

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

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни
«Технологія виробництва і переробки нафтопродуктів»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

272 Авіаційний транспорт

(Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів)

за темою № 9 – Основи технологій виробництва нафтових олив

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 22.02.2024 № 2

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 17.01.2024 № 6

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
Харківського національного
університету внутрішніх
справ з технічних дисциплін
Протокол від 22.02.2024 № 2

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 12.12.2023 № 8

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. Процес виробництва олив.
2. Використання виборчих розчинників в процесі очищення олив.
3. Вимоги до розчинників

Рекомендована література:

Основна

1. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти та газу : підручник. Львів : Львівська політехніка, 2020. 448 с. . URL : <https://odnb.odessa.ua/vnn/book/2491> (дата звернення: 19.07.2023).
2. Братичак М. М., Гринишин О. Б. Технологія нафти та газу. навчальний посібник. Львів: Львівська політехніка, 2013. 180 с.
URL :<https://vlp.com.ua/node/10089> (дата звернення: 10.07.2023).
3. Сіренко Г.О., Кириченко В.І., Фізико-хімія паливно-мастильних матеріалів : монографічний підручник. Івано-Франківськ, 2017. 508 с.
URL:<https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2020/09/Pidruchnyk-Sirenko.pdf> (дата звернення: 07.08.2023).

Додаткова

1. Чабанний В. Я., Магопець С. О., Мажейка О. Й. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення: навч. посібн. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. ч.1. 353 с.
URL : https://library.kr.ua/wp-content/elib/chabanniy/Chabanniy_Pal_mast_Mater_kn1.pdf (дата звернення: 25.07.2023).
2. Чабанний В. Я., Магопець 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).
3. Зеркалов Д. В. Довідник споживача нафтопродуктів : посібник. Київ : Науковий світ , 2000. 196 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Офіційний сайт Державної Авіаційної Служби України
URL:<https://avia.gov.ua/> (дата звернення: 11.08.2023).
2. Офіційний сайт аеропорту «Бориспіль» URL: <https://kbp.aero/> (дата звернення: 11.08.2023).
3. Офіційний сайт Верховної Ради: URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0594-19/> (дата звернення: 11.08.2023).

Текст лекції

1. Процес виробництва олив.

Товарні масла, як правило, отримують змішанням (компаундуванням) базових дистильованих масел один з одним або з залишковими компонентами. Високоякісні товарні масла готують з обов'язковим введенням присадок, найчастіше композицій присадок різної функціональної дії. Сумарний вміст присадок в оливах складає зазвичай 3-8%, а в деяких маслах доходить до 15-17%. Змішання - один з важливих процесів заключної стадії виробництва товарних нафтопродуктів, що включає в себе розробку і використання найбільш ефективних технологічних схем і систем управління, розрахунки оптимальних рецептур сумішей з урахуванням показників властивостей товарних масел і т. п.

Залежно від вимог до якості товарних масел, наявності необхідних компонентів, обсягу резервуарних парків і інших технічних можливостей виробництва застосовують різні методи змішування: періодичне часткове змішування в трубопроводі і безперервне змішування в трубопроводі. Періодичне змішання відноситься до числа старих методів і полягає в послідовному закачуванні базових масел в резервуар і циркуляції суміші насосом до отримання однорідного за складом і властивостями продукту.

При досягненні необхідної в'язкості масла в резервуар закачують присадки і суміш прокачують, через підігрівач протягом 6-8 ч. Періодичний спосіб змішування має низьку продуктивність і трудомісткість. Його зазвичай використовують на заводах, що випускають обмежений асортимент товарних масел. При частковому змішуванні в трубопроводі одночасно вводять всі компоненти товарних масел в необхідних співвідношеннях. Склад і властивості масел остаточно коректують, додаючи необхідні кількості компонентів. Такий метод змішування використовують для приготування масел, що складаються з невеликої кількості компонентів досить постійної якості. Значно ефективніше і економніше схема безперервного змішування компонентів масел і присадок в трубопроводах з використанням автоматизованих станцій змішування.

В цьому випадку всі компоненти подають в трубопровод в точно заданих співвідношеннях, і в будь-який момент в змішувальному колекторі отримують товарне масло необхідної якості. При цьому обов'язково використовують автоматичні аналізатори якості на потоках, на технологічних трубопроводах встановлюють фільтри, газовідділювачами, вимірювачі витрати і виконавчі пристрої відповідно до технологічних вимог і заданими фізико-хімічними показниками товарних масел. «Вузьким місцем» при змішуванні є дозування присадок має ряд особливостей в порівнянні з введенням основних базових компонентів: малі витрати, висока в'язкість, токсичність, можливість кристалізації і т. д. Все це пред'являє особливі вимоги до технологічних схем подачі присадок і вибору обладнання.

Автоматичне змішання компонентів масел в трубопроводі забезпечує безперервність процесу компаундування і дозволяє знизити температуру, час

приготування масел за рахунок виключення циркуляції, підвищити точність дозування компонентів, скоротити витрату дорогих компонентів і присадок, а також електроенергії, поліпшити умови праці і дотримати вимоги техніки безпеки. Експлуатація автоматичних станцій змішування дає значний економічний ефект, що складається зі збільшення точності змішування і економії дорогих компонентів (60-70%), прискорення оборотності резервуарів (15-20%), скорочення резервуарного парку (10-15%), економії електроенергії (5-15%). Капітальні витрати окупаються за 1-2 роки. Пропускна спроможність змішання при надходженні компонентів з технологічних установок значно нижче, ніж при змішуванні компонентів, що надходять з резервуарів.

Для стабілізації витрат і якісних показників компонентів, що надходять на змішання, між установками і вузлом змішування часто вводять проміжні резервуари; невеликої ємності для зберігання надлишку компонентів (або відшкодування їх нестачі).

На багатьох заводах застосовують станції змішування, що представляють собою комбінацію розглянутих вище схем, тобто поєднують періодичне і безперервне змішання масляних компонентів і присадок.

Широко поширена схема змішування за базовим компонентом, тобто один або два основних компоненти, прийняті за базові і становлять основну частину товарного масла, подають безпосередньо з технологічних установок, а інші компоненти - з резервуарів. При такій схемі збільшується гнучкість вузла змішування, значно скорочується резервуарний парк і спрощується знаходження оптимальних сумішей.

Основи технології виробництва нафтових олив

Нафтові мінеральні масла самого різного призначення отримують із залишків атмосферної перегонки - мазутів. Процес виробництва будь-яких масел складається з 3 етапів:

- 1) підготовка сировини-отримання вихідних масляних фракцій;
- 2) отримання компонентів з вихідних масляних фракцій;
- 3) змішання компонентів (компаундування) і «примастка» їх присадками для отримання товарних марок масел.

Підготовка сировини полягає в разгонці мазутів під вакуумом. Фракції, які використовуються для виробництва масел, за способом отримання ділять на дві групи: дистилятні - виділяються у вигляді погонів при вакуумній разгонке мазуту (300- 400 °С, 350-420 °С, 420-450 °С), і залишкові - залишок вакуумної перегонки мазуту (вище 500 °С), тобто гудрон. Відповідно масла, отримані при переробці дистилятів масляних фракцій, називають дистилятні, масла, отримані з гудрону, - залишковими.

Виробництво компонентів з вихідних масляних фракцій-складний багатоступінчастий процес. Основне призначення кожного ступеня - повне або часткове видалення певних груп з'єднань, що впливають на експлуатаційні властивості масел. Як вже було докладно зазначено, з нафтових фракцій необхідно видаляти всі кислі з'єднання, ненасичені вуглеводні, частково

сірчисті і смолисті сполуки, поліциклічні ароматичні вуглеводні з короткими бічними ланцюгами, тверді парафіни.

В основі виробництва компонентів масел з вихідних масляних фракцій лежать методи виборчого видалення небажаних компонентів. Ці методи можуть бути фізичними - екстракція розчинниками, осадження з розчину при зниженні температури; фізико-хімічними - адсорбція; хімічними - взаємодія з сірчаною кислотою, гідроочістка.

Виробництво залишкових масел складніше, ніж дистилятних через високий вміст смолисто-асфальтенових речовин в гудронах. Отриманий при вакуумній разгонці гудрон піддають насамперед деасфальтизації - видаляють смолисто-асфальтенові речовини. Деасфальтизат направляють на очищення виборчими розчинниками (селективну очистку) фенолом або фурфурол. Мета селективного очищення - витяг залишкових смолисто-асфальтових речовин і поліциклічних ароматичних вуглеводнів з короткими бічними ланцюгами.

З рафината селективного очищення осаджують тверді парафіни за допомогою таких виборчих розчинників, як ацетон, дихлоретан в ін. Цродукт депарафінізації - депарафінат - остаточно доводять до кондиції шляхом адсорбційної очистки або гідроочищення.

Дистилятні масла в деасфальтизації не потребують. В іншому загальні схеми виробництва дистилятів і залишкових масел збігаються.

Впровадження в нафтопереробну промисловість процесів гідрокрекінгу і гідроізомеризації дещо змінює схему отримання дистилятних масел. Цродукт гідрокрекінгу вакуумного газойлю фракція 350 °С - к. к. є цінна сировина для виробництва масел і потребує тільки депарафінізації. Високоякісні масла можна отримувати також при гідроізомеризації парафінів і гачей - побічних продуктів депарафінізації олив.

В результаті очищення масляних фракцій від смолистих речовин колір змінюється - вони стають світлішими. Видалення смолистих речовин і поліциклічних ароматичних вуглеводнів з короткими бічними ланцюгами сприяє зниженню коксованості і підвищенню індексу в'язкості масел. Видалення смолистих речовин і ненасичених вуглеводнів значно збільшує термоокислювальну стабільність. Очищення від кислих сполук знижує корозійну активність, а виділення зі складу масел твердих вуглеводнів призводить до зниження температури застигання. Ефективність технологічних процесів виробництва масел характеризується в основному досягненням необхідних якісних показників масел, а також виходом цільового продукту (в мас.% в розрахунку на сировину).

Масла товарних марок готують змішуванням окремих компонентів (компаундуванням) з додаванням присадок.

Приготування товарних масел здійснюється на установці компаундування. Якщо є легкі, середні і важкі дистилятні, а також залишкові компоненти, то можна приготувати масла майже будь-яких сортів за винятком спеціальних, що мають температуру застигання -60 °С. Співвідношення компонентів встановлюють по номограмі для визначення в'язкості сумішей в залежності від

в'язкості компонентів і кінцевої в'язкості товарного масла. В кожному окремому випадку співвідношення компонентів уточнюється згідно з лабораторними аналізами готового масла.

2. Застосування виборчих розчинників у процесах очищення олив

Масляні фракції складаються з суміші вуглеводнів різних класів і гетероциклічних сполук різноманітної будови. Фізичні властивості вуглеводнів залежать як від їх належності до певного класу, так і від молекулярної маси. Фізичні властивості гетероциклічних сполук різняться від властивостей вуглеводнів. Зокрема, всі ці речовини по-різному і при різних температурах (вибірково) розчиняються в ряді органічних розчинників.

Виборчими, або селективними, розчинниками називають такі рідкі речовини, які мають здатність витягувати при певній температурі з суміші (наприклад, з нафтепродукту) тільки певні компоненти, які не розчиняючи інших компонентів і не розчиняючись в них. Найбільший інтерес для цілей очищення представляють такі розчинники, котрі здатні розчиняти різні речовини, що входять до складу масел, при різних практичних температурах розчинення.

Іноді розчинники добре розчиняють вуглеводні, а не-бажані компоненти осідають з розчину і легко відділяються. На цьому принципі засновані процеси видалення смолисто-асфальтенових речовин (Деасфальтизації) і твердих вуглеводнів (депарафінізації).

В інших процесах, навпаки, розчинники добре розчиняють небажані компоненти, але майже не розчиняють цінних компонентів масляної фракції. Цей спосіб застосовується при селективному очищенні фенолом і фурфуролом. Очищений продукт і концентрат небажаних компонентів в кожному процесі мають свої назви. Так, при деасфальтизації очищена масляна фракція називається деасфальтатом, а концентрат смолисто-асфальтенових речовин - асфальтом. При депарафінізації отримуємо депарафіноване масло (депмасло, депарафінат) і концентрат твердих вуглеводнів, званий або гач, або петролатум. При фенольному і фурфурольному очищенні очищене масло-рафінат і концентрат смолистих, асфальтенових і поліциклічних ароматичних вуглеводнів - екстракт.

Селективність розчинників не ідеальна, тобто розчинник повністю розчиняє одну з фаз і частково - другу. Наприклад, фенол добре розчиняє поліциклічні ароматичні вуглеводні, але при цьому частково розчиняє і вуглеводні масла. Отже, фенол має низьку селективність або хорошою загальною розчинюючою здатністю. Низька селективність призводить до того, що разом з екстрактом або з гачем вилучаються цінні компоненти масла, а в деасфальтат потрапляють смоли і асфальтени. У першому випадку зменшується вихід масла, у другому - погіршується якість деасфальтата.

Додавання води, а також бензолу і толуолу змінює селективність і загальну розчиняють здатність таких розчинників, як фенол, фурфурол, дихлоретан, спирти, кетони. Додавання води підвищує селективність розчинника і знижує

його загальну розчиняють здатність. Введення бензолу і толуолу, навпаки, знижує селективність розчинника, при цьому підвищується його загальна розчиняюча здатність.

3. Вимоги до розчинників

Нижче наводяться загальні вимоги до розчинників.

1. Розчинник повинен володіти яскраво вираженою вибірковою розчинністю, що зберігається в широкому інтервалі температур.
2. Розчинник не повинен добре розчинятися в продукті, який очищують.
3. Бажана велика різниця густини розчинника і сировини, що полегшує процес поділу на фази.
4. Розчинник повинен бути хімічно стабільним і хімічно інертним по відношенню до сировини, нетоксичним, взривонебезпечним і не повинен викликати корозії апаратури.
5. Розчинник повинен легко і повно регенеруватися. Для цього його температура кипіння повинна бути значно нижче температури кипіння масла. Однак занадто низька температура кипіння також небажана, бо призводить до необхідності вести процес під тиском.
6. Розчинник повинен мати низьку теплоту випаровування, що сприяє зниженню енергетичних витрат і витрати води для охолодження.
7. Розчинник повинен бути дешевим і недефіцитним.