

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни «Засоби транспортування, зберігання та застосування
пально-мастильних матеріалів»

вибіркових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

272 Авіаційний транспорт
(Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів)

за темою № 13 – Відновлення якості нафтопродуктів

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 28.08.2023 № 1

Розробник:

Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач - методист Давітая О. В.

Рецензенти:

- 1. Доцент кафедри автомобілів та тракторів Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, к.т.н., доцент Павленко О. В.;*
- 2. Професор навчального відділу КЛК ХНУВС, к.х.н., доцент Козловська Т. Ф.*

План лекції

1. Відстоювання, центрифугування, фільтрація.
2. Змішування і додавання відсутніх компонентів, фізико-хімічні методи відновлення.

Рекомендована література:

Основна

1. Григоров А. Б. Зберігання нафти та нафтопродуктів в умовах нафтобаз : Харків-Тернопіль : НТУ ХПІ : Крок, 2022. 184 с.
URL :<https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/00644d5b-4e34-4e74-8f23-f66382bf4809/content> (дата звернення: 19.07.2023).
2. Зберігання та дистрибуція нафти, нафтопродуктів і газу : навч. посіб. / Л. Н. Ширін та ін. Дніпро, 2019. 306 с. URL : https://tst.nmu.org.ua/ua/185/%D0%90%D0%93%D0%9D%D0%9A%D0%A1/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%B7%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20_12.12.2019_.pdf (дата звернення: 19.06.2023).

Додаткова

3. Чабанний В. Я., Магопєць С. О., Осипов І. М. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення : навч. посібн. Кіровоград: ЦентральноУкраїнське видавництво, 2008. ч.2. 500 с. URL : https://library.kr.ua/wp-content/elib/chabanniy/Chabanniy_Pal_mast_Mater_kn1.pdf (дата звернення: 13.07.2023).

Текст лекції

1. Відстоювання, центрифугування, фільтрація.

Характеристика відстоювання

Зміна якості палив і масел найчастіше відбувається при змішуванні, обводненні і забрудненні їх механічними домішками. Нафтопродукти, що відрізняються за якісними показниками від норм стандартів більше величини допустимих відхилень, не можуть застосовуватися в техніці, тому їх потрібно поправляти. Якість палив і масел відновлюється за такими показниками: фракційний склад, октанове (цетанове) число, вміст сірки і смол, в'язкість, кислотність, вміст присадок, коксівність, вміст води і механічних домішок.

Найчастіше зустрічаються випадки обводнення нафтопродуктів або забруднення їх механічними домішками. Найбільш доступний і простий метод збездвоування палив і масел — це відстоювання. Цим методом можна видалити із ПММ більшу частину механічних домішок і води. Відстоювання застосовують як самостійний процес відновлення якості ПММ і як попередній перед фільтруванням.

Бензин відстоюють при звичайній температурі, а дизельне паливо для прискорення збезводнювання попередньо підігрівають до 50...60°C, потім відстоюють і фільтрують.

Масла збезводнюють, підігріваючи їх до 70...80°C протягом кількох годин і відстоюють. Якщо вода в маслі залишалась і після цих операцій, його необхідно нагріти до 105...110°C і витримати при такій температурі до повного випаровування води. При цьому необхідно пам'ятати, що обводнене масло при нагріванні вище 100°C сильно піниться в результаті чого можливий його викид. Щоб запобігти цьому, воду видаляють у два етапи, як вказувалось раніше.

Механічні домішки із палива і масел видаляють шляхом відстоювання з наступним фільтруванням у чистий резервуар.

Для прискорення відстоювання масла, його можна підігрівати до 60...80 °C (залежно від в'язкості). Поряд з фільтруванням на практиці широко застосовують відцентрову очистку з використанням установок ДержНДТІ (ГОСНІТІ) і сепараторів. Найбільш перспективним способом очистки ПММ є використання пристроїв на основі електричного поля. Поправлення (виправлення) палив і масел за такими показниками як в'язкість, густина, вміст сірки і фактичних смол, октанове (цетанове) число провадиться змішуванням з продуктом тієї ж марки, але що має запас якості за показником, який поправляється.

Для змішування нафтопродуктів необхідно: розрахувати кількість продуктів, що будуть змішуватися; перевірити правильність розрахунків шляхом аналізу спеціально виготовленого в невеликій кількості зразка суміші; підготувати необхідні для змішування резервуари (тару) і засоби перекачування. Для перемішування суміші її не менше трьох разів перекачують за схемою: резервуар-насос-резервуар.

Змішування закінчують, коли суміш у різних шарах буде однорідною і аналіз підтвердить відповідність її вимогам стандарту або ТУ. Аналіз провадять через 3...4 год після змішування.

Масла змішують у змішувачах, попередньо їх підігріваючи до температури 60...80 °C і цю температуру витримують протягом всієї операції змішування. Після закінчення змішування суміш витримують при температурі 60...80 °C протягом 2 год., після чого перевіряють її однорідність і відповідність вимогам стандарту і ТУ. Якщо суміш неоднорідна, змішування повторюють.

Виправлені нафтопродукти не можуть довго зберігатися, тому їх необхідно зразу ж використовувати.

Відстоювання – найбільш простий спосіб відновлення якості нафтопродуктів. Відстоюванням можна видалити з палива та масел значну частину механічних домішок та води. Ефективність процесу збільшується зі зростанням різниці в щільності забруднень та нафтопродуктів, а також розмірів часток забруднень. Відстоювання передус, як правило, фільтрації, але не може бути самостійним процесом відновлення якості нафтопродуктів. Теоретичні основи стійкості суспензій та емульсій в наш час розроблені

достатньо повно. Нафтопродукти з домішками твердих часток забруднень є типовими малоконцентрованими суспензіями. Домішки диспергерованої води надають нафтопродуктам емульсійний характер. Присутність емульсійної води та твердих часток забруднень різної дисперсності обумовлюють складний характер фізичних процесів відстоювання.

Швидкість осідання залежить від положення частки в рідкому середовищі. Відхилення еквівалентних розмірів часток неправильної форми від розмірів таких самих кулеподібних часток в загальному випадку невеликі і великого практичного значення не мають на швидкість осідання. На швидкість осідання часток впливає їх розділу частка-середовище плівок сторонніх речовин або налиплих шарів, бульбашок повітря або інших часток з іншою щільністю, шорсткістю часток.

Значний та важко враховуємий вплив на швидкість осідання оказують різні плівки, що адсорбуються на поверхні часток.

В практиці відновлення нафтопродуктів часто проводять відстоювання обводнених палив та масел, в яких вода знаходиться в емульгованому стані. Можна допустити, що всередині осідаючих рідких часток під час осідання виникають мікропотоки, які можуть змінити поверхню крапель та їх взаємодію із середовищем.

Для відновлення якості нафтопродуктів відстоюванням застосовують відстійники періодичної та безперервної дії. Найбільш раціональною конструкцією відстійників періодичної дії є вертикальні циліндричні резервуари з конічним дном, які зручні тим, що забруднення, яке осіло, концентрується в конусі, звідки легко видаляється через спускний кран. Для в'язких важких продуктів відстійники обладнують паровими змійовиками та електрообігрівачами.

По мірі відстоювання через нижній зливний кран з відстійників видаляють забруднення, а продукт, що відстоявся, зливають. Важкі продукти заливають у відстійник та підігрівують до 80...90°C. Відстій ведуть при вимкнених підігрівачах, оскільки ввімкнені підігрівачі викликають конвекційні потоки в рідинах та ускладнюють відстій. Масла зазвичай відстоюють на протязі 24...28 год.

В якості відстійних резервуарів періодичної дії часто застосовують звичайні резервуари. В цьому випадку продукт, що відстоявся, забирають з верхніх шарів за допомогою плаваючих пристроїв. Для відстоювання важких нафтопродуктів такі резервуари часто обладнують підігрівачами. Більшу продуктивність мають відстійники безперервної дії, які можуть бути горизонтальними та вертикальними.

Об'єм нафтопродукту, що пройшов крізь відстійники, залежить від швидкості осідання забруднень, діаметра та довжини горизонтального відстійника та квадрата діаметра вертикального відстійника.

Для більш ефективного видалення забруднень днища відстійників роблять конічними. Декілька таких конічних поверхонь, розташованих паралельно, підвищують ефективність відстоювання. Емульгована вода з

нафтопродуктів може бути в значній ступені видалена за допомогою відстійників та паливозабірників з набором конічних тарілок.

Відстій, що накопичується на дні відстійника, має густину більше густини нафтопродукту.

Теоретичні основи центрифугування

За допомогою центрифуг (сепараторів) можна ефективно та швидко очистити нафтопродукти від забруднень. Центрифугування дозволяє відокремити від нафтопродуктів такі дрібні частки, які іншими методами очищення видалити неможливо.

Сепаратори в наш час широко застосовують для періодичного очищення забруднених або відпрацьованих масел та очищення нафтопродуктів у паливних і масляних системах сухопутних машин, літальних апаратів, кораблів. Сепаратори досить часто включають у схему маслорегенераційних установок для попереднього очищення масел. Іноді сепаратори сполучають із фільтр-пресами.

На нафтобазах і складах центрифуги поширені, на жаль, мало, хоча ефективність їхнього використання для очищення нафтопродуктів від забруднень і води може бути дуже високою. Слід зазначити також, що застосування центрифугування пов'язане з відносно великою витратою електроенергії й найбільше економічно вигідно для очищення в'язких нафтопродуктів з попереднім їхнім підігрівом в умовах нафтобаз і складів.

Сутність очищення нафтопродуктів за допомогою центрифуг полягає у видаленні часток забруднень і води в силовому відцентровому полі. Умови осадження часток у відцентровому полі будуть іншими, ніж у полі земної гравітації. На частку у відцентровому полі діють масові й поверхневі сили.

Ефективність очищення зростає зі збільшенням діаметра та швидкості обертання центрифуг, різниці щільності, забруднень та нафтопродукту, зменшенням в'язкості середовища та збільшенням розмірів часток забруднень.

Центрифуги для очищення нафтопродуктів бувають для розділення води та нафтопродуктів, відокремлення твердих забруднень від нафтопродуктів та комбіновані сепаратори для виконання двох та більше операцій обробки забруднених нафтопродуктів. По будові основного вузла барабана розрізняють: тарілчасті та багатокамерні сепаратори з циліндричними вставками.

На нафтобазах, складах, заправних станціях, особливо аеродромних складах, включення сепараторів у технологічну схему видачі дозволить значно збільшити чистоту нафтопродуктів, що видаються, і тим самим істотно підвищити надійність і довговічність роботи двигунів. Основною перешкодою до широкого впровадження очищення нафтопродуктів за допомогою сепараторів є їхня мала продуктивність і додаткові економічні витрати. Однак прості підрахунки показують, що збільшення довговічності роботи двигунів за рахунок додаткового очищення палив навіть на 5 % у короткий строк окупить всі витрати на установку центрифуг. Тому

очищення нафтопродуктів за допомогою сепараторів необхідно широко впроваджувати.

Фільтрація є ефективним і доступним засобом відновлення якості нафтопродуктів. З її допомогою можна ефективно видалити тверді забруднення. Процеси фільтрації нафтопродуктів широко застосовують на нафтобазах, складах, АЗС, господарствах та ін. Незважаючи на розробку спеціальних фільтрів, видалення емульсійної води методами фільтрації не можна вважати вирішеною проблемою. Ступінь очищення нафтопродуктів від забруднень визначається технологічною схемою фільтрації і, особливо, типом застосовуваних фільтрів.

При фільтрації тверді частки забруднень затримуються на поверхні фільтруючої перегородки й проникають у її пори. Це явище характерно для нафтопродуктів, які представляють собою малоконцентровані суспензії. Можливі наступні види фільтрації: з повним закупорюванням пор, з поступовим закупорюванням кожної пори багатьма твердими частками, з утворенням осаду та проміжний.

Фільтрація з повним закупорюванням пор на практиці зустрічається рідко.

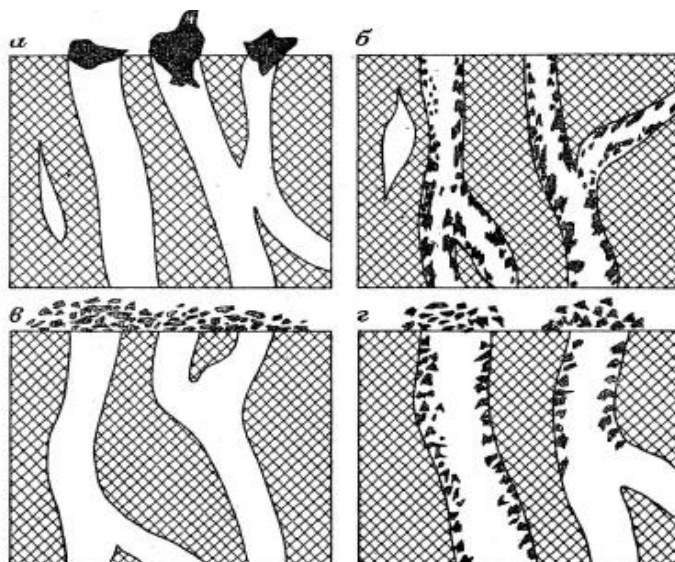


Рисунок 1 - Види фільтрації:

а – з повним закупорюванням пор; б - з поступовим закупорюванням кожної пори багатьма твердими частками; в - з утворенням осаду; г – проміжний.

В процесах фільтрації нафтопродуктів з поступовим закупорюванням пор, їх радіус постійно зменшується. Тому, при фільтрації нафтопродуктів з поступовим закупорюванням пор загальний опір фільтра менш інтенсивний, ніж в процесах фільтрації з повним закупорюванням пор.

В процесах фільтрації нафтопродуктів з утворенням осаду швидкість фільтрації залежить від опору шару осаду та фільтруючої перегородки. Дослідженнями встановлено, що при фільтрації нафтопродуктів з утворенням осаду підвищення загального опору при збільшенні кількості фільтрату залишається постійним.

На підставі проведених досліджень рядом вчених в нашій державі можна зробити висновок, що ріст інтенсивності загального опору із

збільшенням кількості фільтрату зменшується при переході від фільтрації нафтопродуктів з повним закупорюванням пор до фільтрації з утворенням осаду. Найбільш вигідний з практичної точки зору процес фільтрації нафтопродуктів з утворенням осаду, найменш вигідний – з повним закупорюванням пор.

Проміжний вид фільтрації може наближатися до фільтрації із частковим закупорюванням пор або утворенням осаду.

Фільтрація з повним закупорюванням пор та утворенням осаду є граничними випадками, що не зустрічаються на практиці.

Фільтрувальні матеріали (перегородки) є самою істотною частиною фільтрів. Від правильного вибору фільтрувальних матеріалів залежить продуктивність фільтрування і якість одержуваного фільтрату. Для надійного очищення нафтопродукти повинні фільтруватися через перегородки: фільтруючу, на якій затримуються тверді частки; коагулюючу, на якій краплі коалесціюють; водовідштовхувальну для відділення вільної води від палив і масел.

Фільтрувальні матеріали повинні задовольняти наступним вимогам:

- надійно затримувати можливо більшу кількість твердих часток і диспергированої води;
- мати невеликий гідравлічний опір при максимальній питомій пропускній здатності;
- легко і багаторазово регенеруватися від забруднень;
- не змінювати фізико-хімічних, механічних властивостей і геометричних розмірів при контакті з продуктами, які очищують, та при впливі ударних, теплових і вібраційних навантажень;
- мати високий ресурс роботи;
- не електризувати продукт, який очищається;
- після використання легко утилізуватися без забруднення зовнішнього середовища;
- мати добрі технологічні і конструктивні властивості: легко гофруватися, склеюватися та ін ;
- бути дешевими, з доступною сировинною базою.

Фільтруючі властивості перегородок оцінюються якісними і кількісними параметрами. До перших відносять максимальний або середній розмір пор фільтрувального матеріалу і максимальний розмір часток, що пройшли через фільтруючу перегородку; до других – коефіцієнт відфільтрування, коефіцієнт пропускання, номінальну тонкість фільтрації, тонкість відсіву, повноту відсіву, порову структуру матеріалу. Якісні критерії не дають досить повної оцінки фільтрувальних матеріалів, тому що вони не відображають ефективності відділення часток забруднень розміром менше розмірів пор. Зневага дрібними частками забруднень неприпустима через процеси коагуляції. Кількісні критерії оцінки також неоднаково відображають якість фільтрувальних матеріалів.

Повнота відсіву забруднень, що характеризується масовим або об'ємним коефіцієнтом відсіву, не має явно вираженої функціональної залежності між

загальним змістом і розподілом часток по розмірах. Цей критерій не несе інформації про дисперсний склад забруднень.

Спроби зв'язати оцінку фільтруючих властивостей фільтрів з розподілом пор по розмірах поки не увінчалися успіхом.

В наш час відома велика кількість фільтрувальних матеріалів, які можна класифікувати за різними ознаками. На поверхневих фільтрувальних перегородках (папір, повсть, тканини, металеві сітки та ін.) тверді частки затримуються на поверхні, практично не проникаючи в пори фільтруючого елемента. У глибинних фільтрувальних перегородках тверді частки затримуються в глибині фільтруючого елемента. Це явище спостерігається, коли частки домішок значно менше отворів

фільтрувальних матеріалів, а концентрація забруднень не настільки висока, щоб утворити зводи над входами в пори. В практиці доводиться фільтрувати різні продукти з різним ступенем забруднення. Вимоги до якості фільтрату теж не завжди однакові. Тому для виправлення якості нафтопродуктів застосовують різноманітні матеріали з різною фільтруючою здатністю.

Гнучкі фільтрувальні перегородки можуть бути виготовлені з різних матеріалів. Негнучкі перегородки можуть бути жорсткими і нежорсткими. Негнучкі жорсткі перегородки виготовляють у вигляді досить товстих дисків, плиток, циліндрів із часток твердих матеріалів спіканням, а іноді пресуванням. Негнучкі нежорсткі перегородки складаються з твердих часток, які жорстко не зв'язані між собою. Ці матеріали являють собою шари часток кам'яного, деревного, тваринного вугілля, коксу, глини, піску, деяких неорганічних солей, діатоміту. Їхнє застосування можливо, якщо є горизонтальна опорна перегородка.

Перевагою цих фільтрувальних перегородок є можливість підтримки їх у чистому стані шляхом промивання, у результаті якого змінюється взаємне розташування твердих часток фільтруючого елемента.

Для відновлення якості нафтопродуктів найбільш широко застосовують металеві сітки, ткані і неткані натуральні та синтетичні матеріали, металокераміку і інші фільтрувальні перегородки. Застосування нетканих матеріалів і пористого фторопласта дозволяє підвищити тонкість фільтрації, зменшити масу фільтрувальних пакетів і їхню вартість у випадку застосування нетканих матеріалів. Однак пористий фторопласт досить дорогий, механічна міцність елементів ФЕП і нетканих матеріалів відносно невисока.

Фільтрувальні перегородки з металу можуть бути виготовлені у вигляді перфорованих аркушів, сіток і тканин. Сітки квадратного плетива виготовляють із латуні, фосфористої бронзи; сітки саржевого плетива – з маловуглецевої і нержавіючої сталей, міді, латуні, фосфористої бронзи, нікелю і монель-металу.

Найбільше часто застосовувані сітки квадратного плетива мають розміри отворів 40...100 мкм. Розмір отворів сіток квадратного плетива 40 мкм є мінімальним, у той час як сітки саржевого плетива часто застосовуються з розмірами отворів 20 мкм і менш. Наприклад, широко застосовують для

фільтрування палив сітки саржевого плетива зі сталі X18H9T з розмірами отворів 20 мкм, а також нікелеві сітки з розмірами отворів 12...16 мкм.

Металокерамічні фільтри виготовляють із металевих порошків пресуванням, прокаткою та спіканням. В якості металевих порошків зазвичай використовують бронзу, нержавіючі і маловуглецеві сталі, які можуть бути хромовані для підвищення корозійної стійкості. Фізичні властивості, хімічний склад, структура, пористість і міцність металокерамічних фільтрів можуть бути досить різноманітними. Розмір отворів у таких перегородках може бути 1...75 мкм, а пористість досягати 50 %. Міцність на розтяг досягає 70 МПа/м². Металокерамічні перегородки доцільно застосовувати в процесах фільтрації із закупорюванням пор та утворенням осаду. Установлено, що для металокерамічних фільтрів, виготовлених з металевих часток розміром 63 мкм, збільшення товщини перегородки з 1 до 3 мм на тонкість фільтрації істотного впливу не робить, однак гідравлічні характеристики фільтруючих елементів при цьому погіршуються. Зі збільшенням тонкості фільтрації пропускна здатність фільтрів, природно, зменшується. Після 90 з фільтрування палива через фільтруючий елемент товщиною 0,03 м пропускна здатність перегородок з порошку із частками 600, 300, 200, 100 та 63 мкм зменшується відповідно на 50, 60, 80, 82 та 86 %.

Фільтри з порошків металів доцільно виготовляти двошаровими: верхній шар з більш крупних часток, а нижній – з більш дрібних. Тонкість фільтрації в цьому випадку практично дорівнює тонкості фільтрації через фільтр, виготовлений із дрібних часток тієї ж товщини. У двошарових фільтрувальних перегородках, виготовлених з порошків металів відповідно 200, 63 та 300, 63 мкм, обидва шари працюють практично рівномірно. У двошарових металокерамічних фільтрах потік найкраще направляти у бік зменшення отворів. У цьому випадку більш висока пропускна здатність фільтруючих елементів зберігається протягом тривалішого часу. Зі збільшенням діаметра забруднень верхній шар фільтруючого елемента повинен бути виготовлений з більш крупних часток.

Для видалення забруднень із палив крім металевих фільтрів досить часто застосовують синтетичні і натуральні тканини. В порівнянні з іншими тканинами бавовняні використовують найбільш широко. Для фільтрування застосовують бязь, міткаль, діагональ, бельтинг. Наприклад, у фільтрах ФГТ у вигляді одношарових чохла для фільтрування бензину і дизельного палива застосовують діагональ. Під тонкі тканини часто у вигляді підкладки використовують парусину. Характеристики тканин, ступінь крутіння ниток, число ниток на одиниці довжини, спосіб їхнього переплетення, товщина та ін. – визначають властивості тканин стосовно до процесів фільтрації. Дуже важливі також такі властивості тканин, як міцність на розтяг, здатність затримувати забруднення та відокремлюватись від осаду, схильність до закупорювання отворів твердими частками забруднень, проникність по відношенню до фільтрату, стійкість у середовищі нафтопродуктів. Оскільки всі тканини мають в тій чи іншій ступені шорстку поверхню, то здатність тканин можливо повніше відокремлюватись від осаду набуває важливе значення.

Волокна, які виступають, та надають шорсткість тканинам, можуть бути вилучені обробкою аміачним розчином окису міді. Найбільш гладка поверхня виходить у тканин (мерсеризованих), які були короткочасно занурені в охолоджений концентрований розчин їдкого натру. Для фільтрування палив застосовують також вовняні тканини, які значно уступають по затримуючій здатності та міцності бавовняним. Однак вовняні тканини значно перевершують бавовняні по пружним властивостям. Вовняні тканини промивають холодними промивними рідинами, після чого фільтруючі елементи із цих тканин слід швидко висушити і повісити в сухому приміщенні.

Крім вовняних і бавовняних у якості фільтрувальних перегородок використовують шовкові тканини. Шовкові фільтрувальні тканини мають високу міцність, добре затримують тверді частки та мають достатню проникність по відношенню до рідкої фази. Однак шовкові тканини досить дорогі. Крім того, вони не затримують дрібні частки забруднень, оскільки поверхня тканин доволі гладка. Шовкової тканини в наш час замінюються синтетичними матеріалами. Тканини із синтетичних матеріалів по багатьом характеристикам перевершують тканини із природних волокон. Більшою перевагою синтетичних тканин є їх висока механічна міцність, термічна, хімічна і біологічна стійкість. У цих тканин немає усадки при контакті з рідинами. В якості синтетичних фільтрувальних перегородок використовуються поліхлорвінілові, полівінілхлоридні, віньонові, совіденові, нітронові, поліамідні, лавсанові, поліпропіленові, фторлонові та інші тканини. Майже всі синтетичні тканини стійкі до дії кислот і лугів. Однак при підвищених температурах працюють далеко не всі тканини. Високу температуру (вище 100 °C) витримують нітронові, поліамідні, лавсанові, фторлонові тканини. Полівінілхлоридні, перхлорвінілові, совіденові тканини мають невисоку теплостійкість (не вище 60...75 °C). Поліпропіленові тканини розчиняються в уайт-спириті, діхлоретані та деяких інших полярних розчинниках.

У всіх тканинних фільтрах забруднення палив затримуються в основному в отворах, утворених нитками. В переплетеннях волокон ниток затримується лише 5...15 % забруднень.

Фильтродіагональ і фильтросванбой – найпоширеніші бавовняні тканини для фільтрування – мають тонкість фільтрації 30...40 мкм в одному шарі і 10...20 мкм у трьох шарах. Пропускна здатність одношарових перегородок з фильтродіагонали та фильтросванбою становить 0,101 та 0,1425 м³/(с·м²). Для тришарових фільтрів пропускна здатність знижується відповідно до 0,036 та 0,05 м³/(с·м²).

Пропускна здатність фторлонових тканин різна і залежить від їхньої щільності та інших фізико-хімічних характеристик.

В якості фільтрувальних перегородок для очищення нафтопродуктів широко використовують також неткані матеріали, які виготовляють у вигляді стрічок, аркушів із синтетичних, вовняних (фетр, повсть), лляних, бавовняних волокон, паперової маси та ін. Окремі волокна в нетканих перегородках

зв'язані між собою в результаті механічної обробки або додавання деяких зв'язувальних речовин. В окремих випадках неткані перегородки захищаються рідкою тканиною. Наприклад, фільтрувальний нетканый матеріал для пального складається з волокон капрону і волокон бавовни, які склеюються синтетичним карбоксилвмістним латексом. Для підвищення водо- і термостійкості до латексу додають термореактивну смолу - метазин.

Для фільтрування застосовують також фторлон, фторлон з ацетохлорином і фторопласт – в якості пористих перегородок.

Очищення нафтопродуктів фільтрацією

На всіх етапах зберігання і застосування нафтопродуктів очищенню фільтрацією повинна приділятися сама серйозна увага. На нафтобазі, складі, заправному пункті і т.д. повинен бути розроблений комплекс заходів, що запобігають забрудненню палив і масел.

В технологічних схемах нафтобаз і складів повинні бути установлені прилади, що реєструють і регулюють ступінь очищення нафтопродуктів і перекачування палив. Наприклад, для безперервного контролю за вмістом води в паливах встановлюють прилади з автоматичним відключенням насоса у випадку подачі обводненого палива. Забруднення, які не вдається відокремити відстоюванням, видаляють фільтрацією. В наш час фільтрацією видаляються частки крупніше 5 мкм. З розвитком фільтрувальних перегородок тонкість фільтрації досягне 2...3 мкм. Палива і масла доцільно очищати на всіх ступенях зберігання і застосування уніфікованими фільтрами з різною тонкістю фільтрації. Число ступенів очищення і параметри фільтрів вибирають відповідно до ГОСТ 17216-71 «Промислова чистота.

Класи чистоти рідин», яким передбачений розподіл робочих рідин на 19 класів.

На склади і нафтобази нафтопродукти надходять, як правило, залізничним транспортом. При зливі нафтопродукти фільтрують: масла – через фільтри з тонкістю фільтрації 70 мкм; а палива – через фільтри 15...20 мкм. З нафтобаз і складів нафтопродукти видають в автоцистерни та паливозаправники.

При цьому їх фільтрують через фільтри з тонкістю фільтрації 15...20 мкм. Надалі після кожного етапу зберігання і транспортування палива фільтрують із тонкістю фільтрації 15...20 мкм.

При заправленні техніки тонкість фільтрації автомобільних і дизельних палив доцільно підвищити до 10...15 мкм.

При зливі мастил із залізничних цистерн їх доцільно фільтрувати через фільтри грубого очищення. При видачі зі складу і заправленні техніки масла фільтрують через фільтри з тонкістю фільтрації 15...20 мкм.

У всіх випадках при зберіганні нафтопродуктів на складах необхідно виділяти групу відстійних резервуарів.

На практиці ця схема фільтрування виконується далеко не завжди. Часто, паливо, що прибуває, зливається в основні резервуари без фільтрування. На багатьох нафтобазах і складах відстійні резервуари відсутні. Відсутність

відстійних резервуарів і недостатнє фільтрування нафтопродуктів при прийомі і видачі варто вважати недоліком у роботі нафтобаз і складів по забезпеченню необхідної чистоти палив. Особливо важливо ретельне фільтрування дизельних палив, від чистоти яких у значній мірі залежить надійність і довговічність роботи двигунів. Таким чином, багатоступінчаста система фільтрування в поєднанні з відстоюванням і центрифугуванням, а також застосування комплексу організаційно-технічних заходів щодо запобігання забруднення забезпечить необхідну чистоту нафтопродуктів, що істотно підвищить надійність і довговічність роботи техніки.

Для зменшення забруднення нафтопродуктів продуктами корозії всі резервуари, трубопроводи і арматури складів і баз повинні бути виготовлені з корозійностійких матеріалів або мати антикорозійне покриття. Для збільшення ефективності фільтрування і зменшення забруднення палив і масел всі резервуари повинні бути обладнані повітряними фільтрами на дихальних пристроях, відстійниками і пристроями для зливу води та бруду, плаваючими паливозабірниками та іншою допоміжною арматурою. Палива доцільно видавати з видаткових резервуарів закритим способом через сепаратори для відділення нерозчиненої води і через фільтри з тонкістю фільтрації 5 мкм. Дихальні клапани автопаливозаправщиків повинні бути обладнані повітряними фільтрами. Техніку заправляти необхідно закритим способом через фільтри з тонкістю фільтрації 5 мкм.

За допомогою сучасних фільтрів можна видалити з палив значну частину забруднень. При фільтруванні палива через фільтр ФГН-30-20 кількість часток забруднень розміром до 10 мкм знижується на 40...70 %, вміст часток 10...20 мкм зменшується у 8...10 разів, а забруднення крупніше 20 мкм видаляються повністю. Аналогічний ефект очищення спостерігається і при фільтрації через фільтри ФГН-60-20, ФГН-120-20, ФГТ-30-20, ФГТ-60-40, ТФ-2М. За допомогою фільтрів з палив можна видалити забруднення розміром більше 5...10 мкм при фільтруванні через металокерамічні елементи, виготовлені з порошку 50...63 мкм. Якщо розміри часток порошку, з якого виготовлений фільтр, збільшити до 100...150 мкм, то тонкість фільтрації погіршиться. У цьому випадку з палив можна видалити частки розміром більше 10...150 мкм.

2. Змішування і додавання відсутніх компонентів, фізико-хімічні методи відновлення.

Змішування і додавання відсутніх компонентів

Відновлення якості нафтопродуктів змішуванням широко застосовують на нафтобазах, складах та ін. Цей метод не вимагає великих економічних витрат і може бути виконаний за допомогою звичайного складського устаткування. Якість палив відновлюють по октановому числу, фракційному складу, щільності, коксівності, кислотності, іодному числу, в'язкості, температурі спалаху, змісту ТЕС, фактичних смол, ароматичних вуглеводнів, сірки, золи, механічних домішок і води; якість масел – по

в'язкості, температурі спалаху, коксівності, кислотному числу, зольності, щільності, змісту механічних домішок і води. Якість спеціальних рідин відновлюють по змісту присадок, механічних домішок і компонентів, що входять у їхній склад. Якість некондиційних нафтопродуктів відновлюють шляхом їхнього змішання з нафтопродуктами, що мають запас якості по відповідним показникам, а також додаванням відсутніх компонентів.

Перед відновленням проводять повний аналіз некондиційного продукту та продукту, що має запас якості, потім розраховують кількість продуктів, що змішують, перевіряють правильність розрахунків аналізом приготовленого в лабораторії зразка суміші і, нарешті, готують необхідні для змішування резервуари, засоби перекачування та інше устаткування. При змішуванні в резервуар спочатку подають паливо з більшою щільністю, а потім у нижню частину резервуара перекачують необхідну кількість палива з меншою щільністю, що поліпшує умови змішування. Після цього отриману суміш перемішують перекачуванням «на кільце» за схемою резервуар-насос-резервуар до тих пор, поки суміш не буде однорідною. Однорідність суміші визначають лабораторним аналізом після відстоювання протягом 3...4 год. Операцію відновлення вважають закінченою, якщо щільність суміші в нижньому, середньому та верхньому шарах однакова і результати лабораторного аналізу підтверджують відповідність якості нафтопродукту вимогам Держстандарту або ТУ.

Високов'язкі нафтопродукти змішують у резервуарах, обладнаних підігрівниками. Масла можна змішувати також на установці для змішування, фільтрування та зневоднювання масел (УЗФЗМ), у водомаслогрійках, автомаслозаправниках, автоводо-маслозаправниках. Вихідні продукти перед змішуванням нагрівають до 60...80 °С і змішування проводять при безперервному підігріві масел при цій же температурі. Високов'язкі нафтопродукти перекачують «на кільце» до однорідної суміші; після цього суміш витримують 2...4 год. при 60...80 °С і визначають лабораторним аналізом якість відновленого продукту. Якщо суміш неоднорідна по складу, то продовжують її перемішування при підігріві до одержання однорідної суміші.

Зміст ТЕС, фактичних смол, сірки, ароматичних вугле-воднів, щільність, коксівність, кислотність, фракційний состав, зольність, кислотне, іодне та октанове числа – величини адитивні.

В практиці приходить відновлювати якість спеціальних рідин. Якість охолоджуючих рідин відновлюють таким чином. Спочатку видаляють механічні домішки відстоюванням та фільтрацією. Потім відновлюють склад. Для цього застосовують концентрований етиленгліколь та воду з жорсткістю не більше 25°, краще дистильовану. Воду або етиленгліколь змішують відновлюваною рідиною до одержання однорідної суміші. Повноту змішування контролюють гідрометром у пробах з нижнього, середнього та верхнього шарів. Перемішування припиняють після того, як розбіжність вмісту етиленгліколю в пробах не буде перевищувати 1 %, а температури замерзання – 3 °С. При недостатньому вмісті в охолоджуваній рідині антикорозійних присадок недостатню кількість декстрину та динарійфосфату додають.

Присадки слід вводити не в чистий етиленгліколь, а в приготовлену рідину. У цьому випадку розчинення присадок відбувається швидше. При додаванні динатрійфосфата потрібно врахувати, що одна його молекула містить 12 молекул кристалізаційної води. Спочатку готують концентрат динатрійфосфата з розрахунку 100 кг/м^3 рідини. Концентрат додають у рідину при постійному перемішуванні. Для прискорення розчинення присадок рідину підігрівають до $60\ldots 70^\circ\text{C}$. Після розчинення присадок концентрат перекачують у резервуар з відновлюваною охолоджуючою рідиною. Резервуар, у якому готувався концентрат, промивають відновлюваною рідиною для того, щоб не було втрат концентрату. Потім рідину перемішують 2...3 рази перекачуванням "на кільце". Після відновлення охолоджуючої рідини аналізують її якість у повному обсязі.

Спиртоводогліцеринові рідини відновлюють по вмісту окремих компонентів. Для цього необхідно мати етиловий спирт, кип'ячену воду (краще дистильовану), дистильований гліцерин. Ці продукти повинні мати якість, що задовольняє вимогам Держстандарту.

Крім класичних методів відновлення якості нафтопродуктів відстоюванням, фільтрацією, центрифугуванням, змішуванням - усе ширше обговорюється можливість застосування фізико-хімічних методів: адсорбційних, хімічних, відновлення якості в магнітному та електричному полі і ін.

Адсорбційні методи

Відомі речовини, які вибірково поглинають певні молекули із суміші органічних і неорганічних з'єднань різноманітної структури. Поглинаючі речовини можуть бути твердими та рідкими, однак більше поширення одержали тверді речовини (адсорбенти). В наш час найбільш реальним, імовірно, є впровадження для очищення цеолітів і силікагелів. Найбільш реальна область застосування цеолітів - видалення води, хоча цеоліти з успіхом можуть бути використані для розділення і будь-яких сумішей, що складаються з молекул прийнятних розмірів і структури. Силікагелі адсорбують не тільки воду, але й продукти окислювання вуглеводнів – смоли, кисневі й інші гетероорганічні з'єднання.

Структура адсорбентів.

Цеоліти являють собою кристалічні речовини. Кристалічна структура обумовлює їх незвичайні адсорбційні властивості. На відміну від алюмо- або силікагелів пори в кристалічній решітці цеолітів мають ідеальну однорідність розмірів. Ці розміри відповідають розмірам молекул, що часто зустрічаються. Оскільки пори мають однакові розміри, можна кількісно відокремлювати дрібні молекули від великих. Завдяки цим властивостям цеоліти (на відміну від силікагелів) назвали "молекулярними ситами", тому що адсорбція на них являє собою "просівання" сумішей молекул з їхнім сортуванням по розмірах.

Відомі штучні й природні цеоліти. Природні цеоліти утворилися в результаті складних геохімічних процесів і являють собою гідратовані алюмосилікати кальцію, натрію та інших металів. У їхній склад входять

також алюміній, кремній і рідше інші метали. Природні цеоліти можуть взаємодіяти із солями, розчиненими в підземних водах, в результаті чого протікає іонний обмін. Тому в цеолітах присутні аніони кремінних кислот, іони різних металів, кристалізаційна вода. Відомі три групи природних цеолітів: $\text{CaNa}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - шабазит, $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - натроліт, $\text{CaNa}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ - гейландит.

Синтетичні цеоліти мають, ідеальну однорідність розмірів пор. В Україні одержують синтетичні цеоліти CaA, NaA, NaX. За кордоном випускають цеоліти 4A, 5A, 13X та ін. Синтетичні цеоліти мають високу вибірну здатність, підвищену спорідненість до полярних з'єднань (через яскраво виражений гетероіонний характер внутрішньої поверхні), більшу адсорбційну ємність та стійку здатність повністю вилучати адсорбат з поділюваної системи.

Основою теорії будови силікатів є уявлення про кислотні радикали, тетраедричні агрегати типу $(\text{SiO}_2)^{4-}$ та $(\text{AlO}_4)^{5-}$. Основні елементи структури сполучаються з утворенням структурних кістяків, з якими з'єднані позитивні іони натрію, калію, магнію, кальцію і ін. Вісім тетраедрів утворюють куб, 12 тетраедрів - гексагональну призму, а 24 тетраедра - кубооктаедр.

Впровадження цих великих структурних груп у кристалічну решітку призводить до утворення структур з дуже великим об'ємом пор молекулярних розмірів; навіть при введенні додаткових іонів металів залишається багато місця для поглинання значної кількості молекул. Від хімічного складу цеоліту і залежить об'єм внутрішніх пор, наприклад, 1 м шабазиту має $3 \cdot 10^{20}$ порожнин. Найбільша довжина поперечного перерізу порожнини становить 1,14 нм, а діаметр вікна - близько 0,5 нм. Кожна внутрішня порожнина збезводненого шабазиту може поглинути 24 молекули води. Молекули і іони речовини, яка поглинається, здатні до обміну, знаходяться всередині пор цеолітів. Структура цеолітів забезпечує протікання оборотних процесів гідратації, дегідратації та іонного обміну. Видалення води підвищує активність цеоліту, але змінює його кристалічну решітку. Втрачену воду цеоліт адсорбує; замість води цеоліт може поглинути інші, підходящі по розмірах молекули. Зміна основних характеристик цеолітів досягається зміною структури кістяка та іонів металів. Наприклад, ефективний діаметр пор у ситах типу 5A на 0,1 нм більше, ніж в цеолітах 4A. При заміні натрію на калій розміри пор зменшуються. І в інших цеолітах розмір пор можна міняти за допомогою іонного обміну. Так, у цеоліті 13X заміною натрію на кальцій можна одержати пори діаметром 0,9 нм замість 1 нм.

Зниження температури приводить до зменшення ефективного розміру пор. Наприклад, адсорбція аргону на цеоліті 4A збільшується зі зниженням температури до -150°C , а при подальшому зниженні температури - істотно зменшується. Адсорбція полярних речовин також зменшує ефективний розмір пор. Наприклад, попереднє насичення цеоліту 4A 5 % води зменшує його адсорбційну ємність до етилену в 35 разів.

Істотною перевагою цеолітів є їх ненабряклість у рідких середовищах. Цеоліти проявляють каталітичні властивості, обумовлені кислотними

центрами та глиною, що додають в цеоліти як сполучний матеріал при виготовленні.

В пори цеолітів можуть проникнути молекули, що перевищують їх по діаметру. Так, у пори діаметром 0,35 нм можуть проникнути молекули розміром до 0,4 нм. Вільний діаметр пор у цеоліті 5А становить 0,42 нм, однак у ці пори легко проникають молекули нормальних алканів діаметром 0,49 нм. Цеоліти з різними розмірами пор неоднаково відносяться до молекул різної природи. Так, вода адсорбується цеолітами з розмірами пор від 0,35 до 1 нм, однак бутен і вищі *n*-алкени не адсорбуються на цеолітах з розмірами пор 0,35 нм. Ізоалкани, арени, циклани адсорбуються цеолітами з розмірами пор близько 1 нм і не адсорбуються цеолітами з розмірами пор 0,6 нм.

Таким чином, ефективно осушити нафтопродукти можна за допомогою цеолітів з розмірами пор від 0,35 до 0,4 нм. Ці цеоліти затримувати вуглеводи практично не будуть.

Адсорбція на цеолітах протікає при відсутності капілярної конденсації. Цеоліти мають високу адсорбційну ємність в області низьких тисків, вона швидко досягає максимуму навіть у цій області. Криві поглинання води цеолітами відповідають ізотермам Ленгмюра. Ізотерми такого типу свідчать про більші адсорбційні сили, які обумовлюють високу адсорбційну ємність і здатність повністю витягати адсорбат із суміші або розчину.

Силікагель являє собою гідратовану форму окислів кремнію $\text{SiO}_2 \cdot n \cdot \text{H}_2\text{O}$. Його застосовують у вигляді часток кулеподібної форми або у вигляді гранул. Залежно від розмірів пор і форми зерен випускають крупно- і дрібнопористий силікагель марок АСК, КСК, МСК, ШСМ та ін. Силікагелі мають надзвичайно розвинену поверхню адсорбції. Питома поверхня силікагелів досягає сотень квадратних метрів на грам. Механізм адсорбції на силікагелі досить складний. Крім суто фізичних процесів адсорбції протікають процеси хімічної взаємодії між різними гетероорганічними сполуками нафтопродуктів та адсорбентом.

Окис алюмінію (активна) являє собою γ -модифікацію з радіусом пор від 2,5 до 5,5 нм. Кожен грам активного окису алюмінію має близько 370 м² поглинаючої поверхні. Найбільшу механічну міцність має активний окис алюмінію, виготовлений у вигляді стрижнів діаметром 3...6 і довжиною 10...25 мм або у вигляді зерен.

Відбілюючі глини. У порівнянні з іншими адсорбентами відбілюючі глини є найбільш дешевими. Адсорбційні властивості мають природні глини різноманітного хімічного складу, що представляють собою гідросилікати алюмінію з невеликими домішками окисів і закисів лужноземельних елементів і лугів. Присутня в глинах зв'язана й гігроскопічна вода підвищує їхню активність. Адсорбційні властивості глин залежать від їх пористості і менше від хімічного складу. Відбілюючі глини застосовують в основному для регенерації відпрацьованих масел. Найбільш поширені опоки з порами різного діаметра, однак пори великого діаметра переважають. Це обумовлює їх високу обезсмолюючу здатність. Механізм адсорбції на глинах носить не

тільки фізичний характер. В процесі адсорбції протікає хімічна взаємодія між гетероорганічними з'єднаннями та активними центрами адсорбенту з утворенням координаційних структур. Утворення комплексних зв'язків призводить до зміни енергетичного стану з'єднань, що адсорбують, це викликає їхню міцну адсорбцію на поверхні адсорбенту. Для підвищення активності відбілюючих глин і силікагелів їх активують газоподібним аміаком, кальцинованою содою, кислотами й термічною обробкою.

Хімічні методи засновані на взаємодії реагентів з небажаними компонентами нафтопродуктів: водою, продуктами окислювання, гетероорганічними сполуками. Всі кисневі сполуки, в тому числі й вода, є продуктами окислення, тому відновленням кисневі сполуки можна перетворити у вуглеводні, а воду – у водень. Ефективними відновниками є гідриди металів. Воду можна видалити також за допомогою карбідів та окислів деяких легких металів. До хімічних реагентів пред'являються специфічні вимоги. Необхідно, щоб ці речовини були дешеві і продукти їхньої реакції з видаленими сполуками не розчинилися в нафтопродуктах. Найбільше підходять для цієї мети нерозчинні у вуглеводнях з'єднання кальцію, алюмінію, літію. Гідроокис кальцію практично нерозчинна у вуглеводнях, тому сполуки кальцію, що утворюють її в результаті реакції з водою, можуть бути використані для осушування палив і масел. З таких з'єднань найбільш придатні окис, карбід і гідрид кальцію, які практично нерозчинні в нафтопродуктах. Хімічний спосіб відновлення якості може бути реалізований шляхом завантаження осушувача в резервуар з нафтопродуктом, або при засипанні осушувача безпосередньо в нафтопродукт, або при зануренні його в спеціальному патроні, що забезпечує контакт із нафтопродуктом. Нафтопродукт перемішують перекачуванням по замкнутому циклу. На процес відновлення впливають природа осушувача, температура, інтенсивність перемішування, надлишок осушувача, його агрегатний стан і дисперсність.

Гідрид кальцію видаляє воду з нафтопродуктів швидше, ніж карбід. З підвищенням температури та інтенсивності перемішування швидкість видалення води росте. Карбонові кислоти та меркаптани ефективно віддаляються з палив гідридами протягом 5...6 хв.

При безпосередньому засипанні хімічних реагентів в палива та масла виникає необхідність у наступному їхньому очищенні від продуктів реакції. Більше зручною і технологічною представляється динамічна схема відновлення при перекачуванні нафтопродуктів через осушувач і фільтри. Якість нафтопродуктів у динамічних умовах відновлюється ефективно. Таким чином, хімічними реагентами можна ефективно відновити якість нафтопродуктів.