процесами.

Адміністративним центром громади є селище Солоницівка, де зосереджені органи місцевого самоврядування, адміністративні установи та основні об'єкти соціальної інфраструктури. Саме в межах цього населеного пункту здійснюється координація управлінської діяльності, спрямованої на розвиток громади, організацію надання адміністративних і соціальних послуг, а також вирішення актуальних питань місцевого значення. Важливе місце в роботі органів місцевої влади посідають заходи щодо раціонального використання природно-ресурсного потенціалу, підтримання належного санітарного та екологічного стану територій, реалізації природоохоронних програм і створення комфортних та безпечних умов проживання населення.

Чисельність населення громади формується за рахунок жителів як селищних, так і сільських населених пунктів. Працездатне населення залучене до різних секторів економіки, серед яких провідними є промисловість, транспортний комплекс, торгівля, сфера послуг, сільське господарство, а також освітні та медичні установи. Демографічна ситуація характеризується тенденціями, типовими для багатьох територій України, зокрема скороченням чисельності населення, активізацією міграційних процесів та поступовим збільшенням питомої ваги населення старшого віку у загальній віковій структурі.

Соціально-економічний стан громади значною мірою залежить від рівня розвитку інженерної та соціальної інфраструктури, ефективності використання природних ресурсів і загального екологічного стану території. У зв'язку з цим одним із пріоритетних напрямів діяльності органів місцевого самоврядування є впровадження засад сталого розвитку, які передбачають підвищення добробуту населення, забезпечення раціонального природокористування та реалізацію комплексу заходів, спрямованих на охорону навколишнього природного

середовища і збереження екологічної рівноваги [3].

1.6 Охорона навколишнього середовища

1.6.1 Охорона атмосферного повітря

Забезпечення належного стану атмосферного повітря належить до пріоритетних завдань екологічної діяльності громади, оскільки якість повітряного середовища є важливим чинником, що визначає рівень здоров'я населення та стабільність функціонування природних екосистем. Формування антропогенного навантаження на атмосферне повітря зумовлюється діяльністю різних джерел викидів, серед яких провідне місце займають автомобільний транспорт, промислові об'єкти, теплогенеруючі установки, індивідуальні домогосподарства, а також спалювання рослинних решток і твердих побутових відходів.

У структурі забруднювальних речовин, що надходять до атмосферного повітря, переважають оксиди азоту, діоксид сірки, оксид вуглецю, тверді завислі частинки та вуглекислий газ. Відчутний вплив на екологічний стан повітряного басейну справляє інтенсивний рух транспортних засобів, що обумовлений територіальною близькістю громади до міста Харків та проходженням через її територію важливих транспортних шляхів і магістральних сполучень.

Оцінка якості повітря здійснюється за багатьма показниками, одним з таких є комплексний показник індекс забруднення атмосфери [5]. Результати порівняльної характеристики показника ІЗА за 2024 та 2025 роки для Харківського району наведені на рис. 1.4.

З метою покращення стану повітряного середовища необхідним є впровадження комплексу природоохоронних заходів: модернізація систем очищення викидів, розвиток екологічно безпечного транспорту, збільшення площ зелених насаджень, створення санітарно-захисних зон та посилення контролю за дотриманням природоохоронного законодавства [5].

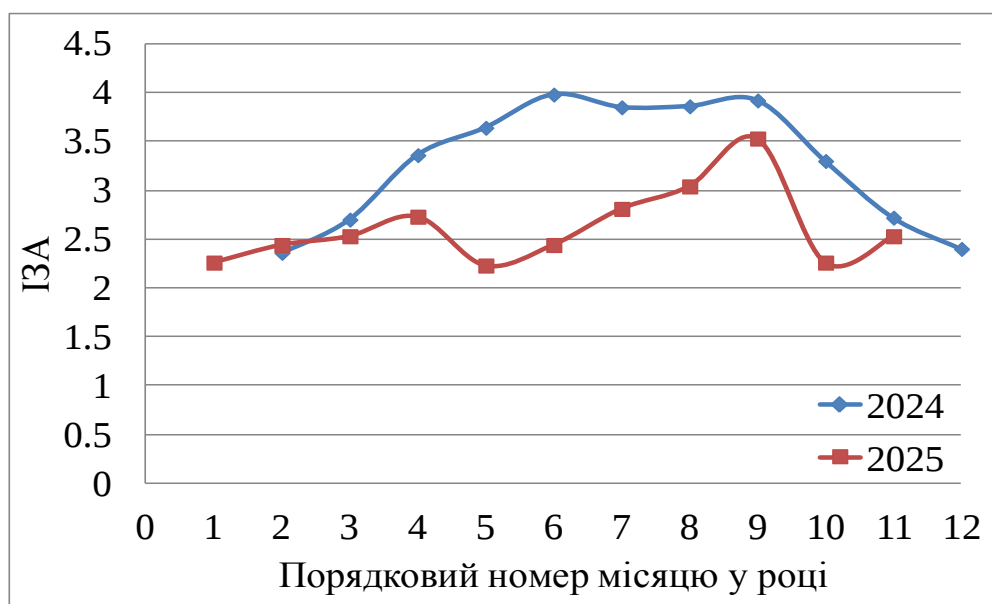


Рисунок 1.4 – Порівняльна характеристика стану атмосферного повітря в Харківському районі за показником ІЗА

1.6.2 Охорона водного середовища

Водні ресурси громади відіграють важливу роль у забезпеченні її соціально-економічного розвитку та підтриманні екологічної рівноваги. Вони використовуються для задоволення потреб населення у питному водопостачанні, забезпечення господарсько-побутових потреб, ведення сільськогосподарської діяльності та організації рекреаційного використання територій. Разом із тим водне середовище зазнає впливу низки негативних чинників, серед яких особливу актуальність мають забруднення поверхневих вод господарсько-побутовими стічними водами, недостатня ефективність функціонування очисних споруд та процеси замулення водних об'єктів.

Суттєве погіршення екологічного стану водних ресурсів спричиняється наявністю несанкціонованих місць накопичення відходів, недотриманням вимог щодо використання прибережних захисних смуг, а також надходженням до водойм недостатньо очищених або забруднених стоків. Наслідком таких процесів є зниження якісних показників води, скорочення біологічної продуктивності водних екосистем та порушення природних механізмів їх функціонування і самовідновлення.

Згідно наявних викликів було проведено порівняльний аналіз стану гідросфери річки Уди, як основної річкової мережі району, за основними гідрохімічними показниками: концентрація розчиненого кисню, БСК₅, вміст амонійного азоту та сульфатів. Результати порівняльного аналізу представлені на рис. 1.5–1.8 [6].

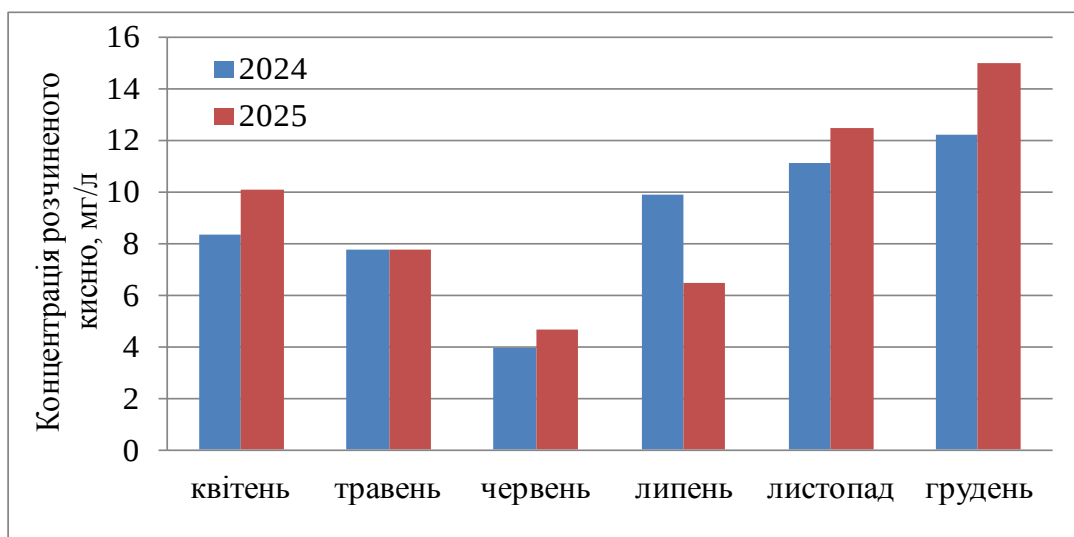


Рисунок 1.5 – Вміст розчиненого кисню у р. Уди (2024/2025 рр.)

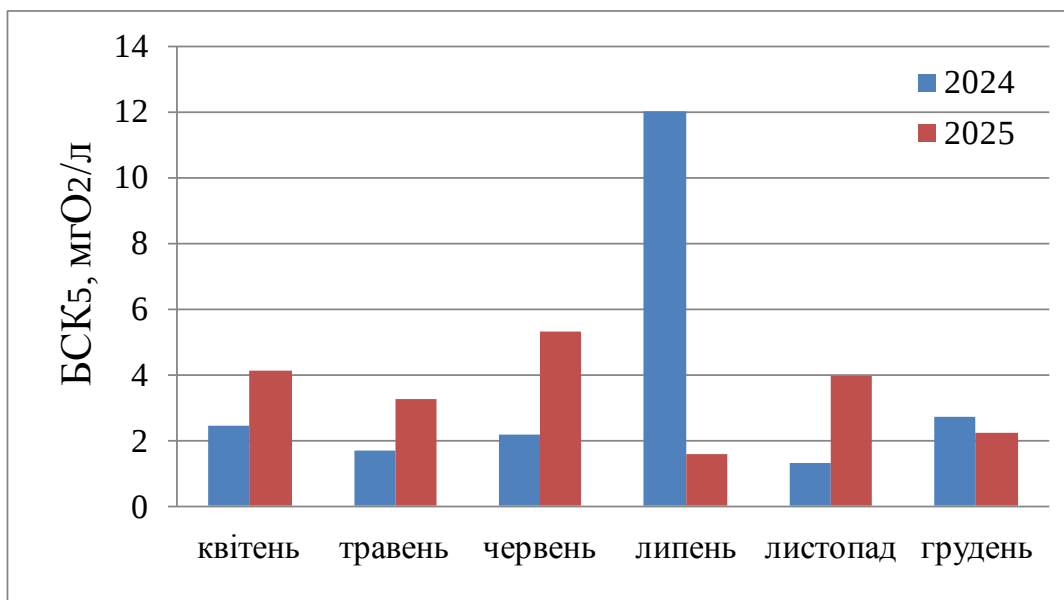


Рисунок 1.6 – БСК₅ у р. Уди (2024/2025 рр.)

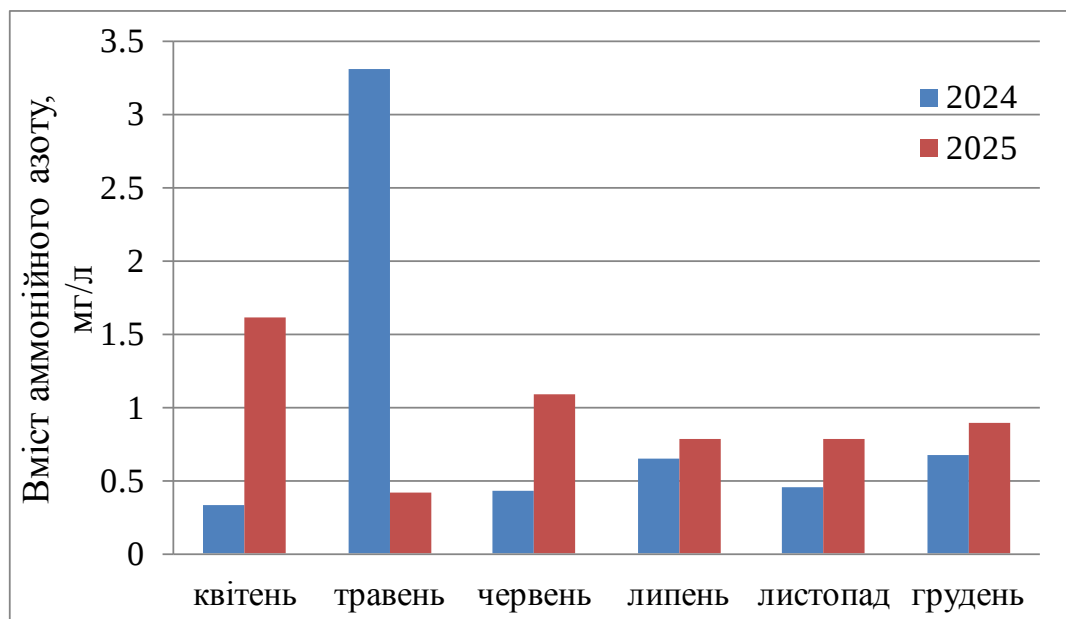


Рисунок 1.7 – Вміст амонійного азоту у р. Уди (2024/2025 рр.)

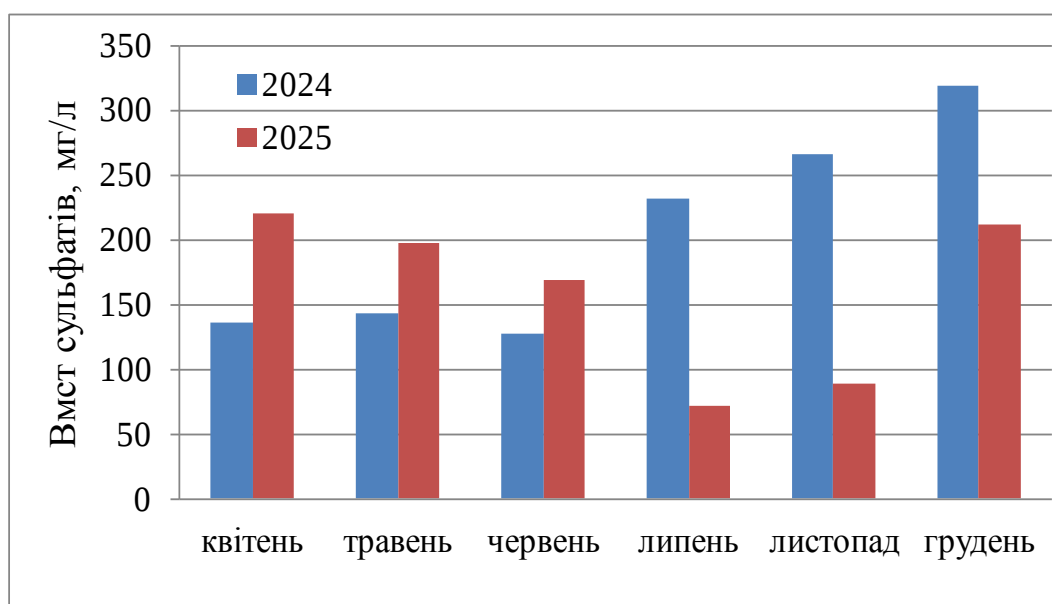


Рисунок 1.8 – Вміст сульфатів у р. Уди (2024/2025 рр.)

Як показав порівняльний аналіз за даними показниками спостерігалось значне перевищення ГДК, що вказує на високий рівень забрудненості даного водного об'єкту [7].

Для охорони водного середовища важливим є здійснення моніторингу якості води, реконструкція систем водовідведення, очищення водойм, благоустрій прибережних територій та впровадження водоощадних технологій,

а головне вдосконалення систем локальної очистки підприємств, що скидають свої промислові води до природних поверхневих вод р. Уди [6, 7].

1.6.3 Охорона ґрунтового середовища

Ґрунтовий покрив громади є важливим природним ресурсом та основою сільськогосподарського виробництва. На території громади переважають родючі чорноземи, які характеризуються високим вмістом гумусу та значною природною продуктивністю [3, 9].

Водночас інтенсивне сільськогосподарське використання земель спричиняє розвиток ерозійних процесів, виснаження ґрунтів, зниження родючості та забруднення агрохімікатами. Особливо небезпечними є водна та вітрова ерозія, які призводять до руйнування верхнього родючого шару ґрунту.

Серед основних заходів охорони ґрунтів важливе значення мають впровадження науково обґрунтованих сівозмін, обмеження надмірного використання мінеральних добрив і пестицидів, створення полезахисних лісосмуг, рекультивація порушених земель та розвиток екологічно безпечного землеробства.

Комплексна реалізація природоохоронних заходів сприятиме збереженню природних ресурсів, покращенню екологічного стану території та забезпеченню сталого розвитку Солоницівської громади [9].

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОЛІЙНО-ЕКСТРАКЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА ПрАТ «КОЛОС» ТА ЕТАПІВ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Загальна характеристика

Приватне акціонерне товариство «Колос» (ПрАТ «Колос») є підприємством олійно-жирового профілю, розташованим на території Харківського району Харківської області в зоні впливу одного з найбільших урбанізованих центрів України – міста Харків (рис. 2.1). Основним напрямом діяльності підприємства є перероблення насіння олійних культур, передусім соняшнику, з метою отримання рослинної олії та супутньої продукції, зокрема шроту, який широко використовується як високобілкова кормова добавка у тваринницькій галузі [10].



Рисунок 2.1 – Розташування підприємства олійно-екстракційної промисловості ПрАТ «Колос» на території Солоницівської ТГ

Господарська діяльність підприємства належить до сфери виробництва рослинних олій та жирів. Технологічна схема виготовлення продукції передбачає вилучення олії із сировини шляхом механічного пресування та екстракційних процесів із подальшим очищенням, рафінуванням і фасуванням готової продукції. До складу виробничого комплексу входять ділянки приймання та зберігання насіння, відділення його попередньої підготовки, що включає очищення, сушіння та подрібнення, екстракційне виробництво, цехи подальшої переробки олії та фасувальні лінії.

Розташування підприємства в межах Харківського району є обґрунтованим з економічної точки зору, оскільки область характеризується значними обсягами вирощування соняшнику та інших олійних культур. Наявність потужної сировинної бази дозволяє забезпечувати стабільне постачання виробництва необхідними ресурсами. Водночас сприятливе транспортне сполучення сприяє оперативній логістиці сировини та ефективному збуту готової продукції як у межах регіону, так і на загальнодержавному рівні.

ПрАТ «Колос» є важливим елементом агропромислового комплексу області та виконує вагомую роль у створенні доданої вартості продукції сільського господарства. Функціонування підприємства позитивно впливає на розвиток харчової промисловості регіону, забезпечує зайнятість населення та сприяє зміцненню економічного потенціалу області шляхом виробництва конкурентоспроможної продукції олійно-жирової галузі [11].

Разом із позитивним економічним ефектом виробнича діяльність підприємства супроводжується формуванням певного техногенного навантаження на навколишнє середовище. До основних екологічних чинників впливу належать викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря, утворення відходів виробництва органічного походження, а також споживання водних ресурсів у технологічних процесах. У зв'язку з цим особливого значення набуває впровадження сучасних екологічно безпечних технологій, удосконалення систем очищення газоповітряних викидів і стічних вод, а також забезпечення належного рівня екологічного контролю на всіх етапах виробництва [11].

У структурі регіонального господарського комплексу підприємство виступає важливою ланкою, що забезпечує взаємозв'язок між первинним сільськогосподарським виробництвом та підприємствами харчової промисловості. Така інтеграція сприяє більш раціональному використанню аграрних ресурсів, підвищенню економічної ефективності виробничих процесів та реалізації принципів сталого соціально-економічного розвитку Харківської

області [10, 11].

2.2 Технологічний процес вироблення олії

Для розуміння екологічної небезпеки підприємства необхідно розглянути етапи виробничого процесу (рис. 2.2).

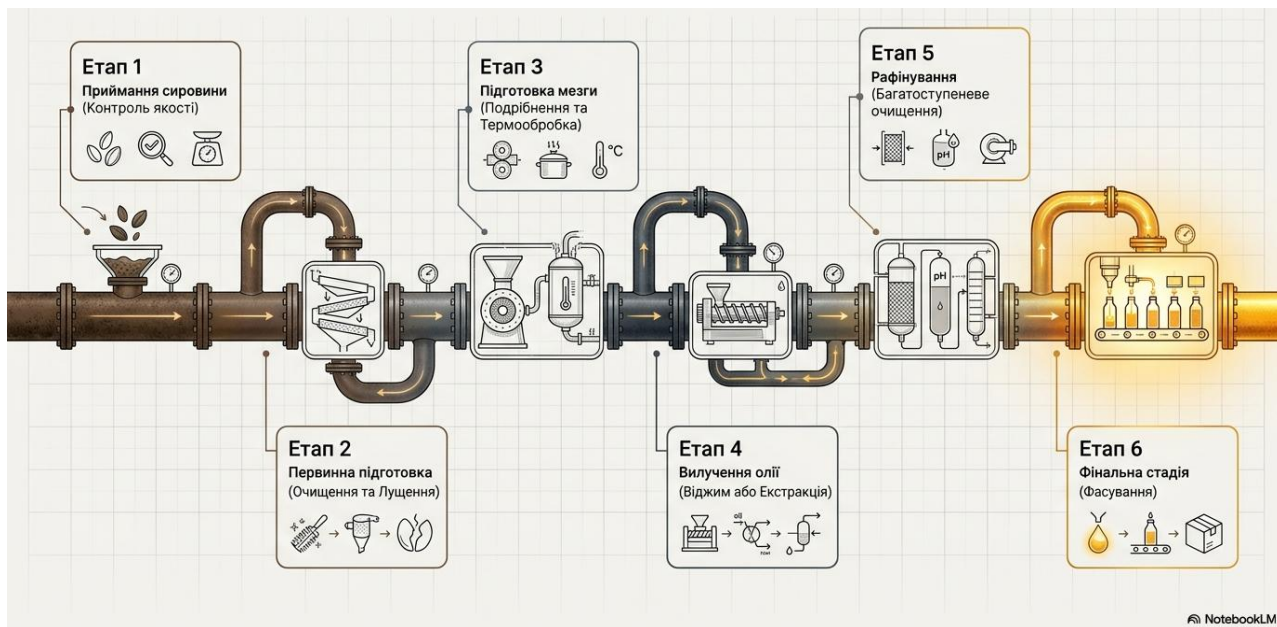


Рисунок 2.2 – Основні етапи виробництва соняшникової олії

Соняшникове насіння зберігається на території промислового майданчика, звідки надходить на подальшу переробку. Як правило, сировина характеризується неоднорідністю складу та значним вмістом пилу і різноманітних домішок. Наявність сторонніх домішок негативно впливає на якість отримуваної олії, а також призводить до зниження ефективності роботи технологічного обладнання.

У зв'язку з цим первинним і ключовим етапом підготовки сировини є очищення насіння від органічних та мінеральних домішок. Процес очищення базується на відмінностях фізико-механічних властивостей компонентів, зокрема розміру, форми та густини насіння і домішок.

Для очищення використовують сепаратори різних конструкцій, які функціонують як із відкритим, так і із закритим повітряним циклом (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Базова схема очищення насіння в сепараторі з закритим повітряним циклом

Наступними технологічними етапами переробки насіння є сушіння, сортування та лущення, після чого здійснюється безпосередній процес вилучення олії. Отримання рослинної олії з мезги соняшникового насіння може відбуватися двома основними способами – пресовим (віджимом) або екстракційним. Екологічно більш доцільним вважається метод віджиму, однак він характеризується нижчим рівнем виходу готового продукту порівняно з екстрагуванням [12, 13].

Перед етапом пресування обов'язковою технологічною операцією є термічна обробка мезги, яка здійснюється у жаровнях при температурі 100–110 °C із одночасним перемішуванням та зволоженням маси (рис. 2.4). Після цього підготовлена мезга надходить до шнекових пресів, де відбувається механічне віджимання олії. Ефективність процесу пресування залежить від комплексу факторів, зокрема величини тиску, в'язкості та щільності олії, товщини шару мезги, тривалості процесу та інших технологічних параметрів [12].

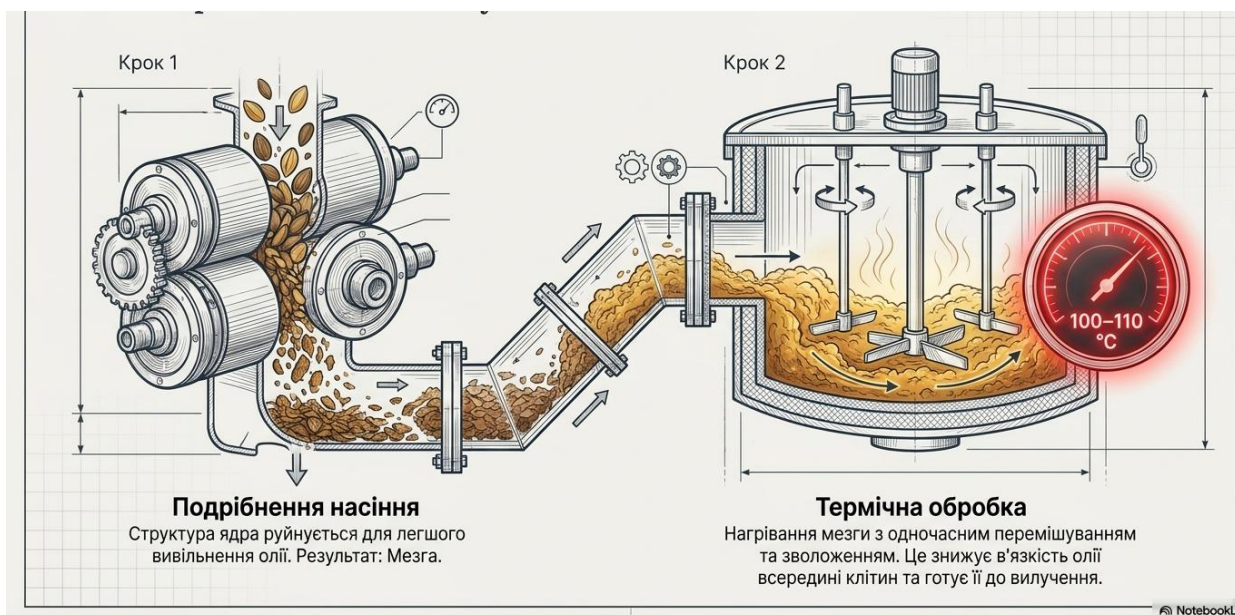


Рисунок 2.4 – Етапи підготовки мезги

У результаті гарячого віджиму отримана олія набуває виражених органолептичних властивостей: посилюється аромат завдяки утворенню продуктів термічного розпаду, смак стає подібним до підсмаженого насіння соняшнику, а колір – більш насиченим та інтенсивним (рис. 2.5).

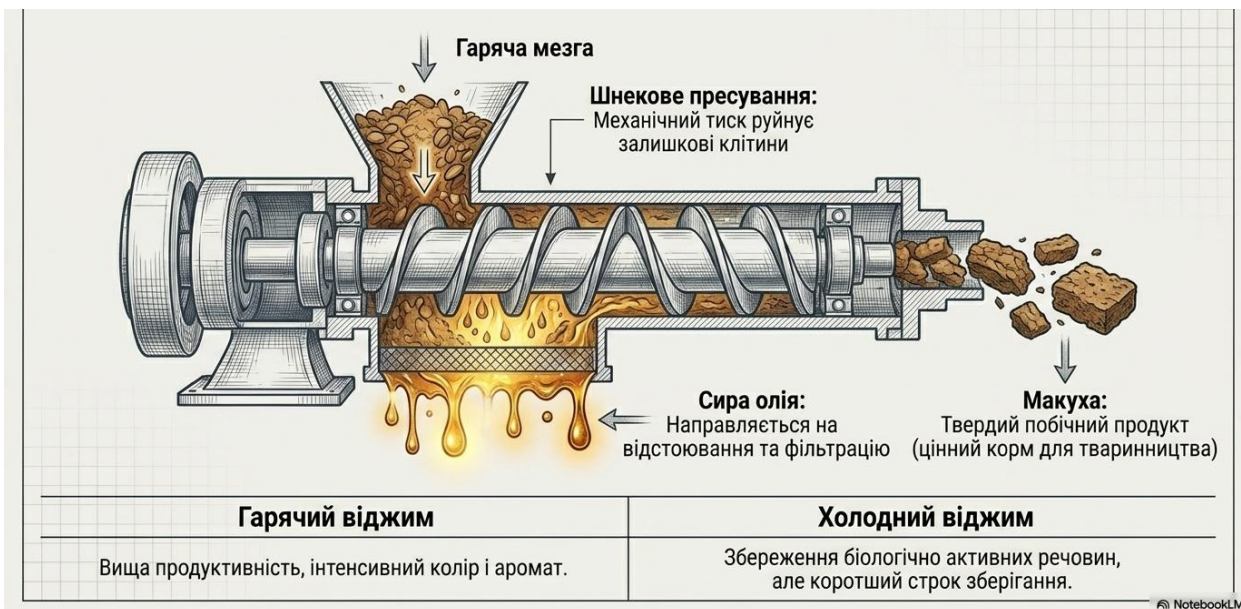


Рисунок 2.5 – Етап механічної обробки мезги (пресований метод)

Олію холодного віджиму отримують без попереднього нагрівання сировини. Основною перевагою такого способу є збереження у готовому продукті біологічно активних речовин, зокрема антиоксидантів, вітамінів та

лецитину. Водночас такий вид олії має обмежений термін зберігання, швидко втрачає прозорість і може набувати гіркуватого присмаку [13].

Твердий залишок після пресування – макуха – найчастіше використовується у тваринництві як цінний кормовий компонент. Олія, отримана методом віджиму, зазвичай називається «сирою», оскільки вона піддається лише первинному очищенню шляхом відстоювання та фільтрації, при цьому зберігаючи високі смакові та поживні властивості.

Другим промисловим способом отримання рослинної олії є екстрагування. На відміну від пресового методу, екстракційна технологія є більш ефективною з економічної точки зору, оскільки дозволяє вилучити до 98–99% олії з сировини. Процес здійснюється у спеціальних апаратах – екстракторах (рис. 2.6, 2.7) – із використанням органічних розчинників, найчастіше екстракційних бензинів.

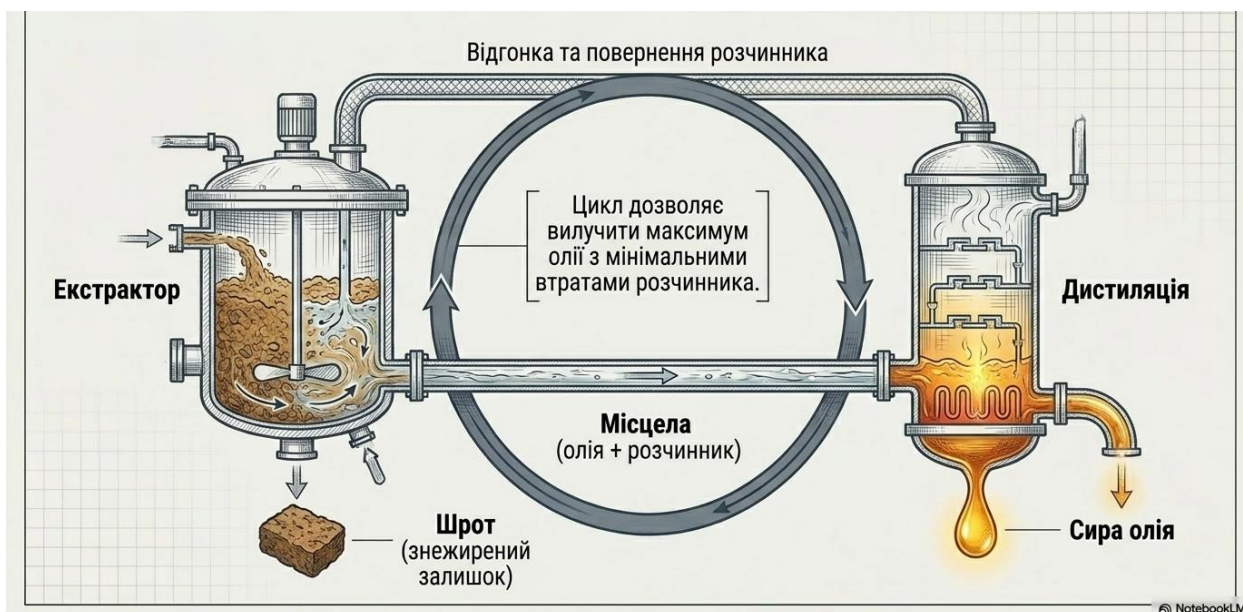


Рисунок 2.6 – Екстракційний метод хімічного вилучення рослинних олій

У результаті екстрагування утворюються два основні продукти: міцела – розчин олії в розчиннику, та шрот – знежирений твердий залишок. Подальша переробка передбачає відгонку розчинника з міцели та шроту у дистиляторах і шнекових випарниках. Отримана олія проходить стадії відстоювання та



Рисунок 2.7 – Обладнання для екстракції рослинної олії (зовнішній вигляд екстрактора)

фільтрації і спрямовується на подальше очищення та використання у харчовій промисловості [12, 13].

Рафінування екстрагованої сирової олії є наступною стадією технологічного процесу її переробки. Воно може здійснюватися як хімічним методом (лужне рафінування), так і фізичним способом. Основною метою даного етапу є видалення вільних жирних кислот, а також інших супутніх небажаних домішок, що впливають на якість та стабільність готового продукту. На початкових етапах рафінування впроваджується стадія гідратації, при цьому реакційна суміш, що складається з олії та пом'якшеної води, після проходження змішування у міксерному апараті, надходить до сепаратора, де відбувається фазове розділення на гідратовану олію та гідратаційний осад. Отриманий осад безперервно відводиться у спеціальну ємність для гідрофузу, звідки насосним обладнанням транспортується до резервуару соапстоку рафінаційного цеху. У випадку технологічних зупинок передбачено продування трубопроводів подачею пари під тиском близько 0,3 мПа, що забезпечує запобігання закупорюванню системи.

Після сепарації гідратована олія спрямовується на стадію вакуумного сушіння, де через розпилювальні форсунки потрапляє у вакуум-сушильний апарат. Вакуум у системі (залишковий тиск 20–40 мм рт. ст. або 30–55 мбар) створюється за допомогою водокільцевого вакуум-насоса. За умов зниженого тиску волога інтенсивно випаровується з олії та у вигляді пароповітряної суміші надходить до конденсатора, де відбувається її конденсація шляхом охолодження водою. Конденсат разом із жировими домішками надходить у ємність барометричної води. Далі барометрична вода проходить охолодження в теплообміннику за рахунок оборотного водного циклу та повторно використовується у вакуумній системі. Відокремлений жир повертається у ємність для гідрофузу (рис. 2.8). Висушена олія після вакуум-сушильного апарата насосом подається через систему теплообмінників, де відбувається її поступове охолодження, після чого вона спрямовується до буферної ємності для подальшої стадії виморожування. Частина тепла утилізується шляхом рекуперації, що підвищує енергоефективність процесу.

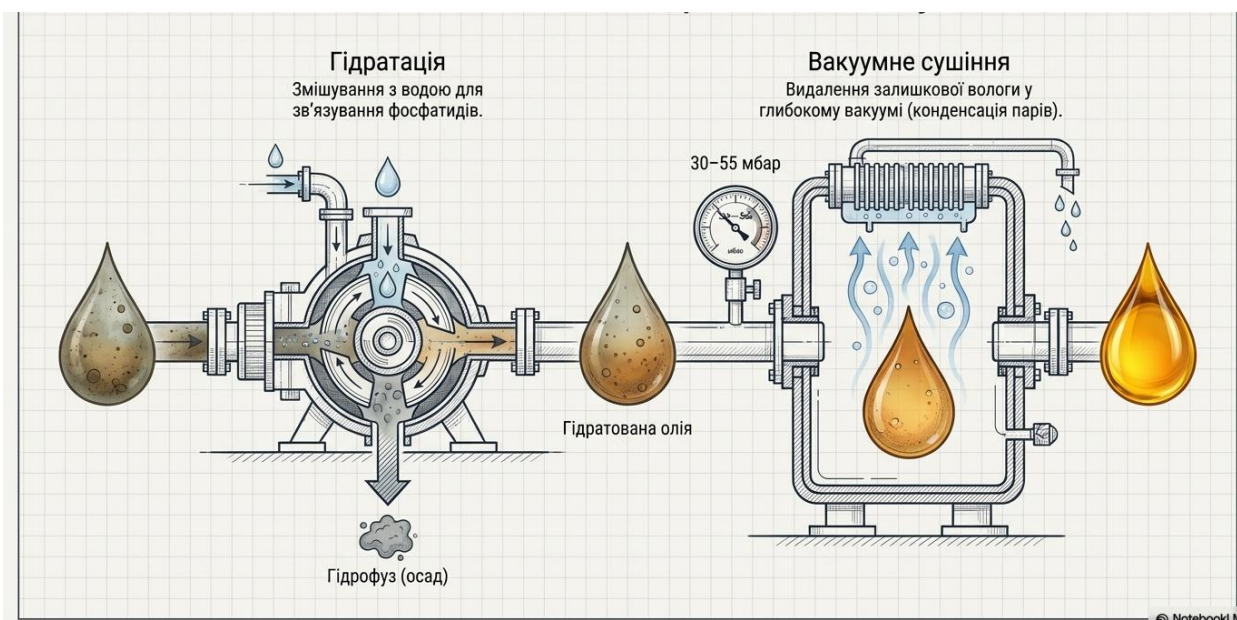


Рисунок 2.8 – Етапи гідратації та вакуумного висушування

Некондиційна олія повертається на повторну гідратацію, що забезпечує замкнений технологічний цикл і підвищує вихід якісного продукту.

Відпрацьована вода оборотного циклу охолоджується у градирнях і повторно використовується в технологічному процесі. Також передбачено безрозбірне промивання обладнання із застосуванням спеціальних мийних систем [12].

Наступною стадією є відбілювання олії. Цей етап передбачає обробку продукту адсорбентами природного походження. Для цього найчастіше використовуються спеціальні глини, оскільки ці речовини володіють потужними адсорбційними властивостями і здатні поглинати пігментні та інші забарвлюючі компоненти. Під час відбілювання з олій видаляються природні пігменти, які потрапляють у олію разом з насіння, а також речовини, які можуть сприяти її окисненню. У результаті продукт набуває світло-солом'яного кольору та покращених органолептичних характеристик.

Дезодорація, в свою чергу, є завершальною стадією очищення олії, метою якої є видалення летких ароматичних сполук. Процес здійснюється шляхом обробки олії гарячою сухою парою в умовах вакууму при температурі 170–230 °C (рис. 2.9). У результаті видаляються речовини, що формують запах і смак, а також ті, що можуть прискорювати окиснення продукту і таким чином скорочувати строк придатності. Процес дезодорації дозволяє суттєво підвищує стабільність рослинної олії та подовжити термін її зберігання.

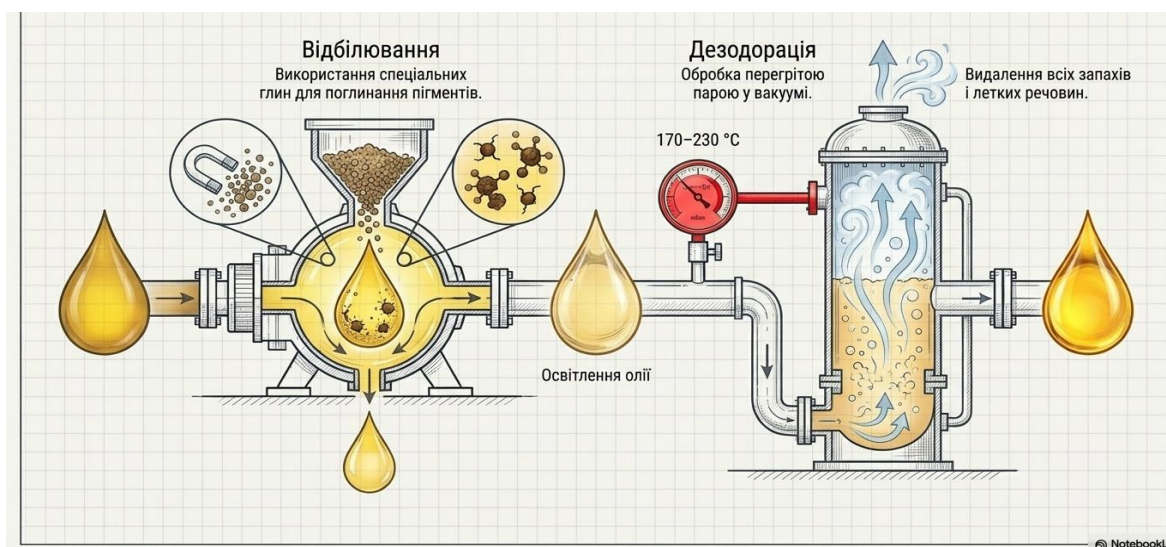


Рисунок 2.9 – Етапи фінального очищення (відбілювання та дезодорація) рослинної олії

Кінцевою технологічною стадією є виморожування, яке спрямоване на видалення воскових речовин. Воски, що містяться в олії, при зниженні температури кристалізуються, спричиняючи помутніння продукту. У процесі охолодження воскові сполуки переходять у тверду фазу та видаляються шляхом фільтрування. Це забезпечує прозорість та стабільність готової продукції (рис. 2.10).

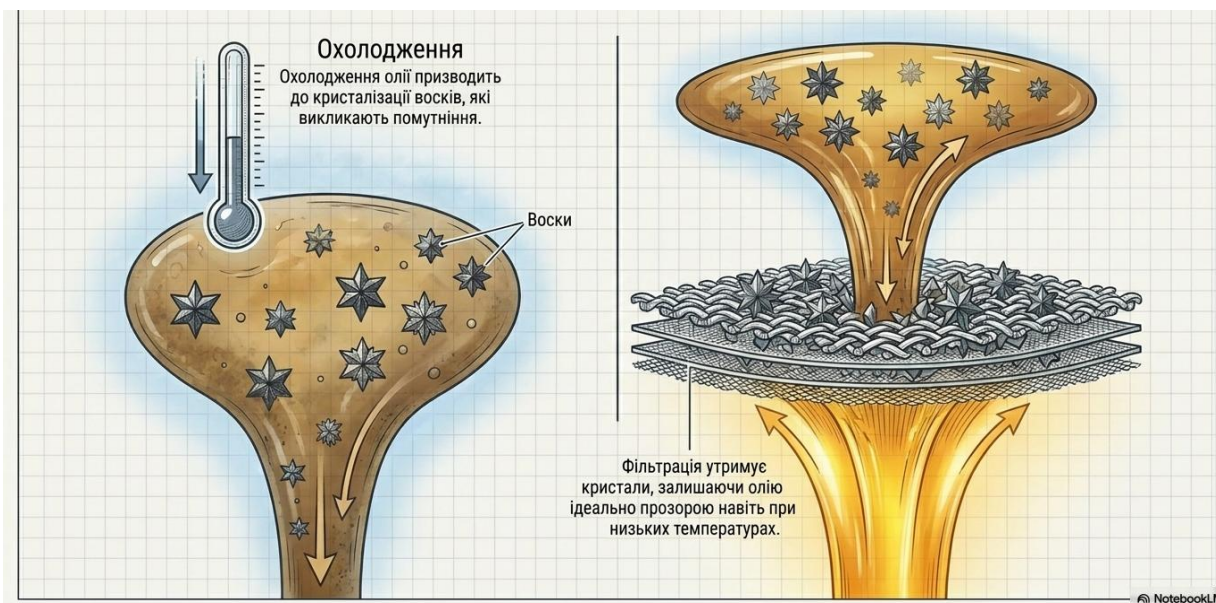


Рисунок 2.10 – Етап виморожування рослинної олії

Підсумковим результатом технологічного процесу є рафінована, дезодорована та виморожена соняшникова олія (рис. 2.11).



Рисунок 2.11 – Отримання фінального продукту

Кінцевий продукт характеризується високим ступенем очищення, світло-жовтим кольором, відсутністю запаху та смаку насіння, а також підвищеною стабільністю під час зберігання і використання [12, 13].

РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ВПЛИВУ ПРОМИСЛОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОЛІЙНО-ЕКСТРАКЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ

3.1 Оцінка полютантного тиску ПрАТ «Колос» на атмосферне середовище

За інформацією Харківського регіонального центру з гідрометеорології, атмосферне повітря в районі розташування підприємства характеризується помірним рівнем забруднення, що відповідає екологічному стану територій із високою концентрацією промислових об'єктів. Водночас у процесі моніторингових спостережень не проводилося диференційоване визначення органічної складової зважених частинок, зокрема вмісту пилу, утвореного лушпинням та насінням соняшнику [14].

Формування якості атмосферного повітря на прилеглий території зумовлюється впливом низки антропогенних джерел, а також потужним впливом військових бойових дій, оскільки Харківський регіон належить до прифронтових територій. Найбільший внесок у забруднення повітряного басейну здійснюють виробничі підприємства, розташовані в межах району, транспортні потоки значної інтенсивності, що створюють додаткове екологічне навантаження на атмосферне середовище, а також вибухи та пожежі спричиняють постійними обстрілами прифронтових територій.

Аналіз наявних джерел викидів у зоні потенційного сукупного впливу показав відсутність підприємств, діяльність яких супроводжується надходженням до атмосфери перлітового пилу. У зв'язку з цим під час виконання розрахунків розсіювання частинок перліту в атмосферному повітрі фонові концентрації зазначеної речовини не враховувалися [10, 11].

Проектними рішеннями передбачено введення в експлуатацію трьох додаткових джерел утворення та викиду забруднюючих речовин, а саме:

- системи пневматичного транспортування перліту (джерело №201);
- вузла приймання та подачі перліту до накопичувального бункера (джерело №202);

– ділянки видалення відпрацьованого перліту (джерело №203).

Разом із впровадженням нових технологічних об'єктів планується припинення експлуатації одного з наявних джерел викидів – заточувального верстата (джерело №80), що певною мірою сприятиме зменшенню сумарного техногенного навантаження на атмосферне повітря.

Оцінювання фонових рівнів забруднення атмосферного повітря виконувалося на підставі відомостей Харківського регіонального центру з гідрометеорології. Результати аналізу свідчать, що концентрації окремих забруднювальних речовин у приземному шарі атмосфери, зокрема завислих частинок, у деяких випадках перевищують установлені санітарно-гігієнічні нормативи якості повітря для населених пунктів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Характеристика вмісту поллютантів, що надходять в атмосферне повітря

Найменування поллютанту		Потужність викидів			
Код	Найменування забруднюючої речовини	СП		ПП	
		г / с	т / рік	г / с	т / рік
2902	Завислі речовини (пил сумарна), всього	1,8	41,01	1,801	41,04
10431	Пил абразивно-металевий	0,0068	0,0171	0,0062	0,0167
1360	Перліт	-	-	0,0018	0,0426

На якісний стан атмосферного повітря потужний вплив мають процеси формування пилу, які виникають при транспортуванні перліту за допомогою системи пневмотранспорту [15]. Показники, що характеризують параметри джерел викидів наведено у табл. 3.2. В свою чергу, показники потужності викидів для новостворених джерел визначено на підставі даних технологічної частини проєктної документації.

Для підвищення екологічної безпеки підприємства джерело викидів було обладнано рукавним фільтром. Якісний склад поллютантів, що надходять до атмосфери через ввідними джерелами наведені у табл. 3.3.

Таблиця 3.2 – Основні джерел викидів та їх характеристика

Позначення	Найменування	Формула, джерело	Одиниці вимірювання	Дані
	Номер джерела викиду		-	201
	Джерело утворення	Пневмотранспорт перліту		
	Найменування забруднюючої речовини	-	-	перліт
C	Залишкова концентрація ЗР у викидах після рукавного фільтра	Вихідні дані Дані технологічної частини проекту	мг / м ³	10
V	Обсяг повітря, що видаляється	Вихідні дані Дані технологічної частини проекту	м ³ / год	540
M	Потужність викидів ЗР	$= 10'3 \times C \times U / 3600$	г / с	с 0,0015
T	Річний фонд робочого часу	Вихідні дані Дані технологічної частини проекту	година / рік	7920
Q	Валовий викид ЗР	$= M \times T \times 3600 / 1000000$	тон / рік	0,0434

Таблиця 3.3 – Склад забруднюючих речовин

Полютант		Агрегатний стан полютанту	ОБУВ	Клас небезпеки речовини
Код	Забруднюючих речовин			
1360	Перліт	пил	-0,05	-

Отже, коригування допустимого рівня антропогенного впливу на атмосферне повітря в зоні розташування олійно-екстракційного підприємства обумовлюється введенням у дію нового джерела утворення викидів

забруднюючих речовин та одночасним припиненням експлуатації одного з наявних джерел.

Враховуючи, що функціонування нових виробничих об'єктів супроводжуватиметься переважно надходженням в атмосферне повітря одного виду забруднювача – пилоподібних частинок перліту, оцінка екологічного впливу здійснюється за показниками пилового забруднення. При цьому аналіз виконується як для сумарних викидів твердих частинок від усіх джерел підприємства, так і окремо для перлітового пилу.

З метою визначення змін у рівнях забруднення атмосферного повітря проведення розрахунків передбачено за двома сценаріями розвитку ситуації.

Перший сценарій характеризує існуючий стан навколишнього середовища та передбачає визначення концентрацій завислих речовин, що формуються сукупністю всіх діючих джерел викидів твердих частинок.

Другий сценарій відображає перспективний стан після реалізації проєктних рішень і включає:

- оцінювання впливу всіх джерел викидів завислих речовин, за винятком джерела №80, яке підлягає виведенню з експлуатації, а також із урахуванням нових джерел №201–203;

- окремий аналіз розсіювання та впливу перлітовмісного пилу, що надходитиме в атмосферу від нових джерел №201–203.

Результати досліджень свідчать, що за окремими компонентами, зокрема за вмістом завислих частинок, рівень фонового забруднення може перевищувати нормативні показники якості атмосферного повітря, встановлені для населених пунктів. Водночас виробничий майданчик підприємства відокремлений від основних транспортних магістралей забудовою та інженерними об'єктами, які обмежують перенесення пилових частинок у напрямку підприємства.

Важливим природним фактором, що впливає на якість атмосферного повітря в межах досліджуваної території, є наявність зелених насаджень. Рослинний покрив сприяє осадженню та затриманню завислих частинок, що

забезпечує певне зниження концентрацій пилу в повітряному середовищі.

Під час оцінювання стану атмосферного повітря також було враховано вплив газоподібних викидів олійно-екстракційного заводу «Колос». Аналіз результатів інструментальних спостережень і відповідних протоколів контролю засвідчив відсутність перевищень установлених санітарно-гігієнічних нормативів.

Результати моделювання процесів розсіювання завислих речовин (сумарного пилу) в атмосферному повітрі на межі нормативної санітарно-захисної зони наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунки розсіювання

№	Координати розрахункової точки		Розрахункова концентрація забруднюючих речовин у розрахункових точках				Додатковий вплив	
	X	У	СП		ПП		Частки ГДК	мг/м ³
			Частки ГДК	мг / м ³	Частки ГДК	мг/м ³		
ЗАВИСЛІ РЕЧОВИНИ (ПИЛ СУМАРНИЙ)								
1	108	343	0,597	0,284	0,578	0,284	0,01	0,0005*
2	310	214	0,345	0,188	0,374	0,188	0,000	0,0000*
3	387	110	0,325	0,158	0,325	0,158	0,000	0,0000*
4	344	0	0,475	0,241	0,478	0,239	0,000	0,0000*
5	210	-83	0,423	0,232	0,453	0,232	0,000	0,0000*
6	0	-36	0,346	0,175	0,352	0,175	0,001	0,0005
7	-75	120	0,375	0,183	0,378	0,185	0,003	0,0015*
8	-38	208	0,453	0,228	0,467	0,23	0,001	0,0005*

Продовження таблиці 3.4

ПЕРЛІТ								
1	108	343	-	-	0,018	0,001	0,02	0,00096
2	304	203	-	-	0,013	0,0008	0,013	0,00062
3	393	108	-	-	0,007	0,0004	0,007	0,00043
4	351	0	-	-	0,009	0,0005	0,009	0,00046
5	210	-87	-	-	0,014	0,0008	0,012	0,00065
6	0	-36	-	-	0,031	0,0016	0,032	0,0015
7	-76	110	-	-	0,043	0,0022	0,041	0,0022
8	-38	206	-	-	0,054	0,0027	0,053	0,0026

Примітка: * додаткове розрахункове, вплив знаходиться нижче порога визначення інструментальними способами.

Проведений аналіз розрахункових та фактичних даних дозволяє сформулювати стверджувати, що вплив підприємства на стан атмосферного повітря має незначний характер, а обсяги викидів забруднюючих речовин не призводять до погіршення екологічної ситуації в районі його розташування, прогнозовані зміни виробничої діяльності не спричиняють істотних змін існуючого рівня забруднення повітряного басейну завислими речовинами. Також було встановлено, що поширення перлітового пилу обмежується локальною територією, а його концентрації не досягають гранично допустимих значень, встановлених санітарними нормативами.

Результати розрахунків, наведені в табл. 3.4, свідчать про відсутність зон із наднормативними концентраціями забруднювальних речовин у межах нормативної санітарно-захисної зони підприємства. На її межі сумарні концентрації домішок з урахуванням фонових забруднень не перевищують допустимих нормативних показників.

У процесі виробничої діяльності підприємства не утворюються та не викидаються в атмосферу речовини, здатні руйнувати озоновий шар. Вплив на локальні мікрокліматичні умови пов'язаний переважно з надходженням

теплової енергії та водяної пари від технологічного обладнання, систем тепlopостачання і вентиляції. Обсяги тепловиділень та вологовиділень відповідають вимогам чинних нормативно-правових документів України. Використовуване обладнання має необхідні сертифікати відповідності, а технічні рішення розроблено з урахуванням вимог державних будівельних норм, стандартів та принципів енергоефективності. Отже, вплив виробництва на мікрокліматичні характеристики навколишнього середовища оцінюється як допустимий.

3.2 Вплив діяльності підприємства на стан гідросфери

Виробництво рослинних олій належить до водоемних технологічних процесів, що зумовлено необхідністю використання води на різних стадіях переробки сировини. Основними напрямками її використання є:

- очищення та підготовка сировини;
- охолодження технологічних потоків під час отримання нерафінованої олії;
- проведення процесів хімічної нейтралізації;
- миття технологічного обладнання та здійснення дезодорації;
- санітарна обробка виробничих приміщень;
- виробництво технологічної пари.

Частина стічних вод після очищення повертається до виробничого циклу для повторного використання, що дозволяє скоротити споживання свіжої води та підвищити ефективність використання водних ресурсів. Допустимі обсяги забору води регламентуються умовами спеціального водокористування, оскільки їх перевищення може негативно позначатися на стані водних об'єктів. У разі зміни виробничих потужностей відповідні коригування повинні бути внесені до дозвільної документації.

Забезпечення підприємства водою здійснюється через систему централізованого міського водопостачання. Власні водозабірні споруди або свердловини на виробничому майданчику відсутні.

Для задоволення виробничих та протипожежних потреб функціонує єдина система водопостачання, підключена до міських мереж через два незалежні вводи, обладнані засобами обліку споживання води. Водопровідна мережа виконана за кільцевою схемою та підтримує робочий тиск до 0,3 МПа. Крім того, окремі технологічні процеси забезпечуються за рахунок систем оборотного водопостачання. Захист об'єкта від пожеж гарантується насосними станціями протипожежного призначення.

3.2.1 Характеристика стічних вод олійно-екстракційного підприємства

На виробничому майданчику експлуатуються окремі системи господарсько-побутової, виробничої та дощової каналізації. Технічна вода, яка використовується в технологічних процесах, циркулює в межах замкненого оборотного циклу. Виробничі стічні води надходять на локальні очисні споруди, де проходять первинне очищення, після чого спрямовуються на загальнозаводські очисні комплекси для додаткової обробки. Після досягнення необхідних показників якості очищена вода повторно використовується у виробничому процесі.

Господарсько-побутові стоки відводяться до централізованої міської каналізаційної мережі. Ефективність роботи очисних споруд забезпечує відповідність показників очищених стічних вод вимогам природоохоронного законодавства та встановленим нормативам водовідведення.

Введення в експлуатацію нових технологічних вузлів гідратації та виморожування супроводжуватиметься збільшенням обсягів підживлення оборотної системи водопостачання на 7,56 м³ за добу. Разом із тим це не вплине на кількість стічних вод, що відводяться до міської каналізаційної системи. Оскільки чисельність працівників підприємства не змінюється, потреби у воді для санітарно-побутових цілей залишаються на попередньому рівні. Відповідно, обсяги та склад господарсько-побутових стічних вод також не зазнають змін.

У процесі переробки та рафінування рослинної олії утворюються стічні

води, питомий обсяг яких залежить від технологічних особливостей виробництва та виду перероблюваної сировини. За окремих умов їх кількість може досягати 10–35 м³ на одну тонну насіння, тоді як середні питомі показники зазвичай становлять від 3 до 15 м³/т.

Характеристика якісного складу очищених стічних вод, що після обробки скидаються до міської каналізаційної мережі, наведена в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Характеристика стічних вод

Найменування полютанту	Одиниці вимірювання	Нормативні вимоги м. Харків	Показники якості стічної води
			ДК (ЦСА)
рН		6,6-9,2	6,4-8,8
Завислі речовини	мг/дм ³	310	170
Хлориди	мг/дм ³	360	320
Сульфати	мг/дм ³	407	110
ХСК	мг/дм ³	-	416,8
Нафтопродукти	мг/дм ³	7,52	0,92
Залізо загальне	мг/дм ³	2,12	0,93
Фосфати	мг/дм ³	-	3,82
Жири	мг/дм ³	23	62

За результатами аналізу даних виробничого контролю стічних вод Дніпропетровського олійно-екстракційного заводу встановлено, що вміст окремих забруднювальних компонентів у стоках, які відводяться до централізованої міської каналізаційної мережі, перевищує нормативно допустимі значення. Найбільші перевищення зафіксовано за показниками концентрації жирів, нафтопродуктів та загального заліза порівняно з установленними гранично допустимими концентраціями.

Під час оцінювання якісного складу стічних вод також виявлено відсутність інформації щодо біохімічного споживання кисню (БСК), яке належить до основних контрольованих параметрів та підлягає обов'язковому визначенню відповідно до вимог чинних нормативних документів. Водночас у звітних матеріалах наведено значення хімічного споживання кисню (ХСК). Слід зазначити, що цей показник не входить до переліку параметрів, які нормуються Правилами приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення населених пунктів. Інформація щодо обсягів утворення стічних вод на окремих етапах технологічного циклу виробництва, а також їх розподілу між виробничими процесами, наведена в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Промислові стоки на стадіях обробки рослинної олії

Виробнича ділянка	Одиниця виміру	Об'єм стічних вод
Виробництво нерафінованих рослинних олій		
Стічні води	м ³ /т насіння	0,22-3,0
Вода для охолодження	м ³ /т насіння	0,22-13,0
Рафінація неочищених рослинних олій		
Стічні води від очищення обладнання	м ³ /т	До 0,5
Конденсовані випаровування при дезодорації	м ³ /т	0,01-0,1
Барометричний водозлив на вакуумної кінцевої стадії дистиляційної нейтралізації та дезодорації (без рециркуляції)	м ³ /т	10-35
Стічні води з іншого вакуумного обладнання	м ³ /т	1,53

У виробництві рослинних олій найбільш водомісткими технологічними стадіями є отримання нерафінованої олії та процеси її подальшої рафінації. Саме ці етапи характеризуються підвищеним споживанням водних ресурсів.

Під час нейтралізації неочищеної олії середній обсяг водоспоживання

становить приблизно 1,6 м³ води на 1 т олії. У процесах рафінації харчової олії витрати води залежать від її технологічного призначення: витрати питної води становлять 0,07–0,12 м³/т, а води для охолодження – 0,13–0,24 м³/т олії.

На стадії виробництва нерафінованої олії для охолоджувальних потреб витрачається від 0,23 до 14 м³ води на 1 т продукції. У процесі нейтралізації негідратованої олії середнє водоспоживання становить 1–1,6 м³/т, тоді як для гідратованої олії цей показник є дещо нижчим і знаходиться в межах 0,65–1,12 м³/т нейтралізованого продукту.

Окремо слід зазначити, що під час дезодорації нейтралізованої та відбіленої олії витрати води можуть сягати 12–35 м³ на 1 т готової продукції за відсутності систем оборотного водопостачання.

У цілому, у процесах виробництва та рафінації рослинної олії можливе утворення стічних вод у кількості до 1,7 м³ на 1 т продукції.

Характеристики забруднення стічних вод, що формуються в процесі переробки олійної сировини, наведено у табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Загальна характеристика забруднених стічних вод при рафінації соняшникової олії.

Джерело	Об'єм м ³ /т	БСК ₅ мг/л	ХСК мг/л	РЖОЖЖ, мг/л
Промивка нейтралізованої олії	0,12	1150	15460	110-520
Реакція нейтралізації, рН = 10-12	2,14	970	7300	680
Барометричні конденсатори, рН= 6,5-7,5	2,06		150-210	

Технічна вода на підприємстві використовується в умовах замкненого оборотного циклу. Забруднені технічні води після використання направляються спочатку на локальні очисні споруди цеху рафінації олії, після чого проходять додаткове очищення на загальнозаводських очисних спорудах.

3.2.2 Характеристика господарсько-побутових стоків підприємства

Господарсько-побутові стічні води, що формуються в санітарно-побутових приміщеннях і санвузлах, надходять у внутрішньомайданчикову систему побутової каналізації, а надалі відводяться до міської каналізаційної мережі. Поверхневі (дошові) стоки збираються та транспортуються через існуючу систему зливової каналізації.

Таким чином, скидання стічних вод безпосередньо у природні водні об'єкти не здійснюється, оскільки всі стоки відводяться до централізованої міської каналізаційної системи [15].

3.3 Поводження з твердими відходами на підприємстві

Під час технологічної переробки олійної сировини формується значний обсяг твердих відходів органічного походження. До цієї категорії належать рослинні рештки, що утворюються на етапі очищення та відокремлення насіння (лушпиння соняшнику, стеблові фрагменти тощо), а також макуха, яка є побічним продуктом процесу механічного вилучення олії шляхом пресування. Зазначені відходи характеризуються високим вмістом органічних речовин і здебільшого можуть бути використані як кормові компоненти у тваринницькій галузі.

Окрім рослинних залишків, на підприємствах олійно-жирового профілю утворюється низка інших твердих відходів, серед яких особливе місце займають:

- відпрацьовані сорбційні матеріали (вибільна земля, активовані глини, кремнеземні та вуглецеві адсорбенти), насичені барвними речовинами, смолистими сполуками та металовмісними домішками;
- залишки жирів, що накопичуються після проведення процесів миловаріння, а також відпрацьовані кислотні реагенти, використані під час хімічного очищення продукції;
- кубові залишки, що утворюються в процесі дезодорації олій;

- відпрацьовані каталізатори та фільтрувальні елементи, які застосовуються на стадії гідрогенізації;
- осади очисних споруд, що можуть містити підвищені концентрації забруднювальних компонентів і характеризуватися відхиленнями показника кислотності від нормативних значень, у зв'язку з чим потребують спеціальних умов подальшого поводження та утилізації [16].

Накопичення твердих відходів здійснюється у спеціально обладнаних ємностях або контейнерах із дотриманням чинних природоохоронних вимог. За наявності технічної можливості проводиться їх попереднє сортування, що сприяє подальшому повторному використанню або утилізації окремих компонентів. Обов'язковою умовою екологічно безпечного поводження з відходами є їх своєчасне вивезення, що дозволяє уникнути виникнення неприємних запахів та запобігти поширенню комах і гризунів.

У разі реалізації запланованих виробничих заходів прогнозується утворення додаткових обсягів фільтрувального порошку, забрудненого жировими компонентами (код відходу 1542.1.2.02 – непридатні до використання або забруднені фільтрувальні порошки). Орієнтовний максимальний обсяг його утворення становитиме до 620 кг на добу, що відповідає приблизно 188 т на рік. Вказаний вид відходів належить до IV класу небезпеки та перебуває у твердому агрегатному стані.

Проектними рішеннями передбачено облаштування майданчиків для тимчасового накопичення відходів твердим водонепроникним покриттям, що виключає можливість міграції забруднювальних речовин у ґрунтове середовище. Крім того, заплановано створення відповідної транспортної інфраструктури для забезпечення безпечного переміщення відходів. Функціонуюча на підприємстві система управління відходами спрямована на мінімізацію негативного впливу на навколишнє природне середовище на всіх стадіях їх збирання, зберігання, транспортування та передачі на утилізацію.

У виробничому процесі також утворюється відпрацьований перліт,

забруднений олійними речовинами, у кількості близько 600 кг за добу. Зростання обсягів окремих видів відходів, зокрема використаної фільтрувальної тканини, обумовлене збільшенням продуктивності підприємства та інтенсифікацією процесів гідратації і виморожування олії. Водночас чистий перліт, що вловлюється рукавними фільтрами, повертається до технологічного циклу для повторного використання.

Передача відходів для подальшої утилізації або оброблення здійснюється виключно суб'єктам господарювання, які мають необхідні дозвільні документи та ліцензії на провадження діяльності у сфері управління відходами.

Слід зазначити, що обсяги утворення промислових відходів визначаються рівнем завантаження виробничих потужностей підприємства, а також технічним станом і ступенем зношеності технологічного обладнання [16].

3.4 Параметричний вплив на навколишнє середовище

У процесі функціонування підприємства потенційними джерелами акустичного впливу на довкілля є технологічне та допоміжне обладнання, зокрема парогенераторні установки, конденсаційні системи, вентиляційні агрегати, виробничі лінії з виготовлення консервованої продукції та розливу напоїв у тару, пневматичні механізми, а також транспортні засоби, що здійснюють перевезення сировини й готової продукції. За умови розташування виробничого об'єкта поблизу житлової забудови або інших територій із підвищеними вимогами до акустичного комфорту зазначені джерела можуть спричиняти небажаний шумовий вплив.

Тривале перебування працівників у виробничих зонах із підвищеним рівнем шуму, зокрема поблизу внутрішньозаводського транспорту, транспортерних систем, котельного обладнання, насосних установок, вентиляторів, а також у місцях можливого виходу пари чи стисненого повітря, здатне негативно позначатися на стані органів слуху та створювати ризик розвитку професійних порушень слухового апарату.

Основними джерелами шумового навантаження є діюче технологічне обладнання підприємства. Потенційного впливу зазнає прилегла селітебна територія. Акустичні параметри експлуатованого обладнання відповідають вимогам чинної нормативно-технічної документації України щодо допустимих рівнів шуму. Усі стаціонарні джерела шуму локалізовані в межах виробничих приміщень та ізольовані огорожувальними конструкціями будівель, що виконують функцію шумозахисту.

Технологічне обладнання, встановлене у виробничих цехах, додатково відокремлене від житлової забудови захисними конструктивними елементами. З огляду на те, що найближча селітебна зона розташована на відстані понад 100 м від меж підприємства, додатковий фізичний вплив шумового характеру на навколишню територію є мінімальним. Отже, рівень акустичного навантаження від провадження господарської діяльності не перевищуватиме встановлених нормативних значень та відповідатиме допустимим санітарно-гігієнічним вимогам.

На підприємстві відсутні джерела ультразвукових коливань, іонізуючого випромінювання та радіаційного впливу. Потенційними джерелами електромагнітного випромінювання є електротехнічне обладнання виробничих цехів, що підлягає реконструкції та модернізації. Об'єктом можливого впливу електромагнітного поля виступає прилегла селітебна територія.

Електромагнітні характеристики обладнання відповідають вимогам чинних державних стандартів і нормативів, що діють на території України. Устаткування має відповідну сертифікацію, а проєктні рішення розроблені з урахуванням положень діючих нормативно-технічних документів. Враховуючи, що житлова забудова знаходиться на відстані понад 100 м від виробничих споруд підприємства, рівень електромагнітного впливу не перевищуватиме допустимих нормативних показників [16].

3.5 Територіально-комплексна схема охорони навколишнього природного середовища

3.5.1 Охорона атмосфери

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря на Дніпропетровському олійному заводі є технологічне обладнання виробничих підрозділів, лабораторні приміщення, котельні установки, ремонтні дільниці, а також автотранспорт, що використовується для забезпечення виробничих процесів.

Функціонування підприємства не супроводжується викидами речовин, здатних спричиняти руйнування озонового шару атмосфери. Вплив на мікрокліматичні умови зумовлюється переважно тепловими та вологісними викидами, що утворюються внаслідок роботи енергоспоживального обладнання та систем опалення. Обсяги тепловиділення й надходження вологи в атмосферне повітря не перевищують гранично допустимих показників, установлених чинними нормативними документами України. У зв'язку з цим рівень впливу виробничої діяльності підприємства на мікрокліматичний стан території оцінюється як нормативно допустимий [17].

У межах району розташування підприємства відсутні природно-заповідні території та об'єкти особливої природоохоронної цінності. Реалізація виробничої діяльності не передбачає знесення зелених насаджень і не чинить суттєвого негативного впливу на стан місцевої фауни.

З метою мінімізації викидів пилу в атмосферне повітря проєктними рішеннями передбачено встановлення вискоєфективного газоочисного обладнання циклонного типу. Ефективність очищення пилогазових потоків становить близько 95 %. Аналогічні циклони запроєктовані також для очищення повітря під час проведення вантажно-розвантажувальних операцій.

Для зниження рівня запиленості у процесах пересипання сировини та готової продукції передбачено використання аспіраційних рукавів, які забезпечують концентрацію пилу в повітрі на рівні не більше 10 мг/м³.

З метою запобігання потраплянню парів гексану в атмосферне повітря в екстракційному цеху передбачено функціонування системи конденсації, завдяки якій сконденсований розчинник повертається у виробничий цикл для повторного використання. Крім того, під час зливу гексану з автоцистерн застосовуватиметься герметизована газовирівнювальна система, обладнана фільтрами, швидкокорозійними муфтами та електромагнітними клапанами, що дозволяє суттєво знизити ризик викидів летких органічних сполук у навколишнє середовище.

На підприємстві також передбачено здійснення систематичного контролю за дотриманням нормативів викидів забруднювальних речовин від стаціонарних джерел. Додатково проводитиметься моніторинг якості атмосферного повітря на межі санітарно-захисної зони підприємства з метою забезпечення екологічної безпеки прилеглих територій [17].

3.5.2 Охорона гідросфери

У процесі виробничої діяльності підприємств олійно-екстракційної галузі утворюється значна кількість стічних вод, які характеризуються підвищеним вмістом органічних сполук, органічного азоту, жирів та олій, поверхнево-активних речовин, залишків розчинників і завислих речовин. Окрім цього, стічні води можуть містити незначні концентрації залишкових пестицидів. Основними технологічними процесами, що супроводжуються утворенням виробничих стоків, є операції очищення обладнання, а також експлуатація дезодораційних установок і котельного обладнання.

Перед відведенням у систему міської каналізації або безпосередньо у навколишнє середовище виробничі стічні води підлягають попередньому очищенню. На окремих виробництвах для цього функціонують локальні очисні споруди, де застосовуються механічні та хімічні методи очищення. Експлуатація таких систем здійснюється відповідно до вимог природоохоронного законодавства та за наявності дозволів контролюючих органів, які регламентують допустимі концентрації забруднювальних речовин у

стічних водах.

На Харківському олійно-екстракційному підприємстві передбачено впровадження комплексу заходів, спрямованих на мінімізацію негативного впливу стічних вод на водне середовище. Зокрема, очищення виробничих стоків здійснюватиметься із застосуванням жирловловлювачів, тоді як очищення поверхневого дощового стоку передбачено на локальних очисних спорудах.

Для забезпечення охолодження технологічного обладнання на підприємстві запроєктована система оборотного водопостачання із використанням градирні, що дозволяє скоротити обсяги споживання свіжої води та зменшити навантаження на водні ресурси.

Додатково передбачено здійснення комплексу заходів щодо захисту підземних залізобетонних і металевих конструкцій та інженерних споруд від корозійних процесів. На підприємстві ведеться постійний облік витрат питної води, що сприяє раціональному використанню водних ресурсів. Територія виробничого майданчика обладнана об'єднаною мережею виробничо-протипожежного водопостачання, яка підключена до централізованих міських мереж двома вводами через водомірний вузол [18].

3.5.3 Охорона довкілля

У процесі оцінки впливу планованої діяльності на навколишнє природне середовище визначено основні фактори довкілля, які потенційно можуть зазнавати антропогенного впливу. Проведений аналіз свідчить про те, що реалізація проєктної діяльності не створює суттєвих ризиків для здоров'я населення та не спричиняє негативного впливу на кліматичні умови, у тому числі не призводить до змін кліматичних показників.

Вплив підприємства на земельні ресурси, ґрунтовий покрив, водне середовище та атмосферне повітря оцінюється як екологічно допустимий і такий, що відповідає встановленим природоохоронним вимогам та нормативам.

Реалізація виробничої діяльності не супроводжується негативним впливом на рослинний і тваринний світ, біорізноманіття, а також на об'єкти

матеріальної, архітектурної, археологічної чи культурної спадщини. Водночас функціонування підприємства має позитивне значення для соціально-економічного розвитку території, зокрема за рахунок створення робочих місць та забезпечення надходжень до місцевого бюджету.

З метою збереження стану ґрунтів, а також підтримання належного рівня благоустрою території передбачено проведення озеленювальних заходів та облаштування елементів малої архітектури. Проєктом заплановано висадження дерев і чагарників на вільних від забудови ділянках, а також встановлення лавок, урн та інших об'єктів благоустрою.

У районі розміщення підприємства відсутні території природно-заповідного фонду. Провадження господарської діяльності не передбачає видалення існуючих зелених насаджень і не чинить негативного впливу на представників місцевої фауни [17, 18].

РОЗДІЛ 4. МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД З ОЛІЙНО-ЕКСТРАКЦІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1 Жировмісні стоки та їх екологічна небезпека для водних об'єктів

Стоки, з високим вмістом органічних емульсій, суспензій та розчинених органічних сполук, становлять суттєву екологічну небезпеку для водних екосистем. Потрапляння таких стоків у природні водойми спричиняє порушення екологічної рівноваги та активізує процеси евтрофікації. Жири й олії, поширюючись по поверхні води, формують тонку плівку, яка перешкоджає природному газообміну між атмосферним повітрям і водним середовищем. Унаслідок цього знижується концентрація розчиненого кисню у воді, що негативно впливає на життєдіяльність гідробіонтів та може призводити до їх масової загибелі. Крім того, наявність жирових забруднень у водному середовищі ускладнює проникнення сонячного світла у глибші шари водойми, що знижує інтенсивність фотосинтетичних процесів у водоростей та інших фотосинтезуючих організмів. Це, своєю чергою, порушує трофічні зв'язки та загальний функціональний стан водної екосистеми.

Стичні води підприємств олійно-жирової промисловості характеризуються значним вмістом залишкових концентрацій жирів та олій, які здатні утворювати з водою високодисперсні та відносно стійкі емульсії. Такі емульсійні системи тривалий час зберігають стабільність, що істотно ускладнює процеси їх очищення. За відсутності належної обробки подібні стічні води швидко піддаються процесам гниття, унаслідок чого в атмосферне повітря виділяються токсичні газоподібні сполуки, зокрема сірководень, меркаптани та аміак, які належать до небезпечних одорантів [19].

Органічні компоненти, присутні у стічних водах, створюють сприятливі умови для розвитку патогенних мікроорганізмів. Надлишок органічних речовин стимулює інтенсивне розмноження бактерій, мікроскопічних водоростей, найпростіших організмів, грибів та інших біологічних агентів. Активний розвиток мікрофлори супроводжується споживанням кисню та накопиченням

продуктів метаболізму, що сприяє подальшому погіршенню якості води та прискоренню процесів евтрофікації водойм. У процесі життєдіяльності мікроорганізмів утворюються різноманітні токсичні речовини, серед яких сірководень, аміак, вуглекислий газ та інші продукти анаеробного розкладання органічних сполук. Потрапляння недостатньо очищених або неочищених стічних вод у природні водойми чинить негативний вплив на водну біоту та погіршує санітарний стан водних об'єктів. Особливо інтенсивно процеси загнивання відбуваються у непроточних або слабопроточних резервуарах, де стічні води тривалий час перебувають без циркуляції, зокрема під час зупинки технологічних ліній.

Зміна фізико-хімічних характеристик жиромісних стічних вод значною мірою обумовлена високою окиснювально-відновною та гідролітичною активністю ферментів, що продукуються мікроорганізмами. Це супроводжується зміною кислотності середовища, коливанням концентрації забруднювальних речовин, утворенням газоподібних продуктів розкладання та розвитком корозійних процесів на поверхні технологічного обладнання.

Науковими дослідженнями встановлено, що всі типи олійних стічних вод є сприятливим середовищем для розвитку бактеріальної та грибової мікрофлори. Високий вміст органічних речовин створює оптимальні умови для життєдіяльності багатьох видів мікроорганізмів. Одним із визначальних факторів, що впливають на інтенсивність розвитку мікрофлори, є рівень кислотності середовища. Найактивніше розмноження бактерій спостерігається за значень рН у межах 7–9, тоді як при рН понад 9,6 розвиток більшості бактерій практично припиняється [20].

4.2 Основні методи очищення стічних вод на олійно-екстракційному підприємстві

4.2.1 Відведення промислових стоків

Серед основних забруднювальних компонентів промислових стічних вод

найбільшу небезпеку для функціонування каналізаційних колекторів становлять жири, олії та мінеральні домішки, зокрема пісок, дрібний гравій, частинки глини та інші тверді включення. Негативний вплив зазначених речовин пов'язаний з особливостями гідродинаміки руху рідини в трубопроводах.

Відомо, що швидкість руху рідини в поперечному перерізі трубопроводу є нерівномірною: максимальні значення спостерігаються у центральній частині потоку, тоді як поблизу стінок труб швидкість поступово знижується і фактично наближається до нуля. За таких умов важкі мінеральні домішки осідають на дні колекторів, утворюючи осад, а жирові речовини накопичуються на внутрішніх поверхнях трубопроводів у вигляді щільного шару.

Поступове накопичення жирових відкладень призводить до зменшення пропускної здатності каналізаційних мереж, а в окремих випадках може стати причиною їх повного закупорювання. Видалення жирових нашарувань потребує значних матеріальних витрат, використання спеціального обладнання та проведення складних очисних робіт. У зв'язку з цим скидання жиромісних стічних вод у міську каналізаційну мережу без попереднього очищення на локальних очисних спорудах не допускається.

Жирова або масляна емульсія, яка утворюється у стічних водах підприємств олійножирової промисловості, являє собою складну двофазну дисперсну систему, у якій краплини жирів та рослинних олій рівномірно розподілені у водному середовищі. Важливу роль у формуванні стійких емульсій відіграють мийні речовини та мила, які виконують функцію емульгаторів. Унаслідок цього жирові емульсії набувають властивостей колоїдних систем, міцели яких складаються з частинок жиру, оточених оболонкою з молекул поверхнево-активних речовин [20, 21].

Експериментальні дослідження процесів руйнування відпрацьованих емульсій із застосуванням різних типів центрифуг показали, що ефективно розділення фаз досягається лише за умов високої швидкості обертання ротора – понад 7500 об/хв. За таких режимів роботи виникають значні відцентрові сили,

здатні подолати міжмолекулярні зв'язки в колоїдній системі та забезпечити руйнування емульсії.

Одним із найпоширеніших методів очищення жировмісних стічних вод є застосування коагулянтів. Ці речовини, вводячись у рідке середовище, сприяють об'єднанню дрібнодисперсних частинок у більші агрегати, які надалі осаджуються під дією сили тяжіння. Найбільш ефективними коагулянтами вважаються солі полівалентних металів, що забезпечують інтенсивне укрупнення частинок забруднень.

Поряд із неорганічними коагулянтами для очищення стічних вод широко використовуються водорозчинні високомолекулярні органічні сполуки – поліелектроліти. Такі реагенти отримали назву флокулянтів. Їх застосування сприяє утворенню великих пластівців забруднювальних речовин, що значно підвищує ефективність процесів осадження та подальшого очищення стічних вод [20, 21].

4.2.2 Механічні методи очищення промислових стічних вод

Механічне очищення стічних вод застосовується для вилучення нерозчинних домішок шляхом використання процесів відстоювання, фільтрації та проціджування. Термін «жири» об'єднує групу органічних сполук вуглецевої природи, до яких належать жирні кислоти, а також прості й складні ліпіди. Для визначення концентрації жирів у стічних водах використовують декілька аналітичних методів, серед яких найбільш вибіркоvim вважається екстракційний спосіб із застосуванням гексану та метанолу. За статистичними даними, разом із побутовими стічними водами до систем водовідведення щоденно надходить приблизно 15–20 г гексаноекстрагованих жирів у розрахунку на одну особу. Густина таких сполук у середньому становить близько 0,9 кг/дм³.

Ефективність функціонування жировловлювачів, як правило, знаходиться в межах 5–15 % від загального вмісту речовин, що екстрагуються гексаном. При цьому концентрація жирів, вилучених під час флотаційної обробки,

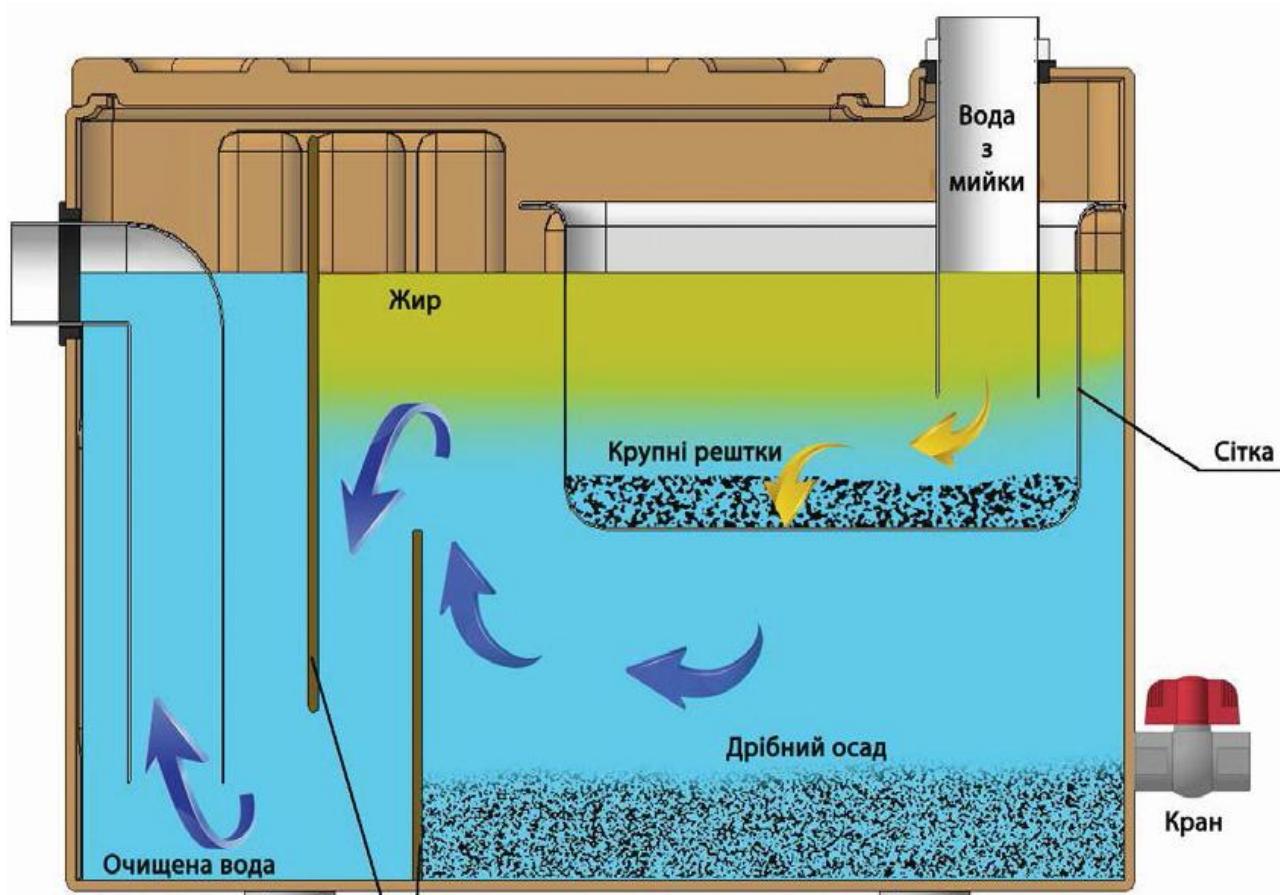
становить: для гексаноекстрагованих речовин – від 13 до 100 г/л, а за показником хімічного споживання кисню (ХПК) – у межах 40–300 г/л.

Невисокі показники ефективності жировловлювачів щодо вилучення гексаноекстрагованих речовин пояснюються низкою факторів. Передусім слід враховувати, що жири становлять лише незначну частину загальної кількості сполук, які можуть бути екстраговані гексаном. У процесі так званої грубої флотації, що здійснюється без використання реагентів, бульбашками повітря захоплюються переважно великі та щільні частинки, здатні формувати агрегати розміром понад 50 мм.

Водночас інша частина жирів перебуває у стічних водах у вигляді тонкодисперсних емульсій або розчинених сполук, які практично не впливають на перебіг біологічного очищення. В умовах роботи аеротенків небезпеку становлять насамперед плаваючі застигли жири, що накопичуються на поверхні у вигляді плівки або пінистих утворень. Такі скупчення створюють сприятливе середовище для розвитку нитчастих бактерій, зокрема представників роду *Nocardia* [21].

Для очищення стічних вод окремих підприємств харчової промисловості, які характеризуються підвищеним вмістом жирів, рекомендовано встановлення спеціалізованих жировловлювачів. Такі споруди розраховуються на гідравлічне навантаження в межах 10–20 м³/год на 1 м² робочої площі. У разі розташування перед скидом стічних вод у каналізаційну мережу жировловлювачі виконують захисну функцію, запобігаючи потраплянню жирових відкладень до трубопроводів. Крім того, використання прямокутних жировловлювачів є доцільним як початкової стадії очищення на очисних спорудах (рис. 4.1).

Жирові домішки, що накопичуються на поверхні стічної води, переміщуються у кінцеву частину споруди за допомогою скребкових механізмів, змонтованих на мостовій конструкції. Подальше вилучення жирової маси може здійснюватися за однією з таких технологічних схем:

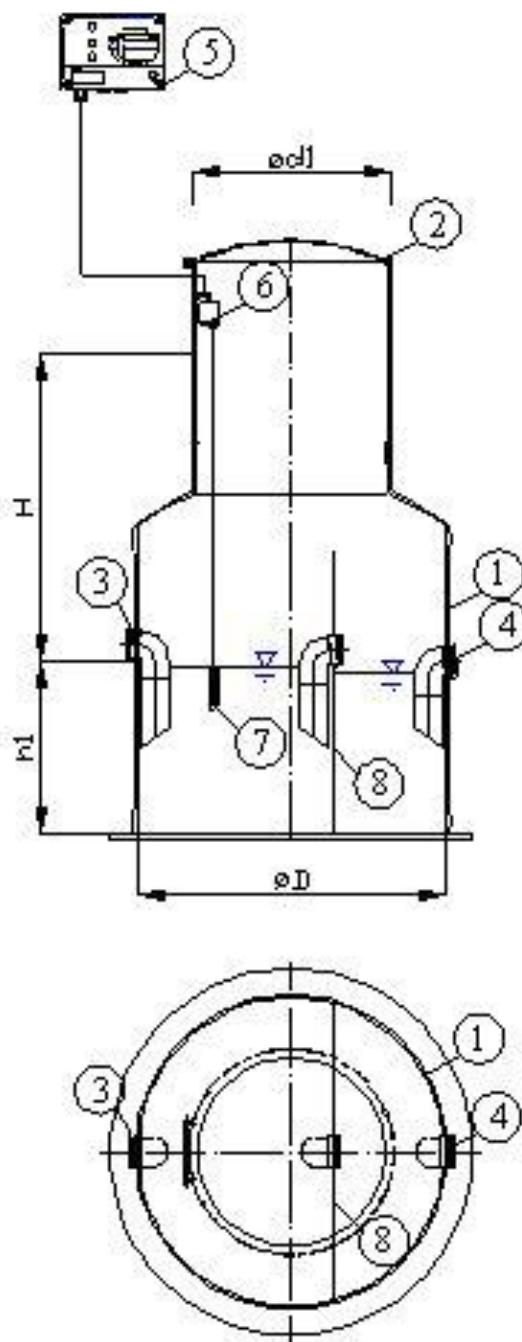


https://www.vodaland.com.ua/catalog/wastewater_treatment/fat_separator/pobutovi-mini/p/mini_separator_zhyru_rainpark/?srsltid=AfmBOorch4BRot5ebpq1Xm2-v7OB-1sDXAeoGPS_q_B2VPCVhveAXTpL

Рисунок 4.1 – Прямокутний пісковловлювач – жиरो-вловлювач

- транспортування шару жирів до похилої поверхні з виступаючим переливним елементом, після чого жиrowі відкладення самопливом надходять у спеціальний приймальний приямок. Надалі вони видаляються за допомогою вагонеток або відкачуються насосним обладнанням;
- відведення жирів через зливну засувку з подальшим транспортуванням гідравлічним способом на допоміжні споруди, призначені для їх подальшої переробки або утилізації.

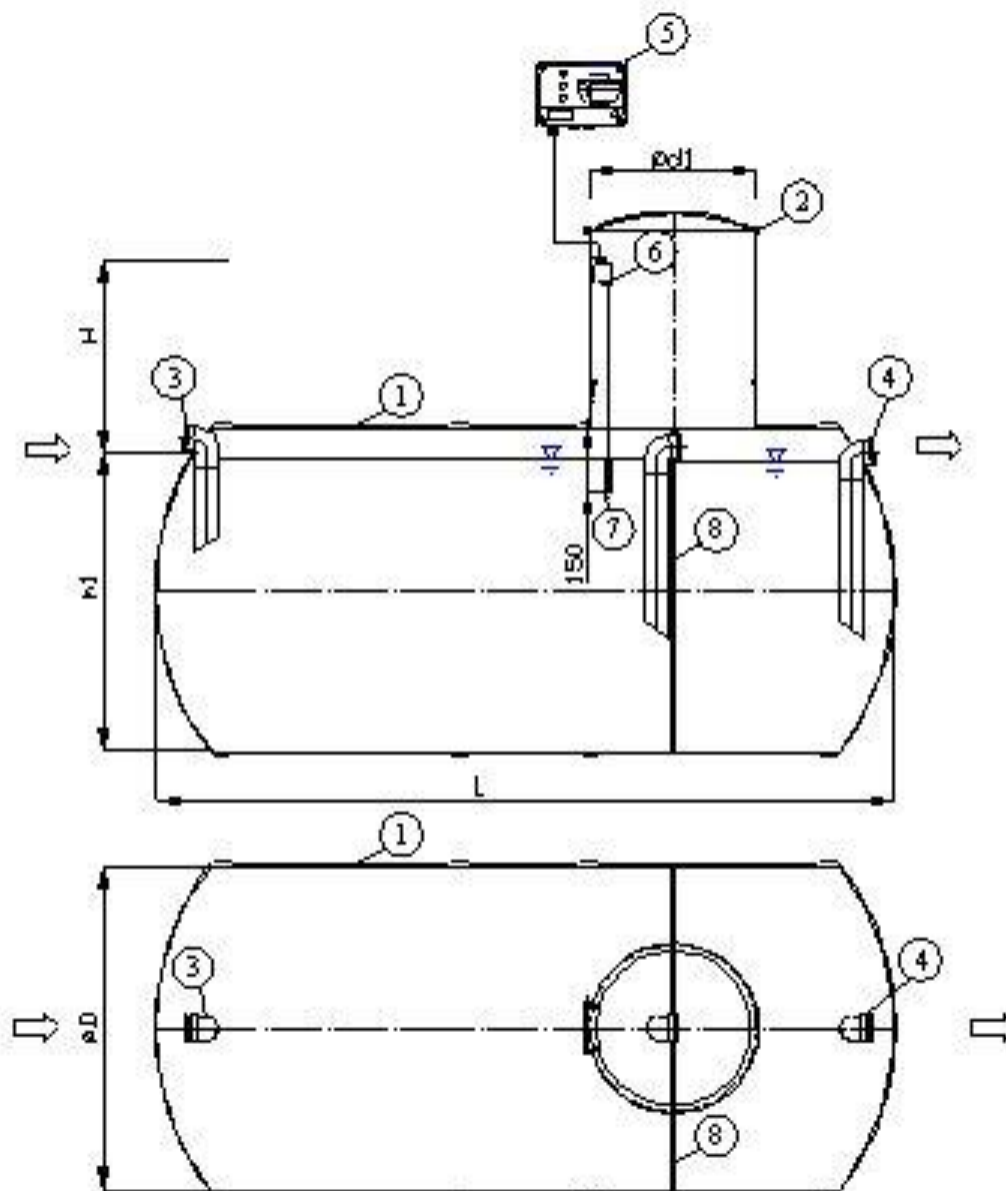
На підприємствах олійно-жирової галузі промисловості застосовують два основні різновиди жиrowловлювачів: внутрішньоцехові та дворові конструкції (рис. 4.2, 4.3).



1 – корпус; 2 – кришка; 3 – вхідна труба; 4 – вихідна труба; 5 – коробка сигналізації; 6 – розподільна коробка; 7 – датчик жирів; 8 – перегородка; 9 – * технологічний колодязь (Ø 800 або Ø 1200) з кришкою; 9.1 – *технологічний колодязь (Ø 800 або Ø 1200) без кришки

Рисунок 4.2 – Схема цехового жиру вловлювача

Фільтраційні установки застосовуються переважно для вилучення високодисперсних нерозчинних домішок зі стічних вод. Найбільш поширеною сферою їх використання є очищення стоків текстильної та целюлозно-паперової промисловості від волокнистих включень. Принцип роботи таких фільтрів



1 – корпус; 2 – кришка; 3 – вхідна труба; 4 – вихідна труба; 5 – коробка сигналізації; 6 – розподільна коробка; 7 – датчик жирів; 8 – перегородка; 9 – * технологічний колодязь (Ø 800 або Ø 1200) з кришкою; 9.1 – *технологічний колодязь (Ø 800 або Ø 1200) без кришки

Рисунок 4.3 – Схема дворового жировловлювача

базується на використанні сітчастих барабанів, робочим елементом яких є безперервна повстяна стрічка, розташована всередині барабана та синхронно переміщувана разом із ним [22, 23].

Для очищення стічних вод також використовують фільтрувальні матеріали різного походження, зокрема кокс, кварцовий пісок, шлами деревної мочалки, металеві сітки та спеціальні тканини. Такі системи переважно

застосовують для обробки невеликих об'ємів стічних вод і, як правило, розміщують після відстійників. У деяких випадках їх використовують для видалення зі стічних вод жирів, смолистих сполук та олійних домішок.

У стічних водах у вигляді грубодисперсних суспензій або емульсій можуть міститися різноманітні забруднювальні речовини, серед яких вугільний пил, деревні волокна, жирові компоненти та інші домішки. Залежно від питомої густини такі речовини поділяють на дві основні групи: речовини, густина яких є меншою за одиницю та які мають здатність спливати на поверхню, а також домішки з питомою вагою понад одиницю, що осаджуються на дно. Для вилучення першої групи забруднювачів використовують нафтовловлювачі, жировловлювачі, масловіддільники та аналогічні споруди. Видалення другої групи речовин здійснюється переважно шляхом осадження у відстійниках [23–25].

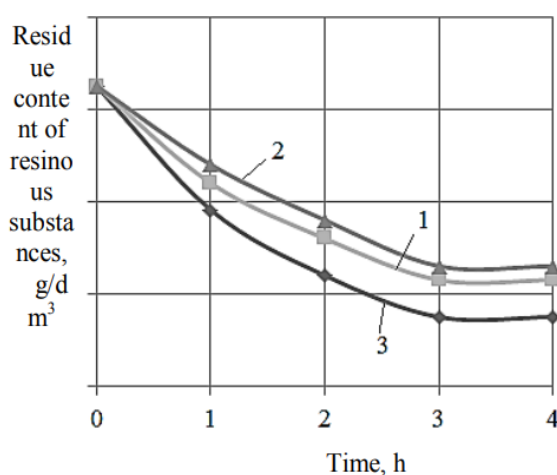
4.2.3 Очищення промислових стічних вод методом адсорбції

Одним із найбільш перспективних напрямів розвитку сучасних технологій адсорбційного очищення є створення нових високоефективних і економічно доступних адсорбентів для вилучення токсичних та шкідливих речовин. Аналіз наукових джерел свідчить про те, що значна частина існуючих адсорбційних матеріалів, які використовуються для очищення олій, жиромістких стічних вод, нафтопродуктів та органічних забруднень, характеризується високою вартістю виробництва, складністю технологічного отримання та регенерації. У зв'язку з цим актуальним завданням є пошук нових дешевих адсорбентів, особливо на основі вторинної сировини та відходів рослинного походження.

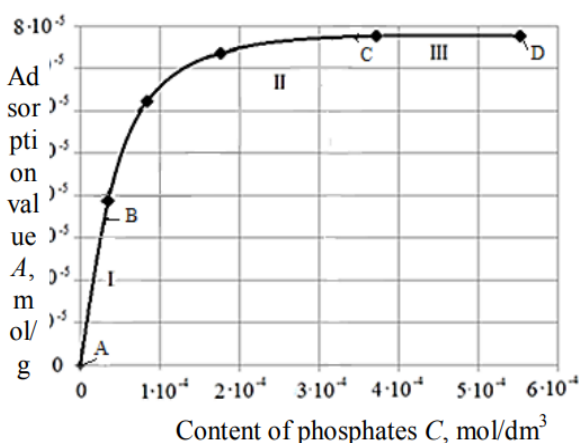
Одним із перспективних матеріалів для виготовлення адсорбентів є кукурудзяні качани. Доцільність їх використання пояснюється особливостями хімічного складу, до якого входять целюлоза (30–34 %), геміцелюлози (25–30 %), лігнін (15–17 %), а також екстрактивні речовини. Завдяки такому складу рослинні відходи мають розвинену пористу структуру та здатність до

ефективного поглинання органічних забруднювачів.

Для дослідження ефективності очищення жиромістких промивних вод було підготовлено модельні стічні води із концентрацією жиру 1 г/л. У процесі перемішування стічної води з адсорбентом протягом однієї години спостерігалось поступове підвищення ступеня адсорбції жирових речовин. Уже через 15 хвилин кількість поглинутого жиру становила 91 мг. Після 30 та 45 хвилин контакту адсорбенту з модельним розчином показники адсорбції досягали відповідно 98 та 98,8 мг жиру. Подальше збільшення тривалості процесу до 60 хвилин не забезпечувало додаткового поглинання забруднювачів (рис. 4.4). Загальна ефективність вилучення жирових компонентів при цьому становила 98,8 % [24-26].



1 – 1 g/dm³ ; 2 – 1.5 g/dm³ ; 3 – 2 g/dm³
Залежність залишкової концентрації смолистих речовин від дози адсорбенту



AB – area I; DC – area II; CD – area III
Ізотерма адсорбції фосфатів з жиромісних стічних вод на поверхні природного сорбенту на основі лущиння соняшнику

Рисунок 4.4 – Схема аналізу ефективності очистки жиромісних стоків рослинним адсорбентом (лущинням соняшнику) [26]

4.2.4 Флотаційний метод

Функціонування модулів базується на використанні флотаційного способу очищення стічних вод (рис. 4.5, 4.6). Стічні води разом із реагентами – коагулянт та флокулянт – надходять до камери флокуляції, де здійснюється інтенсивне перемішування потоку та створюються умови для

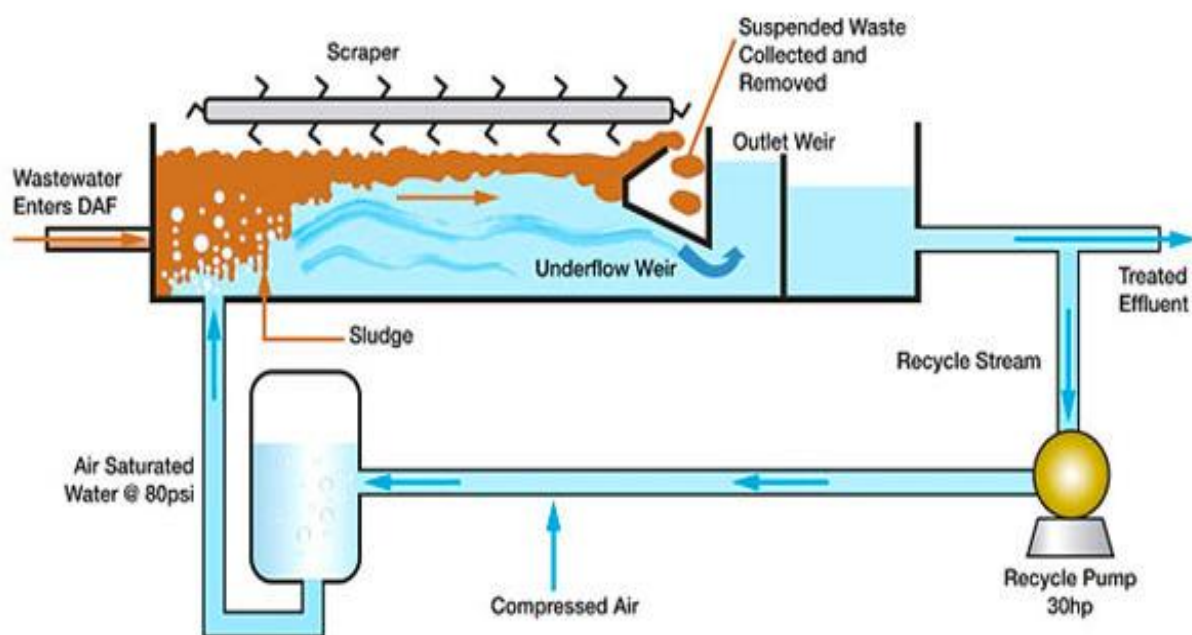


Рисунок 4.5 – Модель флотаційної очистки жировмісних стічних вод

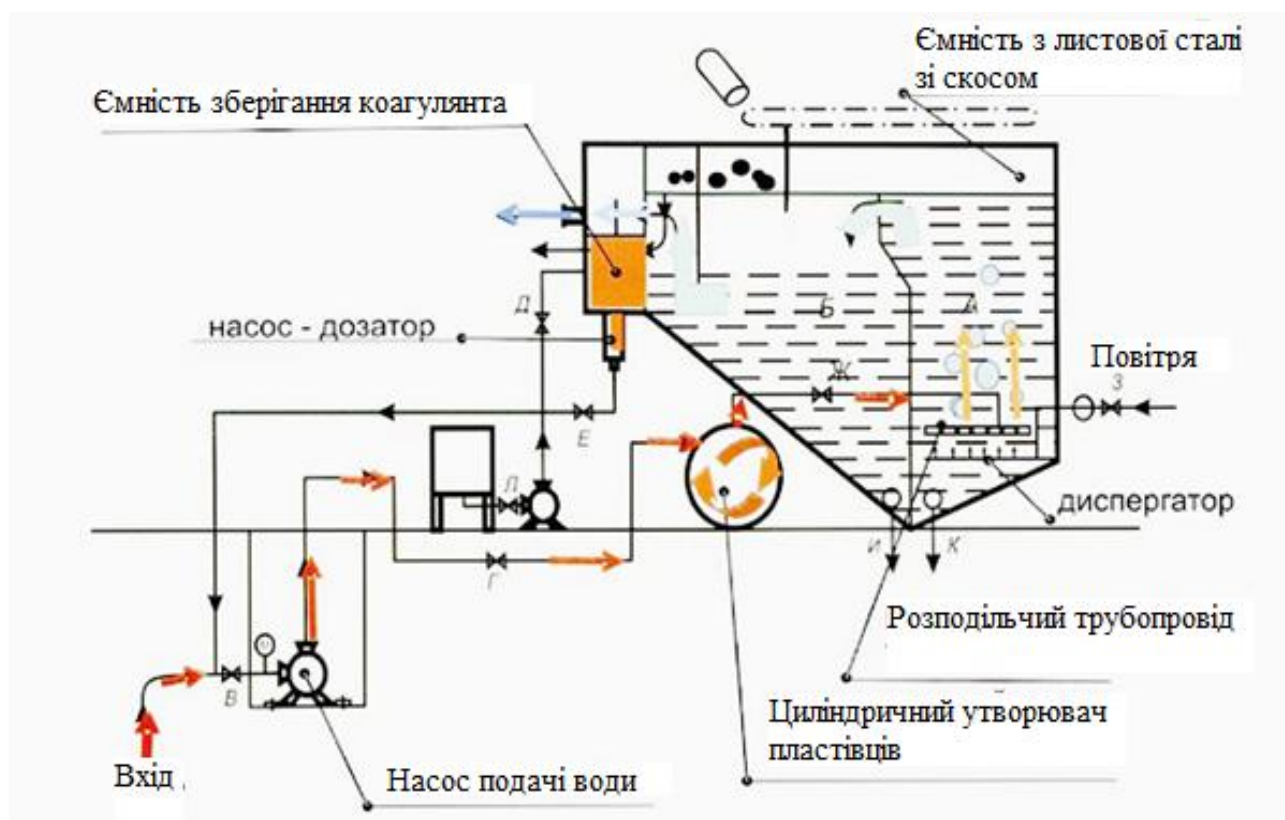


Рисунок 4.6 – Схема флотаційної установки УФ

формування агрегованих частинок (флокул). Після цього оброблена вода спрямовується до розподільчої системи, виконаної у вигляді зварної конструкції з труб, оснащених отворами для рівномірного розподілу рідини в робочому об'ємі установки.

У нижню частину розподільчого трубопроводу через диспергатори подається повітря, яке утворює значну кількість дрібнодисперсних бульбашок. Внаслідок адсорбції забруднювальних частинок на поверхні цих бульбашок відбувається їх транспортування до поверхні рідини. У результаті флотаційного процесу формується флотошлам у вигляді пінистої маси, що може бути використана як вторинна сировина для виготовлення дорожніх покриттів, як паливний матеріал для котельних установок або залучатися до інших технологічних схем утилізації [27].

Основні технічні характеристики і параметри установки флотаційної УФ наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики установки флотаційної УФ

Параметри	Тип модуля			
	УФ-20	УФ - 35	УФ - 70	УФ -150
Продуктивність, м ³ /ч не більше	20	35	70	150
Ефективність безреагентної очистки по жирам, нафтопродуктам, %, не більше	98	98	98	98
Ступінь очищення по зважених речовинах, %, не більше	95	95	95	95
Ефективність із застосуванням реагентів, % не більше	99,5	99,5	99,5	99,5
Сумарна встановлена потужність електродвигунів, кВт, не більше	18,68	18,68	37,25	55,25

Продовження таблиці 4.2

Споживана потужність, кВт, не більше	16,50	16,5	29,80	44,20
Маса, т, не більше:				
- транспортна	2,55	3,9	6,8	13,6
- робоча	22,55	18	50	100
Розміри, мм, не більше:				
- довжина	3310	4000	6200	6200
- ширина	2650	2800	2970	6000
- висота	2620	300	3570	3570
Робочий тиск на виході з насосного агрегату, МПа	0,05-0,06			

Згідно наведених даних впровадження флотаційної установки на етапі фізико-хімічного очищення промислових стоків від жировмісних компонентів, значно підвищуватиме ефективність очистки цих стоків на етапах біологічної очистки.

4.3 Техногенні відходи олійно-екстракційної промисловості (Соапсток)

Соапсток є побічним продуктом, що утворюється під час лужного рафінування рослинних олій і жирів на підприємствах олійно-екстракційної промисловості (рис. 4.7). Його відносять до категорії зворотних відходів виробництва, які можуть бути залучені до подальшої переробки та повторного використання.

Хімічний склад соапстоку визначається низкою факторів, серед яких вирішальне значення мають вид рафінованої сировини, наявність супутніх домішок, особливості технології нейтралізації та концентрація лужного розчину, що застосовується у процесі очищення.

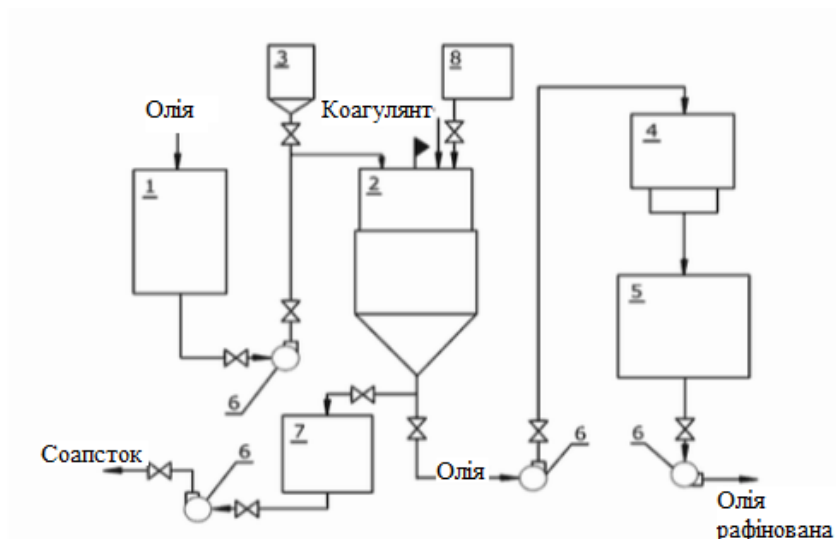


Рисунок 4.7 – Узагальнена схема отримання соапстоку <https://surl.luvxkxuy>

До основних компонентів соапстоку належать нейтральні жири, жирні кислоти та продукти їх омилення, представлені вільними жирними кислотами і натрієвими солями, а також фосфоліпіди, неомилювані та воскоподібні речовини. Крім того, у його складі можуть міститися природні пігменти, зокрема каротин, каротиноїди, хлорофіл та інші барвні сполуки.

Фізико-хімічні властивості соапстоку значною мірою залежать від жирнокислотного складу вихідної олії та технологічних параметрів процесу рафінування. Зміна концентрації лугу й особливостей сировини впливає на структурні характеристики продукту, його реологічні властивості та в'язкість. Для соапстоку, отриманого під час рафінування соняшникової олії, характерним є такий усереднений склад (масова частка, %): загальний вміст жиру – близько 48, з яких 17 припадає на натрієві солі жирних кислот, а 30 – на нейтральний жир; вміст води становить приблизно 41, фосфоліпідів – 2, мил – 8, неомилюваних і воскоподібних речовин – близько 3,5 %.

Дослідження свідчать, що склад і властивості соапстоку істотно змінюються залежно від концентрації лужного розчину, який використовується в процесі нейтралізації. Встановлено, що зі збільшенням вмісту жирних кислот та гліцеридів підвищується в'язкість продукту, що безпосередньо впливає на умови його подальшого транспортування та переробки. Зокрема, соапсток,

одержаний при обробці олії концентрованими лужними розчинами з концентрацією 140–190 г/л, може містити до 38 % омиленого та нейтрального жиру [28].

Соапсток, отриманий у процесі нейтралізації олій концентрованими лужними розчинами, характеризується підвищеною в'язкістю та низькою рухливістю. Натомість продукт, що утворюється при використанні менш концентрованих розчинів лугу (30–60 г/л), містить не більше 10 % мила та жирових компонентів, має нижчу в'язкість, завдяки чому є більш придатним для транспортування та подальшої переробки.

Особливий практичний інтерес становлять жири та вищі жирні кислоти (ВЖК), що входять до складу соапстоку. Ці компоненти є цінною сировиною для багатьох галузей промисловості. Найбільші обсяги ВЖК використовуються у виробництві мила різного призначення, поверхнево-активних речовин (ПАР), а також синтетичних вищих жирних спиртів. Крім того, вони знаходять широке застосування в гірничодобувній галузі, металообробній промисловості та будівництві.

Значний інтерес для будівельної індустрії становлять залишки після фракціонування жирних кислот, які містять ВЖК з довжиною вуглецевого ланцюга C_{20} і більше. Такі продукти використовують як ефективні гідрофобізуючі добавки для оброблення будівельних матеріалів. Зокрема, крейда, модифікована кислотами фракцій C_{17} – C_{20} , набуває підвищеної стійкості до дії вологи, практично не поглинає водяну пару з повітря та характеризується покращеними теплоізоляційними властивостями.

Вищі жирні кислоти та нерозчинні солі металів, зокрема кальцієві, цинкові й алюмінієві мила, сприяють зменшенню капілярного водопоглинання та підвищенню водонепроникності будівельних матеріалів. Гідрофільні функціональні групи цих сполук взаємодіють з оксидами і карбонатами кальцію та магнію, що входять до складу будівельної сировини, утворюючи на поверхні матеріалів тонкі шари нерозчинних солей. Сформоване покриття надає поверхні виражених гідрофобних властивостей і перешкоджає

проникненню води в структуру матеріалу [28].

Важливу роль у технологіях дорожнього будівництва відіграють адсорбційні та поверхнево-молекулярні процеси, пов'язані з використанням поверхнево-активних речовин. Адсорбція ПАР на поверхні мінеральних матеріалів змінює структуру приповерхневих шарів бітуму та позитивно впливає на властивості асфальтобетонних сумішей. Особливо ефективними є аніонактивні ПАР, які забезпечують високу адгезію за рахунок утворення малорозчинних миль. Встановлено, що карбоксильні сполуки можуть закріплюватися на поверхні мінералів як у молекулярній, так і в іонній формах, тому ефективність їх дії значною мірою залежить від попередньої активації мінеральної поверхні. Використання ПАР у складі асфальтобетонних сумішей сприяє покращенню зчеплення бітуму з мінеральними компонентами та підвищенню технологічних характеристик дорожніх покриттів. У зв'язку з цим актуальним завданням залишається створення доступних за вартістю спеціалізованих реагентів на основі вторинної сировини.

Вищі жирні кислоти та їх солі також широко використовуються у виробництві синтетичних каучуків, гумотехнічних виробів, лінолеуму та лакофарбової продукції [29]. Жирові компоненти соняшникового соапстоку, частка яких становить близько 12 % загальної маси продукту, характеризуються високим вмістом ненасичених жирних кислот. При цьому на лінолеву кислоту припадає приблизно 63,5 %, а на олеїнову – 27,5 %. Такі компоненти можуть бути використані для отримання кальцієвих і цинкових солей жирних кислот методом двостадійного осадження [30].

Перспективним напрямом використання соапстоку є його залучення до виробництва кормових добавок для сільськогосподарських тварин. Жири та незамінні жирні кислоти виконують важливу енергетичну функцію в організмі тварин, а їх дефіцит може призводити до уповільнення росту, порушення репродуктивних процесів, зниження продуктивності та погіршення якості отриманої продукції. Дослідження, проведені польськими науковцями, показали, що жирні кислоти, виділені із соапстоків рослинних олій, мають

високу енергетичну цінність. Один кілограм таких кислот еквівалентний приблизно 2,5 кормовим одиницям. Введення 4 % жирних кислот до раціону бройлерів дозволило компенсувати заміну кукурудзи менш калорійними зерновими культурами та забезпечити вищі показники приросту живої маси порівняно з групою, яка не отримувала такої добавки [30].

Одним із найбільш перспективних шляхів утилізації соапстоку є його подальша переробка у миловарній промисловості. Разом із тим наявність у його складі супутніх речовин, насамперед фосфоліпідів, ускладнює технологічний процес і може негативно впливати на якість готового господарського мила. Враховуючи значний вміст води в соапстоці, економічно доцільним є розміщення миловарних виробництв безпосередньо поблизу рафінаційних відділень.

Для вилучення вільних жирних кислот соапсток піддають обробці мінеральними кислотами або попередньому омиленню лугом з подальшою дистиляцією. Отримані жирні кислоти, виділені з масляних і саломасних соапстоків, можуть безпосередньо використовуватися у виробництві мила, а також слугувати сировиною для одержання гліцерину, стеарину та інших цінних продуктів хімічної промисловості [28].

ВИСНОВКИ

1. Олійно-екстракційний завод «Колос» спеціалізується на переробленні насіння соняшнику та виробництві рослинної олії. Потужності підприємства розташовані у Харківському районі (Солоницівська ТГ) поблизу р. Уди. Для об'єкта, з урахуванням елеватора, встановлено нормативну санітарно-захисну зону шириною 100 м.

2. Аналіз екологічного моніторингу показав, що вміст забруднювальних речовин у приземному шарі атмосфери на межі зони не перевищує нормативів. Викиди озоноруйнівних речовин відсутні, що свідчить про безпечність діяльності підприємства для озонового шару.

3. Водогосподарський комплекс включає господарсько-побутову, виробничу та дощову каналізацію із використанням системи оборотного водопостачання. Виробничі стічні води мають високу концентрацію забруднювальних речовин. Найбільшим екологічним ризиком є підвищений вміст жирів, який перевищує гранично допустимі значення у 2,5 рази.

4. Проведено аналіз механічних, адсорбційних та флотаційних методів очищення жировмісних стоків. З урахуванням обсягів водовідведення та складу води обґрунтовано доцільність впровадження флотаційної установки УФ-20, яка забезпечує необхідний ступінь вилучення жирових забруднень до нормативних показників.

5. Для підвищення ресурсоефективності розглянуто можливість утилізації соапстоку – побічного продукту виробництва. Запропоновано його перероблення з отриманням мила, що забезпечує раціональне використання відходів та знижує екологічне навантаження на довкілля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сайт Солоницівської ТГ. URL: <https://solrada.gov.ua/docs/568733/> (дата звернення: 15.05.2026).
2. Рішення Харківської обласної ради від 24 грудня 2024 року № 1045-VIII (XXX сесія VIII скликання). URL: <https://oblrada-kharkiv.gov.ua/wp-content/uploads/2024/12/programa-chastyna-1-zi-zminamy-3.pdf> (дата звернення: 15.05.2026).
3. Екологічний паспорт Харківської області 2024 р. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/132692> (дата звернення: 07.05.2026).
4. Червона книга України. URL: <https://nature.land.kiev.ua/plants-obl-20.php> (дата звернення: 15.05.2026).
5. Програма державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря на 2021-2025 роки для зони «Харківська». URL: https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/1134/113320/Attaches/programa_derzhavnogo_monitoringu_harkivska_oblast.pdf (дата звернення: 17.05.2026).
6. Регіональний офіс водних ресурсів у Харківській області. Державне агентство водних ресурсів України. URL: <https://kharkov.davr.gov.ua/> (дата звернення: 20.05.2026).
7. Бошук А., Сакун А., Шестопапов О., Каннунікова Н., Гайдучок О. Аналіз якості води у водних об'єктах Харківської області: колективна монографія. Реалії та стратегії розвитку України: вітчизняний та закордонний досвід. Харків: СГ НТМ «Новий курс». 2024. С. 82-94. DOI: [10.61718/mic](https://doi.org/10.61718/mic).
8. Балюк С., Мірошніченко М., Трускавецький Р. Скрильник Є., Кухер А., Соловей В., Трускавецький С., Захарова М., Момот Г. Регіональна програма охорони ґрунтів та їх родючості у Харківській області (цільові орієнтири, концепція, засоби реалізації). Харків: ФОП Бровін О.В. 2018. 38 с. <https://surl.li/ocphtk>
9. Максименко Н., Кліщ А., Квартенко Р. Територіальна організація

регіональної екологічної мережі Харківської області на ландшафтній основі: монографія. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна. 2022. 200 с. <https://surl.lt/poxawf>

10. Офіційний сайт ПрАТ «Колос». URL: <https://tripoli.land/ua/elevators/prat-kolos> (дата звернення: 10.05.2026).

11. Порядок передачі документації для надання висновку з оцінки впливу на довкілля та фінансування оцінки впливу на довкілля 05 квітня 2021 р. ПрАТ «Колос» (Додаток 2). URL: https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/1084/108306/Attaches/povidomlennya_ovd_kolos_2021457639.pdf (дата звернення: 10.05.2026).

12. Олійно-жирова промисловість: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід: наук.-допом. бібліогр. покажч. / Наук.-техн. б-ка; Нац. ун-т харч. технологій; упоряд.: Т.П. Фесун.. Київ: НУХТ, 2019. 185 с. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/20715709-9d91-4382-af3b-0ecc82e00f74/content>

13. Zhang J., Zhang M., Chen K., Deng D. Improvement strategies for fats and oils used in future food processing based on health orientation and sustainability: research progress, challenges and solutions. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023. Vol. 65. P. 1-17. DOI: [10.1080/10408398.2023.2266835](https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2266835)

14. Пилявець В.М. Олійно-жировий комплекс України: стан та перспективи розвитку / Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Економічні науки №2 (53), том 3. 2011, С. 88-93. <https://surl.li/beulnk>

15. Левчук І.В., Кіщенко В.А., Тимченко В.К., Куниц К.В. Сучасні методи ідентифікації олій та жирів у техноімонконтролі жиропереробного виробництва. *Вісник НТУ «ХП»*. 2015. №14 (1123). С. 71-78. <https://surl.li/uxmwuh>

16. Ляхович Л.А., Лотиш О.Я., Костецька Н.І. Фактори впливу на тенденції розвитку олійної галузі України. *Причорноморські економічні студії*. 2025. № 95. С 66-74. DOI: <https://doi.org/10.32782/bses.95-9>

17. ДБН А.2.2-1:2021 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС). 2021. URL:

https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98038 (дата звернення: 12.05.2026).

18. Ionescu M., Nicoleta U., Sorin-Stefan B., Gheorghe V., Mirela D. (2013). Actual methods for obtaining vegetable oil from oilseeds. *Conference: TE-RE-RD, January 2013.* 2013. P. 167-172. https://www.researchgate.net/publication/281446921_Actual_methods_for_obtaining_vegetable_oil_from_oilseeds

19. Пелех О., Юськів Б. Проектний аналіз і управління проектами: навчальний посібник. Рівне: О. Зень. 2023. 209 с. https://www.researchgate.net/publication/384227794_Proektnij_analiz_i_upravlinna_proektami

20. Kato S., Kansha Y. Comprehensive review of industrial wastewater treatment techniques. *Environmental Science and Pollution Research*. 2024. Vol. 31. P. 51064–51097. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34584-0>

21. Пилявець В.М. Забезпечення конкурентоспроможності оліє жирового під комплексу України на інноваційній основі: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.03 / Тернопільський національний економічний університет. Тернопіль, 2014. 263 с. <https://api.dspace.wunu.edu.ua/api/core/bitstreams/7160ae88-8513-414f-b4b3-dd05bf15c030/content>

22. Волошин М.Д. Удосконалення технології біологічної очистки стічних вод: монографія. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2009. 230 с. <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/5/7/2-7-b3.pdf>

23. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод: навч. посіб. / Рівне: БАТ «Рівненська друкарня». 2002. 616 с. <https://surl.li/pxqadi>

24. Jia Sh. Biological Treatment of Industrial Wastewater. Highlights in Science, *Engineering and Technology*. 2023. Vol. 69. P. 523-531. DOI: [10.54097/hset.v69i.12530](https://doi.org/10.54097/hset.v69i.12530).

25. Sevostianov V., Ivanchuk Y., Polishchuk O., Lutsyk V., Dobrovolska K., Smailova S., Wójcik W., Kalizhanova A. Development of the Scheme of the

Installation for Mechanical Wastewater Treatment. *Journal of Ecological Engineering*. 2021. Vol. 22, Issue 1. P. 20–28.

<https://doi.org/10.12911/22998993/128693>

26. Айрапетян Т.С. Технологія очистки стічних вод: конспект лекцій / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 120 с. <https://surl.li/hluaje>

27. Ivanchenko A.V., Savenkov A.S., Yelatontsev D.O., Maksymchuk Y.O. Adsorption purification of liquid waste from phosphates and resinous substances using natural adsorbent based on sunflower beads. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки). Хімічні технології та інженерія*. 2020. Том 2, № 37. С. 100-108. <https://doi.org/10.31319/2519-2884.37.2020.18>

28. ДСТУ 5033:2008 Соапсток. Технічні умови. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=81707 (дата звернення: 15.05.2026).

29. Davoodi Sh., Al-Shargabi M., Wood D., Rukavishnikov V., Minaev K. Synthetic polymers: A review of applications in drilling fluids. *Petroleum Science*. 2024. Vol.21, Issue 1. P. 475-518. <https://doi.org/10.1016/j.petsci.2023.08.015>.

30. Pel A. Fatty acids: a versatile and sustainable source of raw materials for the surfactants industry. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*. 2001. Vol. 8. P. 145-151. DOI: [10.1051/ocl.2001.0145](https://doi.org/10.1051/ocl.2001.0145)