МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Леонід ПЛЯЦУК
(підпис)

____ _____ 20___ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістр
зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
на тему:

ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД НАФТОПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА МЕТОДОМ МАГНІТНОЇ СЕПАРАЦІЇ

Здобувачки групи ТС.м-31/1 Гончаренко Аліни Вячеславівни

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Аліна ГОНЧАРЕНКО
(підпис)

Керівник – ст.викладач кафедри екології
та природозахисних технологій,
кандидат технічних наук

_____ Олена ЯХНЕНКО
(підпис)

Суми – 2024

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедрою _____
_____
“_____” _____ 20____ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Гончаренко Аліни Вячеславівни

1. Тема проекту (роботи) Технологія очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства методом магнітної сепарації затверджена наказом по університету від “14” _жовтня_ 2024 р. № 1048-VI
2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 16 грудня 2024 року
3. Вихідні дані до проєкту (роботи)_ патентна база щодо очищення стічних вод методом магнітної сепарації.
4. Зміст розрахунково–пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

характеристика нафтопереробої галузі України;
умови скидання нафтовмісних стічних вод у водовідвідну мережу;
проблеми очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства;
характеристика систем очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства;
новітній спосіб очищення стічних вод «метод магнітної сепарації»

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)

схема переробки нафти в Україні; рисунок видів конструкцій відстійників в залежності від принципу їх роботи ; рисунок радіального відстійника з інтегрованою камерою флокуляції складається з таких елементів; схема трубчастого відстійника; схема організації очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства; схематичне зображення напірної флотації; рисунок магнітного сепарування; схема роботи електромагнітного сепаратора.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Літературний огляд за досліджуваною проблематикою	Вересень 2024 р.	
2	Опис впливу нафтопереробної промисловості на гідросферу	Жовтень 2024 р.	
3	Удосконалена технологія очищення стічних вод	Листопад 2024 р.	
4	Робота над розділом «Охорона праці та захист у надзвичайних ситуаціях»	Листопад 2024 р.	
5	Оформлення роботи	Грудень 2024 р.	

5. Дата видачі завдання – 21.10.2024 року.

Студент _____ А.В. Гончаренко

Керівник проекту _____ О.М. Яхненко

АНОТАЦІЯ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 49 найменувань. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 71 сторінки, у тому числі 9 рисунків, список використаних джерел на 5 сторінках.

Мета роботи – аналіз технології очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства методом магнітної сепарації

Відповідно до поставленої мети було вирішено такі *завдання*: провести літературний огляд за досліджуваною тематикою; провести критичний аналіз способів та технологій очищення стічних вод; проаналізувати способи очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства, визначити можливість очищення стічних вод методом магнітної сепарації.

Об'єкт дослідження – процес очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства.

Предмет дослідження – магнітна сепарація як метод очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства.

Методи дослідження – літературний пошук, теоретичний аналіз літературних даних, патентний пошук, системний аналіз, статистичний збір даних, обробка матеріалу.

Ключові слова: НАФТА, СТІЧНІ ВОДИ, НАФТОПЕРЕРОБНИЙ ЗАВОД, СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ, ФЛОТАЦІЯ, МАГНІТНА СЕПАРАЦІЯ

ЗМІСТ

Вступ…….....5
Розділ 1 Вплив нафтопереробних підприємств на довкілля……...7
1.1 Загальна характеристика нафтопереробної галузі України ……..7
1.2 Вплив нафтопереробних підприємств на атмосферне повітря та гідросферу ……..13
1.3 Умови скидання нафтовмісних стічних вод у водовідвідну мережу…….18
Розділ 2 Методи очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства……..……...29
2.1 Проблеми очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства ……29
2.2 Характеристика систем очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства ……36
2.3 Очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства методом флотації ……..40
Розділ 3 Магнітна сепарація як метод очищення стічних вод нафтопереробного підприємства вод……45
3.1 Загальна характеристика методу магнітної сепарції…..45
3.2 Очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства методом магнітної сепарації ….50
Розділ 4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях……...…..……..57
4.1 Охорона праці в хімічній лабораторії ……....57
4.2 Безпека життєдіяльності при пожежах на підприємстві ……..….60
Висновки……..64
Перелік джерел посилання…….....67

ВСТУП

Актуальність теми дослідження визначена тим, що в умовах сучасного промислового розвитку нафтопереробна галузь займає важливе місце у світовій економіці, проте вона також є одним із основних джерел забруднення довкілля, зокрема водних ресурсів.

Стічні води, що утворюються в процесі виробництва, містять різноманітні забруднювачі, включаючи нафтопродукти, важкі метали та інші токсичні сполуки, які можуть негативно впливати на екосистеми та здоров'я людини. Враховуючи вищезазначене, актуальність даного дослідження полягає в необхідності обґрунтування технологій очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства методом магнітної сепарації.

Забруднення стічних вод є однією з найбільших екологічних проблем сучасності, що має серйозні наслідки для водних ресурсів, екосистем та здоров'я людини. Стічні води, які утворюються внаслідок промислових процесів, побутових потреб, сільського господарства та інших діяльностей, містять різноманітні забруднювачі, що можуть негативно вплинути на якість води і екологічну рівновагу. Важливо розуміти, які джерела забруднення є основними, щоб розробити ефективні стратегії для їх контролю та зменшення впливу на навколишнє середовище. У цьому контексті розгляд основних джерел забруднення стічних вод дозволяє не тільки оцінити масштаби проблеми, але й сприяти розробці заходів щодо покращення водних ресурсів та забезпечення сталого розвитку.

Мета роботи – аналіз технології очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства методом магнітної сепарації.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено такі **завдання**: розглянути сучасний стан нафтопереробної галузі України; розкрити вплив нафтопереробних підприємств на атмосферне повітря та гідросферу; вивчити умови скидання нафтовмісних стічних вод у водовідвідну мережу;

виокремити системи очистки стічних вод від нафтопереробного підприємства; проаналізувати очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства методом магнітної сепарації.

Об'єкт дослідження – процес очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства.

Предмет дослідження – магнітна сепарація як метод очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства.

Методи дослідження – літературний пошук, теоретичний аналіз літературних даних, патентний пошук, системний аналіз, статистичний збір даних, обробка матеріалу.

Наукова новизна дослідження полягає у комплексному аналізі систем очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства, аналізі інноваційного методу очищення стічних вод, що утворюються на нафтопереробних підприємствах, за допомогою магнітної сепарації.

РОЗДІЛ 1
ВПЛИВ НАФТОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ДОВКІЛЛЯ

1.1 Загальна характеристика нафтопереробної галузі України

Нафтопереробна галузь України є важливим елементом енергетичного комплексу країни, який забезпечує не лише потреби внутрішнього ринку, а й формує основи для економічного розвитку.

Україна має багатий потенціал у видобутку нафти та нафтопродуктів, хоча масштаби переробки залишаються нижчими за потреби.

Галузь характеризується наявністю кількох нафтопереробних заводів, які працюють на основі сучасних технологій, але потребують модернізації та інвестицій для підвищення ефективності та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище [45].

В умовах глобальних змін у попиті на енергоресурси, зокрема через зростаючі екологічні вимоги та розвиток альтернативних джерел енергії, нафтопереробна промисловість України стикається з численними викликами. Серед них можна виділити необхідність диверсифікації джерел сировини, адаптації до нових умов ринку, покращення технологічних процесів та забезпечення енергетичної безпеки країни.

Нафтопереробна промисловість є важливою галуззю важкої промисловості, яка займається переробкою сирої нафти.

Основними продуктами цієї переробки є паливно-мастильні матеріали. Схема процесу переробки нафти представлена на рисунку 1.1.

В Україні виділяють три основні нафтогазоносні райони: Карпатський, Дніпровсько-Донецький та Причорноморський. Основна частина нафтових запасів зосереджена у східній частині Дніпровсько-Донецької западини, що обумовлює розташування нафтопереробних заводів (НПЗ) у Сумській області –

на основі Охтирського та Качанівського родовищ, у Чернігівській області – на базі Гнідинцевського та Прилуцького родовищ, а також у Полтавській області – на основі Сагайдацького, Зачеппівського та Радченківського родовищ. Більше половини нафти в Україні видобувається саме в цьому регіоні [17].

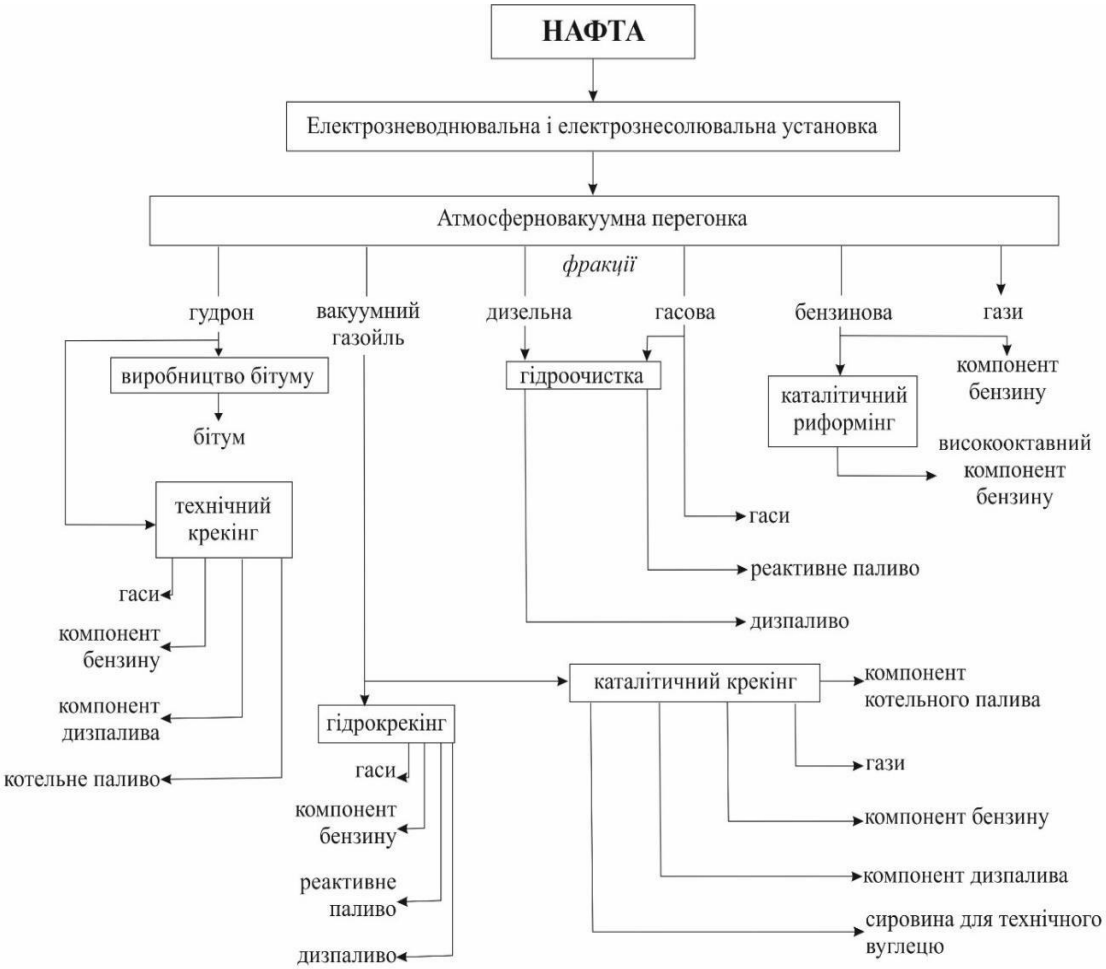


Рисунок 1.1 ─ Схема переробки нафти в Україні [29]

Нафтопереробні заводи, розташовані в Сумській області, є ключовими об’єктами для переробки вітчизняної нафти.

Охтирський НПЗ, заснований у 1973 році має потужність близько 2,5 мільйонів тонн нафти на рік. Качанівський НПЗ, що розпочав свою діяльність у 1985 році, також грає важливу роль у забезпеченні внутрішнього ринку паливом.

Друге місце займає Карпатський нафтогазоносний регіон, де розміщені НГУ «Бориславнафтогаз» та «Долинанафтогаз».

Найбільші нафтові родовища Західної України зосереджені в Івано-Франківській та Львівській областях, проте видобуток нафти з цих родовищ є мінімальним через вичерпаність запасів.

Найзначнішими родовищами є Долинське, Бориславське та Битківське. Причорноморський нафтогазоносний регіон охоплює Миколаївську, Одеську, Херсонську області та Північний Крим, де деякі родовища розташовані на шельфі Чорного та Азовського морів [36].

Зауважимо, що родовища нафти в Україні, як правило, є старими та вичерпаними, що ускладнює їх освоєння через специфічні геологічні та географічні умови (вони займають великі площі і мають глибокі поклади). У зв'язку з цим, собівартість виробництва нафтопродуктів в Україні є досить високою.

Найбільший обсяг видобутку нафти в країні був зафіксований у 1972 році (14,5 млн. тонн), тоді як рекорди видобутку природного газу припали на 1975 і 1976 рр. (68,7 млрд. м³ відповідно). В подальшому видобуток нафти і газу став зменшуватися через виснаження існуючих родовищ і зменшення геологорозвідувальних робіт.

В Україні нафтопереробка здійснювалася на шести основних нафтопереробних заводах (НПЗ): Дрогобицькому, Кременчуцькому, Лисичанському, Надвірнянському, Одеському та Херсонському, а також на семи газопереробних заводах (ГПЗ), серед яких найбільшим є Шебелинський.

Однак, станом на 2023 р., через різні економічні та політичні фактори, майже всі основні переробні підприємства призупинили свою діяльність. В Україні виробництво світлих нафтопродуктів стандарту Євро-5 наразі здійснює тільки Шебелинський газопереробний завод та близько 15 міні-НПЗ різних потужностей.

Тепер розглянемо основні проблеми, з якими зіштовхується нафтопереробна промисловість України, а також можливі шляхи їх подолання.

Одна з основних проблем нафтопереробної галузі в Україні – це застаріла інфраструктура. Багато нафтопереробних заводів були побудовані ще в радянські часи і не відповідають сучасним стандартам екологічної безпеки та енергоефективності.

Наприклад, Одеський нафтопереробний завод, який є одним з найбільших в Україні, має застарілі технології, що призводять до високих викидів забруднюючих речовин в атмосферу [45].

Україна значною мірою залежить від імпорту нафти та нафтопродуктів, оскільки вітчизняні запаси нафти є обмеженими. Це призводить до вразливості країни перед зовнішніми економічними та політичними факторами. Наприклад, у 2021 р. імпорт нафтопродуктів становив понад 70% від загального споживання, що робить Україну залежною від цінової політики міжнародних постачальників.

Сучасні тенденції в енергетичному секторі свідчать про зростаючу популярність альтернативних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова енергетика. Це ставить під загрозу традиційні галузі, включаючи нафтопереробку. Інвестори все більше схиляються до вкладення коштів у відновлювальні джерела енергії, що може призводити до зменшення фінансування для нафтопереробної промисловості.

Нафтопереробна галузь є одним із найбільших забруднювачів навколишнього середовища. Викиди забруднюючих речовин, а також ризики аварій та розливів нафти становлять серйозну загрозу для екосистеми. В Україні існує потреба в модернізації нафтопереробних підприємств з метою зменшення їхнього негативного впливу на навколишнє середовище. Наприклад, запровадження нових технологій очищення викидів може суттєво зменшити забруднення повітря [11].

Варто зазначити, що війна між Україною та рф, яка розпочалася у 2014 р. та продовжується і сьогодні, суттєво вплинула на різні аспекти життя країни, включаючи економіку та промисловість. Однією з галузей, що зазнала значних змін, є нафтопереробна промисловість.

В умовах військового конфлікту, економічної нестабільності та нових геополітичних реалій, Україна стикається з низкою викликів, які ставлять під загрозу розвиток і стабільність цієї галузі.

Початок військових дій в Україні призвів до численних руйнувань інфраструктури, зокрема нафтопереробних заводів. Багато з них опинилися на територіях, що були захоплені рф або стали зоною бойових дій. Наприклад, Кременчуцький нафтопереробний завод, один із найбільших в Україні, зазнав серйозних пошкоджень внаслідок обстрілів і диверсій.

Це призвело до зниження обсягів переробки нафти та збільшення залежності від імпортованих нафтопродуктів.

В умовах війни Україна змушена шукати нові джерела постачання нафти та нафтопродуктів. Зменшення обсягів видобутку та переробки нафти в країні призвело до зростання залежності від імпорту, що, в свою чергу, підвищило вразливість української економіки до коливань світових цін на нафту. Зокрема, в 2022 р., після початку повномасштабного вторгнення, Україна зіткнулася з новими викликами в забезпеченні енергетичної безпеки [17].

Війна також змінила геополітичні орієнтири України.

Після початку конфлікту Україна стала активніше співпрацювати з європейськими країнами та США в сфері енергетичної безпеки. Наприклад, в 2022 р. Україна уклала угоди на імпорт нафтопродуктів з Польщі та Румунії. Ці країни стали важливими партнерами в забезпеченні потреб України в нафтопродуктах, що зменшило залежність від російських постачальників. Війна також вплинула на інвестиційний клімат в Україні.

Багато інвесторів відмовилися від вкладень у нафтопереробну галузь через ризики, пов'язані з військовими діями. Проте, в умовах потреби в модернізації інфраструктури, європейські інвестори, зацікавлені в розвитку альтернативних джерел енергії, можуть розглядати Україну як потенційний ринок для інвестицій після стабілізації ситуації [36].

Можна констатувати, що війна між Україною та рф суттєво вплинула на нафтопереробну галузь України, викликавши численні економічні та геополітичні виклики. Втрата значних обсягів виробництва, збільшення залежності від імпорту та зміна геополітичних орієнтирів стали основними проблемами, з якими стикається галузь. Однак, з часом, українська нафтопереробна промисловість має можливість для відновлення та модернізації, що може стати основою для її сталого розвитку в майбутньому.

В умовах втрати частини підприємств, руйнування інфраструктури, зниження обсягів видобутку нафти та потреби у енергетичних ресурсах, зарубіжний досвід в управлінні нафтопереробною промисловістю може стати важливим ресурсом для відновлення та модернізації даної галузі в Україні. Однією з ключових стратегій, які застосовують країни для забезпечення стабільності нафтопереробної галузі, є диверсифікація постачань.

Наприклад, у Польщі після втрати російських нафтопроводів країна реалізувала стратегію з нарощування імпорту нафти з інших регіонів, зокрема з США та Близького Сходу. Україна може використати цей досвід, розробивши нові маршрути для імпорту нафти, зокрема через порти Чорного моря або шляхами залізничного транспорту з сусідніх країн [29].

Важливим аспектом підвищення ефективності нафтопереробної галузі є інвестиції в модернізацію обладнання та технологій. Країни, такі як Німеччина та Норвегія, активно впроваджують новітні технології, які дозволяють зменшити викиди забруднюючих речовин та підвищити енергоефективність виробництв. Україна має можливість співпрацювати з іноземними компаніями, залучаючи інвестиції для модернізації своїх нафтопереробних заводів, що не лише покращить екологічні показники, але й збільшить конкурентоспроможність продукції [11].

В умовах глобальних кліматичних викликів Україні необхідно звернути увагу на екологічні аспекти нафтопереробної галузі. Країни ЄС, зокрема Франція та Швеція, встановили жорсткі екологічні стандарти, які стимулюють

підприємства до впровадження «зелених» технологій. Україна могла б запровадити схожі стандарти, що не лише покращить екологічну ситуацію, але й відкриє нові ринки для української продукції, враховуючи міжнародні вимоги.

Успішний розвиток нафтопереробної галузі в багатьох країнах світу часто супроводжується активною державною політикою підтримки. Наприклад, у США програми субсидування та податкові пільги для нафтопереробних компаній сприяли збільшенню обсягів виробництва та зниженню цін на паливо. Україні слід розглянути можливість впровадження аналогічних ініціатив, щоб підтримати вітчизняних виробників в умовах кризи.

Таким чином, нафтопереробна галузь України стикається з багатьма серйозними проблемами, такими як застаріла інфраструктура, залежність від імпорту, конкуренція з альтернативними джерелами енергії, екологічні виклики та політична нестабільність.

Для подолання цих проблем Україні необхідно впроваджувати інновації, модернізувати виробництво, зменшити залежність від імпорту та активно переходити до екологічно чистих технологій. Лише таким чином країна зможе забезпечити стабільний розвиток нафтопереробної галузі та підвищити енергетичну незалежність.

1.2 Вплив нафтопереробних підприємств на атмосферне повітря та гідросферу

Нафтопереробні заводи (НПЗ) відіграють ключову роль у забезпеченні енергетичної безпеки та економічного розвитку країн, адже вони переробляють сиру нафту на різні нафтопродукти, які використовуються в промисловості, транспорті та побуті. Проте, незважаючи на їх важливість, діяльність НПЗ супроводжується значними екологічними ризиками, які негативно впливають на атмосферне повітря та гідросферу.

Викиди забруднюючих речовин в атмосферу, такі як сірчані та азотні оксиди, вуглеводні, важкі метали та інші токсичні сполуки, можуть призводити до погіршення якості повітря, спричиняти кислотні дощі та змінювати кліматичні умови. Окрім того, викиди вуглекислого газу, що є одним з основних парникових газів, підсилюють глобальне потепління.

Гідросфера також зазнає негативного впливу внаслідок діяльності НПЗ.

Скидання стічних вод, що містять небезпечні хімічні сполуки, може призводити до забруднення річок, озер та підземних вод, що несе загрозу для екосистем, водних ресурсів і здоров'я населення. Власне тому питання впливу НПЗ на атмосферу і гідросферу є надзвичайно актуальним і потребує комплексного підходу до оцінки ризиків, розробки ефективних технологій очищення викидів та управління відходами, а також впровадження екологічних норм і стандартів, що сприятимуть збереженню навколишнього середовища [27].

Основні технологічні процеси, які є джерелами забруднення атмосферного повітря на нафтопереробних заводах (НПЗ), включають:

– факельне горіння газів. Факели використовуються для спалювання випаровувань, газів та побічних продуктів, що виникають під час переробки нафти. Це може охоплювати відпрацьовані гази, гази, що виділяються під час крекінгу та реформінгу, а також гази, які утворюються в процесі розпаду сірковуглецевих сполук. Викиди з факелів містять вуглеводні, сірковуглецеві сполуки та інші шкідливі речовини;

– спалювання та коксування. Під час спалювання нафти або коксування, вуглеводні розкладаються, в результаті чого утворюються діоксид вуглецю (CO_2), оксиди азоту (NO_x) та інші забруднюючі речовини. Ці процеси також можуть супроводжуватися викидами сірковуглецевих сполук;

– транспортування та зберігання. Втрати нафти та нафтопродуктів під час їх транспортування та зберігання можуть значно впливати на викиди забруднюючих речовин. Втрати через розливи, парові випари та нестачу під час

обробки і перекачування нафти можуть включати вуглеводні, сірковуглецеві сполуки та інші забруднюючі речовини [10].

Зазначимо, що викиди оксидів азоту та сірки в атмосферу сприяють посиленню парникового ефекту, що, у свою чергу, викликає суттєві зміни в кліматі Землі. Коли ці гази, такі як NO_2, SO_2 і CO_2, потрапляють в атмосферу, вони взаємодіють з водою, в результаті чого утворюється кислота, яка випадає на Землю у вигляді кислотного дощу. Кислотні дощі мають руйнівний вплив на живі організми. Крім того, компоненти викидів взаємодіють з озоновим шаром, що призводить до його виснаження та утворення озонових дір [4].

Більшість газоподібних викидів, що походять від нафтопереробних заводів, є небезпечними для всіх форм життя. Відомо, що ці речовини завдають шкоди дихальним системам як людей, так і тварин, спричиняючи захворювання, такі як астма, бронхіт і задуха. Газові викиди містять безліч дрібних твердих частинок, які осідають на слизовій оболонці дихальних шляхів, ускладнюючи природний процес дихання [23].

У процесі переробки нафтопродуктів забруднюється не лише повітря, але й водне середовище, яке піддається впливу не лише нафтопродуктів, а й інших шкідливих речовин та сполук.

Під час зберігання та обробки нафти вода, що використовується, неминуче забруднюється різноманітними речовинами, такими як вуглеводні, частинки металів та інші компоненти. Забруднення води нафтопродуктами зазвичай відбувається через витоки, які виникають у технологічних ланцюгах і ущільненнях насосів, а також через конденсат, що утворюється під час процесу переробки. Крім того, до забруднення води призводять атмосферні опади, які контактують із технологічними майданчиками, що призводить до утворення забруднених зливових вод, які негативно впливають на гідросферу [9].

Для очищення стічних вод нафтопереробних заводів (НПЗ) використовуються дві окремі системи каналізації.

Перша система (I система каналізації) відповідає за поверхневий стік і дощову воду. Друга система (II система каналізації) складається з кількох мереж, призначених для транспортування стічних вод від окремих цехів та установок.

Основні показники стічних вод нафтопереробних заводів різного профілю практично однакові. Кількість оборотної води на одну тонну переробленої нафти може досягати 30-40 м³. Після відповідної обробки більшість цієї води (90-95%) повертається у повторний цикл. Як наслідок, фактична кількість стічних вод, що скидаються підприємствами НПЗ, зазвичай становить близько 1-2 м³ на 1 тонну переробленої нафти.

Зауважимо, що склад стічних вод нафтопереробних заводів є складнішим, ніж сама нафта та її похідні. Ці стоки містять безліч забруднюючих речовин, таких як пропан, бутан, етилен, фенол, бензол та різні вуглеводні. Коли ці стоки потрапляють у природні водойми, вони завдають шкоди водним організмам і рослинам.

Збільшення вмісту вуглеводнів у воді призводить до зниження рівня кисню, що ускладнює дихання водних організмів і перешкоджає процесам окислення. Їстівні організми можуть змінювати свої смакові якості під впливом хімічних речовин, які містять поліциклічні ароматичні вуглеводні. Ці речовини є канцерогенними, що становить серйозну загрозу, оскільки токсичні речовини накопичуються в рибі, а їхнє просування по харчовому ланцюгу може бути небезпечним для людей [27].

Покращення структури водокористування та водовідведення є ключовим фактором для збереження екологічної чистоти гідросфери, особливо в контексті нафтопереробних підприємств. Негативний вплив нафтопереробних заводів на гідросферу можна зменшити шляхом впровадження заходів, спрямованих на зниження шкідливого впливу їхніх стічних вод.

Для нафтопереробних заводів розроблено обґрунтований план водопостачання та управління стічними водами, який базується на таких концепціях:

— максимальне скорочення споживання води завдяки використанню технологій повітряного охолодження;

— мінімізація використання прісної води;

— повторне використання очищеної промислової та зливової води, а також зменшення обсягу стічних вод, які скидаються у водойми [32].

Комплекс для очищення стічних вод складається з декількох споруд, які функціонують послідовно.

До цих конструкцій входять піско- та нафтоуловлювачі, відстійники, піщані фільтри або флотаційні установки під тиском, що застосовують хімічні реагенти. Фізико-хімічні очисні споруди відіграють ключову роль у процесі очищення стічних вод, оскільки їх основною метою є повне видалення завислих часток і тонкодисперсних емульгованих нафтопродуктів з очищеної води.

В умовах збройного конфлікту, зокрема війни з рф, ці проблеми набувають нових масштабів і викликів. НПЗ викидають в атмосферу значні обсяги забруднюючих речовин, таких як сірководень, оксиди азоту, вуглецю, важкі метали та інші токсичні сполуки. Під час війни, коли НПЗ піддаються атакам або зазнають технічних аварій, викиди цих речовин можуть суттєво зростати.

Наприклад, у 2022 р. під час бойових дій на території України постраждали кілька НПЗ, що призвело до масштабних забруднень повітря в прилеглих районах. Це, у свою чергу, призвело до погіршення стану здоров'я населення, збільшення випадків респіраторних захворювань та алергій. Крім того, в умовах війни можливе використання хімічної зброї, що ще більше ускладнює ситуацію. Викиди небезпечних речовин у повітря можуть мати катастрофічні наслідки, як для екосистеми, так і для здоров'я людей. [10].

НПЗ також можуть негативно впливати на гідросферу, оскільки в процесі виробництва та транспортування нафти і нафтопродуктів відбуваються витоки та забруднення водних ресурсів. Під час воєнних дій ситуація ускладнюється, оскільки під час обстрілів або атак на НПЗ можуть статися аварії, що призведе до витоків нафти у ріки, водойми та підземні води. Такі випадки, як розливи нафти,

завдають серйозної шкоди екології: гинуть риби, знищується водна рослинність, а також порушується баланс екосистем.

Прикладом може слугувати ситуація в Україні, коли внаслідок військових дій були зафіксовані випадки забруднення річок та ставків нафтопродуктами. Це не лише загрожує довкіллю, але й ставить під загрозу водозабезпечення населення. Забруднені води можуть стати джерелом хвороб, які розповсюджуються через воду, такими як гепатит та інші інфекційні захворювання [5].

Перспективи подальших розвідок можуть бути пов’язані з дослідженням нових технологій очищення викидів та зменшення забруднення, таких як біоінженерія, каталізатори та відновлювальні джерела енергії; використанням сучасних технологій моніторингу (наприклад, дистанційного зондування, сенсорних мереж) для тривалого спостереження за якістю повітря та води в районах поблизу НПЗ; проведенням епідеміологічних досліджень для визначення впливу забруднюючих речовин з НПЗ на здоров'я населення; розробкою рекомендацій для державних органів з метою покращення екологічного регулювання та контролю за діяльністю НПЗ.

Отже, вплив нафтопереробних заводів на атмосферне повітря та гідросферу в умовах війни з рф є складним і багатогранним питанням. Забруднення повітря та води, спричинене НПЗ, може мати серйозні наслідки для здоров'я населення та екології. У контексті збройного конфлікту ці проблеми потребують термінового вирішення, зокрема через впровадження заходів безпеки, моніторинг забруднень та відновлення екосистем.

1.3 Умови скидання нафтовмісних стічних вод у водовідвідну мережу

Скидання нафтовмісних стічних вод у водовідвідну мережу є важливою екологічною та економічною проблемою, яка потребує серйозної уваги з боку держави, промисловості та суспільства.

Зростання обсягів виробництва нафтопродуктів, а також розвиток автомобільного транспорту, будівництва та інших галузей призводять до збільшення кількості стічних вод, що містять нафтові продукти. Ці стічні води можуть мати негативний вплив на навколишнє середовище, здоров'я людей, а також на водні ресурси [17].

Згідно з чинним законодавством, скидання нафтовмісних стічних вод регулюється спеціальними нормами і стандартами, які покликані забезпечити зменшення забруднення водних об'єктів і охорону екосистем. Важливою умовою для скидання таких вод є їх попередня очистка від забруднюючих речовин, що дозволяє знизити негативний вплив на довкілля. Ефективні технології очистки, контроль якості стічних вод перед скиданням, а також системи моніторингу є необхідними елементами у забезпеченні безпечного скидання нафтовмісних стічних вод.

Одним із найнебезпечніших видів забруднення водойм є забруднення нафтопродуктами, оскільки ці речовини можуть розповсюджуватися на значні відстані і є стійкими забруднювачами, особливо в умовах високої дисперсності. Таке забруднення відбувається через утворення стійкої плівки на поверхні води, а також через наявність нафтових продуктів у розчиненому чи емульгованому вигляді в товщі води [45].

Стічні води підприємств нафтопереробної промисловості, які скидаються у водовідвідну мережу, повинні відповідати певним вимогам:

– не перевищувати допустимий рівень вмісту спливаючих та завислих речовин, який визначається для конкретного підприємства;

– не завдавати шкоди стану водовідвідної мережі, ускладнюючи або порушуючи її функціонування;

– не містити речовин, які можуть забруднювати або засмічувати стінки труб водовідвідних систем шляхом відкладання глини, піску, вапна, гіпсу, металевих стружок тощо;

– не містити розчинених газів або горючих домішок, які можуть спричинити загрозу вибуху в трубах;

– не мати шкідливих речовин у високих концентраціях, що заважають біологічному очищенню стічних вод;

– не змінювати pH у межах 6,5-9;

– не перевищувати температуру стічних вод (не вище 40 °С);

– не містити бактерій, які завдають шкоди навколишньому середовищу, зокрема природним водоймам;

– не перевищувати БПК у 1,5 рази і більше від ХСК [36].

У разі виявлення порушень у вказаних умовах скидання стічних вод, необхідно попередньо очистити їх на локальних очисних спорудах, розташованих в місцях утворення цих стічних вод. Склад, ступінь очищення та якість стічних вод визначаються відповідно до вимог, встановлених органами місцевої влади у нормативних документах [29].

Зауважимо, що вибір технології очищення стічних вод нафтопереробних підприємств залежить від складу цих вод, зокрема, від природи забруднюючих речовин. НПЗ, виходячи з обсягу та складу стічних вод, а також економічних витрат на організацію очисних споруд загального та/або локального призначення, самостійно ухвалює рішення про їх встановлення. Найпоширенішими забрудненнями стічних вод у нафтопереробній промисловості є легкі та тяжкі нерозчинні мінеральні та органічні домішки, концентрація яких може суттєво варіюватися.

Механічне очищення стічних вод – це метод, що включає використання очисних споруд для усереднення концентрації забруднень, виділення нерозчинних домішок та регулювання витрат виробничих стічних вод [11]. Особливістю механічного очищення є видалення нерозчинних речовин певного розміру (від 10^-4 см), що досягається за рахунок таких процесів :

— проціджування на ґратах, ситах і грохотах;

— відцентрове або гравітаційне відстоювання;

— центрифугування;

— фільтрування за допомогою спеціальних сіток і піщано-гравійних фільтрів, що дозволяє відокремлювати дрібні частинки, які перебувають у воді в зваженому стані (суспензії) [29].

Зазвичай очищення виробничих стічних вод складається з кількох етапів, кожен з яких використовує різні методи очищення та спеціальне технологічне обладнання. Власне до методів очищення промислових стічних вод відносять механічні (реагентне та безреагентне відстоювання в залежності від складу стічних вод, проціджування, фільтрування), хімічні (нейтралізація, флокуляція, коагуляція), фізико-хімічні (флотація, сорбція, екстракція), електрохімічні (електрокоагуляція, електрофлотація), а також комбіновані методи [17].

Для вибору оптимальної схеми очищення стічних вод нафтопереробної промисловості важливо враховувати різний ступінь дисперсності частинок, агрегатний стан, що в основному визначається температурою, складом компонентів, pH розчину тощо. При підборі методів очищення води слід орієнтуватися на фазовий стан забруднень, що дозволяє рекомендувати конкретні методики обробки стічних вод для певного типу забруднень [2]. Очисні споруди виробничих підприємств, залежно від вимог до якості очищеної води, можуть включати :

— ґрати та сітки для затримки крупних домішок;

— пісковловлювачі для видалення тяжких мінеральних домішок, таких як пісок;

— відстійники та фільтри для затримки дрібніших домішок у воді;

— гідроциклони та центрифуги [6].

Метод відстоювання використовується для очищення стічних вод шляхом видалення нерозчинених речовин через осідання частинок або їх спливання у спокійних водах. Час очищення виробничих стічних вод визначається швидкістю осідання або спливання нерозчинних домішок у воді, що знаходиться в стані спокою. Ключовою величиною, яка описує швидкість видалення частинок і

слугує основою для розрахунків очищувальних споруд (відстійників), є гідравлічна крупність частинок.

Стічні води нафтопереробної промисловості містять зважені частинки, які відрізняються формою та розміром. Ці забруднені стічні води є полідисперсними гетерогенними системами, що демонструють агрегаційну нестійкість. Під час видалення дисперсних частинок їх розміри, форми, густини та фізичні властивості змінюються. Швидкість осідання дисперсних частинок (гідравлічна крупність) є основним параметром для розрахунків відстійників.

Залежно від розміру, форми, густини, концентрації зважених частинок та співвідношення їх діаметру до в'язкості середовища, спостерігається здатність до агломерації, що веде до формування агрегатів і поділу фаз через осідання зважених частинок [12].

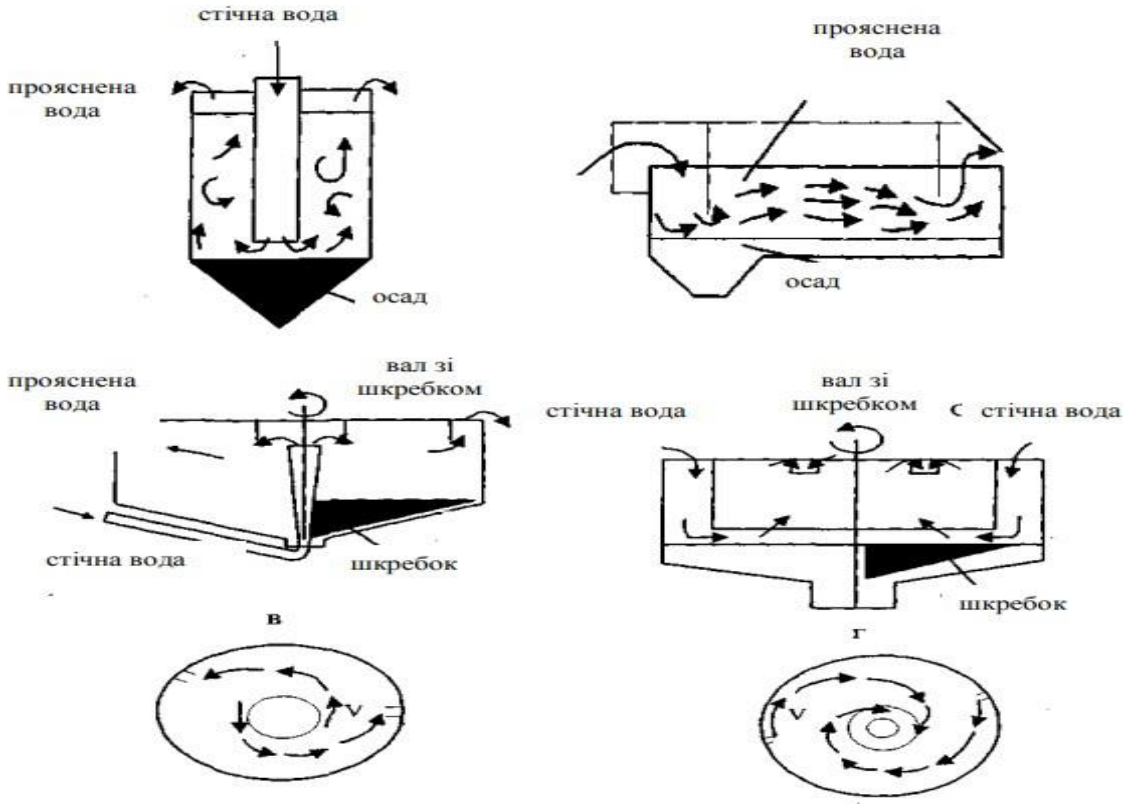
Відстійники, що використовуються для очищення стічних вод, можуть бути як самостійними установками, де процес очищення завершується, так і спорудами для попереднього очищення. Вибір типу та конструкції відстійників для нафтопереробної промисловості залежить від хімічних та фізичних характеристик стічних вод, технологічних умов виробництва та інших факторів.

Основними критеріями для вибору відстійника є температура стічних вод, концентрація та фізичні властивості зважених речовин, їх крупність, густина, ступінь агломерації, швидкість осідання або спливання, вологість осаду після осідання, кінетика процесу ущільнення осаду та густина сухого залишку [34].

Ступінь очищення стічних вод, забруднених нафтопродуктами, при використанні відстійників коливається від 40 до 60 % протягом 1-1,5 години відстоювання. Для підвищення ефективності очищення можна вводити неорганічні коагулянти або активний мул у процес відстоювання. Власне вибір між горизонтальними, вертикальними та радіальними відстійниками різних конструкцій залежить від обсягів, подачі та складу стічних вод. Результати відстоювання залежать від рівномірності розподілу та збору води у відстійниках,

різких змін температури стічних вод, звуження перетину відстійників через накопичений осад та наявності вирівнень у окремих частинах споруди.

Горизонтальні відстійники – це проточні ємності прямокутної форми, в яких осадження зважених частинок відбувається під впливом сили тяжіння. Рух води здійснюється вздовж довгої сторони відстійника, переходячи від однієї стінки до іншої, при цьому швидкість води не перевищує 0,01 м/с. Стічна вода підводиться та відводиться за допомогою лотків (рисунок 1.2).



а – відстоювання у вертикальних відстійниках з підйомним потоком води;

б – відстоювання в горизонтальних відстійниках з горизонтальним рухом води;

в – радіальний відстійник з центральним введенням води;

г – радіальний відстійник з периферійним введенням води

Рисунок 1.2 – Види конструкцій відстійників в залежності від принципу їх роботи [35]

Горизонтальні відстійники ефективні у видаленні великих часток, які осідають у бункері, але дрібніші частини можуть продовжувати рухатися в напрямку течії. Проточна частина має глибину від 1,5 до 4,0 м, ширину 6–9 м, а довжина складає 8–12 м. Ці відстійники є найпоширенішими в очищенні

природних та стічних вод, незважаючи на наявність суттєвих недоліків. На станціях очищення з пропускною здатністю понад 15 тис. м³/добу часто використовуються саме горизонтальні відстійники [36].

Горизонтальні відстійники обладнуються скребковими механізмами, такими як візкові або стрічкові, що дозволяє переміщати осад до насосів чи гідроелеваторів для його видалення. Основна сфера їх застосування – очищення стічних вод від механічних домішок. Водночас, вони мають низьку продуктивність, не пристосовані для роботи з коагуляцією та флокуляцією, а також стикаються з труднощами у видаленні осаду. Відсутність безперервного видалення осаду може призвести до порушення роботи системи та ускладнень під час подальшого зневоднення, утилізації або зберігання осадів. Ще однією проблемою є недосконаліть пристроїв для впуску, розподілу та збору води. Удосконалення конструкції відстійників може поліпшити гідравлічні режими під час використання розосередженого збору очищеної води та впровадження флокуляційних камер, які сприятимуть укрупненню механічних домішок [1].

Вертикальні відстійники – це круглі резервуари з діаметром від 4 до 9 м, дно яких має конусоподібну форму. Вони зазвичай використовуються на станціях з продуктивністю до 20 тис. м³/добу. У вертикальних відстійниках потік води рухається у вертикальному напрямку [39].

Найпоширенішим типом вертикального відстійника є той, у якому стічна вода впускається через центральну трубу, що має розтруб у нижній частині та відбивний щит. Під час спуску води через центральну трубу відбувається її відбиття від щита у формі конуса, після чого вода потрапляє в зону очищення. У цій зоні відбувається флокуляція частинок, внаслідок чого частинки, що мають більшу величину, ніж швидкість висхідного потоку, осідають. Очищена вода збирається за допомогою периферійного збірного лотка [26]. Швидкість висхідного потоку коливається в межах 0,5–0,6 мм/с. Кожна частинка води має свою швидкість, і під впливом сили ваги може рухатися вниз або вгору, що

впливає на процес осадження. Якщо швидкість осадження Voc більша за швидкість V висхідного потоку, осадження відбувається швидше, і навпаки.

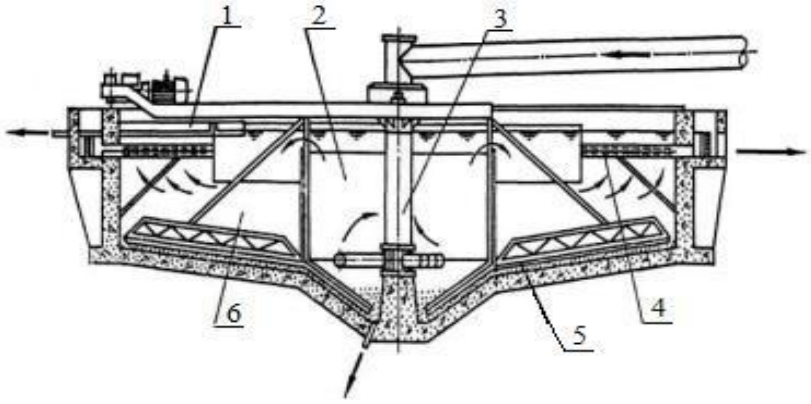
Ефективність осадження у горизонтальних відстійниках на 10-20% вища, ніж у вертикальних.

Варто відзначити, що серед недоліків вертикальних відстійників можна виділити:

— чутливість до коливань, при яких ефективність очищення залежить від рівномірності подачі стічної води;

— низький коефіцієнт використання об'єму проточної частини, який складає $\alpha \leq 0,5$ [42].

Радіальні відстійники мають круглу форму резервуарів, що призводить до того, що стічні води, які надходять в центр, рухаються радіально до периферії (рисунок 1.3).



1 – пристрій для збору масла; 2 – камера для утворення пластівців; 3 – система розподілу; 4 – водозбірна установка; 5 – скребкова рама; 6 – зона осадження

Рисунок 1.4 — Радіальний відстійник з інтегрованою камерою флокуляції [34]

Зазвичай такі відстійники використовуються для обробки стічних вод з витратами від 20 тисяч м³ на добу і більше. Глибина проточної частини відстійника коливається в межах від 1,5 до 5 метрів [14].

Радіальні відстійники можуть бути оснащені системою випуску води знизу або зверху, але в будь-якому випадку стічні води надходять через центральну

трубу, а очищена вода потрапляє в круговий жолоб, звідки вона відводиться трубами або лотками.

На відміну від інших типів відстійників, швидкість води в радіальних відстійниках не є постійною; вона може варіюватися від мінімального значення на периферії до максимального в центрі. Для видалення осаду використовуються шламові насоси, а осад збирається з центру за допомогою скребка, що розташований на рухомій фермі.

Серед недоліків традиційних конструкцій відстійників можна виділити їх неідеальну розподільну систему, що призводить до утворення застійних зон. Однак ця проблема була вирішена у радіальних відстійниках, які оснащені обертовими збірно-розподільними пристроями. У таких відстійниках прояснена (очищена) вода відводиться з центральної частини, а подача стічних вод здійснюється через периферійний лоток. Це дозволяє зменшити час перебування стічних вод у відстійнику, зберігаючи при цьому ефективність затримки завислих речовин [1].

Коли стічні води потрапляють у водорозподільний жолоб на периферії відстійника, вони рухаються до центральної зони, звідки потрапляють до кільцевого жолоба. Осад, що утворився в процесі відстоювання, за допомогою скребкового механізму збирається до приямку, а далі через мулову трубу відправляється на подальшу обробку.

Тонкошарові відстійники представляють собою перспективний напрямок вдосконалення горизонтальних відстійників. Основний принцип цього методу полягає в відстоюванні стічних вод у тонкому шарі на обмеженій площі, що дозволяє зменшити об’єм очисних споруд і підвищити їх ефективність [39].

Важливою характеристикою тонкошарових відстійників є висота відстоювання: зменшення цієї висоти призводить до скорочення часу відстоювання.

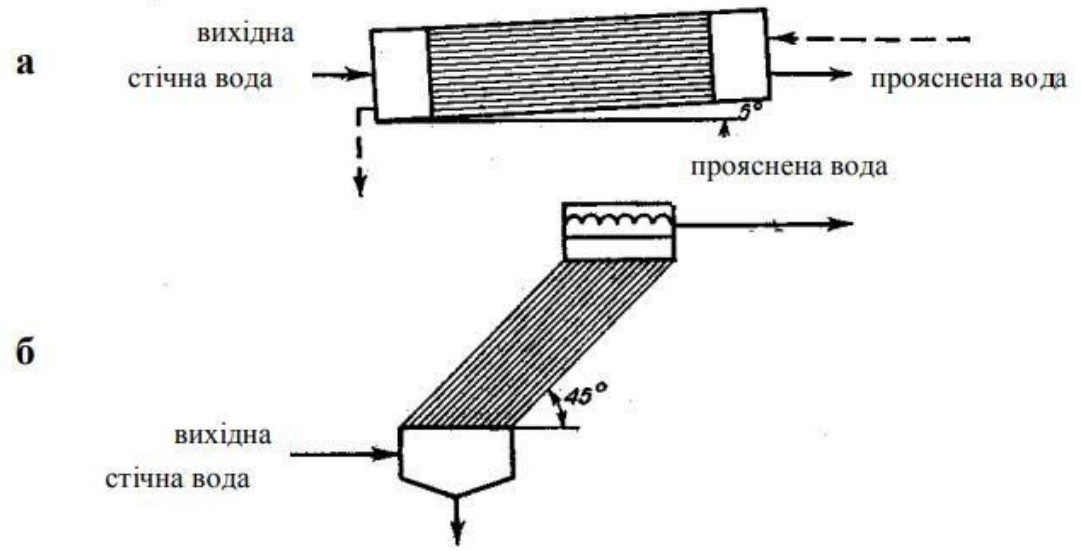
Відстійна зона у тонкошарових відстійниках складається з кількох ярусів з невеликою глибиною. Шлях руху частинок у таких системах значно коротший (у

десятки разів) порівняно з традиційними відстійниками, що забезпечує швидкість процесу відстоювання.

Робота цих відстійників ґрунтується на використанні пакета похилих пластин, між якими утворюється система тонкошарових каналів для проходження води. Завдяки малим відстаням між пластинами, час спливання чи осідання механічних частинок суттєво скорочується. Нахил пластин відносно горизонтальної площини становить 60°, а самі пластини можуть бути плоскими або хвилястими, іноді застосовують і трубчасті елементи [42].

Власне серед переваг тонкошарових відстійників можна відзначити їх компактність та високий ступінь очищення, який досягає 70–80 %.

Трубчасті відстійники складаються з трубок діаметром 25-30 мм і довжиною 0,6–1 м. Кут їх встановлення може бути незначним (до 5°) або крутим (45–60°) (рисунок 1.4).



а – з невеликим нахилом труб; б – з різким нахилом

Рисунок 1.4 ─ Схема трубчастого відстійника [38]

Трубчасті відстійники з малим кутом нахилу працюють періодично: спочатку відбувається процес відстоювання, а потім промивка трубок від осаду. Для ефективної роботи необхідно забезпечити рівномірний розподіл води по трубках і ламінарний режим течії [20]. Цей тип відстійників використовується в

основному для очищення стічних вод з низьким вмістом завислих речовин, обсяг яких не перевищує 10 тис. м³ на добу.

Використання трубчатих відстійників з великим кутом нахилу дозволяє забезпечити безперервне сповзання осаду по дну, оскільки вода рухається зверху вниз у шламовий простір, що виключає потребу в промиванні трубок [25].

Таким чином, скидання нафтовмісних стічних вод у водовідвідну мережу є складним процесом, що потребує дотримання чітких нормативів та забезпечення належного очищення. Підвищення екологічної свідомості серед промисловості та суспільства, а також впровадження нових технологій очищення є ключовими факторами для запобігання забрудненню водних ресурсів.

РОЗДІЛ 2
МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД НАФТОПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Проблеми очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства

В умовах сучасного промислового розвитку та зростаючих вимог до екологічної безпеки, проблеми, пов'язані з очищенням стічних вод, стають усе більш актуальними.

Стічні води нафтопереробних заводів містять значні обсяги небезпечних речовин, таких як нафтопродукти, важкі метали, феноли та інші токсичні сполуки, які можуть завдати шкоди екосистемам і здоров'ю населення. Незважаючи на існуючі технології очищення, ефективність їх застосування часто залишає бажати кращого, що пов'язано з різноманітністю забруднюючих речовин, змінами в складі стічних вод та недостатньою адаптацією технологій до специфічних умов кожного підприємства. В результаті, нафтопереробні підприємства стикаються з низкою викликів, зокрема необхідністю вдосконалення процесів очистки, забезпечення відповідності екологічним нормам та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Виробництво нафтопродуктів супроводжується утворенням величезних обсягів стічних вод, що містять небезпечні забруднювачі, зокрема нафтопродукти.

Високий вміст нафтопродуктів у стічних водах є серйозною екологічною проблемою, яка потребує комплексного підходу до її вирішення [39].

По-перше, нафтопродукти характеризуються токсичністю та канцерогенними властивостями, що негативно впливають на живі організми. Вода, забруднена нафтопродуктами, може стати причиною загибелі риб і інших водних організмів, порушуючи екосистеми. Вплив нафтопродуктів також може

мати довгострокові наслідки для здоров'я людей, які споживають забруднену воду або продукти харчування, вирощені на заражених територіях.

По-друге, очищення стічних вод від нафтопродуктів є технічно складним і витратним процесом. Традиційні методи очистки, такі як біологічне очищення, часто виявляються неефективними для видалення нафтопродуктів, оскільки більшість з них не піддається біодеградації. Це вимагає впровадження більш складних фізико-хімічних методів, таких як адсорбція, коагуляція, флотація та окислення, що потребує значних фінансових і енергетичних витрат [42]. Крім того, нафтопродукти в стічних водах можуть обумовлювати утворення важких осадів, що ускладнює подальшу обробку і зберігання. Такі осади можуть містити небезпечні сполуки, що вимагають спеціального поводження та утилізації, що додатково ускладнює проблему.

Таким чином, високий вміст нафтопродуктів у стічних водах, що викидаються нафтопереробними підприємствами, становить серйозну екологічну та соціальну загрозу. Це вимагає розробки нових технологій очищення, покращення існуючих систем, а також впровадження суворих норм і стандартів щодо скидання стічних вод.

Зазначимо, що основна проблема, пов'язана із очищенням стічних вод від нафтопереробного підприємства, полягає у складності їхнього хімічного складу, який включає тисячі різноманітних сполук. Стічні води нафтопереробних підприємств містять велику кількість органічних та неорганічних сполук.

Серед основних компонентів можна виділити:

– вуглеводні. Це основні забруднювачі, які походять з нафти. Вони можуть бути як аліфатичними (парафінові, нафтенові), так і ароматичними (бензол, толуол, ксилол). Ароматичні вуглеводні є особливо небезпечними, оскільки вони токсичні та канцерогенні;

– важкі метали. Стічні води можуть містити важкі метали, такі як свинець, кадмій і ртуть, які потрапляють у процесі виробництва та обробки нафти. Ці метали мають тривалу біоакумуляцію і є небезпечними для екосистем;

— ПАУ (поліциклічні ароматичні вуглеводні). Дані сполуки утворюються внаслідок термічної деструкції органічних матеріалів і є високо токсичними;

— сурфактанти. Вони використовуються в різних процесах, таких як очищення та стабілізація, і можуть негативно впливати на процеси біологічного очищення;

— органічні сполуки. Включаючи феноли, кетони та альдегіди, які також можуть бути токсичними для водних організмів [1].

Складність хімічного складу стічних вод створює кілька ключових проблем для систем очищення:

— множинність забруднювачів. Наявність великої кількості різних сполук вимагає використання комплексних технологій очищення. Стандарти, що регулюють вміст забруднюючих речовин у воді, є жорсткими, і їх досягнення часто є викликом;

— взаємодія між компонентами. Сполуки можуть взаємодіяти один з одним, формуючи нові токсичні сполуки, які ускладнюють процес очищення. Це потребує додаткових досліджень для розуміння механізмів цих взаємодій;

— стійкість забруднювачів. Велика кількість органічних сполук, таких як ПАУ, мають високу стійкість до біологічного розкладу, тому їх видалення вимагає спеціальних підходів, таких як окиснення або адсорбція;

— економічні та енергетичні витрати. Очищення стічних вод з високим вмістом забруднювачів вимагає значних витрат на енергію та ресурси, що може бути економічно невигідно для нафтопереробних підприємств [26].

Нестабільність потоків стічних вод є важливою проблемою, що також ускладнює процес їх очищення, і це явище має кілька аспектів, які варто розглянути детальніше. Стічні води нафтопереробних підприємств характеризуються значною варіативністю як за обсягами, так і за складом. Цей фактор обумовлений різними виробничими процесами, що відбуваються на підприємстві, а також змінами у технологічних режимах. Наприклад, під час пуску або зупинки установки, а також внаслідок аварійних ситуацій, можуть

спостерігатися різкі коливання обсягів стічних вод. Крім того, склад стічних вод може змінюватися в залежності від типу оброблюваної сировини та використовуваних технологій, що ускладнює проектування та експлуатацію систем очищення.

Нестабільність потоків стічних вод безпосередньо впливає на ефективність процесів очищення. Багато традиційних систем очищення, таких як біологічні або механічні установки, розраховані на стабільні умови роботи. Різкі зміни в обсягах або складі стічних вод можуть призвести до перевантаження системи, зниження її продуктивності та якості очищення. Наприклад, надмірний вміст важких металів або нафтопродуктів може викликати токсичні ефекти на мікроорганізми, відповідальні за біологічне очищення, що призведе до зниження їх активності і, відповідно, до погіршення якості очищення [38].

Нестабільність потоків також ставить перед інженерами та технологами ряд викликів у розробці та впровадженні нових технологій очищення. Необхідно враховувати широкий діапазон можливих варіацій у складі стічних вод, що потребує гнучких систем очищення, здатних адаптуватися до змінних умов. Це може включати використання модульних систем, які можна легко налаштовувати під конкретні умови, або впровадження інноваційних методів очищення, таких як адсорбція, фільтрація, електроліз тощо.

Нестабільність потоків стічних вод має також економічні та екологічні наслідки. Підвищені витрати на модернізацію систем очищення, необхідність у частих ремонтах та обслуговуванні, а також можливі штрафи за порушення екологічних норм можуть суттєво вплинути на фінансову стабільність підприємства. Крім того, неефективне очищення може призвести до забруднення навколишнього середовища, що матиме довгострокові наслідки для флори, фауни та здоров'я населення.

Варто зазначити, що високі витрати на очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства стають суттєвою проблемою на даному етапі.

Стічні води нафтопереробних підприємств містять різноманітні забруднювачі, які потребують спеціалізованих технологій очищення. Вуглеводні, які можуть бути як легкими, так і важкими, вимагають різних підходів до очищення. Наприклад, для видалення важких нафтових фракцій можуть використовуватися дорогі методи, такі як адсорбція на активованому вугіллі або екстракція розчинниками [42].

Очищення стічних вод потребує потужних технологічних установок, які часто включають декілька етапів очищення – механічного, біологічного та хімічного. Кожен з цих етапів вимагає значних інвестицій у обладнання, матеріали та енергію, що суттєво підвищує загальні витрати. Зміни в екологічному законодавстві можуть призводити до необхідності модернізації систем очищення або впровадження нових технологій, що також потребує додаткових витрат. Вимоги до якості очищеної води постійно зростають, і підприємства змушені адаптувати свої процеси, щоб відповідати новим стандартам.

В процесі очищення утворюються різноманітні відходи, які також потребують обробки та утилізації. Це може включати осад, що містить небезпечні сполуки, які потребують спеціалізованих методів зберігання та утилізації, що додає додаткових витрат [1].

Високі витрати на очищення стічних вод можуть суттєво впливати на фінансову стабільність нафтопереробних підприємств. Це може призводити до зниження прибутковості, скорочення інвестицій у розвиток та, в кінцевому рахунку, до економічних труднощів. У деяких випадках нафтопереробні підприємства можуть бути змушені скорочувати обсяги виробництва або навіть закривати свої потужності через неможливість витримувати витрати на очищення.

Якщо нафтопереробні підприємства намагаються зменшити витрати на очищення, це може призвести до недостатнього очищення стічних вод, що в свою чергу може спричинити забруднення водойм, ґрунтів і повітря. Це створює

серйозні екологічні ризики, які можуть мати довгострокові наслідки для здоров’я людей і стану навколишнього середовища [39].

Нафтопереробні підприємства, що не дотримуються екологічних стандартів, можуть зазнавати суспільного осуду, що негативно вплине на їх репутацію і може призвести до протестів з боку громадськості.

Отже, значні витрати на очищення стічних вод від нафтопереробних підприємств є складною проблемою, що потребує комплексного підходу. Необхідно впроваджувати нові технології, оптимізувати процеси очищення, а також проводити дослідження, які допоможуть знайти ефективні рішення для зменшення витрат.

Регуляторні вимоги, що стосуються очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства, відіграють ключову роль у забезпеченні екологічної безпеки, але їх виконання часто стикається з численними викликами.

Регуляторні вимоги – це закони, нормативні акти та стандарти, які встановлюють допустимі рівні забруднюючих речовин у стічних водах, а також процедури їх очищення. Вони можуть бути національними, регіональними або міжнародними. У багатьох країнах існують жорсткі екологічні норми, які зобов'язують нафтопереробні підприємства впроваджувати найбільш ефективні технології очищення для зменшення викидів небезпечних речовин у водні ресурси [36].

Значна кількість нафтопереробних підприємств можуть не мати сучасних технологій очищення стічних вод, що ускладнює дотримання встановлених норм. Системи, які використовуються на підприємствах, часто є застарілими і не здатні забезпечити необхідний рівень очищення. Впровадження нових технологій очищення та модернізація існуючих систем вимагає значних фінансових інвестицій. Для багатьох підприємств, особливо в умовах економічної нестабільності, це може стати суттєвим бар'єром [42].

У деяких країнах або регіонах країни регуляторні вимоги можуть бути нечіткими або недостатньо визначеними. Це призводить до різного тлумачення

норм і нерівномірного їх виконання серед підприємств. Ефективний контроль за дотриманням регуляторних вимог є критично важливим. Однак, недостатня кількість ресурсів у контролюючих органах може призводити до неефективного моніторингу, що у свою чергу дозволяє підприємствам ухилятися від виконання норм [10].

Нафтопереробні підприємства досить часто стикаються з тиском з боку громади, яка вимагає дотримання екологічних норм. Відсутність належної комунікації між підприємствами та місцевими громадою може призводити до конфліктів і погіршення репутації даного підприємства.

Таким чином, регуляторні вимоги є важливим інструментом у контролі за якістю очищення стічних вод від нафтопереробних підприємств. Однак, для досягнення ефективних результатів необхідно вирішувати існуючі проблеми, пов'язані з технологічними обмеженнями, фінансовими витратами, відсутністю чіткої регуляції та недостатнім контролем. Співпраця між підприємствами, державними органами та громадськістю може стати ключем до покращення ситуації в цій сфері, що у свою чергу сприятиме збереженню водних ресурсів та екологічного балансу.

Війна в Україні, яка розпочалась у 2014 р., не лише змінила політичний ландшафт країни та регіону, але й поставила під загрозу екологічну безпеку. Нафтопереробні підприємства в Україні, такі як Кременчуцький нафтопереробний завод, зазнали значних пошкоджень під час бойових дій. Зруйнована інфраструктура, зокрема системи очищення стічних вод, призвели до ризику забруднення навколишнього середовища [27]. Наприклад, у серпні 2022 р. внаслідок ракетного обстрілу заводу в Кременчуці відбулися витоки нафти, що загрожувало забрудненням річки Дніпро.

Забруднення водних ресурсів внаслідок витоків нафти є серйозною екологічною проблемою. Нафта та її похідні продукти можуть призводити до загибелі водних організмів, змінювати хімічний склад води, а також впливати на здоров'я людей, які залежать від цих водних ресурсів. Наприклад, у вересні 2022

р. внаслідок забруднення річки Дніпро, викликаного витоками нафти, було зафіксовано масову загибель риби, що викликало занепокоєння серед місцевих мешканців. В умовах війни значно ускладнюється процес очищення стічних вод. Перш за все, руйнування інфраструктури, відсутність електроенергії та нестача ресурсів для ремонту систем очищення призводять до нерегулярного очищення стічних вод. Багато підприємств опинилися в ситуації, коли неможливо забезпечити належний рівень очищення, що веде до скидання небезпечних відходів безпосередньо у водойми [38].

Одним з прикладів є ситуація в Одеській області, де внаслідок бойових дій було пошкоджено системи очистки стічних вод на одному з нафтопереробних заводів. Як наслідок, у 2023 р. в річку Дунай потрапили забруднені стоки, що викликало міжнародну реакцію та занепокоєння з боку екологічних організацій. Подібні випадки стали частими, оскільки нафтопереробні підприємства не можуть забезпечити належний рівень обслуговування та ремонту в умовах війни.

Отже, ситуація, що склалася в Україні, демонструє, як війна може впливати на екологічну безпеку та очищення стічних вод. Необхідність термінового ремонту та модернізації систем очищення, а також міжнародна підтримка для відновлення інфраструктури є критично важливими для запобігання подальшого забруднення водних ресурсів.

2.2 Характеристика систем очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства

Системи очистки стічних вод від нафтопереробних підприємств є важливим елементом екологічної безпеки та сталого розвитку промисловості. Нафтопереробка супроводжується утворенням значних обсягів стічних вод, які містять небезпечні забруднювальні речовини, такі як нафти, важкі метали, феноли та інші токсичні сполуки. Неправильна утилізація або скидання таких вод може призвести до серйозних екологічних наслідків, включаючи забруднення водойм,

ґрунтів та негативний вплив на здоров'я населення. Важливість розробки та впровадження ефективних систем очистки стічних вод визначається не тільки вимогами законодавства, але й прагненням підприємств до зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Сучасні технології очищення, такі як біологічні, хімічні та фізичні методи, дозволяють знижувати концентрацію забруднюючих речовин до допустимих норм, забезпечуючи при цьому повторне використання води в технологічних процесах.

Найбільш розповсюджений метод очищення стічних вод нафтопереробних заводів в Україні складається з трьох етапів: механічного, фізико-хімічного та біологічного очищення [1].

На першому етапі, механічного очищення, здійснюється видалення як твердих, так і рідких забруднень.

Фізико-хімічний етап передбачає усунення колоїдних частинок та нейтралізацію сірчано-лужних вод.

Біологічне очищення націлене на видалення залишкових розчинених домішок. Важливо зазначити, що стічні води, які пройшли біологічне очищення, підлягають додатковій обробці.

На сьогодні існують два основні методи очищення стічних вод та систем каналізації. Перший метод базується виключно на механічних способах очищення, з використанням різних конфігурацій нафтовловлювачів, ставків, флотаторів та піщаних фільтрів. Другий метод, який виглядає більш перспективним, поєднує механічні та фізико-хімічні методи очищення, а також біологічні.

У рамках системи очищення стічних вод другого типу передбачено використання установок механічного очищення, фізико-хімічного очищення, а також двох етапів біологічного очищення. Додатково можуть бути застосовані установки для демінералізації води і доочищення від зважених і розчинених

органічних забруднень. Приклади систем очищення стічних вод першого та другого типу наведені на рисунку 2.1.

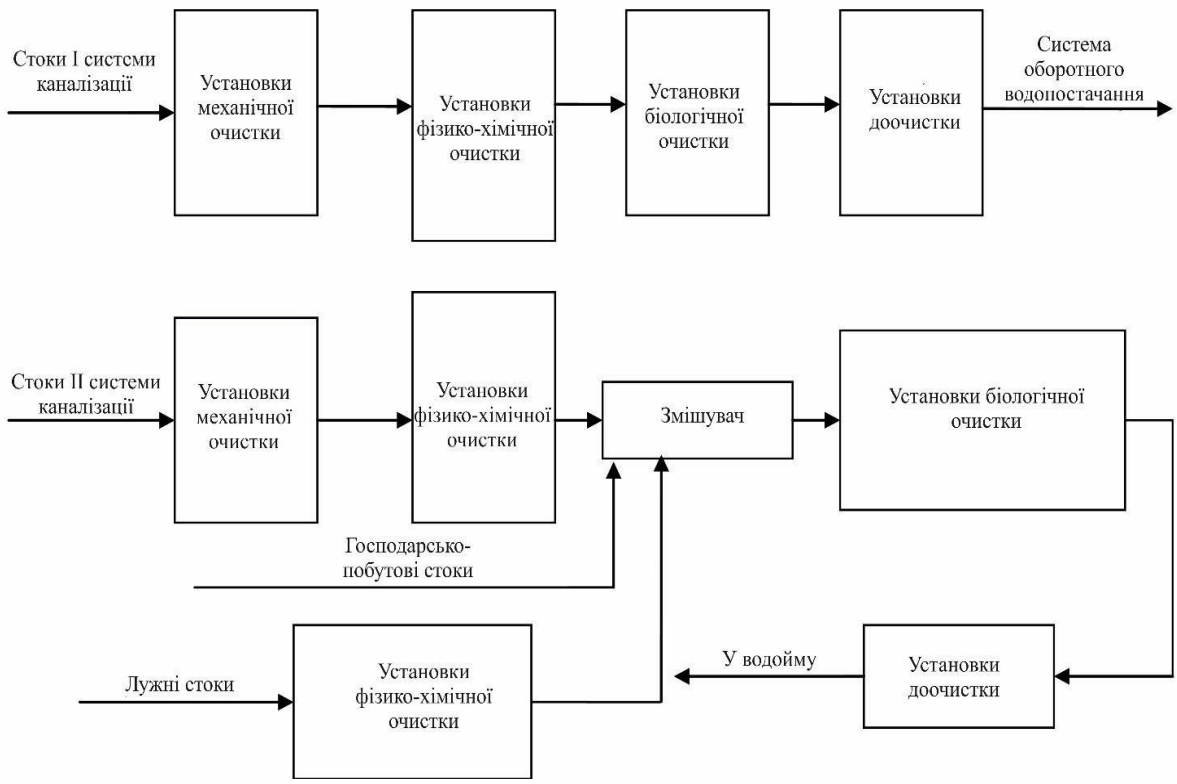


Рисунок 2.1 – Схеми організації очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства [39]

Стічні води, що надходять з первинних та вторинних каналізаційних систем, підлягають обробці на різних установках, оскільки їх концентрація та склад забруднюючих речовин відрізняються. Очищені стічні води з першої системи часто використовуються для створення систем оборотного водопостачання на підприємствах. У той же час, оброблені стічні води з другої системи не можуть бути повторно використані через високий вміст солей (приблизно 5-6 г/л), тому їх додатково очищують і скидають у водні об'єкти [4].

Початкові та подальші етапи очищення стічних вод у каналізаційній системі мають багато спільного. Для видалення важких механічних домішок, грубих нафтопродуктів та піску використовуються пісковловлювачі. Якщо обсяг стічних вод перевищує запланований рівень, надлишки автоматично перенаправляються

до аварійного резервуару через дощову каналізацію. Зазвичай аварійний резервуар є бетонною конструкцією з ухилами, призначеною для утримання всього обсягу дощової води з каналізованої території під час річних опадів, що тривають близько 20 хвилин.

Після пісколовок стічні води потрапляють до нафтоуловлювачів, де відбувається відділення дрібнодисперсних нафтопродуктів і щільних суспензій. Після цього первинного етапу очищення стічні води направляються в радіальні відстійники для подальшого відстоювання. Після проходження механічного очищення концентрація нафтових речовин у воді знижується до 50-70 мг/л, що перевищує допустиме значення в 25 мг/л, необхідне для подальшого біологічного очищення. У результаті впроваджуються фізико-хімічні методи обробки в поточний процес очищення. Для цього застосовується напірна флотація з коагуляцією відповідно до початкових норм [36].

Флотаційні установки, що працюють під тиском, забезпечують рециркуляцію 50% очищеного потоку. У першій системі для обробки стічних вод зазвичай використовується сульфат алюмінію в кількості 50 мг/л, тоді як друга система потребує 50-100 мг/л цього коагулянту.

Після фізико-хімічної обробки, вміст нафти у стічних водах першої каналізаційної системи становить близько 25 мг/л. Раніше ця вода використовувалася для поповнення запасів оборотної води, що призводило до порушення біологічної стійкості водопостачальної системи через біологічно нестабільну очищену воду. Деякі підприємства мали стічні води з першої системи, які містили сульфіди в кількостях, що перевищували допустимий максимум у 20 мг/л. Для запобігання подібним ситуаціям застосовуються методи біохімічної очистки [42].

У другій каналізаційній системі, після флотації, вміст нафти у стічній воді знижується лише до 20-30 мг/л. Очищення стічних вод з первинної каналізаційної системи здійснюється за допомогою біохімічного процесу, що передбачає спочатку пропускання води через одноступеневі аеротенки. Потім мулова суміш

відокремлюється у вторинних відстійниках. Рекомендується, щоб процес аерації в резервуарі тривав 6 годин з дозою 2-4 г/л. Витрата оборотного осаду, що становить половину витрат стічної води, направляється в регенератор, займаючи 30% об'єму аеротенка. Вторинний відстійник призначений для 3-годинного відстоювання глиняної суміші.

Стічні води вторинної системи водовідведення підлягають біохімічному очищенню як окремо, так і спільно з побутовими стічними водами, які пройшли механічне очищення. Процес біохімічного очищення здійснюється за одноступінчастою або двоступінчастою схемою.

Для управління подачею стічних вод другої каналізаційної системи використовується двоступеневий процес. У одноступінчастому аеротенку тривалість аерації не повинна перевищувати 6 годин, після чого слідує 3-годинне відстоювання мулової суміші.

Двоступеневий процес очищення вимагає тривалості аерації 3,5 та 8 годин відповідно на кожному етапі, а також часу затримки 1,5 та 3 години у вторинному і третьому відстійниках. Завдяки розвитку технологій, обсяги стічних вод, що утворюються нафтопереробними заводами, зменшуються [1].

Таким чином, розглянуті системи очищення стічних вод від нафтопереробних підприємств мають два основних недоліки. Перший з них – це тривалість процесу очищення, особливо на етапі використання біологічних методів. Другий недолік полягає у великих розмірах очисних систем, оскільки вони складаються з кількох послідовно з'єднаних установок, які займають значну площу.

2.3 Очищення стічних вод нафтопереробного підприємства методом флотації

Очищення стічних вод від нафтопереробних підприємств є важливою екологічною задачею, оскільки ці підприємства є джерелом значних обсягів

забруднюючих речовин, що можуть негативно впливати на навколишнє середовище та здоров'я людей.

Як вже зазначалося, стічні води, які утворюються в процесах переробки нафти, містять різноманітні забруднювачі, зокрема нафтопродукти, важкі метали, феноли та інші токсичні речовини. Відсутність ефективних методів очищення може призвести до забруднення водних ресурсів, що, в свою чергу, загрожує екосистемам і викликає серйозні екологічні проблеми [39].

Серед існуючих технологій очищення стічних вод флотація є одним із найперспективніших методів, що дозволяє ефективно видаляти важкі забруднення, зокрема нафтопродукти. Цей процес ґрунтується на використанні повітряних бульбашок, які адсорбують частинки забруднень і підносять їх на поверхню, де вони можуть бути легко видалені.

Флотація має ряд переваг, зокрема високу ефективність, простоту в експлуатації та можливість інтеграції в різноманітні системи очистки. У даному параграфі розглянемо принципи роботи флотаційних установок, їх класифікація, а також ефективність очищення стічних вод від нафтопереробних підприємств за допомогою цього методу.

Флотація є фізико-хімічним методом очищення стічних вод, який використовується в різних галузях промисловості, таких як нафтопереробна, металургійна, гірничодобувна, хімічна, харчова та інших. Цей процес базується на розділенні дрібних твердих частинок, що відрізняються за своєю змочуваністю у порівнянні з водою, і походить від французького слова «flotter», що означає плавання [26].

Основна мета флотаційних установок полягає у видаленні зважених дисперсних часток, високомолекулярних речовин, а також поверхнево-активних речовин (ПАР), нафтопродуктів, смол, жирів, олій, фарб та інших малоефективно осаджуваних речовин з води.

Переваги флотаційного методу включають:

— високий рівень очищення, що може досягати 95-98%;

— безперервний процес;

— універсальність використання в будь-якій галузі;

— економічність;

— простота конструкції обладнання;

— селективність у виділенні забруднюючих речовин;

— можливість отримання шламу (пінного продукту);

— швидкість процесу в порівнянні з відстоюванням [42]

Флотація найбільше ефективна для очищення стічних вод, що містять нерозчинні гідрофобні забруднення. Наявність у воді частинок з гідрофобними властивостями дозволяє вибрати відповідну флотаційну установку в залежності від методу аерації. Частинки, які погано змочуються водою, частково орієнтуються на межі поділу фаз, в результаті чого відбувається їх відокремлення від тих, що добре змочуються. Наприклад, під час флотування краплі нафтопродуктів або погано змочувані частинки прилипають до бульбашок газу, що призводить до їх підйому на поверхню рідини [1].

Вплив реагентів на змочування частинок, що флотуються, є важливим аспектом, оскільки вони формують гідратні шари, які змінюють стійкість системи. Тому перед початком флотаційного процесу необхідно підготувати мінеральну поверхню, використовуючи спеціальні речовини (інертні гази та флотореагенти, якщо це потрібно).

Вибір флотореагентів завжди здійснюється заздалегідь, що дозволяє значно підвищити гідрофільність нефлотованих та гідрофобність флотованих часток [15].

Флотацію можна поділити на чотири основні групи в залежності від типу межі поділу фаз:

— олійна флотація – «вода – олія». Даний процес полягає у виштовхуванні забруднень, змочених олією, на поверхню флотаційних установок;

— плівкова флотація – «вода – тверде тіло». Вона передбачає насипання тонким шаром частинок на поверхню рідини. Гідрофобні забруднюючі частинки

завдяки силі поверхневого натягу утримуються на поверхні води, формуючи крихку плівку, тоді як гідрофільні частинки тонуть і осідають на дно установки.

— пінна флотація – «газ – вода – тверде тіло – реагенти». У флотаційних установках створюється інтенсивне перемішування стічних вод з бульбашками повітря, що призводить до переходу погано змочуваних часток у пінний продукт завдяки додаванню різних спеціальних реагентів [19].

Іонна флотація – це процес, що описує взаємодію газу та рідини, який спостерігається при вилученні забруднень зі стічних вод у вигляді іонів металів. Цей процес реалізується шляхом пропускання дрібних бульбашок повітря через дисперсну систему, а також із застосуванням спеціального збирача – поверхнево-активної речовини (ПАР). Збирач у стічних водах сприяє утворенню іонів, заряд яких протилежний заряду вилученого іона. Флотація виявляється ефективною при низьких концентраціях іонів, що підлягають вилученню.

Пропускання бульбашок повітря суцільним потоком, наприклад, за допомогою відцентрового насоса, називається механічною флотацією.

Пневматична флотація, у свою чергу, передбачає подрібнення бульбашок газу (як-от повітря, азоту, вуглекислого газу чи інших інертних газів) за допомогою механічних елементів, таких як решітки, керамічні ковпачки або фільтри (скляні чи керамічні).

Напірна флотація є ефективним методом очищення стічних вод, при якому подрібнення газу здійснюється через аерацію (рисунок 2.2)

Ступінь очищення виробничих стічних вод може досягати 95-98% [32].

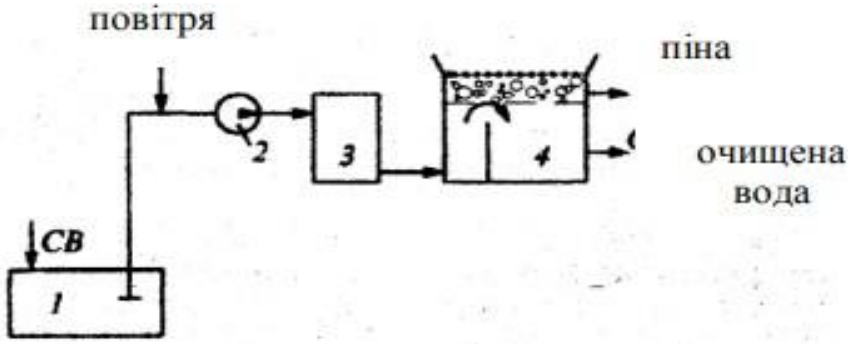
Процес напірної флотації, представлений, виконується у двох етапах:

— насичення води газом під тиском;

— видалення газу з насиченої води при атмосферному тиску.

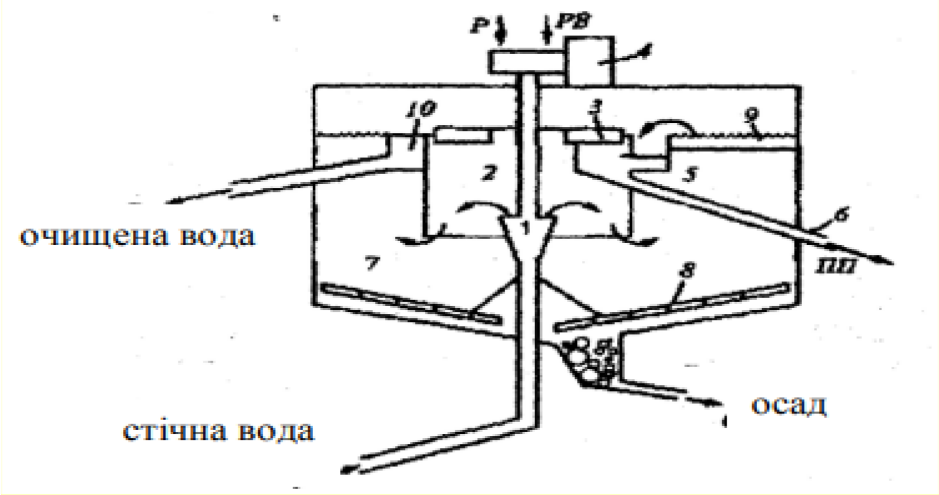
Споруди, що поєднують радіальний відстійник з вбудованою флотокамерою, в якій під атмосферним тиском здійснюється видалення розчиненого газу, називаються флотаторами-відстійниками.

Конструкція таких установок ілюструється на рисунку 2.2.



1 – резервуар; 2 – насос; 3 – бак під тиском (сатуратор); 4 – система флотації

Рисунок 2.2 – Схематичне зображення напірної флотації [38]



1 – розподільник води; 2 – підвісна камера для флотації; 3 – верхні скребки; 4 – електричний привід; 5 – колектор піни; 6 – вихідний трубопровід для пінного продукту; 7 – камера для відстоювання; 8 – нижні скребки; 9 – зубчастий водовідвід; 10 – кільцевий лоток для очищеної води. Р – подача реагентів; РВ – рециркулююча вода; ПП – пінний продукт

Рисунок 2.3 – Схема флотатора-відстійника [34]

Отже, метод флотації є ефективним і перспективним рішенням для очищення стічних вод від нафтопереробних підприємств. Його застосування дозволяє не лише зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, але й підвищити загальну екологічну безпеку промислової діяльності.

РОЗДІЛ 3
МАГНІТНА СЕПАРАЦІЯ ЯК МЕТОД ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НАФТОПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА ВОД

3.1 Загальна характеристика методу магнітної сепарції

Серед існуючих технологій очищення особливу увагу привертають методи, що базуються на використанні фізичних і хімічних процесів. Одним із перспективних підходів є магнітна сепарація, яка дозволяє ефективно відокремлювати забруднюючі частки, зокрема нафтові продукти, з води за рахунок їх магнітних властивостей.

Даний метод має ряд переваг, таких як висока ефективність, швидкість обробки, а також можливість повторного використання очищених вод [39].

Магнітна сепарація є одним із основних методів обробки сировини, який дозволяє відділяти магнітні матеріали від немагнітних. Цей процес широко використовується в різних галузях промисловості, таких як гірництво, переробка металів, а також в екологічних технологіях для очищення відходів.

Основним принципом магнітної сепарації є різниця в магнітних властивостях матеріалів.

Коли суміш матеріалів піддається магнітному полю, магнітні частинки під впливом цього поля починають взаємодіяти з ним, в той час як немагнітні частинки залишаються без змін. Цей процес може бути реалізовано в різних формах, залежно від типу сировини та вимог до кінцевого продукту (рисунок 3.1) [8].

Існує два основних типи магнітної сепарації:

– сухий метод, що використовується для обробки дрібних часток, коли вологість матеріалу є незначною. Операція проводиться в умовах, що забезпечують ефективну роздільність часток під впливом магнітного поля. Цей

метод часто використовується для видобутку залізної руди та інших корисних копалин;

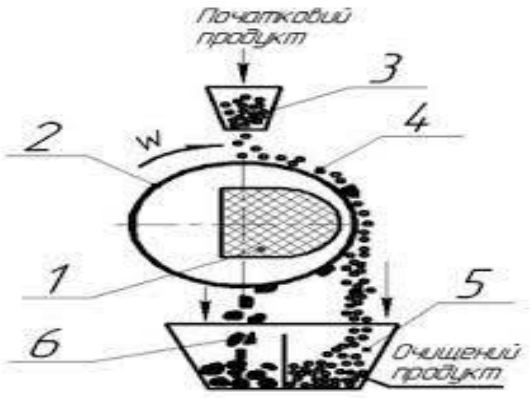


Рисунок 3.1 ─ Магнітне сепарування [24]

– вологий метод, що застосовується для обробки матеріалів, які містять велику кількість води. Волога середа дозволяє знизити тертя між частками, що покращує ефективність сепарації. Цей метод часто використовують у металургії для очищення металевих руд [36].

Варто відзначити, що сучасні технології магнітної сепарації постійно вдосконалюються. Зокрема, розробляються нові види магнітних сепараторів, які забезпечують вищу ефективність процесу.

Деякі з них включають:

─ електромагнітні сепаратори, що використовують електромагніти для створення сильного магнітного поля. Дана технологія дозволяє регулювати силу магнітного поля відповідно до властивостей оброблюваних матеріалів;

– постійні магніти – сепаратори, що використовують постійні магніти, є більш енергоефективними та простими в експлуатації. Вони застосовуються в багатьох промислових процесах, включаючи очищення металевих відходів;

– флотація з магнітним відділенням, що поєднує магнітну сепарацію з флотацією, що дозволяє покращити ефективність розділення матеріалів з подібними властивостями [24].

Магнітна сепарація знаходить широке застосування в ряді промислових галузей. Наприклад:

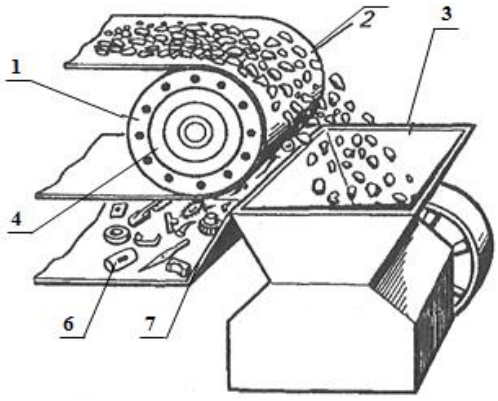
– гірництво – у видобутку залізної руди магнітна сепарація використовується для відокремлення залізистих мінералів, таких як магнетит, від пустих порід. Цей процес дозволяє підвищити якість руди та зменшити витрати на переробку;

– переробка відходів – у сфері екологічних технологій магнітна сепарація використовується для очищення металевих відходів, що дозволяє знижувати їхнє забруднення та повторно використовувати ресурси;

– металургія – у металургійній промисловості магнітна сепарація допомагає відокремлювати домішки з металевих сплавів, підвищуючи їх якість і зменшуючи витрати на виробництво [39].

Зауважимо, що серед багатьох методів очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства, магнітна сепарація виявляється перспективним і ефективним підходом, що дозволяє видаляти нафтові забруднення та інші важкі метали з стічних вод.

Магнітна сепарація базується на фізичних властивостях матеріалів, що дозволяє розділяти їх на основі магнітних властивостей. Основним принципом є використання магнітного поля для відділення магнітних часток від немагнітних (рисунок 3.2).



1 – тяговий барабан стрічкового транспортера; 2 – стрічка транспортера; 3 – бункер для збору сировини; 4 – диск барабана; 5 – сировина; 6 – металеві домішки; 7 – похилий лоток

Рисунок 3.2 – Схема роботи електромагнітного сепаратора [8]

У стічних водах нафтопереробних підприємств можуть міститися як нафтові продукти, так і важкі метали, які мають різні магнітні властивості.

Сепарація відбувається в кілька етапів:

– попередня обробка : стічні води підлягають попередньому очищенню, що передбачає видалення великих часток і суспензій;

– магнітна сепарація : після попередньої обробки, вода потрапляє в камеру з магнітним полем, де магнітні частки адсорбуються на магнітних елементах, а немагнітні залишаються у рідині;

– видалення : магнітні частки, що накопичилися, видаляються за допомогою спеціальних механізмів, після чого очищена вода може бути направлена на подальшу обробку або скидання [15].

Сучасні технології магнітної сепарації включають використання магнітних сепараторів, які можуть бути статичними або динамічними. Наприклад:

– статичні магнітні сепаратори. Вони застосовуються для обробки великих обсягів води з низьким вмістом забруднень. Ці системи можуть бути інтегровані в стаціонарні установки. Статичні магнітні сепаратори використовують магнітні поля для відділення магнітних часток від немагнітних. У системі розміщують магніти, які створюють потужне магнітне поле. Коли вода проходить через сепаратор, магнітні частки (наприклад, залізо, нікель, кобальт) притягуються до магнітів, а немагнітні частки (пісок, глина, органічні матеріали) проходять далі. Це дозволяє ефективно очищати воду від забруднень, не вдаючись до хімічних реагентів.

Використання магнітних полів дозволяє уникнути хімічних реагентів, що може зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Статичні магнітні сепаратори здатні обробляти великі обсяги води з низьким вмістом забруднень, що робить їх ідеальним рішенням для нафтопереробних підприємств. Вони потребують мінімального технічного обслуговування та мають тривалий термін експлуатації [8].

Статичні магнітні сепаратори є ефективним рішенням для обробки води з низьким вмістом забруднень. Їх екологічність, ефективність і економічність роблять їх незамінними у процесі очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства;

– динамічні магнітні сепаратори. Вони використовуються для більш складних випадків, коли необхідно обробити малий обсяг води з високим вмістом забруднень. Такі системи можуть бути мобільними, що дозволяє їх використовувати в різних умовах. Динамічні магнітні сепаратори використовують магнітні сили для відділення часток, що містять металеві елементи, від рідин. Процес починається з введення забрудненої води в систему, де вона проходить через магнітне поле, створене спеціальними магнітами.

Частки, які мають магнітні властивості, притягуються до магніту, в той час як чиста вода продовжує свій шлях, виходячи з системи. Це забезпечує високу ефективність очищення, що є особливо важливим при обробці невеликих обсягів рідини з великим вмістом забруднень [39].

Динамічні магнітні сепаратори можуть досягати високого рівня очищення, відокремлюючи навіть найдрібніші частки забруднень. Багато з цих систем можуть бути сконструйовані у вигляді мобільних установок, що дозволяє їх використовувати в різних умовах. Це особливо корисно в випадках, коли забруднення виникає в віддалених або важкодоступних місцях, наприклад, під час надзвичайних ситуацій, таких як розливи нафти.

Використання динамічних магнітних сепараторів може значно знизити витрати на очищення води в порівнянні з традиційними методами, такими як фільтрація чи хімічне очищення [15].

Динамічні магнітні сепаратори представляють собою потужний інструмент у боротьбі з водним забрудненням, забезпечуючи ефективне і мобільне рішення для очищення води в умовах, де традиційні методи можуть виявитися неефективними;

— *магнітні фільтри*. Використовуються для доочистки води на етапі, коли залишкові забруднення можуть впливати на якість очищеної води.

Ці фільтри здатні затримувати навіть найменші частки забруднень. Магнітні фільтри працюють на основі використання магнітних полів для затримки часток забруднень у рідині. Коли вода проходить через фільтр, магнітне поле притягує до себе частинки, що містять металеві елементи, а також деякі органічні та неорганічні забруднювачі. Це дозволяє зменшити вміст шкідливих речовин у воді, підвищуючи її якість [6].

Магнітні фільтри здатні затримувати навіть найменші частки забруднень, які можуть проходити через традиційні механічні фільтри. Це робить їх надзвичайно корисними для доочистки води, особливо в регіонах з високим рівнем забруднення. Вони не потребують використання хімічних реагентів, що може бути небезпечним для навколишнього середовища. Це важливо в умовах зростаючої екологічної свідомості. Хоча початкові витрати на установку магнітних фільтрів можуть бути вищими, їхня довговічність і низькі експлуатаційні витрати роблять їх вигідними в довгостроковій перспективі.

Магнітні фільтри представляють собою інноваційний і ефективний метод доочистки води, який може суттєво поліпшити якість водних ресурсів. Їхні переваги, такі як висока ефективність, екологічність та економічність, роблять їх цінним інструментом у процесі

3.2 Очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства методом магнітної сепарації

Для оцінки витрат на впровадження технології магнітної сепарації на прикладі українського нафтопереробного заводу, розглянемо наступні основні компоненти витрат:

— капітальні витрати. Включають вартість обладнання, монтажу та налаштування системи магнітної сепарації. Приблизна вартість магнітного

сепаратора може коливатися від 100 000 до 500 000 гривень в залежності від його потужності та складності;

– операційні витрати. Витрати на електроенергію, обслуговування та ремонт обладнання. Наприклад, якщо магнітний сепаратор споживає 10 кВт електроенергії, то при тарифі 3 гривні за кВт/год витрати на електроенергію становитимуть 30 гривень на годину. Якщо установка працює 24 години на добу, то місячні витрати складуть: [30 , \text{грн/год} \times 24 , \text{год} \times 30 , \text{днів} = 21 600 , \text{грн}];

– витрати на обслуговування. Передбачають регулярну перевірку та обслуговування обладнання, що може становити приблизно 10% від капітальних витрат щорічно;

– витрати на навчання персоналу. Можуть включати курси та тренінги для операторів. Приблизно 20 000 гривень на рік.

Розглянемо приклад:

Капітальні витрати: 300 000 гривень

Операційні витрати: 21 600 гривень на місяць, тобто 259 200 гривень на рік

Витрати на обслуговування: 30 000 гривень на рік

Витрати на навчання персоналу: 20 000 гривень на рік

Сумарні витрати за перший рік становитимуть: [300 000 + 259 200 + 30 000 + 20 000 = 609 200 , {грн}]

Таким чином, впровадження технології магнітної сепарації для очищення стічних вод нафтопереробних підприємств є ефективним та економічно доцільним рішенням. Хоча початкові витрати можуть бути значними, з огляду на довгострокову вигоду, зменшення забруднення навколишнього середовища та дотримання екологічних стандартів, така інвестиція є виправданою. Технологія магнітної сепарації може стати важливим кроком у напрямку сталого розвитку нафтопереробної галузі в Україні.

Одним із яскравих прикладів використання магнітної сепарації є проект очищення стічних вод на одному з нафтопереробних заводів в Україні. У рамках

проекту було встановлено динамічні магнітні сепаратори, які дозволили знизити вміст нафтових забруднень у стічних водах до нормативних показників. Завдяки цьому, підприємство змогло зменшити негативний вплив на навколишнє середовище і покращити якість води, що скидається в річки. Власне іншим прикладом є використання магнітних фільтрів у комбінованих системах очищення, де магнітна сепарація поєднується з іншими методами, такими як флотація чи біологічне очищення. Це забезпечує комплексний підхід до очищення стічних вод, що підвищує ефективність процесу [24].

Отже, магнітна сепарація є ефективним методом очищення стічних вод від нафтопереробних підприємств завдяки своїм фізичним принципам і технологічним можливостям. Вона дозволяє не тільки видаляти нафтові забруднення, але й зменшувати вміст важких металів, що робить її важливим інструментом у забезпеченні екологічної безпеки. Впровадження сучасних технологій магнітної сепарації сприяє покращенню якості водних ресурсів та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище, що є пріоритетом у діяльності сучасних нафтопереробних підприємств.

Розглянемо тепер недоліки магнітної сепарації у даному процесі.

Магнітна сепарація ефективна лише для певних типів забруднень, які мають магнітні властивості. Це може обмежити її застосування в деяких випадках, коли забруднення не містить магнітних частинок [9]. Первісні витрати на придбання та встановлення магнітних сепараторів можуть бути значними, що може стати перешкодою для впровадження цієї технології на підприємствах з обмеженим бюджетом. У деяких випадках стічні води можуть вимагати попередньої обробки для видалення великих часток або колоїдних забруднень, що може додатково ускладнити процес очищення. Магнітні сепаратори потребують регулярного обслуговування для забезпечення їх ефективної роботи, що може вимагати додаткових витрат на технічне обслуговування та ремонт [36].

У порівнянні з традиційними методами, магнітна сепарація демонструє значні переваги у видаленні нафтопродуктів та важких металів. Наприклад, в

Україні нафтопереробне підприємство «Укртатнафта» вже впроваджує технології магнітної сепарації, що дозволяє зменшити забрудненість стічних вод і відповідати екологічним стандартам.

Водночас, традиційні методи, такі як коагуляція, можуть бути ефективними для видалення великих часток, але часто не здатні адекватно вирішити проблему з розчинними забруднювачами. Також, біологічні методи мають обмежений спектр дії та тривалий час очищення, що не завжди відповідає потребам промисловості.

Розглянемо також зарубіжний досвід очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства методом магнітної сепарації. У Японії магнітна сепарація була впроваджена на ряді нафтопереробних підприємств. Наприклад, у компанії JX Nippon Oil & Energy була розроблена система, що поєднує магнітну сепарацію з традиційними методами очищення. Завдяки цьому вдалося досягти зменшення рівня забруднень на 80%, що суттєво покращило якість стічних вод [15].

Тайвань став піонером у впровадженні магнітної сепарації для очищення стічних вод. У 2018 р. на одному з найбільших нафтопереробних підприємств у країні було реалізовано проект з впровадження системи магнітної сепарації. Проект був націлений на зменшення викидів забруднюючих речовин у річки, що оточують підприємство. Відповідно до результатів досліджень, проведених після впровадження системи, було досягнуто значного зменшення рівня забруднення води. Наприклад, вміст важких металів у стічних водах зменшився на 70%, а концентрація нафтопродуктів знизилася на 50%. Ці результати підтвердили ефективність магнітної сепарації у зменшенні негативного впливу на навколишнє середовище [27].

Китай активно впроваджує новітні технології очищення стічних вод, зокрема магнітну сепарацію. Приклади успішного застосування цього методу можна знайти в кількох нафтопереробних підприємствах. Нафтопереробний завод у Шанхаї, так, у 2021 р. на цьому підприємстві було реалізовано проект

впровадження магнітної сепарації для очищення стічних вод. Завдяки використанню інноваційного магнітного сепаратора вдалося зменшити вміст нафтопродуктів у стічних водах на 90%. Це не лише зменшило забруднення навколишнього середовища, але й дозволило знизити витрати на подальшу очистку. Проект у провінції Шаньдун. Власне у рамках національної програми з покращення якості води, нафтопереробне підприємство в Шаньдуні впровадило модифіковану систему магнітної сепарації, яка дозволяє обробляти великі обсяги стічних вод. Результати показали, що метод є ефективним для видалення важких металів та органічних забруднювачів, що досить часто супроводжують нафтопродукти.

У Сполучених Штатах компанія «Magnetic Separation Technologies» реалізувала проект очищення стічних вод на базі магнітної сепарації. За допомогою магнітних фільтрів були видалені важкі метали, такі як свинець і кадмій, з рівнем ефективності до 95%. Дана технологія дозволила знизити викиди забруднюючих речовин у водойми, що сприяло покращенню екологічної ситуації в регіоні. У Німеччині був реалізований проект з очищення стічних вод від нафтопереробного заводу у Гамбурзі. Використання магнітної сепарації у комбінації з біологічними методами очищення дозволило знизити концентрацію нафтопродуктів у стічних водах до безпечного рівня. Це стало можливим завдяки впровадженню нових магнітних фільтрів, які ефективно витягували забруднення [36].

Швеція впровадила технології магнітної сепарації на декількох нафтопереробних підприємствах, зокрема на заводі Preem у Гетеборзі. Тут було реалізовано проект, що передбачав установку магнітних сепараторів для очищення стічних вод. У результаті впровадження цієї технології вдалося знизити вміст важких металів у стічних водах на 70%, що значно перевищує міжнародні стандарти [10]. Також шведська компанія «AquaSolutions» розробила модифіковану версію магнітних сепараторів, що дозволяє очищати воду не лише від металів, а й від органічних забруднювачів. Ця технологія включає у себе

використання магнітних частинок, які здатні адсорбувати органічні сполуки, після чого їх легко видалити з води за допомогою магнітного поля.

Впровадження магнітної сепарації не лише покращує якість очищення стічних вод, але й має значні екологічні та економічні переваги. Зменшення забруднення води сприяє збереженню екосистеми, покращує якість води в ріках і водоймах, а також знижує ризики для здоров'я населення. З економічної точки зору, використання магнітної сепарації дозволяє зменшити витрати на подальшу очистку та утилізацію відходів. Наприклад, на заводі Preem за рахунок зменшення обсягів небезпечних відходів вдалося заощадити до 30% витрат на їх утилізацію.

Сінгапур, будучи важливим світовим центром нафтопереробки, зіткнувся з необхідністю впровадження ефективних технологій очищення стічних вод. У 2015 р. в країні було реалізовано проект, що передбачає використання магнітної сепарації для очищення стічних вод від нафтопереробних підприємств. Цей проект став частиною більш широкої стратегії управління водними ресурсами, що включає збереження, повторне використання та очищення води. Одним із прикладів успішного застосування магнітної сепарації є співпраця між урядом Сінгапуру та університетами, які проводять дослідження у цій галузі. За даними досліджень, магнітна сепарація дозволила знизити концентрацію забруднюючих речовин у стічних водах на 90%. Це досягнення стало можливим завдяки інтеграції новітніх технологій, які дозволяють ефективно відокремлювати магнітні частинки від води [22].

Саудівська Аравія також досить активно впроваджує новітні технології в сфері очищення стічних вод. Одним з яскравих прикладів є проект нафтопереробного заводу в Джубайлі, де використовуються магнітні сепаратори для очищення стічних вод. Завдяки цій технології підприємство змогло значно знизити викиди забруднюючих речовин у навколишнє середовище, що позитивно вплинуло на екологічну ситуацію в регіоні. Іншим прикладом є дослідження, проведене в Університеті короля Абдалли, де вивчали ефективність магнітної сепарації для очищення стічних вод, що містять нафтові забруднення. Результати

показали, що магнітна сепарація може бути використана як первинний етап очищення, що дозволяє зменшити навантаження на наступні технології.

Таким чином, магнітна сепарація є перспективним методом очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства, що має ряд переваг у порівнянні з традиційними методами. Її висока ефективність, можливість автоматизації та мінімізація вторинних відходів роблять її привабливим вибором для сучасної промисловості. Проте, для широкого впровадження цього методу в Україні необхідно провести додаткові дослідження й розробки, щоб знизити витрати на обладнання і підвищити його доступність для вітчизняних нафтопереробних підприємств.

РОЗДІЛ 4
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці в хімічній лабораторії

Охорона праці в хімічній лабораторії є надзвичайно важливим аспектом, оскільки робота з хімічними речовинами може супроводжуватися різноманітними ризиками для здоров'я та безпеки як працівників, так і навколишнього середовища. Хімічні лабораторії часто використовують токсичні, корозійні, вибухонебезпечні та легкозаймисті речовини, що вимагає дотримання суворих норм і правил безпеки. Забезпечення належних умов праці, впровадження системи контролю ризиків, а також навчання персоналу основам безпеки є ключовими елементами запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням. Важливо розуміти, що охорона праці – це не лише дотримання законодавчих норм, але й відповідальність кожного працівника за власну безпеку та безпеку колег. У даному параграфі буде розглянуто основні принципи охорони праці в хімічній лабораторії, включаючи ідентифікацію небезпек, оцінку ризиків, організацію робочого місця, а також заходи реагування на надзвичайні ситуації. Знання і дотримання цих принципів є запорукою ефективної та безпечної роботи в лабораторії, що, у свою чергу, сприяє досягненню наукових результатів без шкоди для здоров'я [30].

При виконанні робіт у хімічних лабораторіях слід дотримуватися вимог НПАОП 73.1-1.06-77 «Основні правила безпечної праці в хімічних лабораторіях».

Усі роботи, що супроводжуються виділенням небезпечних парів або газів, повинні виконуватися у витяжній шафі.

Не допускається проведення таких робіт за умов поганої або закритої вентиляції.

Ні в якому разі не слід зберігати реактиви без етикеток, які містять інформацію про назву та склад речовини. Безлад у лабораторних коридорах і проходах, а також у зоні зберігання протипожежного інвентарю є неприпустимим.

Забороняється зберігати та переносити продукти харчування в межах хімічної лабораторії.

При роботі в нічний та вечірній час у лабораторії повинні бути присутніми не менше двох осіб, одна з яких має бути призначена головною.

Працівники, які виконують нові види робіт із легкозаймистими та вибухонебезпечними матеріалами, зобов'язані пройти початковий інструктаж з техніки безпеки, гігієни праці та пожежної безпеки від свого керівника.

До зберігання небезпечних речовин пред'являються специфічні вимоги. Загальна кількість легкозаймистих рідин, що можуть зберігатися в приміщенні, не повинна перевищувати добової потреби.

Основні запаси цих речовин мають зберігатися в спеціально відведених складах. Зберігати легкозаймисті рідини в пластикових ємностях категорично заборонено.

Сильно отруйні речовини, такі як миш'як та його сполуки, а також синильна кислота і її солі, повинні зберігатися в герметичних шафах або залізних ящиках з замками у спеціально визначених для цього місцях [16].

Ємності з отруйними речовинами мають бути марковані яскравими етикетками з чітким написом «Отрута!» та назвою речовини. Відповідальність за облік, зберігання та використання сильнодіючих і отруйних речовин покладається на персонал, визначений підприємством (установою, організацією).

Як вже зазначалося, охорона праці в хімічних лабораторіях є критично важливим аспектом наукової діяльності, що безпосередньо впливає на безпеку працівників, ефективність досліджень та збереження навколишнього середовища.

В умовах війни з Росією, яка триває з 2014 р., а з 2022 р. набула нових обертів, ситуація в Україні стає ще більш складною. Війна створює численні

виклики для охорони праці, зокрема в галузі хімії, де небезпечні речовини і реагенти можуть становити загрозу не лише для працівників лабораторій, але й для населення та довкілля. Перш за все, війна впливає на інфраструктуру.

Бомбардування, обстріли та руйнування можуть призводити до витоків небезпечних речовин, аварійних ситуацій та загрози для життя людей. В умовах війни важливо забезпечити безперервність роботи лабораторій, проте це часто ускладнюється нестачею ресурсів, відсутністю доступу до обладнання та матеріалів, а також необхідністю евакуації персоналу.

По-друге, в умовах війни зростає психологічний тягар на працівників хімічних лабораторій. Постійний стрес, тривога і невизначеність можуть призводити до збільшення кількості помилок, що в свою чергу підвищує ризик нещасних випадків. Психологічна підтримка персоналу стає невід'ємною частиною системи охорони праці [2].

По-третє, необхідність дотримання безпеки в умовах воєнних дій вимагає перегляду існуючих заходів охорони праці. Важливо адаптувати інструкції та протоколи безпеки до нових умов, що включає підготовку до можливих аварійних ситуацій, навчання персоналу та забезпечення доступу до засобів захисту.

У відповідь на виклики, які постають перед хімічними лабораторіями в умовах війни, необхідно вжити низку заходів.

По-перше, важливо розробити та впровадити спеціальні плани евакуації, які враховують специфіку роботи лабораторій. Це включає в себе чіткі маршрути евакуації, призначення відповідальних осіб та регулярні навчання.

По-друге, необхідно забезпечити належний рівень обслуговування обладнання та систем безпеки. Регулярні перевірки та технічне обслуговування можуть запобігти аварійним ситуаціям, пов'язаним з несправністю обладнання. По-третє, важливо забезпечити персонал засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) та навчити їх правильно використовувати ці засоби. Це може включати не лише захисні окуляри та рукавички, але й спеціалізовані костюми для роботи з небезпечними речовинами.

4.2. Безпека життєдіяльності при пожежах на підприємстві

Пожежа є однією з найбільш небезпечних надзвичайних ситуацій, які можуть виникнути на підприємствах різного профілю. Вона здатна призвести до значних матеріальних втрат, знищення обладнання, а також загрози життю та здоров'ю працівників. В умовах сучасного виробництва, де використовуються різноманітні горючі матеріали та складні технологічні процеси, питання безпеки життєдіяльності набуває особливої актуальності. Забезпечення пожежної безпеки на підприємстві вимагає комплексного підходу, що включає не лише технічні та організаційні заходи, але й навчання персоналу, створення чіткої системи реагування на надзвичайні ситуації та впровадження сучасних технологій для виявлення та гасіння пожеж. У даному контексті важливу роль відіграють нормативно-правові акти, що регламентують вимоги до пожежної безпеки, а також системи управління ризиками.

Пожежа є неконтрольованим руйнівним процесом, що супроводжується виділенням тепла і може призвести до значних матеріальних збитків, а також загрози здоров’ю і життю людей. Основними причинами виникнення пожеж можуть бути:

— порушення правил експлуатації електричного обладнання або його несправність;

— недотримання норм пожежної безпеки, таких як куріння в заборонених місцях, розпалювання вогню тощо;

— невідповідність технічним регламентам;

— необережне поводження з вогнем [31].

Пожежна небезпека включає в себе такі фактори: високу температуру, погану видимість та продукти горіння.

Вибух – це явище, при якому за короткий проміжок часу виділяється велика кількість теплової енергії. Наслідки вибуху можуть включати утворення ударної

хвилі, що викликає механічні пошкодження оточуючих об'єктів. Основними факторами вибуху є ударна хвиля та осколки, що виникають при руйнуванні [20].

У разі виникнення пожежі працівники повинні вжити такі заходи:

– при загрозі вибуху лягти на землю, прикрити голову руками та триматися подалі від вікон, скляних дверей, проходів або сходів;

– не панікувати під час вибуху, при необхідності надати першу допомогу.

При виявленні перших ознак пожежі (дим, запах гару тощо) слід:

– негайно зателефонувати до пожежної охорони (за номером «101»), вказавши адресу та місце виникнення пожежі, а також свої особисті дані;

– швидко евакуювати людей, якщо це можливо [16].

Якщо загорівся одяг на людині, необхідно швидко обмежити доступ кисню, зняти одяг та притиснути його. Після прибуття на місце пожежі керівники та уповноважені працівники з охорони праці повинні:

– знову зв’язатися з пожежною частиною та повідомити керівництво про пожежу;

– терміново евакуювати всіх людей;

– перевірити працездатність системи протипожежного захисту;

– при необхідності відключити електропостачання та вжити всі можливі заходи протипожежної безпеки;

– негайно припинити будь-яку виробничу діяльність, крім тієї, що стосується протипожежних заходів;

– вивести з небезпечної зони всіх працівників, окрім тих, хто залучений до ліквідації пожежі. Евакуація має проводитися відповідно до затвердженого плану в разі надзвичайної ситуації;

– вжити заходів для локалізації пожежі до прибуття рятувальних служб;

– за можливості вжити заходів для захисту матеріальних цінностей;

– організувати та контролювати найшвидший і найефективніший під’їзд для пожежних;

– у разі наявності небезпечних або вибухонебезпечних матеріалів на підприємстві, повідомити про це рятувальників [2].

В умовах війни з Росією, питання безпеки життєдіяльності на підприємствах стає особливо актуальним, адже військові дії несуть загрози не лише для життя людей, а й для інфраструктури та виробництв. Пожежі, як одна з найпоширеніших надзвичайних ситуацій, можуть виникати внаслідок бойових дій, а також через недотримання норм безпеки в умовах стресу та нестабільності.

Перш за все, важливо розуміти, що пожежа на підприємстві може призвести до значних матеріальних втрат, а також загрозити здоров'ю та життю працівників. Тому необхідно запроваджувати і підтримувати системи управління безпекою, які враховують специфіку воєнного часу. Це включає проведення регулярних навчань, розробку чітких планів евакуації та забезпечення доступу до засобів пожежогасіння.

Однією з ключових складових безпеки є навчання персоналу. У ситуації війни, коли можливості отримання інформації та навчання можуть бути обмежені, важливо забезпечити, щоб усі співробітники знали, як діяти в разі пожежі. Це може включати тренінги з використання вогнегасників, знання про евакуаційні шляхи та порядок дій у разі надзвичайної ситуації. Крім того, підприємства повинні забезпечити наявність відповідних засобів пожежогасіння та системи сигналізації.

В умовах війни, коли перебої в постачанні можуть стати звичним явищем, важливо мати запасні системи та альтернативні плани дій. Це може включати, наприклад, резервні засоби пожежогасіння, які можна використовувати в разі відсутності електрики або інших ресурсів.

Не менш важливим є і питання організації території підприємства. В умовах військових дій, підприємства можуть бути під загрозою не лише з боку вогню, але й з боку руйнувань інфраструктури. Тому організація безпечних зон для зберігання легкозаймистих матеріалів, а також створення вільних від перешкод шляхів евакуації стають життєво важливими.

У випадку виникнення пожежі, важливо мати чіткий алгоритм дій. Це включає своєчасне сповіщення про пожежу, евакуацію працівників, а також взаємодію з пожежними службами. Умови війни можуть ускладнити цю взаємодію, тому підприємства повинні мати альтернативні способи зв'язку для оперативного реагування.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що безпека життєдіяльності на нафтопереробних підприємствах в умовах війни з Росією є комплексним завданням, яке вимагає системного підходу. Важливо не лише запроваджувати технічні рішення, але й формувати культуру безпеки серед працівників. Лише спільними зусиллями можна зменшити ризики та забезпечити безпечні умови праці навіть у найскладніших обставинах.

ВИСНОВКИ

Результати проведеного дослідження технології очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства методом магнітної сепарації дозволили сформулювати наступні положення.

Нафтопереробна галузь України є важливою складовою національної економіки, яка забезпечує не лише внутрішні потреби в паливі, але й має значний вплив на зовнішню торгівлю та енергетичну безпеку країни. Нафтопереробна промисловість України має глибокі корені, які беруть початок з початку 20-го століття. Після здобуття незалежності у 1991 р., галузь зазнала значних змін: від приватизації підприємств до інтеграції в міжнародні енергетичні системи. Основними гравцями на ринку стали великі промислові холдинги, що зумовило консолидацію потужностей та інвестицій.

Нафтопереробна галузь України складається з декількох ключових елементів: нафтопереробних заводів, системи транспортування нафти та нафтопродуктів, а також мережі розподілу.

Основні нафтопереробні заводи зосереджені в Одеській, Харківській та Дніпропетровській областях. Вони здатні переробляти значні обсяги нафти, але відзначаються застарілим обладнанням та технологіями, що знижує їхню конкурентоспроможність.

Нафтопереробна галузь також стикається з серйозними екологічними викликами. Викиди забруднюючих речовин, небезпечні відходи та ризики аварій є нагальними проблемами, які потребують термінового вирішення. Впровадження нових екологічних норм та технологій може суттєво знизити негативний вплив на довкілля.

Сучасна промислова діяльність, зокрема нафтопереробка, супроводжується утворенням значних обсягів стічних вод, які містять небезпечні забруднювачі. Ці забруднювачі можуть негативно впливати на екосистеми, водні ресурси та

здоров'я людей. Тому очищення стічних вод є важливою задачею для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку.

Першим етапом очищення стічних вод є фізичні методи, які включають механічне відділення забруднень. Ці методи зазвичай передують хімічним і біологічним процесам. Основними фізичними методами є: осадження – застосування гравітаційних сепараторів дозволяє відокремити важкі частинки, такі як пісок і мул, що осідають на дно. Фільтрація – використання фільтрів різних типів дозволяє видалити суспензії та колоїдні частинки.

Хімічні методи очищення є надзвичайно важливими для усунення розчинених забруднювачів. Вони включають: нейтралізацію – за допомогою кислот або лугів нейтралізують забруднюючі речовини, що мають агресивний pH. Окислення – застосування окисників (наприклад, перманганату калію або хлору) для розкладання органічних забруднень на менш токсичні сполуки. Угрупування – додавання коагулянтів, які сприяють агрегації дрібних часток у більші, що полегшує їх видалення.

Біологічні методи очищення стічних вод є ефективними у видаленні органічних забруднень. Вони ґрунтуються на використанні мікроорганізмів для розщеплення органічних сполук. Основні біологічні процеси включають: аеробне очищення – використання аеробних мікроорганізмів, які потребують кисню для метаболізму органічних речовин. Цей метод широко застосовується у біологічних реакторах. Анаеробне очищення – застосування анаеробних мікроорганізмів, які функціонують без кисню. Це дозволяє ефективно перетворювати органічні речовини на метан та інші гази, які можуть бути використані як енергетичні ресурси.

Одним із перспективних методів очищення стічних вод від нафтопереробного підприємства є магнітна сепарація, яка дозволяє ефективно видаляти забруднюючі речовини за рахунок використання магнітних властивостей матеріалів. Магнітна сепарація заснована на різниці в магнітних властивостях часток, що дозволяє розділяти їх у рідкій середовищі. Даний метод

може бути застосований для видалення як ферромагнітних, так і парамагнітних забруднювачів. В процесі магнітної сепарації стічні води подаються на магнітний сепаратор, де частки з високою магнітною проникністю, такі як залізо або інші метали, під впливом магнітного поля відокремлюються від рідини.

Магнітна сепарація має кілька суттєвих переваг у порівнянні з традиційними методами очищення стічних вод: екологічність.

Даний метод не вимагає використання хімічних реагентів, що зменшує ризик вторинного забруднення; ефективність. Магнітні сепаратори здатні видаляти навіть дрібні частки, що робить їх ефективними для очищення води від нафтопродуктів; економічність. Зниження витрат на хімічні реагенти та енергію, а також можливість повторного використання очищених вод, що зменшує загальні витрати на обробку; можливість автоматизації. Системи магнітної сепарації легко інтегруються в автоматизовані технологічні процеси.

Нафтопереробні підприємства генерують стічні води, які містять значні обсяги нафтопродуктів, важких металів та інших забруднювачів. Використання магнітної сепарації в процесі обробки таких вод може суттєво знизити рівень забруднення.

В дослідженнях було виявлено, що магнітні сепаратори здатні видаляти до 90% нафтопродуктів і важких металів з стічних вод, що робить цей метод одним з найбільш перспективних для очищення. Незважаючи на численні переваги, впровадження магнітної сепарації у нафтопереробну промисловість стикається з певними викликами.

По-перше, необхідність у подальших дослідженнях для оптимізації технологічних параметрів та підбору матеріалів для магнітних сепараторів.

По-друге, важливим є питання економічної доцільності впровадження даного методу на існуючих підприємствах.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія очистки промислових стічних вод» для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.060103 – Гідротехніка (Водні ресурси), фахове спрямування «Раціональне використання і охорона водних ресурсів». Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 73 с.

2. Безпека життєдіяльності та охорона праці : підручник / В. В. Сокуренко, О. М. Бандурка, С. М. Бортник та ін. ; за заг. ред. В. В. Сокуренка ; Харків. нац. ун-т внутр. справ. Харків : ХНУВС, 2021. 308 с.

3. Бобильов Ю.В., Бригадиренко В.В., Булахов В.Л. та ін. Екологія : підручник для вузів. Харків: Фоліо, 2014. 672 с.

4. Бойченко С. В. Оцінка екологічного впливу нафтопереробного підприємства на навколишнє середовище : Енергетика: технології, екологія. № 4, 2016. С. 71-74.

5. Бондар О. І., Барановська В. Є., Єресько О. В. та ін. Е 457 Екологічна освіта для сталого розвитку у запитаннях та відповідях : науково-методичний посібник для вчителів. Херсон : Грінь Д.С., 2015. 228 с.

6. Вдовенко С. В. Технологічні та екологічні проблеми у процесі каналізування стічних вод НПЗ. 2019. № 1. С. 39-43.

7. Властивості нафти та нафтопродуктів : навч. посіб. / О. В. Давітая та ін.; за ред. О. В. Давітая. Кременчук : КЛК ХНУВС, 2019. 74 с.

8. Волканін Є. Є. Магнітні наночастинки: методи отримання, властивості, магнітна сепарація та Technical sciences ISSN 2307-5732270 Herald of Khmelnytskyi national university. Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. 2008. Вип. 6/2008 (53), част. 2. С. 39-43.

9. Волошина Н.О. Екологія Частина ІІ: навчальний посібник. К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2020. 219 с.

10. Гандзюра В.П. Екологія. Навчальний посібник. Видання 3-тє, перероблене і доповнене. К.: ТОВ «Сталь», 2012. 390 с.

11. Гринчук Д. І. Аналіз стану і тенденцій розвитку ринку нафти і нафтопродуктів (національний аспект) : Тернопільський національний економічний університет, 2017 р. URL: http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/30276/1/%D0%93%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%87%D1%83%D0%BA%20%D0%94.%D0%86._%D0%95%D0%9A21.pdf

12. Джигирей В.С. «Екологія та охорона навколишнього природного середовища»:Навч.посіб.-5-те вид. випр. і доп.-К.: Т-во «Знання», КОО, 2007. С. 33-37.

13. Екологічна енциклопедія: У 3 т./ Редколегія: А.В. Толстоухов (головний редактор) та ін. К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2006–2008. С. 113-118.

14. Екологія, природокористування та охорона навколишнього середовища: прикладні аспекти: матер. VI Всеукр. наук.-практ. заоч. конф., м. Київ, 16 травня 2023 р. / за заг. ред. Х.С. Мітюшкіної. Київ: МДУ, 2023. 108 с.

15. Залеський І. І. Екологія людини: підручник. Рівне, 2013. 385 с.

16. Запорожець О. І., Протоєрейський О. С., Франчук Г. М., Боровик І. М. Основи охорони праці. Підручник. К.: Центр учбової літератури, 2009. 264 с.

17. Зима О. Є. Нафтогазова промисловість в Україні в умовах війни: проблеми та перспективи розвитку економіки : Матеріали XII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Національний університет «Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка», 2022. С. 57-63.

18. Іванченко А. В., & Хавікова, К. Є. Дослідження процесу вилучення фенолів із промислових рідких середовищ. In Наукова думка сучасності і

майбутнього: зб. матеріалів доп. учасн. XXII Міжнар. наук.- практ. конф. Дніпро. 2018. С. 55-59.

19. Іщук Ю. Л. Біорозщеплюваність нафтопродуктів і проблеми біосфери. Нафтова і газова промисловість. 2004. № 1. С. 24-28.

20. Керб Л. П. Основи охорони праці: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. К.: КНЕУ, 2001. 252 с.

21. Курта С. А. Основи нафтохімії. Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2020. 193 с.

22.Лесик В. М. Статистичний аналіз ринку нафтопродуктів: автореф. дис. на здобуття канд. екон. наук: спец. 08.00.09 «Бухгалтерський облік, аналіз та аудит» КНЕУ. К.: 2007. 20 с.

23. Лико Д. В., Лико С. М., Портухай О. І. Екологія : навчальний посібник. Херсон: Олді-плюс, 2016. 304 с.

24. Магнітні сепаратори: принципи та повсякденне застосування. URL: https://ua.gme-magnet.com/info/magnetic-separators-principles-and-everyday-a-93215681.html

25. Мальований М.С., Боголюбов В.М., Шаніна Т.П., Шмандій В.М., Сафранов Т.А. Техноекологія: підручник. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2013. 424 с.

26. Нестер А. А. Стічні води підприємств та їх очищення : монографія. Хмельницький : ХНУ, 2008. 171 с.

27. Олійник Я. Б., Шищенко П. Г., Гавриленко О. П. Основи екології: підручник. К.: Знання, 2012. 558 с.

28. Основи нафтогазової справи / В. С. Білецький, В. М. Орловський, В. І. Дмитренко, А. М. Похилко. Полтава : ПолтНТУ ; Київ : ФОП Халіков Р. Х., 2017. 312 с.

29. Основні проблеми українського ринку нафти та нафтопродуктів. Пропозиції щодо їх подолання. URL: http://lnu.com.ua

30. Охорона праці в нафтогазовій галузі : навч. посібник / за ред. професора МНТУ Г. М. Лисяного. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2015. С. 28-34.

31. Охорона праці в галузі: Конспект лекцій / укл.:Сівак В.К, Солодкий В.Д., Пантело І.М. Чернівці: Чернівецький нац.ун-т, 2010. С.24-27.

32. Петрик М. П. Управління природоохоронною діяльністю : підручник для студентів вищих навчальних закладів. Луцьк : Видавництво «Волинська обласна друкарня», 2007. 316 с.

33. Поверхневі явища та дисперсні системи: лабораторний практикум / уклад.:Іванов С.В, Чумак В.Л., Максимюк М.Р.-К.:. вид-во Нац.авіац. ун-ту «НАУ друк», 2009. 64 с.

34. Процеси та апарати природоохоронних технологій : підручник : у 2 т. / Л. Д. Пляцук, Р. А. Васькін, В. П. Шапорев та ін. Суми : Сумський державний університет, 2017. Т. 2. 521 с.

35. Січевий О. В., & Левицька, О. Г. Забруднення поверхневих вод нафтопродуктами та шляхи його зниження. 2016. С. 39-43.

36. Склабінський В. І. Технологічні лінії та комплекси нафто- і газопереробних виробництв : навчальний посібник Суми : Сумський державний університет, 2023. 516 с.

37. Смирнов В. О. Флотаційні методи збагачення корисних копалин. Донецьк : Східний видавничий дім, 2010. С. 60-62.

38. Снєжкін Ю. Ф., Петрова, Ж. О., Пазюк, В. М., & Новікова, Ю. П. Стан технологій очищення стічних вод в Україні та світі. Теплофізика та теплоенергетика. 2021.43 (1). С. 7-11.

39. Сорокіна К. Б. Теоретичні основи технології очистки води (Теоретичні основи водопідготовки) : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 128 с.

40. Суха проти мокрої магнітної сепарації. URL: https://ua.greatmagtech.com/info/dry-vs-wet-magnetic-separation-92505650.html

41. Технологічні основи нафто- та газопереробки: навчальний посібник / В.І. Склабінський, О.О.Ляпощенко, А.Є.Артюхов. Суми: Сумський державний університет, 2011. 186 с.

42. Технології очищення стічних вод переробних підприємств. URL: https://ecolog-ua.com/news/tehnologiyi-ochyshchennya-stichnyh-vod-pererobnyh-pidpryyemstv

43. Удосконалення технології очищення від нафтопродуктів, шляхом модифікації дисперсних сорбентів на основі бентонітових глин та черепашнику. URL:https://nupp.edu.ua/uploads/files/0/events/other/2020/02/ii-turekologia/roboti/106_%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%B1%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%96%D0%B2.docx]

44. Українська нафтогазова енциклопедія / А. М. Андрусяк та ін. ; за заг. ред. В. С. Іванишина. Львів : Сполом, 2015. 604 с.

45. Фик М. І., Хріпко О. І., Раєвський Я. О., Варавіна О. П. Розробка та експлуатація нафтових та нафтогазових родовищ: посібник для студ. ВНЗ / під ред. д-ра. техн. наук, проф. І. М. Фика. Харків, 2019. 149 с.

46. Хлєбніков М. В. Модернізація та дослідження системи керування процесом магнітної сепарації залізної руди. Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. Кропивницький : ЦНТУ, 2022. 89 с.

47. Хлієва О. Я. Основи нафтогазової справи : навч. посіб. Одеса : Одес. нац. акад. харч. технологій, 2017. 103 с.

48. Шапорев В. П. Спеціальне обладнання та процеси органічної хімії : підручник. Харків, 2013. 272 с.

49. 2D-моделювання при багатоваріантних розрахунках магнітної індукції в матрицях поліградієнтних електромагнітних сепараторів. URL: https://journals.snu.edu.ua/index.php/VisnikSNU/article/view/914/873