

**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 № 12 – Виробництво нафтових бітумів**

**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. Категорії бітумів: прямогонний нафтовий бітум;
2. Окислений бітум, дистилятний розчин бітуму, бітумні емульсії.

## Рекомендована література:

### Основна

1. 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).
2. Суярко В. Г. Прогнозування, пошук та розвідка родовищ вуглеводнів: підручник. Харків: Фоліо, 2015. 296 с. URL :<https://ekhnuir.karazin.ua/items/a82b8326-70c8-49bc-b0a0-a4599ad553c1> (дата звернення: 25.07.2023).
3. Властивості нафти та нафтопродуктів. Ч.1 : навч. посіб. / О.В. Давітая та ін. Кременчук, 2019. 74 с. URL:[http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbu/cgiirbis\\_64.exe](http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiirbis_64.exe) (дата звернення: 25.07.2023).
4. Білецький В. С., Орловський В. М., Вітрик В. Г. Основи нафтогазової інженерії : підручник. Полтава, 2018. 415 с.  
URL:<https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/8d67d6fa-2d73-4326-9156-6f0237f6c470/content> (дата звернення: 01.08.2023).

### 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](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: Центрально-Українське видавництво, 2008. ч.2. 500 с. URL : [https://library.kr.ua/wp-content/elib/chabanniy/Chabanniy\\_Pal\\_mast\\_Mater\\_kn1.pdf](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.

## Текст лекції

### 1. Категорії бітумів: прямогонний нафтовий бітум.

У нафтопереробника є дві можливості для використання кубових залишків - виробництво залишкового палива і нафтового бітуму. Вибір між цими можливостями визначається характеристиками вихідної сирової нафти і потребами ринку

Нафтові бітуми є продукти, які отримують із залишків перегонки нафти, крекінгу і очищення масел. Їх широко застосовують в дорожньому будівництві, при виробництві покрівельних матеріалів, лаків і т.д. До складу бітумів входять в основному масла, смоли і асфальтени.

Нафтові бітуми містять різні кількості асфальтенів, що складаються з дуже складних молекул. Асфальтени – поліароматичні сполуки з високим співвідношенням кількості вуглецевих атомів до кількості водневих атомів, в яких бензольні кільця тісно прилягають один до одного (конденсовані цикли). Хімік-органік сказав би що-небудь на зразок «2,2,3-триметил-бджолині-стільники». Молекули цих речовин містять зазвичай більше 50 атомів вуглецю. Якщо вміст асфальтенів досить високий, то така залишкова фракція може служити міцним і стабільним матеріалом, тобто бітумом.

Зміст асфальтенів в бітумі впливає на його твердість і температуру розм'якшення: чим більше в бітумі асфальтенів він твердіше. Смоли підвищують цементуючі властивості бітуму та його еластичність. Масла в бітумі є розріджуючим середовищем, в якій розчиняються смоли і набухають асфальтени.

Бітуми можна розділити на чотири категорії, хоча такий розподіл не є строгим. Це - прямогонний нафтовий бітум, окислений бітум (або асфальт), дистилятний розчин бітуму і бітумна емульсія.

## **2. Окислений бітум, дистилятний розчин бітуму, бітумні емульсії.**

Залишок, який виходить при глибокій вакуумній перегонці смолистих нафт (при відборі 80-90% дистилятів), можна безпосередньо використовувати як бітум. Це - чорне або темно-коричнева речовина, при кімнатній температурі воно дуже в'язке (густе) або тверде. Чим вище була температура на установці вакуумної перегонки нафти, тим більше в'язкість бітуму.

Для характеристики цього виду бітуму використовують два основні показники: температура розм'якшення і пенетрація (проникність). Температурою розм'якшення називають температуру, при якій предмет певної форми і заданої маси починає занурюватися в бітум. За найбільш поширеною методикою використовують стальну кулю. Нафтові бітуми, що надходять у продаж, зазвичай мають температури розм'якшення близько 25- 170 ° С.

Пенетрація є мірою твердості бітуму. Прилад для вимірювання цього показника забезпечений сталевією голкою з важкою верхньою частиною. Пенетрацію визначають як глибину, на яку голка занурюється в бітум при заданій температурі за стандартний проміжок часу. Дуже тверді бітуми характеризуються нульовим значенням пенетрації, а показник для більш м'яких бітумів досягає 250.

Виробництво широкого набору бітумів на нафтопереробному заводі забезпечується за рахунок зміни режиму. Наприклад, деякий час установка вакуумної перегонки працює на заповнення резервуара бітумом з величиною пенетрації 40-50, після цього режим її роботи змінюють так, щоб виходив бітум з величиною пенетрації 250, який заповнює новий резервуар. Змішуючи ці два

компоненти безпосередньо в ємності для транспортування на вантажівці, баржі або в цистерні, можна отримати продукт з будь-якої заданої величиною пенетрації від 40 до 250.

#### *Окислений бітум*

Крім підвищення температури вакуумної перегонки, є можливість змінювати консистенцію м'яких бітумів хімічним шляхом в повітродувці. На цій установці залишки від переробки нафти або крекінг-залишки продувають гарячим повітрям, в результаті чого відбувається хімічна реакція. Кисень приєднується до бітуму, або водень з'єднується з киснем і отворюється вода, яка потім випаровується. В результаті утворюється більш твердий і гумоподібний бітум. Цей спосіб дозволяє отримати бітуми з низькою величиною пенетрації і вимагає менших витрат, так як при цьому використовується пек, що міститься в сирій нафті.

#### *Дистилятний розчин бітуму*

Для багатьох областей застосування бітуму потрібно, щоб матеріал залишався текучим. Наприклад, при будівництві доріг він повинен добре змішуватися з ґравієм і піском. Тому асфальт зазвичай змішують і укладають при підвищених температурах. Щоб спростити вимоги до обладнання в місцях укладання, відмовившись від роботи при високих температурах, і одночасно отримати тверде і міцне покриття, іноді в бітум додають розчинник. Розріджувач (або розчинник) розм'якшує бітум, що дозволяє працювати з ним при низьких температурах. Після укладання асфальту розчинник випаровується і утворюється міцне і тверде асфальтове покриття.

Час, за який розчинник випарується (воно зазвичай вимірюється днями), залежить від того, який саме продукт використовували для розведення. Якщо потрібно швидке загустіння бітуму (освіта кінцевого твердого матеріалу), то розчинником повинна служити досить легка фракція, наприклад, нафта. Якщо допустимо більш тривалий час загустіння, то використовують гас. Тип розчинника зазвичай знаходить відображення в маркуванні дистилятів розчинів бітуму: БГ (швидкозагущене) і СГ (згущене із середньою швидкістю).

Використання дистилятів розчинів бітуму завжди було пов'язане з проблемами. Справді, розчинник проходить через всю систему і йде в нікуди - це дорого. Крім того, він йде не в нікуди, а в атмосферу, і, значить, забруднює повітря.

#### *Бітумні емульсії*

Щоб досягти тієї ж гнучкості у використанні обладнання і при цьому уникнути проблем, пов'язаних з розчинником, розробили виробництво емульсій. Емульсія - це суміш, яка містить 50-70% бітуму і 30-50% води. Щоб ці компоненти залишалися в змішаному стані, додають емульгатор, що-небудь типу мила. Хоча емульгатор набагато дорожче, ніж бітум, його необхідно всього один відсоток.

З готового матеріалу вода випаровується точно так же, як і розчинник, і в результаті утворюється твердий асфальт. З емульсіями можна працювати при

більш низьких температурах у порівнянні з усіма іншими сортами бітуму, оскільки додавання води для полегшення роботи не вимагає великих витрат.

Для будівництва доріг зазвичай використовують м'які бітуми з індексом пенетрації 200-300. Для промислових цілей застосовують матеріал, для якого ця величина становить 40-50. Для покрівельних матеріалів (гонт, толь, пергамін) і для настільки половини (вологонепроніцаєме покриття, плитка) бітуми часто змішують з глиною.

Один допитливий інженер виявив, що частинки бітуму в емульсіях негативно заряджені, такі емульсії називаються аніонними. Деякі наповнювачі, які використовують в сумішах з бітумом, також негативно заряджені. Тому іноді виявляється тяжко повністю змішати наповнювач з бітумною емульсією, особливо якщо це відбувається в сиру погоду, коли можливі електричні струми. Для боротьби з цим явищем придумали спеціальні емульсії, в яких частинки бітуму заряджені позитивно. Такі емульсії, які називають катіонними, охоче сумішуються з наповнювачем. Для дорожніх робіт в основному використовують катіонні емульсії.

#### *Залишкове паливо*

Залишкове паливо - це те, що залишається, коли всі нафтопродукти вже приготовлені (тому воно і називається залишковим). У багатьох країнах за межами США залишкове паливо - це всього лише залишок від перегонки сирої нафти, тобто мазут. У США мазут в основному використовується як сировина для вакуумної перегонки. У цьому випадку основним інгредієнтом залишкових нафтопродуктів є залишок від вакуумної перегонки (пек).

Залишкові нафтопродукти завжди важче вигідно продати, ніж всі інші види палива, з двох причин, одна з яких фізична, а інша економічна. По-перше, їх транспортування і використання вимагає спеціального обладнання типу трубопроводів і резервуарів з підігрівом, так як інакше паливо застигає. По-друге, що більш важливо, його кількість і склад практично неможливо довільно змінювати, оскільки залишкове паливо складається з відходів від виробництва інших продуктів.

#### *Отримання залишкового палива*

Так як залишкове паливо є побічним продуктом, вимоги, що пред'являються до товарного продукту, досить розпливчасті. Найбільш важливою характеристикою є в'язкість, яка показує, наскільки рідина чинить опір течії. Стандартною одиницею в'язкості є сантістокс. Оскільки в'язкість змінюється в залежності від температури (гарячий сироп тече краще, ніж холодний), в'язкість в сантістоксах вимірюють при 80 ° С або при 100 ° С. До залишку від вакуумної перегонки зазвичай додають будь-який розчинник {дистилятний нафтопродукт} для того, щоб досягти максимально прийнятної в'язкості. Зазвичай в якості розчинника використовують будь-яку важку малов'язку фракцію, яка представляє собою невелику цінність в якості сировини, наприклад, для крекінгу. Скажімо, це може бути крекінг-газойль, якщо він є.

Іншим нормованим показником є вміст сірки. Допустиме виділення сірки з промислових палив змінюється в широких межах в залежності від географічного положення і від вимог замовника. Залишкове паливо може бути сірчистим і малосірчистим. Кордон між цими категоріями знаходиться в області змісту 0,5-1% сірки за масою. Вміст сірки залежить в основному від складу вихідної сирової нафти. Методика видалення сірки з залишкового палива вимагає складного дорогого устаткування. Таким чином, різниця в ціні між сірчистим і малосірчистим продуктом відображає витрати на знесірчення, а також зростаючі потреби в малосірчистих залишкових паливах.

Нарешті, як і в разі дистилатів палив, для залишкових палив має значення температура спалаху. Оскільки для перекачування залишкових палив вимагається нагрівання, температура спалаху в даному випадку ще більш важлива. У той же час залишкове паливо є відстійником, в який можна злити безліч різноманітних непотрібних продуктів. Температура спалаху є чинником, що обмежує можливості такого зливання.

На нафтопереробних заводах впроваджена методика, що дозволяє збільшити продаж залишкових палив, отриманих з високосірчистих сирих нафт. Сірку видаляють з газойлевих фракцій з використанням відносно дешевого процесу гідроочистки, який описаний в наступному розділі. Залишкова продукція, які виходять при змішуванні високосірчистого залишку з установки вакуумної перегонки з знесірчених газойлів, вже задовольняють нормативам за вмістом сірки. Про таку діяльність подекуди говорять «проти забруднення корисне розбавлення».