

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

УДК 631_371:621_31

ПОГОДЖЕНО

Директор ІНІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

проф. д.т.н. _____ КАПЛУН В.В.
(підпис)

«___» _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

доц. к.т.н. _____ ОКУШКО О.В.
(підпис)

«___» _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **«РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ
ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ОЧИСТКИ ОЛИВ»**

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

_____ К.Т.Н., ДОЦЕНТ
(науковий ступень та вчене звання)

_____ (підпис)

Усенко С.М.
(ПІБ)

Кервник магістерської роботи

_____ К.Т.Н., ДОЦЕНТ
(науковий ступень та вчене звання)

_____ (підпис)

Усенко С.М.
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Мельничук О.В.
(ПІБ)

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

к.т.н. доцент _____ Окушко О.В.
(підпис)

« ____ » _____ 2024

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

Мельнійчуку Олександр Валентиновичу

Спеціальність 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської роботи «Розробка та дослідження електротехнологічного комплексу очистки олив»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 26.09.2024 №1666”С”

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15.11.2024

Вихідні дані до магістерської роботи: «Сучасні методи очищення олив і тенденції їх розвитку, вплив електричних полів на забруднення».

Перелік питань, що підлягають дослідженню: Фізико-хімічні процеси під час очищення, оптимізація конструкції комплексу, розрахунок параметрів обладнання, забезпечення технічної безпеки та екологічності.

Дата видачі завдання 27.09.2024

Керівник магістерської роботи _____ Усенко С.М.
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ Мельнійчук О.В.
(підпис)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота присвячена аналізу, розробці та впровадженню електротехнологічного комплексу для очищення олив, що має важливе значення для забезпечення ефективної експлуатації обладнання та зменшення негативного впливу на довкілля.

Розробка та обґрунтування ефективного електротехнологічного комплексу для очищення олив з використанням електричних полів, що забезпечує зниження рівня забруднення, продовження терміну служби мастильних матеріалів і мінімізацію впливу на довкілля.

Об'єкт дослідження - процеси очищення мастильних олив від механічних, хімічних та інших забруднень.

Предмет дослідження - Вплив електричних полів на забруднюючі частки в оливах, фізико-хімічні процеси під час очищення, а також технічні рішення для створення комплексу очищення.

Методи дослідження - теоретичний аналіз літератури з сучасних методів очищення олив, експериментальне дослідження впливу електричних полів на різні типи забруднень, розрахунково-аналітичні методи для вибору параметрів обладнання, економічний аналіз ефективності розробленого комплексу.

Результати дипломної роботи свідчать про високу ефективність електротехнологічних методів очищення олив, які дозволяють суттєво зменшити кількість забруднюючих часток та підвищити якість регенерації мастильних матеріалів. Розроблений електротехнологічний комплекс забезпечує оптимальну взаємодію основних компонентів, економію енергії та ресурсів, а також відповідає вимогам технічної безпеки й охорони довкілля.

Економічна оцінка показала, що впровадження комплексу дозволяє скоротити витрати на придбання нових олив та зменшити екологічні ризики, пов'язані з утилізацією відпрацьованих матеріалів. Систематизований підхід до проектування та експлуатації такого обладнання сприяє підвищенню надійності технологічних процесів і створює перспективи для подальшого розвитку інновацій у сфері очищення рідин.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТА ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ОЛИВ.....	7
1.1. Огляд сучасних методів очищення та тенденції їх розвитку.....	7
1.2. Аналіз електротехнологічних методів очищення олив.....	24
1.3. Методи очищення рідин за допомогою електричних полів.....	28
1.4. Фізичні та хімічні процеси у електричному очищенні.....	30
1.5. Висновки до розділу 1.....	33
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ОЧИЩЕННЯ ОЛИВ.....	33
2.1. Структурна схема комплексу та опис його елементів.....	33
2.2. Вибір конструкції і розрахунок параметрів основних компонентів.....	52
2.3. Розрахунок потужності та параметрів електроприводів і насосного обладнання.....	55
2.4. Висновки до розділу 2.....	60
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ.....	61
3.1. Охорона праці та технічна безпека (включаючи заземлення, протипожежний захист, заходи з охорони довкілля).....	61
3.2. Витрати на розробку та впровадження комплексу.....	69
3.3. Оцінка економічної ефективності та прогноз економічного ефекту.....	74
3.4. Висновки до розділу 3.....	78
ВИСНОВОК.....	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	81

ВСТУП

Очищення оливи відіграє критичну роль у забезпеченні надійності та довговічності роботи різноманітного обладнання, що активно використовується в промислових галузях, енергетиці, транспорті та сільському господарстві.

З часом у складі оливи накопичуються різні забруднення: частки пилу, вода, продукти окислення та інші домішки, що призводить до погіршення характеристик оливи і зниження ефективності обладнання. Тому своєчасне та якісне очищення оливи дозволяє не тільки продовжити їх термін служби, але й забезпечити стабільність роботи обладнання, що знижує витрати на технічне обслуговування.

На сьогоднішній день існує широкий спектр методів очищення оливи, які спрямовані на видалення різних забруднюючих речовин з мінімальними втратами їхніх корисних властивостей. Одним із перспективних напрямків є застосування електричних полів для очищення оливи, оскільки цей метод дозволяє ефективно видаляти мікроскопічні частки, зменшуючи при цьому витрати енергії та знижуючи вплив на навколишнє середовище.

Вплив електричних полів на забруднення дає змогу створювати ефективні технології очищення, які водночас не погіршують основних властивостей оливи.

Метою даної дипломної роботи є аналіз існуючих методів очищення оливи та розробка електротехнологічного комплексу для їх очищення, який використовує електричні поля.

У роботі проведено огляд сучасних технологій, описано фізико-хімічні процеси, що відбуваються під час електричного очищення, розроблено та обґрунтовано конструкцію комплексу, а також здійснено техніко-економічну оцінку його ефективності.

Дослідження та розробки, наведені у цій роботі, сприятимуть удосконаленню методів очищення оливи і можуть бути застосовані на практиці для підвищення

надійності та ефективності технологічних процесів у різних галузях промисловості

РОЗДІЛ 1.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ОЛИВ

1.1. Огляд сучасних методів очищення та тенденції їх розвитку

Очищення оливи - важливий процес у багатьох галузях промисловості, особливо в енергетиці, машинобудуванні, харчовій промисловості та виробництві напоїв. Забруднене масло знижує ефективність роботи обладнання та негативно позначається на якості кінцевого продукту.

У зв'язку з цим удосконалення методів очищення нафти посідає дуже важливе місце в сучасних дослідженнях.

Основні методи очищення оливи:

Сьогодні існує кілька ключових методів очистки оливи, які застосовуються залежно від виду забруднення та вимог до чистоти оливи:

Фізико-хімічні методи:

Адсорбційна переробка нафти - це метод видалення забруднень із рідин і газів за допомогою адсорбентів, які адсорбують (поглинають) або піднімають на поверхню (адсорбують) шкідливі домішки[4]. У разі очищення нафти адсорбенти допомагають видалити тверді частинки, вологу, органічні та неорганічні домішки і розчинені речовини, які погіршують якість нафти.

Як працює адсорбційне очищення:

Адсорбційне очищення засноване на принципі фізико-хімічних взаємодій між адсорбентами і домішками. Адсорбенти мають високу пористість і велику питому поверхню, що дає їм змогу ефективно адсорбувати або притягувати забруднювальні речовини. Різні типи адсорбентів використовуються для конкретних забруднень, які можуть бути присутніми в нафті[6].

Типи адсорбентів для очищення від нафти:

- Активоване вугілля - один із найпоширеніших адсорбентів. Завдяки своїй пористій структурі воно має високу адсорбційну здатність. Активоване вугілля часто використовується для видалення органічних речовин, нафти, залишків важких металів та інших забруднювальних речовин.

- Силікагель - використовується для видалення води та інших полярних забруднень з нафти. Силікагель також ефективний для зневоднення нафти завдяки своїй пористій структурі та високій адсорбційній здатності до води.
- Алюмінієві гелі та цеоліти - матеріали з високою адсорбційною здатністю. Вони використовуються для видалення деяких хімічних сполук, які можуть виникати під час роботи з нафтою, таких як кислоти та луги. Цеоліти також можуть видаляти воду та іонні домішки.
- Полімерні адсорбенти - це новий тип адсорбентів, які можуть видаляти складні органічні сполуки завдяки своїй високій хімічній стійкості. Пориста структура може бути адаптована під конкретні потреби. Технологічні особливості сорбційної очистки

Процес поглинання та адсорбції: під час сорбційного очищення домішки можуть всмоктуватися в адсорбент (абсорбція) або осідати на поверхні (адсорбція). Наприклад, активоване вугілля може адсорбувати органічні сполуки, а силікагель активно вбирає воду[5].

Фільтрація через шар адсорбенту: масло проходить через шар адсорбенту, де відбувається поглинання або адсорбція забруднень. Фільтруючий матеріал може мати кілька шарів для захисту від різних типів забруднень: спочатку видаляються тверді частинки, потім вода і, нарешті, органічні частинки.

Термін використання адсорбенту: ємність адсорбенту обмежена. Після насичення їх необхідно замінити або регенерувати. Активоване вугілля можна регенерувати, наприклад, термічною або хімічною обробкою.

Переваги: та Недоліки: сорбційної очистки

Перевага:

- Висока ефективність при видаленні широкого спектру забруднень.
- Застосовність для різних типів масел (моторних, трансмісійних, гідравлічних).
- Відносна простота обладнання для сорбційної очистки.
- Можливість комбінування з іншими методами, такими як фільтрація, для досягнення максимальної чистоти масла.

Недоліки:

- Необхідність регулярної заміни або регенерації сорбенту збільшує експлуатаційні витрати.
- Можливість втрати деяких корисних властивостей масла через надмірну адсорбції;
- Утилізація використаних сорбентів може викликати додаткові екологічні проблеми.

Новий напрямок сорбційної очистки:

Сучасні дослідження сорбційного очищення спрямовані на розробку більш ефективних сорбентів, таких як наноматеріали та полімери з регульованою структурою. Наприклад, наноматеріали на основі графену мають високу адсорбційну здатність і можуть видаляти важкі метали та органічні домішки навіть у невеликих концентраціях. Це дозволяє зменшити кількість використовуваного адсорбенту і підвищити ефективність переробки нафти[11].

Коагуляція і флокуляція - це прості у використанні процеси, що використовуються для видалення дрібних домішок і частинок з рідин шляхом їх об'єднання в більші структури, ці методи широко використовуються для очищення води, харчової промисловості, видалення відходів і нафтопереробки.

Давайте детальніше розглянемо кожен з них:

1. Коагуляція

Коагуляція - це процес об'єднання колоїдних частинок або дрібних частинок у більші агломерати під впливом коагулянту (спеціальної хімічної речовини). У процесі коагуляції

- Коагулянт додається в рідину із зарядом, протилежним заряду частинок забруднення.
- Коагулянт нейтралізує поверхневий заряд частинок і послаблює відштовхування між ними.

- Частинки починають злипатися й утворюють більшу флокуляцію, яку легше видалити шляхом відстоювання або фільтрації.

Типові флокулянти включають солі алюмінію (наприклад, сульфат алюмінію), солі заліза (наприклад, хлорид заліза), поліелектроліти та органічні флокулянти. Вибір флокулянта залежить від типу рідини, властивостей забруднювача та умов процесу.

2. Флокуляція

- Флокуляція - це наступний етап флокуляції, метою якого є сприяння утворенню більших флокул (пластівців). У цьому процесі.
- Флокулянти - це речовини, які зв'язують флокульовані частинки у більші пластівці і додаються в рідину.
- Флокулянт зазвичай являє собою високомолекулярну полімерну речовину, яка утворює сітчасту структуру, що притягує і зв'язує флокульовані частинки разом.
- Пластівці стають досить великими, щоб осідати під дією сили тяжіння або видалятися механічним шляхом.

Типовими флокулянтами є високомолекулярні полімери, такі як поліакриламід, крохмаль і поліелектроліти. Флокулянти зв'язують частинки в об'ємні пластівці та полегшують їх подальше видалення.

Порівняння флокуляції та агломерації

- Механізм дії: флокуляція спрямована на нейтралізацію заряду дрібних частинок, а агломерація пов'язує агломеровані частинки у великі пластівці.
- Хімічні реагенти: для флокуляції зазвичай використовують солі металів, а для агломерації - полімери та поліелектроліти.
- Процеси: флокуляція є попереднім етапом; флокуляція сприяє агломерації частинок і полегшує седиментацію.

Застосування в нафтопереробці.

Коагуляція і флокуляція ефективні для видалення твердих частинок і колоїдних забруднень з оливи, покращуючи її прозорість і експлуатаційні

характеристики. Вони сприяють зменшенню кількості води, твердих частинок і мікроорганізмів у олії, що дає змогу повторно використовувати оливу або піддавати її подальшій обробці[1].

Механічні методи:

Відцентрова сепарація: відцентрова сепарація - це процес розділення компонентів рідини або суспензії на основі відмінностей у густині з використанням відцентрової сили, що виникає під час обертання рідини в спеціальному пристрої, який називається центрифугою.

Як працює відцентрова сепарація:

Відцентровий поділ відбувається в умовах високої швидкості обертання, за якої виникає відцентрова сила. У результаті частинки різних забруднень (як твердих, так і рідких) переміщуються або до стінок центрифуги, або до її дна, залежно від їхньої щільності.

Наслідки:

- Тверді частинки або компоненти з більш високою щільністю (наприклад, пил, металобрухт, шлам) рухаються до зовнішніх країв центрифуги.
- Менш щільні компоненти (наприклад, олія і вода) залишаються поблизу обертової осі.

Цей процес забезпечує ефективне відокремлення забруднювальних речовин і зменшує вміст твердих частинок і води в рідині.

Очищення нафти методом відцентрової сепарації

Відцентрова сепарація - один із найефективніших методів очищення нафти від механічних домішок і вологи. Оскільки густина нафти нижча за густину води і більшості забруднюючих речовин, цей метод забезпечує високий ступінь очищення.

Видалення механічних домішок: металевих частинок, пилу, шламу тощо, які можуть потрапити в нафту внаслідок зносу обладнання або впливу навколишнього середовища.

Видалення води: центрифуги ефективно відокремлюють воду від оливи, що важливо для поліпшення експлуатаційних характеристик оливи, таких як змащувальна здатність і в'язкість.

Видалення міжфазних забруднень: інші забруднення, викликані контактом оливи з різними хімічними речовинами, також можуть бути відокремлені за допомогою центрифугування.

Типи центрифуг для переробки нафти.

Дискові центрифуги: у цьому типі використовують тонкі диски для збільшення ефективної площі поверхні та швидкості розділення компонентів, а також для очищення олії від дуже дрібних частинок[29].

Центрифуги з розділенням фази: Використовуються для відділення рідких фаз з різною щільністю, наприклад, відділення води від оливи.

Переваги:

- Відцентрової сепарації.
- Швидкість і ефективність: процес протікає швидко і дає змогу видаляти дуже дрібні частинки (порівняно з іншими методами, такими як фільтрація).
- Низьке енергоспоживання: для центрифугування потрібно менше енергії порівняно з іншими методами, такими як відстоювання або фільтрація.
- Безпека та екологічність: не використовуються хімічні речовини, тому вони безпечні для навколишнього середовища.

Недоліки:

- Вартість обладнання: відцентровий поділ вимагає спеціалізованого обладнання і може бути дорожчим за інші методи очищення.
- Не завжди ефективно за дуже низьких температур: щільність деяких компонентів змінюється з температурою, що може знизити ефективність центрифугування.

Висновок: центрифугування є одним із найефективніших методів очищення оливи від механічних забруднень і води. Використання цього методу дає змогу значно подовжити термін служби оливи та підвищити ефективність роботи технічного обладнання. Хоча цей метод вимагає спеціального обладнання та

певних витрат, такі його Переваги: як висока ефективність і висока швидкість, роблять його важливим інструментом в індустрії очищення олив.

Фільтрація заснована на використанні фільтрувальних матеріалів, через які пропускаються рідини або гази. У міру проходження рідини через фільтр тверді частинки затримуються на поверхні або в порах фільтра, і очищена рідина продовжує рухатися через фільтр. Залежно від розміру частинок, що відокремлюються, використовуються різні типи фільтрів[15].

Типи фільтрації:

1. Механічна фільтрація:

- Використовується для видалення з рідин великих і середніх часток (піску, пилу, стружки, волокон).
- Використовуються звичайні фільтри, які можуть бути виготовлені з тканини, металу, паперу або полімеру.

2. Глибока фільтрація:

- Цей тип фільтрації використовується для високоефективного відділення дрібних частинок і забруднень.
- Дрібнопористі та багат шарові фільтри можуть відокремлювати частинки розміром менше мікрона.

3. Мембранна фільтрація:

- Спеціальні мембрани з дуже дрібними порами використовуються для відокремлення дуже дрібних частинок, таких як віруси, бактерії та молекули деяких хімічних сполук.
- Мембранні фільтри виготовляються з полісульфону, нейлону або інших матеріалів, які створюють ефективну бар'єрну структуру для розділення частинок різного розміру.

Капілярна фільтрація:

В основі цього методу лежить принцип, згідно з яким рідина проникає в пори фільтрувального матеріалу завдяки капілярному ефекту, а тверді частинки залишаються на фільтрі.

Використання фільтрації в очищенні масла:

Фільтрація - один із найпоширеніших і найпростіших способів очищення оливи від механічних домішок і частинок. Важливо видалити такі частинки

- Металеві частинки: стружка, пил та інші забруднення, що утворюються внаслідок зносу обладнання.
- Зважені тверді частинки: дрібні частинки, які впливають на якість оливи та знижують її ефективність і змащувальні властивості.
- Інші забруднення: наприклад, частинки гуми та пил, що утворюються в процесі роботи обладнання.

Переваги: фільтрації.

- Простота і доступність: фільтрація - відносно недорогий і легко реалізований метод очищення оливи. 2.
- Широкий вибір фільтрувальних матеріалів: існує безліч фільтрів із різними властивостями, які можна підібрати відповідно до типу оливи та забруднювача.
- Висока ефективність видалення великих і середніх часток
- Можливість повторного використання фільтрів: деякі типи фільтрів можна очищати і використовувати повторно, що знижує експлуатаційні витрати.

Недоліки:.

- Не завжди ефективні для дуже дрібних частинок: механічна фільтрація може бути недостатньо ефективною для видалення частинок розміром менше ніж 1 мікрона.
- Потрібне регулярне технічне обслуговування: фільтри можуть забиватися частинками і потребують заміни або очищення через певний період часу.
- Втрата рідини: залежно від типу фільтрації, масло може затримуватися у фільтрі та відбуватися його втрата[2].

Типи фільтрів, що використовуються для очищення оливи:

Сітчастий фільтр: найпростіший тип фільтра, зазвичай використовується для видалення великих частинок. Вони можуть бути виготовлені з металу або пластику.

Паперові фільтри: використовуються для видалення дрібних частинок. Паперові фільтри часто використовуються в автомобільних і промислових маслах.

Фільтри з активованим вугіллям: використовуються для видалення механічних частинок, а також хімічних забруднень, таких як запахи та органічні домішки.

Картриджний фільтр: спеціальний фільтр із кількома шарами фільтрувального матеріалу для високої ефективності очищення.

Порівняння з іншими методами очищення:

Фільтрація споживає менше енергії, ніж центрифугування, і не вимагає складного устаткування, але менш ефективна під час видалення дуже дрібних часток і суспензій, особливо якщо вимоги до чистоти оливи дуже високі.

Висновки: фільтрація є ефективним і економічно вигідним методом очищення оливи від механічних домішок, пилу і частинок. Сучасне очищення можливе за мінімальних витрат енергії та матеріалів. Однак для досягнення максимальної ефективності цей метод можна використовувати в поєднанні з іншими методами, такими як центрифугування та коагуляція.

Електротехнічні методи

Електростатичний поділ: електростатичний поділ - це процес, у якому використовується електричне поле для розділення різних компонентів суміші на основі їхніх електричних властивостей. Цей метод використовує відмінності в заряді та провідності частинок, які можуть бути ефективно розділені, якщо частинки по-різному реагують на електричне поле[3].

Механізм електростатичного розділення

Принцип електростатичного розділення полягає в тому, що частинки різних матеріалів з різними електричними властивостями (наприклад, з різною ємністю заряду) можуть бути розділені електричним полем.

Коли суміш частинок поміщають в електричне поле, частинки з різною електропровідністю і зарядом рухаються за різними траєкторіями. У результаті компоненти з різними властивостями можуть бути відокремлені один від одного.

Види електростатичного розділення:

Електростатичне осадження (метод потоку): частинки з різними електричними властивостями осідають у різних областях електричного поля. Цей метод часто використовують для очищення рідин від твердих домішок або для видалення рідкої фази із суспензії.

Електростатичний поділ (метод «через розподіл»): у цьому методі частинки або суміші частинок із різними зарядами переміщуються до анода або катода під дією електричного поля. Різні частинки осідають у різних місцях і тому можуть бути ефективно розділені[7].

Коронний розряд: у цьому методі заряджаються дрібні частинки, які не можуть бути заряджені в звичайних умовах. Проходячи через електричне поле, ці частинки осідають на електродах.

Використання електростатичної сепарації в нафтопереробці:

Електростатична сепарація є перспективним методом нафтопереробки, особливо для видалення дрібних твердих частинок з різними електричними властивостями, металевих домішок, пилу та інших забруднень.

Видалення металевих частинок: під час роботи машини в оливі можуть міститися металеві частинки (деталі, що зношуються), які можна відокремити від основного потоку за допомогою електростатичної сепарації.

Очищення від органічних домішок: частинки, що складаються з органічних речовин, також можуть бути заряджені та відокремлені за допомогою електричного поля.

Розділення емульсій: у деяких випадках емульсії (наприклад, водонафтові) можуть бути розділені за допомогою електричного поля, що корисно для нафтопереробки.

Переваги: електростатичної сепарації:

- Висока ефективність: електростатичні поля можуть ефективно розділяти частинки з різними електричними властивостями і досягати високого ступеня очищення

- Відсутність хімічних речовин: на відміну від інших методів очищення, таких як коагуляція і флокуляція, електростатична сепарація не вимагає додавання хімічних речовин, що робить її екологічно чистим процесом.
- Мінімальне споживання енергії: електростатична сепарація є енергоефективною, оскільки не вимагає складних механічних або термічних процесів
- Можлива одночасна обробка декількох забруднювачів: метод дає змогу одночасно видаляти широкий спектр частинок (металевих, органічних і неорганічних).

Недоліки: електростатичної сепарації:

- Обмежена ефективність для деяких забруднювачів: електростатична сепарація не завжди ефективна для розділення частинок зі схожими електричними властивостями.
- Необхідність у спеціалізованому обладнанні: для цього методу потрібне спеціалізоване обладнання, яке дороге і складно встановити.
- Непридатність для великих об'ємів нафти: метод може бути неефективним або економічно недоцільним при обробці великих об'ємів нафти без додаткових етапів очищення.

Застосування в промисловості.

Електростатична сепарація знаходить застосування не тільки в нафтопереробці, а й в інших галузях промисловості, таких як.

Гірнична промисловість: розділення з використанням різниці в електропровідності між мінералами і металами.

Утилізація відходів: процеси очищення води, газу та рідин, у яких необхідно видалити тверді частинки.

Нафтогазова промисловість: переробка нафтопродуктів із частинок і води.

Висновки: електростатична сепарація є ефективним методом очищення олій, особливо для видалення металевих частинок і дрібних домішок різної провідності. Метод не потребує застосування хімікатів і вирізняється низькими енерговитратами, що робить перспективним його використання в

промислового очищенні. Однак його ефективність при обробці дуже великих кількостей нафти і частинок зі схожими електричними властивостями може бути обмежена[8].

Механізм електрофлотації.

Принцип електрофлотації полягає в тому, що під впливом електричного поля в рідині відбувається процес електролізу, внаслідок якого утворюються дрібні бульбашки газу. Ці бульбашки адсорбуються на частинках забруднень і спливають на поверхню, де можуть бути видалені, утворюючи пінну фазу.

Цей процес можна описати такими етапами:

- Електроліз: через електрод, поміщений у рідину, пропускається електричний струм. У результаті на поверхні електродів виділяються гази (зазвичай водень і кисень). 2.
- Флотація частинок: бульбашки зв'язуються із забруднювальними частинками (часто шляхом адсорбції або абсорбції), змушуючи їх спливати на поверхню рідини. 3.
- Видалення забруднень: частинки, покриті бульбашками, піднімаються до поверхні рідини, де вони утворюють шар піни, який можна видалити, що дає змогу очистити рідину[9].

Переваги: електрофлотації.

- Висока ефективність: електрофлотація дає змогу досягти високого ступеня очищення навіть під час роботи з рідинами, що містять важкодоступні забруднення та мікрозабруднення
- Відсутність хімікатів: електрофлотація є екологічно чистим методом, оскільки не потребує додавання великої кількості хімікатів.
- Широкий спектр застосування: метод можна використовувати для обробки різних рідин, включно з нафтою, водою та нафтою, що містить тверді або маслянисті забруднення.

- Можливість обробки великих об'ємів: метод електрофлотації корисний для промислового застосування, оскільки він ефективний при обробці великих об'ємів рідин.

Недоліки: електрофлотації

- Необхідність у додаткових етапах обробки: у деяких випадках після електрофлотації може знадобитися додаткова обробка рідини (наприклад, фільтрація або додавання хімікатів) для досягнення бажаного рівня очищення.
- Енерговитрати: для створення електричного поля може знадобитися значна енергія, що потенційно збільшує вартість процесу
- Складність масштабування: масштабування процесу для великих об'ємів рідини ускладнене і вимагає значних інвестицій у спеціалізоване обладнання. Електрофлотація - один із найперспективніших методів очищення нафти від води, твердих частинок і нафтових забруднень, а також розділення нафтових емульсій. Цей метод дуже корисний, оскільки нафта часто містить мікрочастинки та забруднення води, які важко відокремити:
- Очищення від води: використання нафти часто призводить до забруднення води, і електрофлотація може ефективно видалити ці забруднення
- Видалення твердих фаз: електрофлотаційні установки можуть очищати нафту від металевих частинок, піску, пилу та інших дрібних твердих частинок.
- Очищення від органічних забруднень: електрофлотація також може ефективно видаляти органічні забруднення та емульсії з нафти, роблячи процес очищення більш ефективним.

Промислове застосування.

Електрофлотація використовується в різних галузях промисловості, не тільки в нафтопереробці:

- Очищення стічних вод: очищення стічних вод: у процесах очищення стічних вод, де забруднюючі речовини є органічними або неорганічними, електрофлотація може ефективно видаляти забруднюючі речовини.

- Очищення нафтопродуктів: очищення нафтових сумішей і олій від води та органічних забруднень.
- Очищення відходів: відділення частинок і забруднень від різних рідин, таких як технологічні та промислові відходи[10].

Висновки: електрофлотація - перспективний метод очищення нафти, особливо тому, що він ефективно видаляє з емульсії тверді частинки, воду та органічні забруднення. Цей метод екологічно безпечний і дає змогу досягти високого ступеня очищення без використання хімікатів.

Останніми роками дослідження в галузі нафтоперероблення спрямовані на розроблення нових технологій, що дають змогу вдосконалити наявні методи, підвищити ефективність процесів і знизити вплив на навколишнє середовище.

Основні напрямки розвитку

Комбіновані методи перероблення: інтеграція декількох методів перероблення, таких як електрофлотація і сорбція, фільтрація і коагуляція, дає змогу підвищити ефективність і урізноманітнити процес видалення забруднень.

Енергозберігаючі технології: процеси рафінування є енергоємними, тому зростає інтерес до розроблення технологій з меншим споживанням енергії. Використання ультразвуку та електромагнітних полів є перспективним для зниження енерговитрат.

Наноматеріали у фільтрації та сорбції: впровадження наноматеріалів, таких як наноструктуроване активоване вугілля та нановолокна, значно підвищує ефективність сорбції та фільтрації. Це особливо ефективно для видалення дрібних забруднень, важких металів і органічних сполук.

Автоматизація та контроль процесів очищення: у сучасних електротехнічних комплексах широко використовуються автоматизовані системи управління та контролю. Це дає змогу оптимізувати процес, регулювати параметри в режимі реального часу та забезпечувати стабільну якість очищеного масла.

Зниження впливу на навколишнє середовище: використання екологічно чистих реагентів і сорбентів, а також скорочення кількості технологічних відходів - важливі аспекти підвищення екологічної безпеки нафтопереробки[12].

1.2 Аналіз електротехнічних методів переробки нафти

Електротехнічні методи очищення нафти включають у себе використання електричних полів і різних електричних явищ для видалення з нафти забруднюючих речовин. Ці методи активно досліджуються і впроваджуються в промисловість завдяки своїй високій ефективності, економічності та екологічній чистоті порівняно з традиційними фізико-хімічними методами очищення.

Електрохімічні методи очищення можуть використовуватися для видалення твердих і рідких забруднень з нафти, включно з металевими частинками, мікроорганізмами, водою та органічними забрудненнями. Удосконалене очищення може бути досягнуте без додавання хімічних речовин, що важливо з точки зору захисту навколишнього середовища.

Електрофільтрація - це метод, що використовує електричне поле для відокремлення забруднювальних речовин, таких як тверді частинки і дрібні частинки, від рідин, таких як нафта. У цьому процесі забруднювальні речовини притягуються до електродів або осідають на них під впливом електричного поля.

Цей метод ефективний для очищення механічних забруднень, таких як пил, метали та інші тверді частинки.

Переваги:

- Висока ефективність очищення.
- Мінімальне використання хімічних речовин.
- Відносно низьке енергоспоживання порівняно з іншими методами очищення.

Недоліки:

- Обмеження за розміром частинок (підходить для середніх і великих частинок).
- Потрібна часта заміна фільтрувальних елементів.

- Електрофлотація.

Друге опрeдiлення електрофлотації - це процес, під час якого внаслідок електролізу в рідині утворюються бульбашки, які змушують забруднювальні речовини спливати на поверхню для подальшого видалення. У маслах він ефективно використовується для видалення води, органічних забруднень і нафтових емульсій.

Принцип роботи Електричний струм подається на електроди, змушуючи їх виділяти гази (водень і кисень). Бульбашки цих газів прикріплюються до забруднень, і забруднення піднімаються на поверхню рідини, де видаляються у вигляді бульбашок.

Переваги:

- Підвищення якості очищення масла.
- Можливість роботи з великими обсягами рідини.
- Простий у використанні та не потребує додаткових хімікатів.

Недоліки:

Вимагає значної витрати енергії.

Може бути неефективним для дуже дрібних забруднюючих частинок.

Електростатична сепарація заснована на використанні електричного поля для розділення забруднюючих частинок на основі їхніх електричних властивостей.

Цей метод використовується для очищення оливи від металевих частинок та інших дрібних забруднень з різною електропровідністю.

Принцип роботи У присутності електричного поля частинки забруднень з різними електричними властивостями притягуються або відштовхуються від електродів і відокремлюються від рідини.

Переваги:

- Висока ефективність відділення металевих частинок.
- Можливість переробки нафти з високим вмістом твердих забруднень.
- Безпека процесу та екологічні міркування.

Недоліки:

- Обмежений вплив на рідкі забруднення та емульсії.

Для досягнення оптимального ефекту необхідно контролювати електричні параметри.

Методи, що використовують ультразвукові хвилі для підвищення ефективності очищення рідин. Ультразвук може генерувати механічні коливання в рідині, які сприяють руйнуванню і подальшому видаленню забруднюючих частинок. Принцип роботи Кавітація виникає в ультразвукових полях, де утворюються і лопаються мікроскопічні бульбашки, створюючи локальний потік і високу температуру. Це ефективно руйнує забруднення та полегшує їхнє відділення[77].

Переваги:.

- Висока ефективність очищення оливи від твердих частинок та емульсій.
- Прискорює процес очищення.

Недоліки:.

- Потрібне спеціалізоване обладнання.
- Потенційне споживання енергії при великих обсягах рідини.

Електрокоагуляція - це метод, за якого під впливом електричного поля створюються умови для коагуляції забруднень.

Як це працює: Іони генеруються на електродах і взаємодіють із забруднювальною речовиною, сприяючи її коагуляції та відділенню від рідини.

Переваги:.

- Екологічно чистий процес.
- Підходить для очищення води та нафти від органічних і неорганічних забруднень.

Недоліки:.

- Потрібен точний контроль параметрів процесу.
- Потрібна додаткова обробка для повного видалення забруднень.

Висновок: методи очищення нафти за допомогою електротехнологій є надзвичайно перспективними завдяки високій ефективності, низьким хімічним витратам і мінімальному впливу на навколишнє середовище.

Вибір конкретного методу залежить від типу забруднення, властивостей оливи та вимог до якості очищення. У поєднанні з іншими методами, такими як фільтрація і сорбція, процеси електрорафінування дають змогу досягти найкращих результатів очищення[80].

1.3 Методи очищення рідин за допомогою електричних полів

Методи очищення електричним полем стають дедалі популярнішими завдяки своїй ефективності, екологічності та здатності видаляти механічні та хімічні забруднення без використання додаткових хімічних речовин.

Ці методи мають багато переваг перед традиційними методами очищення, такими як фільтрація та сорбція, оскільки вони можуть змінювати фізичні та хімічні властивості забруднювальних речовин.

Флокуляція та агломерація - це процес, під час якого частинки забруднювальних речовин об'єднуються у великі групи або кластери і видаляються з рідини.

Агломерація - це процес, під час якого дрібні, нормально заряджені частинки забруднювальних речовин збираються разом, утворюючи більші агрегати або опади. Часто це відбувається під впливом електричного поля, яке сприяє об'єднанню частинок із протилежними зарядами.

Переваги:

- Висока ефективність очищення твердих частинок та емульсій.
- Низька витрата хімікатів (без додаткових флокулянтів).
- Можливість очищення від твердих частинок у водних рідинах і органічних рідинах, таких як масло:
- Потрібен точний контроль параметрів електричного поля.
- Ефективність може бути знижена, якщо об'єм рідини дуже великий.

Електростатичне осадження - це процес, за якого забруднення, заряджені електричним полем, осідають на поверхні електрода або зарядженого об'єкта. В рідині, що очищається, заряджені частинки притягуються до електрода або іншої поверхні з протилежним зарядом.

Переваги:

- Висока ефективність для забруднень із різними електричними властивостями.
- Просте встановлення та низькі експлуатаційні витрати.

Недоліки:

- Потрібне спеціальне обладнання для створення та підтримки електричного поля.
- Може бути неефективним для очищення дуже дрібних частинок.

Методи електричної сепарації використовують електричне поле для розділення забруднювальних речовин на основі їхніх електричних властивостей. Частинки з різними електричними властивостями (наприклад, полярністю і зарядом) можуть бути розділені електричним полем.

Цей метод часто використовується для очищення рідин від води, олії, різноманітних органічних забруднень і металевих частинок.

Переваги:

- Простіший та ефективніший за інші методи.
- Можливість одночасного очищення від кількох типів забруднень.

Недоліки:

- Високі вимоги до технології генерації електричного поля.
- Може бути складно застосувати до великих обсягів рідини.

Електромагнітні поля використовуються для очищення рідин, де ефективність очищення ґрунтується на взаємодії електричного і магнітного полів. Це охоплює використання гібридних полів, які впливають на забруднювальні частинки на молекулярному рівні і сприяють їх осадженню.

Цей метод широко використовується для очищення рідин від різних забруднень, включно з металевими та наночастинками, які важко видалити звичайними методами[33].

Переваги:

- Ефективне очищення від дрібних частинок і наночастинок.
- Прискорює процес очищення.

Недоліки:

- Потрібне складне обладнання.
- Підвищене споживання енергії.

Висновки: методи очищення рідин за допомогою електричних полів є досить перспективними для очищення нафти та інших промислових рідин. Електричні поля здатні ефективно видаляти краплі води і органічні забруднення, а також тверді частинки і дрібні забруднення. Електричні поля можна використовувати в поєднанні з іншими методами очищення або самостійно, щоб домогтися високої ефективності за мінімальних витрат.

Однак для досягнення максимальної ефективності необхідно ретельно контролювати параметри електричного поля і вибирати оптимальний метод залежно від типу забруднення і властивостей оброблюваної рідини.

1.4. Фізичні та хімічні процеси у електричному очищенні

Електроочищення рідин - це метод, за якого електричне поле впливає на забруднення в рідкому середовищі. Цей процес активує фізичні та хімічні зміни на молекулярному рівні, ефективно видаляючи такі забруднення, як тверді частинки, розчинені гази та емульсії. Вплив електричного поля може ініціювати або прискорити низку фізичних і хімічних процесів, таких як флокуляція, агломерація, електроосадження та електрофлотація[30].

Фізичні процеси в електроочищенні визначаються електричними властивостями частинок і рідин. Вони включають в себе зміни в міграції частинок, агломерацію і вплив на поверхневі властивості частинок і рідин. Основними фізичними процесами, що відбуваються під час електромийки, є:

Поляризація частинок: електричне поле впливає на заряджені частинки, змінюючи їхню орієнтацію. Якщо частинки заряджені, то під впливом поля вони утворюють диполі або переміщуються в напрямку електричного поля. Це призводить до злипання або агломерації частинок.

Електрофорез: коли частинки рідини заряджені, вони можуть переміщатися під впливом електричного поля. Це явище відоме як електрофорез. Під час електрофорезу забруднювальні частинки рухаються до електродів із протилежними зарядами і можуть прилипати до електродів або інших поверхонь.

Електричне осадження: якщо електричне поле досить сильне, забруднювальні частинки, такі як іони металів і органічні частинки, можуть об'єднуватися і випадати в осад. Це дає змогу видалити їх із рідини.

Коагуляція та агломерація: електричні поля можуть спричиняти агломерацію, змушуючи частинки коагулювати в більші агломерати і покращуючи відділення частинок від рідини. Під впливом електричного поля частинки стають зарядженими і утворюють грудки, які можуть бути видалені шляхом осадження або фільтрації.

Збільшення кінетичної енергії частинок: електричні поля збільшують кінетичну енергію частинок, сприяючи їхньому зіткненню та агломерації, що сприяє відокремленню частинок і забруднюючих речовин.

Хімічні процеси в електроочищенні зумовлені змінами на молекулярному рівні, спричиненими електричними полями або електрохімічними реакціями.

Основними хімічними процесами, що відбуваються під час електроочищення, є: Електроліз: це процес, у якому електричний струм викликає хімічну реакцію з використанням розчину або суспензії як електроліту. У результаті електролізу можуть утворюватися нові речовини, які корисні для очищення рідин. Наприклад, під час очищення нафти можна отримати гази, такі як водень і кисень, які можуть взаємодіяти із забруднювальними речовинами та сприяти їхній флокуляції.

Окислювально-відновні реакції: окислювально-відновні реакції можуть бути ініційовані на поверхні електрода електричним струмом. Це дає змогу окислювати органічні або неорганічні забруднювальні речовини, полегшуючи їх видалення або переведення в менш токсичні форми.

Утворення коагулянтів: процеси електролізу можуть призводити до утворення коагулянтів - речовин, що сприяють флокуляції частинок. Наприклад, під час електролізу води можуть утворюватися іони металів (наприклад, Al^{3+} , Fe^{2+}), які утворюють із забруднювальними частинками флокуляційні сполуки.

Процеси очищення з використанням електричних полів зазвичай вимагають певної кількості електричної енергії. Тому важливо правильно розрахувати оптимальні параметри, щоб мінімізувати витрати на електроенергію при максимальній ефективності очищення. Крім того, електричні поля можуть використовувати енергію для ініціювання хімічних реакцій або механічного переміщення частинок, що ще більше підвищує ефективність процесу.[64]

Висновок: фізико-хімічні процеси, що відбуваються під впливом електричних полів під час очищення нафти, є запорукою високої ефективності методу. До них відносяться поляризація і міграція частинок, флокуляція забруднень і хімічні реакції, такі як електроліз і окислювально-відновні процеси.

Висновки до розділу 1

З аналізу сучасних методів і технологій очищення нафти, заснованих на використанні електричних полів, можна зробити кілька важливих висновків. По-перше, методи очищення електричними полями високоефективні завдяки здатності електричних полів впливати на забруднювальні речовини, змінюючи їхні фізико-хімічні властивості та сприяючи швидкому осадженню й відділенню частинок від рідини.

Незважаючи на високу ефективність цих методів, необхідні подальші дослідження для оптимізації процесу, зниження енерговитрат і вартості обладнання, перш ніж вони зможуть набути широкого поширення в промисловості. Таким чином, методи нафтоперероблення на основі

електротехнологій є перспективними і можуть стати основою для розроблення нових, ефективніших виробничих ліній для підготовки нафти та інших рідин у різних галузях промисловості[16].

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ОЧИЩЕННЯ ОЛИВ

2.1 Блок-схема комплексу та опис його елементів

Електротехнічні комплекси для очищення олив призначені для утилізації відпрацьованої оливи, відновлення її властивостей і забезпечення повторного використання в технологічних процесах. Нижче наведено блок-схему комплексу та опис його основних елементів.

На блок-схемі представлені процеси очищення, пов'язані з переробкою нафтовмісних відходів (НВВ). Нижче наводиться покроковий опис блок-схеми:

- Надходження відходів (нафтовмісних відходів) - початок процесу обробки.
- Додавання розчинника - розчинник вводиться в систему.
- Коагуляція - етап, на якому дрібні частинки злипаються і стають більшими.
- Центрифугування - розділення частинок під дією відцентрової сили.
- Седиментація - розділення фракцій шляхом відстоювання.
- Водовідділення - відділення води від основного потоку.
- Адсорбційна обробка - додавання активованого природного адсорбенту (бентоніту) для адсорбції залишкових домішок.
- Друге відстоювання - додаткове відстоювання після адсорбційної обробки.
- Центрифугування - ще одна стадія центрифугування.
- Екстракція палива - видалення частини палива.

- Компонент базової олії - отримання фракції, яка може бути використана для отримання нафти.
- Відпрацьований адсорбент - видалення відпрацьованого адсорбенту.
- Вода і шлам - залишковий матеріал, що видаляється з процесу.

Процес являє собою багатоступеневу обробку відходів для відділення води, палива та інших компонентів.

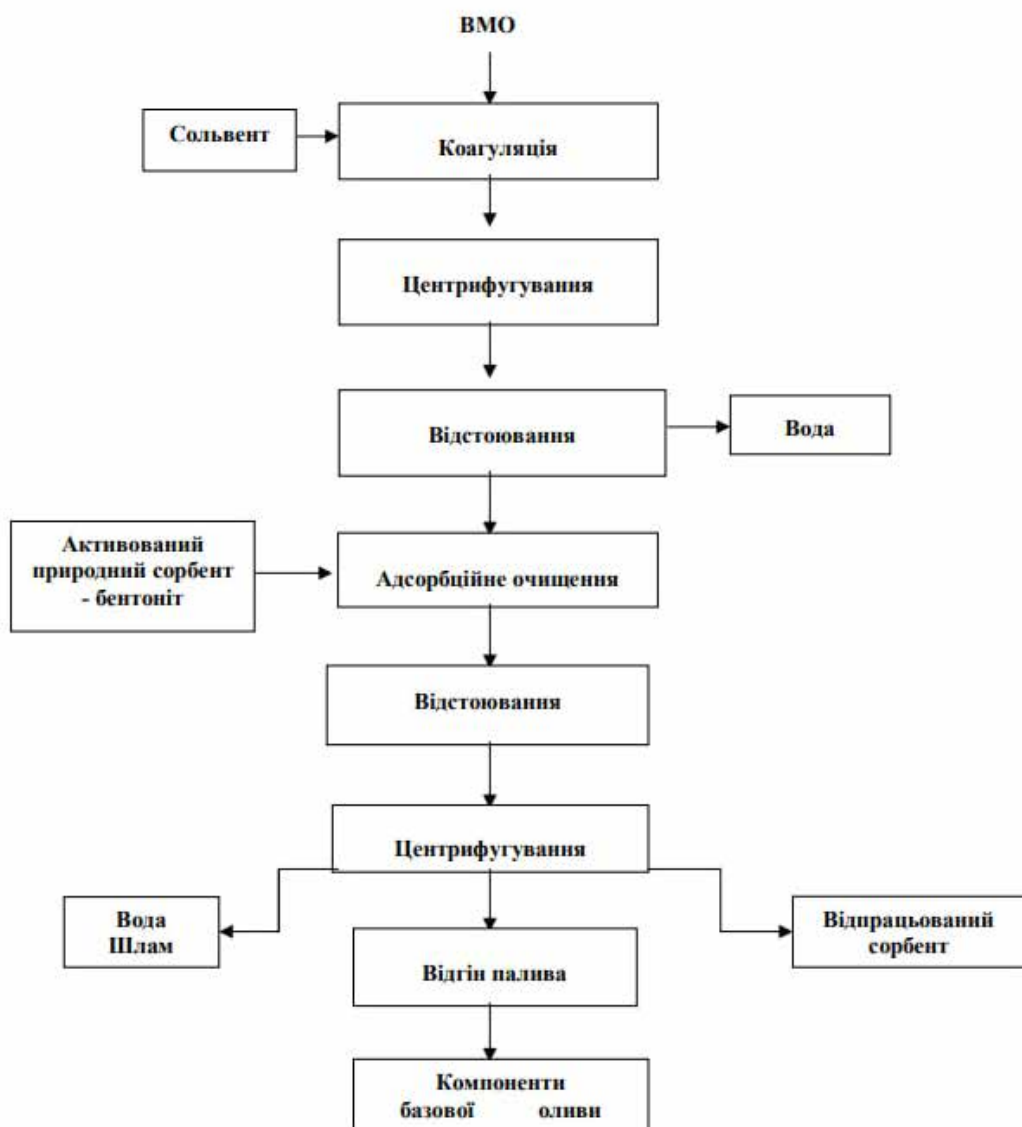


Рис. 2.1. Блок-схема комплексу електроочищення нафти.

- Блок-схема комплексу

- Блок-схема комплексу електроочищення нафти містить у собі такі основні елементи
- Резервуари приймання забрудненої нафти.

Приймальний резервуар забрудненої нафти є першим елементом у структурі комплексу електроочищення нафти. Він служить первинним пунктом збору відпрацьованої оливи перед подальшою обробкою.

Основні характеристики приймального резервуара забрудненої оливи:

Матеріали виготовлення.

Резервуари виготовляються з міцних матеріалів, стійких до хімічного впливу відпрацьованої оливи, таких як нержавіюча сталь або спеціально оброблена сталь із захисним покриттям. Це забезпечує тривалий термін служби та знижує ризик корозії[41].

Ємність резервуара слід вибирати відповідно до очікуваного обсягу забрудненої оливи, що підлягає очищенню. Ємність достатня для забезпечення безперервної роботи комплексу без необхідності частого наповнення.

Деякі конструкції резервуарів можуть бути обладнані системою підігріву, щоб підтримувати нафту в рідкому стані, особливо в умовах низьких температур. Це запобігає загусанню оливи та забезпечує її рівномірну подачу до наступних агрегатів.

Щоб забезпечити рівномірне перемішування оливи, резервуари часто оснащують мішалкою. Це важливо для запобігання осадженню твердих частинок і забезпечення однорідного складу оливи перед подальшою переробкою.

На виході з резервуарів встановлюються насоси для подачі олії в систему фільтрів грубої очистки. Насоси підбираються відповідно до характеристик в'язкості та густини нафти для забезпечення стабільного потоку.

Датчики рівня встановлюються в резервуарах для контролю кількості забрудненої оливи в резервуарах. Також можуть бути встановлені датчики температури для моніторингу умов зберігання[31].

Щоб уникнути розливів і аварійних ситуацій, резервуари можуть бути обладнані системою захисту від переповнення. При досягненні небезпечного рівня масла автоматично зупиняються насоси подачі або надсилається сигнал оператору.

Для захисту насоса від великих частинок, які можуть пошкодити робочі елементи, на виході з бака перед насосом встановлений фільтр грубого очищення. Це фільтр первинного очищення перед тим, як олива потрапляє в основну систему очищення.

Забруднене масло потрапляє в бак, де воно спочатку накопичується, нагрівається і змішується в міру необхідності. Після досягнення необхідного рівня масло направляється на наступну установку. Система контролю рівня і захисту від переповнення забезпечує стабільну і безпечну роботу комплексу, дозволяє уникнути розливів і перевантажень системи[37].

Система грубої фільтрації є першим етапом в технологічному процесі видалення забруднень з нафти і її основним призначенням є видалення великих частинок і основних механічних домішок, таких як пісок, стружка, ґрунт та інші тверді частинки. Це запобігає пошкодженню обладнання на наступному етапі очищення і підвищує ефективність мікрофільтрації.

Основні компоненти системи грубої фільтрації. Основним компонентом є фільтруючий елемент, який має пори, достатньо великі, щоб утримувати великі

частинки, але при цьому пропускати масло. Зазвичай розмір пор фільтрів грубої очистки становить від 100 до 500 мікрон, залежно від властивостей і стану оливи, що очищується.

Корпуси фільтрів виготовляються з міцних матеріалів, стійких до забрудненої оливи, таких як нержавіюча сталь або хімічно стійкі сплави. Корпус повинен витримувати гідравлічний тиск під час фільтрації і запобігати витoku Системи відведення відфільтрованих забруднень. У корпусі фільтра передбачена система зливу для періодичного видалення накопичених забруднень. Це ручний або автоматичний зливний клапан для періодичного видалення осаду, продовження терміну служби фільтра і підтримки ефективності очищення[14].

Манометр або індикатор тиску. Для моніторингу робочого стану системи встановіть манометр, який показуватиме тиск до і після фільтруючого елемента. Підвищення тиску є сигналом того, що фільтр засмічений і потребує очищення або заміни.

Запобіжний клапан (необов'язково). Деякі системи можуть бути оснащені запобіжним клапаном, який відкривається, якщо тиск надмірно зростає через засмічення фільтра, запобігаючи виникненню аварійної ситуації. Принцип роботи систем грубої фільтрації

Забір забрудненої оливи. Забруднена олива подається з приймального бака в систему грубої фільтрації і проходить через фільтруючий елемент.

Видалення механічних домішок. Під час проходження оливи через фільтруючий елемент великі частинки залишаються на поверхні фільтруючого елемента або в середині структури фільтра. Це дозволяє фільтрам грубої очистки затримувати найбільшу кількість забруднень[19].

Моніторинг рівня забруднення фільтра. Під час експлуатації рівень забруднення фільтруючого елемента збільшується, а разом з ним і перепад тиску до і після фільтра. Це контролюється за допомогою манометрів.

Очищення або заміна фільтруючого елемента. Коли рівень забруднення досягає своєї межі, фільтр необхідно очистити або замінити, щоб забезпечити подальшу ефективну роботу. Для цього передбачена дренажна система для видалення відфільтрованих частинок і доступу до фільтруючого елемента для очищення або заміни.

Переваги:

- Використання систем грубої фільтрації
- Захист обладнання: фільтри грубої очистки запобігають потраплянню великих частинок в насоси, труби та інші компоненти системи, продовжуючи термін їх служби.
- Зменшення навантаження на мікрофільтрацію: за рахунок видалення основних грубих частинок зменшується навантаження на систему мікрофільтрації, що дозволяє їй працювати з максимальною ефективністю.
- Зниження витрат на обслуговування: Регулярне видалення великих забруднень знижує потребу в частих замінах фільтруючих елементів у системах тонкої фільтрації, що економить витрати на обслуговування.
- Система грубої фільтрації є важливою ланкою в процесі переробки нафти, забезпечуючи початковий етап фільтрації і знижуючи ризик пошкодження наступних компонентів комплексу.

Система підігріву є важливою складовою системи електропереробки і забезпечує підвищення температури нафти перед переробкою. Нагрівання зменшує в'язкість нафти, полегшуючи фільтрацію і видалення домішок на наступному етапі. Нагрівання також допомагає видалити воду з нафти і підвищує ефективність адсорбції та центрифугування.

Основні елементи нагрівальної установки

Нагрівальні елементи. В основі нагрівальних блоків лежать електричні нагрівачі (ТЕНи) або інші нагрівальні пристрої, які забезпечують рівномірне підвищення температури олії. Вони виготовляються з матеріалів, стійких до високих температур і корозійних речовин, що містяться у відпрацьованому маслі[38].

Датчик температури. Датчики температури розташовані всередині нагрівального блоку, а також перед і позаду нього. Це дозволяє постійно контролювати температуру масла, що подається до фільтрувального блоку, і точно керувати процесом нагрівання.

Теплоізоляція. Нагрівальний блок оснащений системою ізоляції, яка зменшує втрати тепла і підвищує енергоефективність процесу нагрівання. Ізоляція запобігає перегріванню інших компонентів і зменшує споживання енергії.

Циркуляційні насоси (опція). Залежно від конструкції, нагрівач може бути оснащений циркуляційним насосом для циркуляції масла всередині нагрівача, що забезпечує рівномірну температуру та ефективне управління нагріванням навіть при великих потужностях.

Системи безпеки. Нагрівач оснащений системою захисту від перегріву і перевантаження. У разі надмірного підвищення температури або виходу з ладу нагрівального елемента спрацьовує аварійне відключення, щоб запобігти небезпечній ситуації.

Подача масла. Температурний датчик відстежує температуру оливи на виході з установки і передає цю інформацію на контролер. Це забезпечує стабільну температуру в системі.

Видалення вологи та легких дистилатів. Підвищення температури сприяє випаровуванню води і легких фракцій з олії, що підвищує ефективність роботи адсорбційних і фільтраційних елементів на наступному етапі.

Подача підігрітої нафти на наступний етап. Підігріта олія подається на систему тонкого очищення або адсорбційну установку, що підвищує загальну ефективність очищення.

Переваги:

- Зниження в'язкості нафти: нагрівання зменшує в'язкість нафти, що полегшує її фільтрацію і проходження через наступні стадії переробки.
- Покращена якість очищення: нагрівання видаляє воду і легкі фракції, покращуючи якість нафти після очищення.
- Покращена адсорбція та ефективність очищення: високі температури збільшують адсорбційну здатність адсорбенту та покращують очищення від хімічних домішок.
- Економія енергії: ізоляція нагрівального блоку зменшує втрати тепла і підвищує енергоефективність процесу нагрівання. Нагрівальні установки є важливим етапом підготовки олії до очищення, забезпечуючи підвищення температури для досягнення оптимальних умов очищення.

Системи мікрофільтрації. Мікрофільтрація допомагає досягти необхідного рівня чистоти за рахунок зменшення вмісту твердих частинок в оліві до мікронного рівня, тим самим продовжуючи термін служби оливи і покращуючи її властивості при повторному використанні.

Основні компоненти системи мікрофільтрації.

Елементи тонкого очищення. Система оснащена високоякісними фільтруючими елементами з пористістю від 1 до 20 мікрон (в залежності від необхідної чистоти оливи). Для забезпечення ефективною фільтрації

використовуються різні матеріали, включаючи кераміку, синтетичні волокна і композитні матеріали.

Корпус фільтра тонкого очищення.

Корпус фільтра виготовляється з матеріалів, стійких до оливи, що очищується, забезпечуючи герметичність і корозійну стійкість. Корпус також повинен витримувати робочий тиск системи.

Манометр або індикатор. Система самоочищення (опціонально). Деякі фільтри можуть бути обладнані системою самоочищення, яка дозволяє автоматично видаляти накопичені забруднення з поверхні фільтруючих елементів без необхідності ручного втручання. Це підвищує продуктивність системи і зменшує витрати на обслуговування.

Як працює система мікрофільтрації. Подача підігрітої оливи. Підігріта і попередньо очищена олія надходить в систему мікрофільтрації і проходить через мікрофільтруючий елемент.

Утримання дрібних забруднень При проходженні оливи через фільтруючий елемент дрібні частинки залишаються на поверхні фільтра або всередині пористої структури, таким чином очищаючи оливу до чистоти, необхідної для наступного використання.

У міру накопичення забруднюючих частинок на фільтруючому елементі, перепад тиску на фільтрі збільшується. Манометр реєструє цей перепад тиску і сигналізує про необхідність заміни або очищення фільтра при досягненні критичного значення.

Очищення або заміна фільтруючого елемента Якщо фільтр забруднюється, його необхідно очистити або замінити. Якщо система самоочищається, очищення фільтра може здійснюватися автоматично, в іншому випадку необхідне ручне очищення.

Подача очищеної олії на наступний етап Після мікрофільтрації олія досягає високої чистоти і може подаватися на подальші стадії переробки, такі як адсорбційна очистка, або в резервуари для зберігання для повторного використання.

Переваги:

- Високий рівень чистоти олії: мікрофільтрація забезпечує видалення навіть найдрібніших частинок, що сприяє підвищенню якості очищення.
- Збільшення терміну служби оливи: видалення дрібних забруднень зменшує знос компонентів і подовжує термін служби оливи при багаторазовому використанні.
- Захист наступних етапів очищення: високоякісна фільтрація зменшує навантаження на адсорбційний блок і центрифугу, тим самим підвищуючи ефективність і знижуючи витрати на технічне обслуговування.
- Економія на технічному обслуговуванні: система самоочищення і механізм безпеки знижують витрати на планове технічне обслуговування і заміну фільтруючих елементів.

Адсорбенти - це матеріали з високою адсорбційною здатністю, пористою структурою і великим питомим об'ємом. Найбільш поширеними адсорбентами для очищення оливи є активоване вугілля, силікагель, оксид алюмінію та синтетичні цеоліти. Ці матеріали здатні ефективно адсорбувати органічні та неорганічні домішки, воду і кислоти.

Корпус адсорбційної установки. Корпуси, виготовлені з корозійностійких матеріалів, витримують хімічний вплив нафти та адсорбенту. Для адсорбенту передбачена спеціальна камера, яка є герметичною і стійкою до високого тиску.

Адсорбція домішок. Адсорбент в адсорбційному блоці утримує молекули води, кислот і полярних сполук в олії. Це відбувається завдяки поверхневому зв'язуванню молекул домішок з пористою структурою адсорбенту.

Контроль якості очищення. Датчики на виході з обладнання контролюють якість очищеної олії. Якщо ефективність очищення знижується (що може свідчити про насичення адсорбенту), система сигналізує про заміну або регенерацію адсорбенту.

Заміна або регенерація адсорбенту. Коли адсорбенти втрачають свою адсорбційну здатність, їх необхідно замінити або регенерувати. Деякі адсорбенти, такі як активоване вугілля, можна регенерувати шляхом промивання, нагрівання та сушіння.

Переваги:

- Висока ефективність очищення: адсорбційні установки видаляють навіть найдрібніші забруднення, тим самим підвищуючи чистоту олії.
- Покращення фізико-хімічних властивостей оливи: видалення кислот, води та полярних забруднень покращує стабільність оливи та подовжує термін її експлуатації.
- Захист наступних етапів: адсорбційна обробка зменшує навантаження на наступне обладнання та забезпечує високу якість нафти для повторного використання.
- Економічна ефективність: регенерація адсорбенту зменшує витрати на його заміну, тим самим знижуючи експлуатаційні витрати на установку підготовки нафти.

Адсорбційний блок із сорбентом є завершальним етапом хімічного очищення, що дозволяє отримати високоякісну очищену оливу, готову до подальшого використання або зберігання.

Центрифуга. Основний компонент системи для розділення рідин і твердих речовин. Центрифуги обертаються з високою швидкістю, створюючи відцентрову силу і розділяючи нафту, воду і тверді речовини за щільністю. Вони можуть бути оснащені барабанами різних розмірів, в залежності від кількості олії, що переробляється.

Ротори (барабани). Ротор або барабан - це обертовий елемент центрифуги, в якому відбувається процес розділення. Під час обертання барабана під дією відцентрових сил важчі частинки осідають на стінках ротора, в той час як легші частинки рухаються ближче до центру.

Система подачі масла. Система подачі масла забезпечує рівномірний потік масла в центрифугу і запобігає перепадам тиску і нерівномірному розподілу. Олія подається через спеціальні канали, які сприяють ефективному розділенню фаз.

Система видалення води і твердих частинок. Вода і тверді частинки, відокремлені під час центрифугування, виводяться через окремі канали, що дозволяє додатково очистити олію. Більшість систем відцентрового розділення оснащені автоматичними каналами для відведення осаду і води.

Регулювання швидкості обертання. Деякі центрифуги мають регульовану швидкість обертання, що дозволяє оптимізувати процес очищення відповідно до характеристик олії та рівня забруднення.

Як працюють системи відцентрової сепарації:

Подача оливи в центрифугу. Олія потрапляє в центрифугу через систему подачі і рівномірно розподіляється в роторі. Кількість подачі регулюється, щоб уникнути перевантаження і забезпечити стабільний процес сепарації.

Створення відцентрової сили. Ротор центрифуги обертається з високою швидкістю, створюючи відцентрову силу, яка діє на частинки в рідині. Ця сила

змушує важчі домішки (вода, тверді частинки) рухатися до стінок ротора, а легші олії - ближче до центру.

Фазовий поділ. Під час обертання важчі частинки осідають на стінках ротора, а рафінована олія залишається всередині. В результаті такого розділення утворюється рафінована олія, яка може бути використана для подальшої переробки або зберігання.

Видалення води і шламу. Після фазового розділення вода і тверді частинки виводяться з ротора через окремі виходи, щоб уникнути змішування з рафінованою олією. Це забезпечує ефективну роботу системи та високу якість кінцевого продукту.

Вихід рафінованої олії. Рафінована олія виводиться з центрифуги через окремий вихідний патрубок і може бути використана для подальшої переробки або зберігання для повторного використання.

Переваги:

- Ефективне видалення води і твердих частинок: відцентрова сила може видалити навіть найдрібніші домішки, які неможливо відфільтрувати.
- Збільшення терміну служби оливи: відцентрова сепарація видаляє залишкову воду і тверді частинки з оливи, зменшуючи ризик корозії і покращуючи її придатність до повторного використання.
- Швидкість і продуктивність: центрифуги забезпечують швидке, високопродуктивне очищення, особливо при обробці великих обсягів оливи.
- Мінімізує потребу в заміні компонентів: система автоматично видаляє осад, зменшуючи потребу в частій заміні фільтруючих елементів та інших компонентів.

Резервуари повинні бути спроектовані таким чином, щоб мінімізувати ризик забруднення нафти, забезпечити стабільність і зберегти фізичні та хімічні властивості після процесу очищення.

Основні елементи резервуара для зберігання нафтопродуктів.

Корпус резервуара. Корпус резервуара виготовляється з матеріалів, стійких до хімічного впливу нафти, таких як нержавіюча сталь або спеціальні пластикові матеріали. Він повинен бути герметичним, щоб запобігти потраплянню сторонніх речовин і зменшити ризик окислення нафти внаслідок контакту з повітрям.

Вхідний і вихідний отвори для оливи. Бак має впускний і випускний отвори, через які олива після очищення подається і зберігається для подальшого використання. Якщо в оливі залишаються тверді частинки, на вході і виході можна встановити фільтри для додаткового очищення.

Система перемішування (опціонально). Деякі резервуари можуть бути обладнані системою перемішування, яка запобігає осіданню забруднень або відокремленню компонентів нафти і їх осіданню на дні резервуара. Це особливо важливо при тривалому зберіганні оливи, щоб зберегти її однорідність.

Вентиляція і контроль вологості. Щоб запобігти накопиченню вологи і конденсату на стінках резервуара, він може бути обладнаний системою вентиляції. Це дозволяє контролювати вологість в резервуарі і забезпечує тривале зберігання оливи без ризику забруднення.

Датчики рівня масла. Датчики рівня можуть бути встановлені для контролю кількості олії в резервуарі та забезпечення автоматичної подачі олії на подальші стадії переробки та транспортування. Це гарантує, що кількість масла в системі залишається постійною і знижує ризик переповнення резервуара.

Газовий запобіжний клапан. Якщо резервуар знаходиться під тиском, важливо передбачити вентиляційний клапан або клапан скидання надлишкового тиску, щоб уникнути пошкодження резервуара через підвищення тиску.

Подача рафінованої нафти. Рафінована олія, що пройшла всі стадії очищення (фільтрація, адсорбція і центрифугування), подається в резервуар через вхідний патрубок. Оскільки рафінована олія не повинна містити сторонніх домішок, на вході може бути встановлений фільтр.

Зберігання рафінованої олії. Після подачі рафінованої олії вона зберігається в резервуарах до тих пір, поки не буде готова до повторного використання. Контроль температури і тиску гарантує, що властивості оливи залишаються стабільними під час зберігання.

Контроль рівня та стану оливи. Датчик рівня оливи автоматично контролює кількість оливи в резервуарі, а манометр і термометр відстежують стан оливи і негайно реагують на зміни температури і тиску.

Перемішування оливи (опція). Якщо бак обладнаний системою перемішування, олива регулярно перемішується, щоб запобігти осіданню забруднень і розділенню компонентів, які можуть вплинути на якість.

Злив очищеної оливи. При необхідності очищена олія подається через вихідний отвір на подальші стадії виробничого процесу або в систему машини. Якщо резервуар обладнаний насосною системою, рафінована олія може бути перекачана під тиском до місця споживання.

Переваги:

- Збереження якості нафти: нафта зберігає свої властивості протягом тривалого періоду часу завдяки герметичності та можливості контролювати температуру і тиск.
- ручність транспортування і використання: в резервуарах зручно зберігати нафту до моменту готовності до використання або транспортування, зберігаючи при цьому стабільний об'єм.
- Захист від забруднення: герметична конструкція резервуара запобігає потраплянню сторонніх речовин і вологи в оливу.

- Ефективне управління запасами: кількість нафти в резервуарі можна контролювати за допомогою датчиків рівня для оптимізації зберігання та використання.

Резервуари для зберігання рафінованої олії є важливим елементом у забезпеченні оптимального зберігання олії, а також її якості та придатності до використання в майбутньому.

Контрольно-вимірювальне обладнання:

Основними функціями контрольно-вимірювальних приладів є:

1. Моніторинг параметрів масла - контроль фізико-хімічних властивостей масла (температура, в'язкість, кислотність, вологість, забруднення)
2. Управління процесом: автоматизація процесу на основі вимірювань для оптимізації загальної продуктивності системи.
3. Охорона здоров'я та безпека: виявлення відхилень від нормальних умов експлуатації для запобігання нещасним випадкам та пошкодженню обладнання.
4. Підвищення ефективності: моніторинг допомагає забезпечити високу якість очищення оливи і знизити витрати на технічне обслуговування.

Основні контрольно-вимірювальні прилади в системах очищення оливи

Датчики температури:

- Призначення Вимірювання температури оливи на різних етапах очищення, що важливо для контролю в'язкості оливи та ефективності фільтрації.
- Типи Термопари, терморезистори та цифрові датчики температури.
- Застосування Контроль температури на виході системи опалення, в резервуарах для зберігання нафти та інших критичних точках.

Датчики рівня.

Застосування: для вимірювання рівня нафти в резервуарах та інших ємностях, що дозволяє автоматично контролювати процес подачі і зберігання.

Типи: Плаваючі датчики, ультразвукові датчики, ємнісні датчики.

Автоматичний контроль подачі масла в різні частини системи, запобігання переповнення резервуарів.

- Манометри.

Застосування: Вимірювання тиску в трубопроводах і резервуарах для контролю стабільності процесу очищення і підтримки безпечного робочого тиску.

Типи: Аналогові манометри, цифрові манометри та вакуумметри.

Застосування: Моніторинг тиску в резервуарах, фільтрувальних системах і системах опалення.

Датчики вологості.

Застосування: важливі для вимірювання вологості нафти і визначення ступеня очищення нафти від вологи.

Тип: Доступні ємнісні та резистивні типи. 3.

Застосування: контролюють вміст вологи в нафті після переробки або в резервуарах для визначення необхідності подальшої обробки.

Витратоміри.

Призначення: вимірювання кількості масла, що проходить через систему, а також контроль його кількості та швидкості потоку.

Тип: Об'ємні та масові витратоміри, механічні або ультразвукові.

Застосування: Контроль подачі масла на фільтри, центрифуги і нагрівальне обладнання, вимірювання ефективності роботи обладнання.

Датчики кислотності (pH).

Застосування: вимірює кислотність масла, щоб допомогти визначити ступінь забруднення масла і необхідність хімічної обробки.

Тип: pH-метра і електрода.

Застосування: моніторинг змін pH нафти, які вказують на наявність кислот або інших хімічних домішок.

Датчики вуглецю або інших забруднень.

Застосування: для визначення наявності органічних або хімічних забруднень в нафті..

Типи: газоаналізатори, оптичні датчики. 3.

Застосування: для контролю наявності органічних домішок, що погіршують якість нафти.

Як працюють системи контрольно-вимірювальних приладів:

- Вимірювання та збір даних Система вимірювальних приладів вимірює різні параметри (наприклад, температуру, тиск, рівень) на всіх етапах процесу підготовки нафти і в резервуарі.
- Обробка сигналів: зібрані дані або передаються в автоматичну систему управління, або відображаються на дисплеї для аналізу і прийняття рішень оператором.
- Керування процесом: на основі отриманих даних система може автоматично або вручну регулювати робочі параметри (наприклад, підвищувати температуру нагрівання або змінювати швидкість потоку нафти).
- Сигналізація: якщо будь-який параметр (температура, тиск, рівень забруднення) виходить за допустимі межі, контрольно-вимірювальні прилади можуть згенерувати сигнал тривоги або активувати систему аварійного відключення, щоб запобігти поломці або аварії.

Переваги:

- Точність і надійність: системи контрольно-вимірювальних приладів забезпечують точний контроль критичних параметрів процесу, сприяючи стабільності та ефективності роботи комплексу.
- Автоматизація процесів: використання контрольно-вимірювальних систем допомагає автоматизувати контроль і регулювання, зменшуючи втручання людини і підвищуючи точність.
- Запобігання аваріям: регулярний моніторинг і виявлення відхилень допомагають вчасно виявити проблеми і уникнути аварійних ситуацій.
- Оптимізація використання ресурсів: контрольно-вимірювальні прилади та системи управління допомагають оптимізувати роботу обладнання та зменшити витрати на енергію, матеріали та технічне обслуговування.

Контрольно-вимірювальне обладнання є основою для забезпечення ефективної та безпечної роботи систем нафтопереробки, дозволяючи їм підтримувати оптимальні умови на всіх етапах процесу.

Пройшовши всі стадії від сирової до рафінованої, нафта проходить процес адсорбції для видалення хімічних домішок і відцентрову сепарацію для відокремлення води і твердих частинок. Отримана рафінована нафта зберігається в резервуарах і може бути використана повторно.

2.2. Проектування та розрахунок ключових компонентів

Вибір конструкції та розрахунок параметрів ключових компонентів є важливим етапом у будівництві електротехнічного нафтопереробного комплексу. Від правильного підбору конструктивних елементів і точного розрахунку їх параметрів залежить ефективність, надійність і довговічність всього комплексу.

Система фільтрації. Фільтраційне обладнання використовується для видалення механічних домішок з нафти. Вибір конструкції фільтрації включає як механічні, так і електростатичні або магнітні фільтри.

Типи фільтрів: пористі фільтри (губчасті, картриджні), мембранні фільтри, електростатичні фільтри, магнітні фільтри.

Розрахунок продуктивності фільтруючого елемента: продуктивність фільтра повинна бути визначена з урахуванням в'язкості оливи і розміру частинок забруднювача.

Розрахунок фільтруючого матеріалу: вибір матеріалу для фільтруючого елемента (металева сітка, синтетична мембрана і т.д.) повинен враховувати хімічні властивості масла, його стійкість до корозії і зносу.

Відцентрові сепаратори використовуються для відділення домішок (наприклад, металевих частинок), які є більш щільними, ніж сама олія. Відцентрові сепаратори працюють за принципом відцентрової сили, яка штовхає важчі компоненти до стінки барабана.

Конструкція центрифуги: для ефективного відділення домішок необхідно визначити потужність і крутний момент.

Розрахунок геометрії барабана: для оптимізації процесу очищення необхідно вибрати діаметр барабана, висоту і конструкцію лопатей.

Розрахунок продуктивності насоса: необхідну продуктивність насоса слід визначати, виходячи з об'єму і в'язкості оливи, що підлягає очищенню. Також слід розрахувати перепад тиску в трубопроводі і визначити необхідну потужність двигуна.

Електрообладнання та автоматизація. Електроприводи для насосів, фільтрів і відцентрових установок використовуються для керування роботою обладнання

для очищення оливи за допомогою електротехнологій. Робочі параметри, такі як температура, тиск і витрата оливи, контролюються системою автоматизації.

Вибір електродвигунів: потужність електродвигуна повинна бути обрана на основі параметрів насоса і фільтра.

Проектування електричної схеми: розробка електричної схеми для підключення всіх компонентів, включаючи автоматичне управління та аварійні системи.

Автоматизація процесу: вибір датчиків для моніторингу параметрів (температури, рівня забруднення, тиску) та налаштування системи управління.

Розрахунки параметрів для ключових компонентів

Розрахунок фільтрувальної установки включає в себе визначення продуктивності фільтруючих елементів і вибір матеріалу та розміру пор, які здатні затримувати частинки заданого розміру. Формула для розрахунку продуктивності фільтрації виглядає наступним чином:

$$Q = \frac{A \cdot \Delta P}{\mu \cdot L} \quad (2.1)$$

Де

- Q — продуктивність фільтра ($\text{м}^3/\text{год}$),
- A — площа фільтруючої поверхні (м^2),
- ΔP — перепад тиску через фільтр (Па),
- μ — в'язкість оливи ($\text{Па} \cdot \text{с}$),
- L — товщина фільтруючого шару (м).

2.3. Розрахунок параметрів відцентрової установки

Для відцентрових апаратів основним параметром є потужність, яка визначається як:

$$P = \frac{\rho \cdot \omega^3 \cdot R^4 \cdot V}{\eta} \quad (2.2)$$

Де

- P — потужність (Вт),
- ρ — густина оливи ($\text{кг}/\text{м}^3$),
- ω^3 — кутова швидкість барабана (рад/с),
- R^4 — радіус барабана (м),
- V — об'єм оливи (м^3),
- η — ККД установки.

Розрахунок насосної станції включає визначення потужності насоса на основі втрат тиску в трубопроводах та в'язкості оливи. Формула для розрахунку потужності насоса:

$$P = \frac{\Delta P \cdot Q}{\eta} \quad (2.3)$$

Де

- P — потужність насоса (Вт),
- ΔP — перепад тиску (Па),
- Q — витрата оливи ($\text{м}^3/\text{год}$),
- η — ККД насоса.

4. Розрахунок параметрів електричного обладнання

Розрахунок потужності електричного двигуна для приводу насоса чи фільтра здійснюється за допомогою наступної формули:

$$P_e = \frac{P_m}{\eta} \quad (2.4)$$

Де

- P_e — потужність електричного двигуна (Вт),
- P_m — механічна потужність, що передається на насос або фільтр (Вт),
- η — ККД приводу.

Висновок:

Розробка конструкції та розрахунок параметрів основних компонентів електротехнологічного комплексу очищення олив включає визначення оптимальних характеристик фільтраційних, відцентрових і насосних установок, а також параметрів електричного обладнання.

Чіткий підбір параметрів і конструкцій компонентів забезпечить ефективне очищення олив і надійність роботи комплексу в цілому.

1. Монтаж комплексу

Монтаж оливомийного комплексу з електротехнологією - це складний процес, що включає в себе установку всіх основних компонентів, підключення електричної системи і налагодження систем автоматики та управління.

Основні етапи монтажу наступні

Підготовчі роботи

Оцінка технічних умов об'єкта.

Перш ніж розпочати монтаж, необхідно оцінити технічний стан об'єкта, на якому буде встановлено комплекс для промивання нафтопродуктів. Це включає в себе

Електропостачання: забезпечити стабільне джерело електроенергії (напруга, частота, можливість коливань). Це важливо для правильної роботи всього електрообладнання.

Підготовка місця установки включає в себе:

Оцінка місця установки: місце установки повинно бути достатньо великим, щоб розмістити всі компоненти, такі як насосні станції, фільтраційні установки, центрифуги і резервуари для нафти. Всі компоненти повинні бути розташовані так, щоб до них був легкий доступ для технічного обслуговування.

Розміщення баків і систем збору відходів: масляні баки і баки для відходів повинні бути розташовані таким чином, щоб можна було легко заправляти масло і зливати відходи. Рекомендується встановити на баках датчики рівня для автоматичного контролю рівня масла.

Перевірка геометрії приміщення.

Важливо оцінити розміри приміщення і перевірити, чи помістяться всі елементи комплексу:

Можливість експлуатації великого обладнання: особливо для великих машин, таких як насосні станції та центрифуги, має бути достатньо місця для їх обслуговування під час монтажу та технічного обслуговування.

Висота приміщення: враховуйте висоту для підйому важких елементів установки за допомогою підйомних механізмів (кранів, лебідок).

- Підготовка обладнання та матеріалів
- Забезпечення необхідними матеріалами.

Перед початком монтажу переконайтеся, що всі необхідні матеріали є в наявності:

Обладнання: переконайтеся, що всі компоненти, які входять до складу системи, є в наявності та відповідають проектним специфікаціям.

Трубопроводи та з'єднувальні компоненти: забезпечити постачання трубопроводів, фітингів, клапанів і фільтрів, які відповідають вимогам транспортування нафти і витримують хімічні та термічні властивості. - Електричні елементи: підготовка кабелів, двигунів, контактних елементів для електроживлення, елементів автоматизації (ПЛК, датчиків).

Ізоляційні матеріали: матеріали для ізоляції тепла і шуму, необхідні для запобігання перегріву і надмірного шуму під час роботи обладнання.

Переконайтеся, що всі елементи системи відповідають специфікаціям і не були пошкоджені під час транспортування:

Фільтри та сепаратори: перевірте цілісність фільтрів і сепараторів: фільтрувальних елементів і барабанів відцентрових сепараторів.

Насоси та електродвигуни: перевірте продуктивність насоса і його здатність витримувати необхідний тиск і швидкість потоку. Електродвигуни також перевіряються на відповідність їхньої потужності проектним вимогам.

Системи автоматизації Перевірте налаштування та калібрування датчиків і програмованих логічних контролерів (ПЛК).

Проектування та конфігурація з'єднань:

Електрична схема: підготуйте електричну схему для підключення всіх електричних компонентів комплексу до джерела живлення та системи управління автоматикою. Для кожного компонента визначте параметри напруги та потужності.

Підготовка панелей управління та моніторингу: визначте місце розташування панелей управління та систем моніторингу, які будуть використовуватися для управління роботою всіх етапів очищення нафти.

Розрахунок діаметру труб: визначте оптимальний діаметр труб для збору нафти, враховуючи продуктивність насоса і бажану швидкість потоку. Також враховуйте падіння тиску в трубопроводі.

Підключення до вентиляційної системи: ефективна вентиляція повинна бути забезпечена, якщо система включає ступінь підігріву масла або якщо використовуються інші технології отримання пари.

Розташування вентилів і розподільних клапанів: переконайтеся, що вентиля і розподільні клапани присутні на ключових етапах потоку масла, щоб певні ділянки можна було відключити під час технічного обслуговування.

Контроль якості установки:

Після завершення підготовчих робіт і монтажу важливо перевірити:

Підключення трубопроводів та електричних з'єднань: перевірте герметичність трубопроводів та правильність електричних з'єднань.

Підготовка до запуску: переконайтеся, що всі елементи правильно встановлені, а електричні та механічні системи протестовані.

Попередні випробування системи:

Проведіть початкові випробування обладнання для перевірки його функціональності:

Перевірка продуктивності насосів і фільтрувальних установок: перевірте насоси на робочих параметрах, щоб виявити потенційні витоки і несправності.

Перевірка систем автоматизації: перевірте всі датчики, панелі управління та автоматизовані системи, щоб переконатися, що вони правильно налаштовані і здатні контролювати процес очищення нафти.

Висновки до розділу 2

Правильний монтаж електричної системи є основою надійної та безперебійної роботи всього обладнання. Підключення електроприводів насосів, фільтрувальних установок та сепараторів повинно бути виконано з дотриманням вимог техніки безпеки та технічних умов для забезпечення безпечної та ефективної роботи всієї системи.

Автоматизація є важливим елементом систем підготовки нафти.

Встановлення та налаштування програмованих логічних контролерів (ПЛК), датчиків і систем моніторингу автоматизує процес управління, зменшує вплив людського фактору і забезпечує оптимальну роботу різних етапів очищення нафти. Важливо інтегрувати такі елементи, як датчики температури, тиску і рівня масла, щоб точно контролювати параметри процесу.

Підключення до електромережі та перевірка стабільності роботи електричних компонентів є важливими для забезпечення належного функціонування всієї системи. Перевірка електричних з'єднань та ізоляції, а також стабільності електроживлення є важливим кроком у запобіганні можливих аварій. Правильне заземлення та належний захист від перевантажень і коротких замикань можуть значно підвищити безпеку експлуатації[36].

Автоматизація та інтеграція з системами моніторингу для забезпечення відповідного робочого середовища може підвищити ефективність очищення оливи. Встановлення та налаштування всіх технічних компонентів, від приводів насосів до налаштувань контролю температури і тиску, гарантує, що система працює в межах заданих проектних параметрів і досягає високого рівня очищення оливи.

Цілісний підхід до монтажу електричної системи, включаючи тестування та налаштування на кожному етапі монтажу, гарантує, що можливі помилки та несправності будуть виявлені та усунуті до початку експлуатації. Це є основою для забезпечення надійності та ефективності системи в майбутньому.

РОЗДІЛ 3: ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ

3.1 Охорона праці та техніка безпеки (включаючи заземлення, протипожежні заходи та заходи з охорони навколишнього середовища)

Охорона праці є важливим аспектом проектування, встановлення та експлуатації систем електрооливного очищення. Забезпечення безпеки працівників і належного захисту навколишнього середовища дозволяє уникнути нещасних випадків та інцидентів і знизити ризики для здоров'я людей.

У цьому розділі розглядаються основні аспекти охорони здоров'я та безпеки, включаючи заземлення, протипожежний захист та заходи з охорони навколишнього середовища.

Заземлення електричних систем:

Належне заземлення є одним з найважливіших заходів для забезпечення безпеки людей, які працюють на електроустановках. Заземлення забезпечує шлях для розтікання струму в разі короткого замикання або іншої аварійної ситуації та запобігає ураженню електричним струмом.

Основні вимоги до заземлення:

- Заземлення електроустановок повинно виконуватися відповідно до національних стандартів і правил (наприклад, ДСТУ 3117-95).
- Всі металеві частини обладнання, які можуть опинитися під напругою (наприклад, корпуси насосів і фільтрів), повинні бути надійно заземлені.
- Заземлення повинно бути виконано таким чином, щоб у разі короткого замикання потенціал металевих частин обладнання не підвищувався і не призводив до ураження електричним струмом.

Контроль заземлення:

- Щоб переконатися в ефективності системи заземлення, слід проводити періодичні перевірки заземлення. Для цього використовується спеціальне обладнання для вимірювання опору заземлення.
- При проектуванні системи заземлення важливо враховувати географічні умови та типи ґрунту, оскільки вони можуть впливати на ефективність розсіювання струму.

Протипожежний захист:

Електроустановки, особливо ті, що працюють під високою напругою, можуть бути потенційним джерелом пожежі через несправність обладнання, перегрів проводки, коротке замикання тощо. Тому важливо забезпечити належний протипожежний захист[24].

Проектуйте та встановлюйте електричні системи відповідно до вимог пожежної безпеки.

Нормативні вимоги: всі електроустановки повинні відповідати стандартам і вимогам ДСТУ для забезпечення пожежної безпеки. Зокрема, застосовуються наступні стандарти:

- ДСТУ 3760:2010 - «Улаштування електроустановок»; ДСТУ 3760:2010 - «Правила будови, улаштування та експлуатації електроустановок» (встановлює вимоги до проектування та монтажу електроустановок, у тому числі щодо пожежної безпеки).
- ДСТУ 3436-2016 - «Електроустановки низьковольтні. Вимоги безпеки під час монтажу та експлуатації» (містить технічні вимоги до монтажу та експлуатації електроустановок з метою запобігання пожежі).

Системи електропостачання: проектування електричних схем відповідно до вимог ДСТУ щодо систем захисту від короткого замикання та перевантаження.

Зокрема, ДСТУ 7010-1:2012 (ІЕС 60947-1:2007) «Автоматичні вимикачі». Зокрема, для визначення вимог до вимикачів використовується ДСТУ 7010-

1:2012 (IEC 60947-1:2007) «Вимикачі, частина 1: Загальні вимоги до вимикачів».

Встановлення та обслуговування пристроїв протипожежного захисту

- Автоматичні вимикачі та захисні пристрої Встановлення автоматичних вимикачів для запобігання перегріву проводки та можливого загоряння; згідно з ДСТУ 3436-2016, автоматичні вимикачі повинні відповідати певним вимогам щодо захисту від перевантаження та короткого замикання[21].
- Спринклерні установки та датчики диму: монтаж спринклерних установок та датчиків диму відповідно до вимог ДСТУ 8762:2017 «Системи автоматичного пожежогасіння». Спринклерні спринклерні установки. Технічні вимоги та методи випробування» та ДСТУ EN 54-7:2011 «Системи автоматичної пожежної сигналізації. Сповіщувачі димові. Частина 7. Сповіщувачі димові».

Вогнестійкі матеріали: всі матеріали, що використовуються для електропроводки та ізоляції кабелів, повинні відповідати вимогам ДСТУ 7114-5:2009 «Кабелі для електроустановок. Частина 5. Вогнестійкість та пожежна небезпека».

Наявність вогнегасників: вогнегасники, що використовуються в приміщеннях з електроустановками, повинні відповідати вимогам ДСТУ 2240:2003 «Вогнегасники». Зверніться до «Технічних характеристик» та оберіть відповідно до класу вогнезахисту:

- Порошок для класів А і Е (електроустановки).
- Вуглекислий газ для гасіння електричних пожеж.
- Автоматичні системи пожежогасіння: автоматичні системи пожежогасіння: деякі установки повинні мати автоматичні системи пожежогасіння відповідно до ДСТУ EN 15004:2013 «Системи автоматичного пожежогасіння. Вимоги та методи випробування».

Системи пожежної сигналізації та управління.

- Детектори диму: детектори диму: детектори диму повинні бути встановлені в електроустановках для виявлення пожежі. Димові сповіщувачі повинні відповідати стандарту ДСТУ EN 54-7:2011 «Сповіщувачі димові». Він описує вимоги до димових пожежних сповіщувачів у системах пожежної сигналізації.
- Контроль електричних параметрів У разі перевищення допустимих значень температури або струму система повинна спрацювати і вимкнути обладнання. Для цього використовуються датчики температури та струму відповідно до стандарту ДСТУ ІЕС 60947-5-1:2003 «Установки електричні». Частина 5-1: Пристрої захисту від перевантаження

Правила експлуатації та обслуговування.

Періодична перевірка та технічне обслуговування: Для забезпечення пожежної безпеки важливо проводити регулярне технічне обслуговування електричної системи, щоб переконатися, що вона знаходиться в належному робочому стані. Стан ізоляції проводів, вимикачів та іншого обладнання слід перевіряти відповідно до вимог ДСТУ 3436-2016, який описує вимоги до технічного обслуговування та експлуатації електроустановок[23].

Запобігання перегріву: важливо стежити за станом електропроводки, оскільки проблеми з перегрівом можуть бути викликані неправильно підбраною або пошкодженою проводкою. Всі кабелі та проводи повинні бути обрані відповідно до ДСТУ 3436-2016 та ДСТУ 4288:2004 «Кабелі електричні на напругу до 1 кВ».

Інструктажі з пожежної безпеки та навчання персоналу.

Навчання та інструктажі: всі працівники повинні пройти навчання з питань пожежної безпеки, що відповідає вимогам ДСТУ 3301:2015 «Системи управління охороною праці та захист працівників». Пожежна безпека. Всі працівники повинні пройти навчання з пожежної безпеки, яке відповідає вимогам «Вимог щодо забезпечення пожежної безпеки на робочому місці».

Протипожежні тренування: протипожежні тренування: повинні бути підготовлені відповідно до ДСТУ 4446:2005 «Протипожежні тренування. Загальні вимоги» повинні бути підготовлені відповідно до ДСТУ 4446:2005.

Висновок.

Забезпечення ефективного протипожежного захисту в системах електрооливоочищення є важливою частиною загальної стратегії безпеки. Дотримання нормативних документів, зокрема вимог ДСТУ до проектування, монтажу та обслуговування електроустановок, забезпечить безпеку персоналу, обладнання та навколишнього середовища[26].

Профілактика пожеж в електроустановках.

- Налагодити систему перевірки та обслуговування електрообладнання для виявлення потенційних проблем, які можуть призвести до пожежі.
- Використання антистатичних матеріалів для зменшення іскроутворення поблизу вибухонебезпечних рідин і газів (там, де система очищення працює з потенційно легкозаймистими рідинами).

Заходи щодо захисту навколишнього середовища.

Захист навколишнього середовища є важливою частиною будь-якої технології, особливо в процесах очищення нафти, оскільки недотримання екологічних стандартів може призвести до серйозних екологічних наслідків, включаючи забруднення ґрунту, води і повітря. Для забезпечення екологічної безпеки проектування та експлуатація систем підготовки нафти повинні відповідати екологічним стандартам, в тому числі ДСТУ, які регламентують очищення води, повітря, ґрунту та відходів.

Фільтрація димових газів.

У процесах очищення оливи, особливо коли задіяні термічні процеси або коли використовується обладнання, яке може виробляти потенційно шкідливі гази

(наприклад, при високих температурах або під час миття машин), відпрацьовані гази повинні бути надійно відфільтровані, щоб запобігти забрудненню повітря.

Відповідно до ДСТУ 3947:2014 «Охорона навколишнього природного середовища. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу. Методи визначення рівнів забруднення», необхідно забезпечити постійний моніторинг викидів та використання ефективних систем фільтрації для очищення повітря.

Для очищення викидів застосовується ДСТУ EN 14181:2016 «Забруднення повітря. Моніторинг викидів. Оцінювання та контроль якості вимірювання».

Збирання та утилізація відпрацьованої оливи.

Відпрацьовану оливу, що містить токсичні компоненти, не можна скидати в навколишнє середовище. Для її збору та утилізації повинні використовуватися відповідні системи, що запобігають забрудненню ґрунту та води.

Очищення оливи за допомогою екологічно чистих матеріалів.

У процесі очищення оливи слід використовувати екологічно чисті матеріали та технології. Це дозволить мінімізувати шкідливий вплив на навколишнє середовище, включаючи ґрунт, воду і повітря.

Вибір таких матеріалів і технологій повинен відповідати критеріям ДСТУ 4194-2003 «Матеріали нешкідливі для навколишнього середовища. Загальні вимоги щодо їх застосування».

Утилізація відходів.

Використані фільтри, магнітні елементи та інші частини системи очищення, що містять забруднюючі речовини, необхідно утилізувати належним чином. Це допоможе запобігти негативному впливу на навколишнє середовище[27].

Дотримуйтесь ДСТУ 4568:2012 «Утилізація твердих побутових відходів. Методи утилізації», всі відходи, що містять небезпечні компоненти, повинні утилізуватися на спеціальних об'єктах з подальшою переробкою або безпечною утилізацією.

Для фільтрів та інших елементів, що містять залишки оливи, необхідно забезпечити сегрегацію та утилізацію відповідно до вимог ДСТУ 4670:2006 «Відходи, що містять небезпечні речовини. Утилізація та поводження з ними».

Екологічно безпечні методи утилізації.

Для утилізації відходів, що утворюються в результаті очищення нафти, слід використовувати тільки екологічно безпечні методи, які мінімізують забруднення навколишнього середовища[28].

Використання методів біоремедіації (біологічного очищення забрудненого ґрунту та води) або термічної обробки відходів є прикладами екологічно безпечних технологій, які повинні відповідати критеріям ДСТУ 3543:2013 «Технічні вимоги до процесів поводження з відходами».

Охорона водних ресурсів.

Переробка нафти повинна здійснюватися таким чином, щоб уникнути забруднення водних ресурсів. Метою очищення нафти є не тільки зменшення забруднення води, але й запобігання накопиченню шкідливих речовин у водоймах.

Для цього важливо вжити всіх заходів, щоб забезпечити очищення стічних вод на спеціальних очисних спорудах перед їх скиданням у природні водойми. Це повинно відповідати ДСТУ 4194:2016 «Забруднення води. Методи очищення та контролю».

Очищення стічних вод.

Загальні вимоги до охорони праці.

- Навчання та інструктаж: Перед початком роботи працівники повинні пройти обов'язковий інструктаж з охорони праці, який охоплює наступні ключові питання:
- Техніка безпеки при роботі з електричними системами: оскільки системи очищення оливи є електричними, важливо, щоб усі працівники були обізнані з технікою безпеки при роботі з електричним обладнанням. Навчання повинно включати в себе
- Правила поводження з електрообладнанням, вимикачами, трансформаторами та іншими електричними компонентами.
- Дії у випадку короткого замикання, ураження електричним струмом або аварійної ситуації.
- Вимоги до ізоляції та заземлення електрообладнання.
- Дотримання правил безпеки під час ремонту та обслуговування обладнання.
- Вимоги до навчання та інструктажу з техніки безпеки можна знайти в наступних документах:

Робочі місця повинні бути організовані відповідно до вимог охорони праці, включаючи

Вимоги до проведення медичних оглядів викладені в наступних документах:

- ДСТУ 5.3:2015 «Медичні огляди працівників», ДСТУ 5.3:2015 «Медичні огляди працівників».
- ДСТУ 3865-99 «Охорона праці. Професійні захворювання. Оцінка та профілактика».

Висновок.

Забезпечення охорони здоров'я та безпеки в системах очищення оливи є важливим аспектом забезпечення безпеки працівників і мінімізації

негативного впливу на навколишнє середовище. Дотримання вимог щодо заземлення, протипожежного захисту та охорони навколишнього середовища, а також регулярне навчання працівників може забезпечити безпечну та ефективну експлуатацію електричних систем очищення оливи.

3.2. Витрати на розробку та впровадження комплексу.

Розробка технічних рішень.

Цей етап передбачає розробку концептуальних і технічних рішень для систем підготовки нафти, які відповідають вимогам замовника та стандартам безпеки, екологічності та енергоефективності.

Підготовка технічної документації: підготовка схем, специфікацій і технічних описів для різних етапів системи. Сюди входить

- Проектування електричних схем для підключення обладнання.
- Проектування механічних систем (насосів, фільтрів тощо).
- Вибір і проектування систем автоматизації (ПЛК, датчики).

Крім того, необхідно врахувати вимоги до монтажу, конфігурації та введення в експлуатацію системи.

Орієнтовна вартість: 10%-15% від вартості проекту.

Розробка програмного забезпечення для автоматизації.

Кабелі та проводка: вартість кабелів та проводки для з'єднання всіх елементів системи.

Орієнтовна вартість: від 2% до 5% від загальної вартості обладнання.

Розподільний щит і панель: вартість електричного щита і розподільного щита для управління електричними з'єднаннями і безпеки.

Орієнтовна вартість: від 3% до 5% від вартості обладнання.

Збірка та монтажні матеріали.

Монтажні матеріали включають всі допоміжні матеріали, що використовуються при встановленні та підключенні обладнання, такі як фітинги, кріплення, ущільнювачі, кабелепроводи та інші компоненти.

Трубопроводи та фітинги: вартість нафтопроводу, фітингів, з'єднань і запірної арматури.

Орієнтовна вартість: 5-10% від вартості проекту. 2.

Ущільнення та кріплення: вартість ущільнень для запобігання витoku нафти та кріплень для закріплення обладнання.

Орієнтовна вартість: 1-3% від вартості обладнання.

Додаткові матеріали та інструменти.

Вартість додаткових матеріалів та інструментів включає в себе все необхідне для налаштування та тестування обладнання, а також проведення пусконаладжувальних робіт.

Інструменти для встановлення та налаштування: витрати на спеціальні інструменти, необхідні для встановлення та налаштування системи.

Кошторисні витрати: 1-2% від вартості проекту.

Витрати на монтаж і налаштування системи.

Підключення системи автоматичного управління: встановлення ПЛК, датчиків, перетворювачів і всіх електричних підключень до системи автоматизації. Сюди входить налаштування програмного забезпечення для автоматичного моніторингу всіх параметрів (рівень масла, тиск, температура тощо).

Орієнтовна вартість: 5-10% від вартості обладнання.

Підключення до електромережі: підключення всього обладнання до електромережі, перевірка правильності з'єднань і стабільності роботи, а також тестування електричних ланцюгів[48].

Орієнтовна вартість: 3-5% від вартості обладнання.

Налаштування та тестування системи.

Налаштування системи включає встановлення робочих параметрів, перевірку функцій, калібрування датчиків і налаштування автоматичних систем для забезпечення правильної роботи всіх компонентів.

Попереднє тестування та перевірка герметичності.

Після завершення монтажу необхідно провести ряд початкових випробувань, щоб переконатися, що всі системи працюють правильно, а обладнання готове до експлуатації. Попередні випробування включають перевірку трубопроводів, насосів, резервуарів і фільтраційного обладнання на герметичність[55].

1. перевірте трубопроводи та з'єднання на герметичність: щоб уникнути витоків масла або інших рідин. Це включає гідравлічні або пневматичні випробування.

Орієнтовна вартість: 5-8% від загальної вартості перевірки.

Функціональні випробування систем автоматичного управління включають в себе аварійні випробування, тестування систем аварійної сигналізації та аварійної зупинки і перевірку стабільності автоматичних налаштувань в реальних умовах.

Аварійне тестування систем Оперативне тестування систем аварійного вимкнення, сигналізації та моніторингу в разі виникнення аномалії.

Орієнтовна вартість: 5-7% від вартості випробувань.

Після виконання всіх налаштувань і калібрувань необхідно провести фінальне тестування і підтвердити відповідність усім вимогам і нормам проекту. Це включає перевірку документації, тестування роботи всіх систем і підготовку сертифіката приймання системи.

Перевірка документації: перевірка всієї документації на відповідність проектним специфікаціям і дотримання стандартів безпеки та якості.

Орієнтовна вартість: від 3% до 5% від загальної вартості тестування.

Навчання персоналу.

- Формула розрахунку:

$$\text{Термін окупності} = \frac{\text{Початкові інвестиції}}{\text{Щорічна економія}} \quad (3.1)$$

- Орієнтовна оцінка: Термін окупності для таких систем може варіюватися від 2 до 5 років залежно від масштабу проекту та ефективності використання оливи.

Чиста приведена вартість (Net Present Value, NPV): Чиста приведена вартість визначає різницю між сумою приведених до теперішнього часу доходів від проекту та витратами. Якщо NPV є додатнім, проект є економічно вигідним[76].

$$\text{NPV} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad (3.2)$$

Формула розрахунку:

Де

- C_t — грошові потоки у році t ,

- r — ставка дисконтування,
- I_0 — початкові інвестиції,
- n — період оцінки.
- Орієнтовна оцінка: NPV дозволяє виявити загальну вигоду від проекту. Якщо NPV позитивне, то проект є економічно обґрунтованим.

Внутрішня норма доходності (Internal Rate of Return, IRR): Внутрішня норма доходності визначає процентну ставку, при якій чиста приведена вартість проекту дорівнює нулю. Чим вища IRR, тим вигідніший проект.

- Формула розрахунку: IRR — це ставка дисконтування, при якій:

$$NPV = 0 \quad (3.3)$$

- Орієнтовна оцінка: IRR для таких проектів зазвичай складає від 15% до 30% залежно від ефективності очистки оливи та заощаджень на витратах на сировину.

Рентабельність (Return on Investment, ROI): ROI дозволяє оцінити відносну вигоду від інвестицій за допомогою співвідношення отриманого доходу до витрат на проект.

- Формула розрахунку:

$$ROI = \frac{\text{Чистий дохід}}{\text{Інвестиції}} \times 100\% \quad (3.4)$$

- Орієнтовна оцінка: ROI може складати від 20% до 50% залежно від розміру підприємства та масштабу виробництва.

Економічні вигоди від впровадження системи очищення оливи

3.3. Оцінка економічної ефективності та розрахунок економічних вигод

Оцінка економічної ефективності є важливою частиною планування та реалізації проектів систем очищення від нафти. Це допомагає визначити, наскільки вигідно впроваджувати таку систему з точки зору економічних і фінансових результатів для підприємства. Процес оцінки базується на порівнянні витрат на розробку, впровадження та експлуатацію системи очищення нафти з вигодами, отриманими від її використання[61].

Ключові показники економічної ефективності.

Для оцінки економічної ефективності використовуються наступні ключові показники

Термін окупності: термін окупності визначає період часу, протягом якого інвестиції в проект повністю відшкодовуються за рахунок економії, що виникає в результаті використання очищеної нафти.

- Формула розрахунку:

$$\text{Термін окупності} = \frac{\text{Початкові інвестиції}}{\text{Щорічна економія}} \quad (3.5)$$

Приклад: Якщо загальні початкові інвестиції складають \$200,000, а річна економія від зменшення витрат на закупівлю нової оливи та зниження витрат на утилізацію відходів — \$50,000, то термін окупності складають[69].

Де

$$\text{Термін окупності} = \frac{200,000}{50,000} = 4 \text{ роки} \quad (3.6)$$

Це означає, що проект окупиться приблизно за 4 роки.

Чиста приведена вартість (Net Present Value, NPV): Чиста приведена вартість дає змогу оцінити загальну вигоду проекту після врахування всіх витрат і

доходів за допомогою дисконтованих грошових потоків. Якщо NPV позитивна, проект є економічно вигідним.

- Формула розрахунку – вище зазначена формула NPV

Приклад: Якщо річні грошові потоки від економії складають \$60,000 протягом 5 років, а ставка дисконтування — 10%, то NPV можна розрахувати як:

$$NPV = \frac{60,000}{(1+0.1)^1} + \frac{60,000}{(1+0.1)^2} + \frac{60,000}{(1+0.1)^3} + \frac{60,000}{(1+0.1)^4} + \frac{60,000}{(1+0.1)^5} - 200,000 \quad (3.7)$$

Якщо результат NPV буде позитивним, то проект є вигідним.

Внутрішня норма доходності (Internal Rate of Return, IRR): Внутрішня норма доходності є тією ставкою дисконтування, при якій чиста приведена вартість проекту дорівнює нулю. Вищий IRR свідчить про більшу вигідність проекту.

Приклад: Якщо IRR проекту становить 18%, а вимоги інвестора до IRR — 15%, то проект є економічно доцільним, оскільки IRR перевищує вимоги.

Рентабельність (Return on Investment, ROI): Рентабельність дає змогу визначити відносну вигоду від інвестицій у проект. Вона вказує на ефективність вкладення капіталу[62].

- Формула розрахунку

$$ROI = \frac{\text{Чистий дохід}}{\text{Інвестиції}} \times 100\% \quad (3.8)$$

Приклад: Якщо чистий дохід від економії на закупівлі оливи складає \$40,000 за рік, а інвестиції в проект — \$200,000, то ROI становитиме:

$$ROI = \frac{40,000}{200,000} \times 100\% = 20\% \quad (3.9)$$

Прогноз економічного впливу визначає потенційні економічні вигоди, які компанія отримає в результаті встановлення системи очищення нафти. До них відносяться

Економію на закупівлі нової оливи:

Наприклад, якщо компанія використовує 10 000 літрів нафти щомісяця, а вартість літра становить 3 долари США, річна вартість нафти становить 360 000 доларів США. Переробляючи нафту, компанія може заощадити до 50% на її закупівлі[78].

Орієнтовна економія: $360\ 000\ \text{доларів США} \times 50\% = 180\ 000\ \text{доларів США}$ річної економії.

Зменшення витрат на утилізацію відпрацьованої оливи:

- Витрати на утилізацію нафти становлять значну частину витрат на очищення навколишнього середовища. Утилізація нафти може значно зменшити кількість відходів, які необхідно утилізувати.
- Орієнтовна економія: 30% річних витрат на утилізацію.

Підвищення ефективності виробництва:

- Покращення якості продукції та зменшення зносу обладнання завдяки використанню очищеної нафти може знизити витрати на технічне обслуговування та зменшити кількість виробничих дефектів.
- Орієнтовна економія 10-15% скорочення витрат на обслуговування обладнання.

Зменшення штрафів та витрат на дотримання екологічних стандартів:

- Штрафи та витрати на очищення навколишнього середовища можуть бути зменшені за рахунок зменшення забруднення та підвищення екологічної відповідальності.
- Орієнтовна економія 20% скорочення штрафів та витрат на очищення довкілля.

Річна економія (дол. США) 5-річна економія (дол. США)

- Економія на закупівлях нафти 180 000 900 000
- Скорочення витрат на утилізацію 20 000 100 000
- Зменшення витрат на обслуговування обладнання 15 000 75 000
- Зменшення штрафів та витрат на охорону навколишнього середовища 10 000 50 000
- Загальна економія 225 000 1 125 000

Висновки

Термін окупності проекту становить 4 роки, що є досить сприятливим показником для інвестування. Показники NPV та IRR проекту свідчать про його економічну життєздатність та високу прибутковість. Прогнозовані економічні вигоди за 3,5 роки вказують на загальну економію в розмірі 1 125 000 доларів США, що підтверджує високу ефективність системи очищення нафти[70].

Таким чином, проект системи підготовки нафти є економічно доцільним і має високий потенціал для економії витрат і підвищення ефективності виробництва[68].

3.4 Висновки до розділу 3

У цьому розділі надано комплексну оцінку економічної ефективності впровадження системи очищення нафти. Детальний аналіз витрат і потенційних вигод дозволив зробити такі основні висновки.

Оцінка витрат на проектування системи, закупівлю, встановлення, налаштування та тестування обладнання дозволяє точно визначити обсяг фінансування, необхідний для впровадження системи очищення нафтопродуктів. Витрати включають проектування, закупівлю обладнання та матеріалів, встановлення, тестування, навчання та технічне обслуговування системи[71].

ВИСНОВОК

У ході виконання дипломної роботи було здійснено аналіз сучасних методів очищення олив, зокрема, електротехнологічних методів, що використовують вплив електричних полів. Дослідження показали, що електричні методи є перспективними завдяки здатності ефективно видаляти мікроскопічні забруднення, зберігаючи при цьому корисні властивості олив та зменшуючи негативний вплив на довкілля.

Було розглянуто фізико-хімічні процеси, які відбуваються під час очищення під дією електричних полів, а також вплив цих полів на забруднюючі частки, що сприяло поглибленому розумінню механізмів очищення.

Результатом роботи стала розробка електротехнологічного комплексу для очищення олив, що включає структурну схему, технічні розрахунки основних компонентів, параметрів електроприводів і насосного обладнання. Враховано питання монтажу, технічного обслуговування та експлуатації комплексу, що забезпечує його безпечне та ефективне використання.

Окрім цього, було проведено оцінку економічної ефективності розробленого комплексу, яка засвідчила його доцільність для практичного впровадження, з огляду на оптимізацію витрат на очищення та підвищення довговічності обладнання.

Також розглянуто питання охорони праці та технічної безпеки, що є необхідними умовами надійного та екологічного функціонування комплексу.

Таким чином, результати роботи спрямовані на створення ефективної, економічно обґрунтованої та екологічно безпечної системи очищення олив, яка може знайти широке застосування у різних галузях промисловості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Поліщук, В.О. "Сучасні методи очищення мастильних матеріалів" – Київ: Наукова думка, 2019.
2. Калініченко, В.О., Ткаченко, Л.В. "Електротехнології в обробці рідинних середовищ" – Львів: ЛНАУ, 2021.
3. Ковальчук, А.П. "Теоретичні основи очищення технічних оливо" – Харків: ХПІ, 2018.
4. Бойко, І.М. "Методи очищення рідин в електричних полях" – Дніпро: ДНУ, 2017.
5. Іванченко, С.В. "Фізико-хімічні процеси у рідинах при електричній обробці" – Одеса: ОНАХТ, 2020.
6. Семенович, О.А. "Застосування електричних полів в технології очищення" – Київ: КПІ, 2016.
7. Смирнов, І.О. "Технологічні процеси в обробці оливо" – Чернівці: ЧНУ, 2021.
8. Грабовський, А.В. "Економічна ефективність впровадження технологій очищення" – Львів: ЛНУ, 2019.
9. Романенко, І.І., Кучерук, В.А. "Електричні методи очищення рідин" – Київ: УДУХТ, 2015.
10. Турченко, О.П. "Безпека праці при експлуатації електротехнічного обладнання" – Київ: Наукова думка, 2019.
11. Басюк, І.В. "Енергоефективні технології очищення оливо" – Харків: ХАІ, 2020. 21.
12. Матвієнко, В.М. "Сучасні електротехнологічні процеси очищення" – Київ: НАН України, 2016. 22.
13. Тарасенко, М.І. "Фільтруючі технології в очищенні технічних рідин" – Київ: Інститут електродинаміки НАН України, 2018.
14. Гуменюк, Т.М. "Методи захисту навколишнього середовища при очищенні оливо" – Вінниця: ВНТУ, 2015. 24. Драган, Ю.С. "Електроочисні технології в енергетиці" – Львів: НУ Львівська політехніка, 2018.

- 15.. Максимчук, І.П. "Системи фільтрації для очищення технічних рідин" – Київ: Наукова думка, 2020.
16. Радченко, В.Є. "Електрохімічні методи очищення олив" – Тернопіль: ТНТУ, 2016.
17. Василенко, П.М. "Фізико-хімічні основи очищення рідин" – Одеса: ОНУ, 2017.
18. Іваненко, М.Г. "Екологічні аспекти використання електричних методів очищення" – Київ: НАН України, 2019.
19. Ковальчук, А.І. "Методики економічного аналізу в очищенні олив" – Харків: ХНАУ, 2020.
30. Федоренко, А.С. "Інноваційні технології в очищенні промислових рідин" – Запоріжжя: ЗНУ, 2018.
31. Гончаренко, П.В. "Охорона праці при роботі з електротехнічним обладнанням" – Київ: КНУБА, 2017.
32. Пономаренко, Ю.М. "Технологія очищення рідин електростатичними методами" – Дніпро: ДНУ, 2020.
33. Шевчук, А.Л. "Вплив електричних полів на забруднюючі частки" – Харків: ХНУРЕ, 2021.
34. Сухомлин, Л.П. "Механізми дії електричних полів у рідинних середовищах" – Київ: НАН України, 2016.
35. Дмитренко, В.І. "Моделювання електричних полів для очищення рідин" – Тернопіль: ТНТУ, 2019.
36. Кравченко, Л.С. "Основи економічного аналізу в електротехнічних системах" – Одеса: ОНАХТ, 2018.
37. Яковенко, О.М. "Електричне очищення в технології обробки рідин" – Київ: НТУУ "КПІ", 2020.
38. Петренко, О.Г. "Ефективність використання електротехнологій у промисловості" – Львів: ЛНТУ, 2019.
39. Савченко, І.П. "Екологічні аспекти очищення олив" – Полтава: ПНТУ, 2017.

40. Рижко, І.О. "Основи теорії очищення технічних рідин" – Київ: НАН України, 2018.
41. Омельченко, С.А. "Використання електричних полів в очищенні мастильних рідин" – Вінниця: ВНТУ, 2019.
42. Хоменко, В.Г. "Аналіз сучасних технологій очищення рідин" – Чернігів: ЧДТУ, 2021.
43. Zhang, J., et al. "Electric Field-Assisted Filtration of Oil Contaminants." *Journal of Membrane Science*, 2020.
44. Kumari, S., et al. "Recent Advances in Electrostatic Separation of Contaminants in Liquids." *Separation and Purification Technology*, 2019.
45. Yao, L., & Xu, Z. "Dielectric Properties and Oil Purification Techniques." *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 2018.
46. Liu, Z., et al. "Electrostatic Oil Purification Methods and Their Applications." *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2021.
47. Wilson, M.A. "Electrical Techniques for Industrial Oil Filtration." *Chemosphere*, 2017.
48. Saito, H., et al. "Electrically Enhanced Separation Processes in Industrial Applications." *Chemical Engineering Journal*, 2021.
49. Lee, T.K. "Advances in Electrostatic Purification of Lubricants." *Journal of Applied Electrochemistry*, 2019.
50. Miller, J.T., & Perry, J.D. "Field-Assisted Filtration: Theory and Practice." *Separation Science and Technology*, 2020.
51. Chen, H., et al. "Electrostatic and Electromagnetic Oil Cleaning Techniques." *Environmental Science and Technology*, 2018.
52. Gao, Y. & Cheng, K. "Electrically Induced Particle Removal in Fluids." *Applied Physics Letters*, 2017.
53. Martinez, L., & Blanco, M. "Economic and Environmental Aspects
54. ДСТУ 3437-96 "Оливи і мастила. Метод визначення вмісту води". ДСТУ 4293:2004 "Масла для двигунів внутрішнього згорання. Загальні технічні вимоги".

- 55.ДСТУ 4058-2001 "Нафтопродукти. Метод визначення корозійної дії на метали".
- 56.ДСТУ 7678:2014 "Оливи промислові. Загальні технічні умови".
- 57.ДСТУ EN ISO 3170:2005 "Нафтопродукти. Відбирання проб".
- 58.ДСТУ ISO 2049:2006 "Нафтопродукти. Визначення кольору".
- 59.ДСТУ EN ISO 12100:2014 "Безпечність машин. Загальні принципи проектування".
- 60.ДСТУ 6081:2009 "Засоби захисту від забруднень для гідравлічних рідин. Методи фільтрації".
- 61.ДСТУ ISO 4406:2017 "Гідравлічні рідини. Оцінка забруднення частками. Метод класифікації забруднення".
- 62.ДСТУ 7351:2013 "Електричні технології в інженерії. Загальні вимоги до безпеки".
- 63.ДСТУ IEC 60247:2012 "Електроізоляційні рідини. Методи вимірювання електричних характеристик".
- 64.ДСТУ 2304-93 "Методи вимірювання напруженості електричних полів у рідинах".
- 65.ДСТУ 6062:2008 "Електротехнології. Методика випробувань напруженості електричних полів".
- 66.ДСТУ 7239:2011 "Системи охорони праці. Загальні вимоги до безпеки при обслуговуванні електротехнічного обладнання".
- 67.ДСТУ ISO 13849-1:2014 "Безпека машин. Частина системи керування".
- 68.ДСТУ EN ISO 14120:2017 "Захист машин. Загальні вимоги щодо безпеки".
- 69.ДСТУ ISO 8528-13:2015 "Захист при роботі з мастильними матеріалами та хімічними речовинами".
- 70.ДСТУ ISO 14001:2015 "Системи екологічного управління. Вимоги".
- 71.ДСТУ 3211-95 "Викиди забруднюючих речовин в атмосферу. Методи контролю".
- 72.ДСТУ 2156-93 "Оцінка впливу на довкілля при використанні хімічних речовин".

- 73.ДСТУ 7680-2015 "Мастила, промислові рідини. Методи визначення кінематичної в'язкості".
- 74.ДСТУ EN ISO 3104:2018 "Нафтопродукти. Визначення в'язкості олив".
- 75.Кравець, Л.В. "Електричні методи очищення промислових рідин". – Львів: ЛНУ, 2018.
- 76.Чорний, С.М., та ін. "Технологія очищення мастильних матеріалів у машинобудуванні". – Київ: НАН України, 2019.
- 77.Грищенко, І.М. "Застосування електротехнологій в очищенні рідинних середовищ". – Дніпро: ДНУ, 2020.
- 78.Загородній, П.І. "Сучасні електротехнології для очищення олив і мастил". – Харків: ХП, 2017.
- 79.Литвиненко, В.І. "Методи фільтрації і очищення рідин у технологічних процесах". – Вінниця: ВНТУ, 2016.
- 80.Мартиненко, Ю.В. "Теорія і практика електричних методів очищення технічних рідин". – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.