

**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 № 4 – Первина переробка – очистка та розділення**

**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. Знесолення та зневоднення нафти.
2. Нафтові емульсії. Способи руйнування нафтових емульсій.
3. Основна апаратура установок ЕЛЗУ.
4. Підготовка нафти до транспортування та переробки.
5. Розділення нафти на фракції.

## 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-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/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: ЦентральноУкраїнське 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.

### 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. Знесолення та зневоднення нафти.

Нафта, яка надходить на НПЗ за системою магістральних нафтопроводів може містити до 3600 мг/л солей, до 1,0% мас. води, до 0,05% мас. механічних домішок. Якщо при транспортуванні така кількість домішок не дуже небезпечно, при переробці нафти на НПЗ можуть статися безповоротні наслідки.

Вся нафта надходить на НПЗ в сировинні резервуари, вони представляють собою вертикальні сталеві циліндри ємність від 5000 до 50000 м<sup>3</sup>, в них відбувається часткове відстоювання нафти з випаданням в осад води, солей, механічних домішок але цього недостатньо.

Високий вміст в нафті солей може призвести до корозії сталевих апаратури, і вже через сто днів доведеться здійснювати її заміну, а для цього зупиняти технологічний процес (який на НПЗ не припиняється протягом як мінімум двох років).

Високий вміст в нафті води може викликати при переробці різке збільшення тиску - аж до вибуху (спробуйте капнути водою на розпечену сковороду з маслом), механічні домішки можуть викликати ерозію рухомих частин насосів і проточних частин трубопроводів, а також привести до утворення відкладень у внутрішніх порожнинах апаратури.

У нафти, що надходить на переробку, вміст солей не повинен перевищувати 5 мг / л, вміст води - не більше 0,1% мас, механічних домішок взагалі бути не повинно. Тому першою стадією переробки нафти на НПЗ завжди є зневоднення і знесолення.

Зневоднення та знесолення нафти проводять на спеціальних установках. У промисловості найчастіше застосовується комбінований метод зневоднення та знесолення нафти. Він об'єднує термохімічне відстоювання та обробку емульсії в електричному полі. Установки такого типу називаються електрозневоднювальними та знесолювальними (ЕЛЗУ). Принципова технологічна схема такої установки показана на рис. 1.

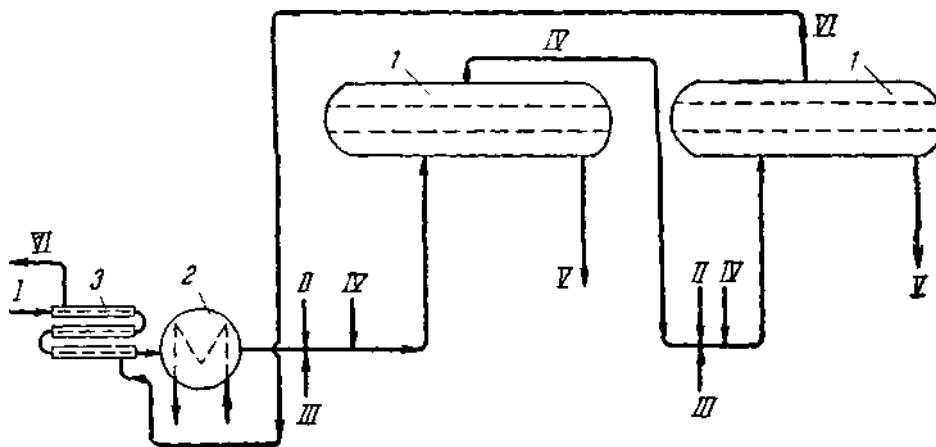


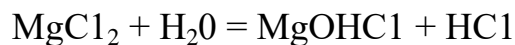
Рис. 1. Принципова технологічна схема установки ЕЛЗУ:

1 - горизонтальні електродегідратори; 2 - паровий підігрівач; 3 - теплообмінник. Лінії: I - сира нафта; II - деемульгатор; III - свіжа вода; IV - луг; V - відстояна вода; VI - зневоднена нафта

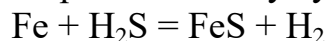
Нафта прокачується через систему теплообмінників 3 і 2, нагрівається і надходить у систему послідовно розміщених електродегідраторів 1. Одночасно у нафту вводять деемульгатор, промивну воду та луг. Знесолення проходить в електричному полі напругою 32...33 кВ при температурі 100...140°C і під тиском 0,8... 1,4 МПа. Зневоднена та знесолена нафта із вмістом солей 3...5 мг/л з останнього електродегідратора проходить через теплообмінники 3, охолоджується і надходить на установки первинної переробки.

## 2. Нафтові емульсії. Способи руйнування нафтових емульсій.

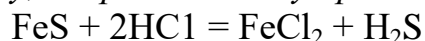
Сира нафта, що надходить на нафтопереробні заводи, може містити близько 1 % води та розчинених в ній солей. Солі під час гідролізу можуть утворювати продукти, що кородують обладнання. Тому їх вміст у нафті, що переробляється, різко обмежений (не вище 5 мг/л). Різні солі, що розчинені у воді або знаходяться в нафті у вигляді кристалів, поведуть себе по-різному. Особливо небезпечним є хлористий магній, при гідролізі якого утворюється HCl:



Сірководень, що утворюється в умовах розкладу сіркових сполук нафти, пасивує поверхню металу, утворюючи плівку сульфідів заліза:



Але HCl знищує цю плівку, і корозія металу продовжується:



Оскільки нафта і вода нерозчинні одна в одній, при їх змішуванні утворюються емульсії.

Розрізняють два типи нафтових емульсій:

- вода в нафті (гідрофобна емульсія);
- нафта у воді (гідрофільна емульсія) (рис.2).

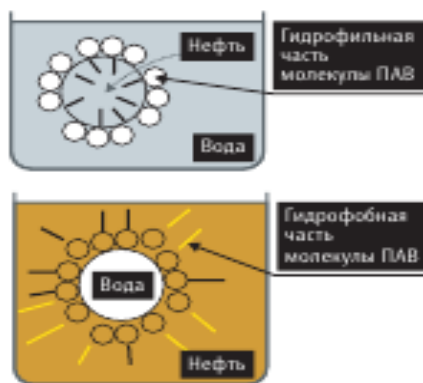


Рис.2 – Схеми гідрофільної та гідрофобної емульсії

Емульсією називається така система двох взаємно нерозчинних або не цілком розчинних рідин, в яких одна міститься в іншій у зваженому стані у вигляді величезної кількості мікроскопічних крапель (глобул), сума яких обчислюється трильйонами на літр емульсії. Рідина, в якій розподілені глобули, називається дисперсним середовищем, а друга рідина, розподілена в дисперсному середовищі, - дисперсною фазою.

При русі нафти по свердловинах вона досить інтенсивно перемішується з пластовою водою.

У різних стадіях переробки, наприклад при залуженні, нафта і її погони також тісно пов'язані з водою. У цих випадках часто і утворюються стійкі нафтові емульсії. Розшарування нафтових емульсій в природних умовах іноді настає після закінчення досить тривалого часу. (Описано емульсії, які не руйнуються роками). Однак найчастіше відбувається часткове розшарування, після якого між шарами води і нафти залишається проміжний емульсійний шар.

Стійкі емульсії за зовнішнім виглядом являють собою густі мазеподібні маси від світло-жовтого до темного кольору. Емульсії, що утворилися після водно-лужної промивки нафтопродукту, іноді мають майже сметаноподібний вид. В'язкість емульсій значно вище в'язкості води і нафти.

Нафтові емульсії найчастіше є емульсії типу вода в нафті, в яких дисперсним середовищем є нафта, а дисперсною фазою - вода. Така емульсія гідрофобна: у воді вона спливає, а в бензині та інших розчинниках рівномірно розподіляється.

Рідше зустрічаються емульсії типу нафти у воді, в яких дисперсним середовищем служить вода. Така емульсія гідрофільна: у воді вона рівномірно розподіляється, а в бензині тоне.

Утворення емульсій пов'язано з поверхневими явищами. Поверхневий шар рідини на кордоні з повітрям або іншою рідиною, як відомо, характеризується певним поверхневим натягом, тобто силою, з якою рідина чинить опір збільшення своєї поверхні. Досліди показують, що додавання деяких речовин до чистих нафтових погонів викликає зниження їх поверхневого натягу на кордоні з водою. Це явище носить загальний характер.

Іноді речовини при розчиненні навіть у дуже малих концентраціях істотно знижують поверхневий натяг розчинника. Речовини, здатні знижувати поверхневий натяг, називаються поверхнево-активними. Характерна

особливість цих речовин в тому, що в їх склад входить, як правило, вуглеводневий радикал (гідрофобна частина молекули) і будь-яка полярна група (гідрофільна частина молекули). Зниження поверхневого натягу двофазної рідкої системи на кордоні розділу фаз в результаті впливу полярних речовин пояснюється тим, що додана речовина розподіляється нерівномірно в тій компоненті системи, яка є по відношенню до нього розчинником. Концентрація його у поверхні розділу фаз буде більш високою, ніж у всьому обсязі розчинника. Іншими словами, додана полярна речовина буде адсорбуватися поверхневим шаром розчинника і тим самим знижувати його поверхневу енергію. В результаті на кордоні розділу фаз утворюється адсорбований шар, який можна розглядати як плівку молекул поверхнево-активної речовини на поверхні розчинника.

Будь-яка емульсія, в тому числі і нафтова, може утворитися тільки тоді, коли механічний вплив на суміш двох взаємно нерозчинних рідин викликатиме диспергування, тобто роздрібнення рідини на дуже дрібні частинки. Ясно, що чим менше поверхневий натяг рідин, тим легше буде йти утворення крапель, тобто збільшення загальної поверхні рідини, так як воно буде вимагати меншої затрати роботи. Однак після перемішування двох чистих, нерозчинних одна в одній рідин стійкість отриманої емульсії зазвичай невелика. Більш важка рідина осяде на дно, крапельки дисперсної фази, стикаючись один з одним, об'єднуються в більші. Обидва ці процеси і приведуть до розшарування емульсії на два шари. Тільки при дуже високому ступеню дисперсності, коли діаметр крапель дисперсної фази вимірюється десятими частками мікрона ( $10 \sim 7$  м) і міжмолекулярні сили зрівнюють гравітаційні сили, руйнування емульсії стає скрутним.

Інша справа, якщо суміш двох нерозчинних рідин знаходиться в умовах, що сприяють диспергуванню, і в ній присутня якась поверхнево-активна речовина, що знижує поверхневий натяг за рахунок утворення адсорбційного шару. По-перше, це сприяє дробленню крапель, а по-друге (що має вирішальне значення), краплі будуть оточені не молекулами дисперсної середовища, а міцною плівкою адсорбційного шару. В цьому випадку утворюються стійкі, важко розшаровуючі емульсії, так як краплі дисперсної фази, захищені своєрідним панциром - адсорбційної плівкою, не можуть зливатися один з одним. У деяких випадках товщина адсорбційної плівки така, що її можна розглянути в мікроскоп.

Речовини, що сприяють утворенню і стабілізації емульсій, називаються емульгаторами. Ними є такі полярні речовини нафти, як смоли, асфальтени, солі нафтонових кислот, а також різні неорганічні домішки. Мікрокристали парафінів, церезинів і змішаних парафіно-нафтонових вуглеводнів, адсорбуються на поверхні емульсійних глобул, утворюють своєрідну броню.

Характер емульсії залежить від властивостей емульгатора. У сирій нафті звичайно утворюється гідрофобна емульсія типу в нафті, так як емульгаторами в цьому випадку є смоли. Вони добре розчиняються в нафті і не розчиняються у воді. Смоли, адсорбуються на поверхні розділу нафта - вода, потрапляють в поверхневий шар з боку нафти і створюють міцну оболонку навколо частинок

води.

Алюмінієві, кальцієві, магнієві і залізнi мила нафтових кислот також добре розчинні в нафті і її дистилатах, тому вони сприяють утворенню гідрофобних емульсій. Навпаки, натрієві мила нафтових кислот (продукт реакції при лужної очищенні) добре розчинні у воді і гірше в вуглеводнях. Тому вони адсорбуються в поверхневому шарі з боку водної фази, обволікають плівкою крапельки нафти і таким чином сприяють утворенню гідрофільної емульсії типу нафта у воді.

При наявності емульгаторів обох типів можливо звернення емульсій, тобто перехід їх з одного типу в інший. Цим явищем користуються іноді при руйнуванні емульсій.

У промисловій практиці частіше зустрічається перший тип нафтових емульсій. Основні фактори, що визначають стійкість нафтових емульсій - це фізико-хімічні властивості нафт, ступінь дисперсності (розмір краплинок води), температура та час існування емульсії. Чим більша густина та в'язкість нафти, тим стійкіша емульсія. Разом з цим стійкість емульсії зменшується із збільшенням температури. Чим емульсія мілкодисперсніша, тим вона стійкіша. Нафтові емульсії здатні "старіти", тобто підвищувати свою стійкість з часом. Чим довше існує емульсія, тим тяжче її руйнувати відомими методами.

### **Способи руйнування нафтових емульсій.**

Відомі три групи методів руйнування нафтових емульсій: механічні, хімічні, електричні. Всі вони базуються на злитті та укрупненні крапель води, що сприяє більш інтенсивному її відстоюванню.

До механічних способів руйнування нафтових емульсій відносять відстоювання, центрифугування та фільтрування. Відстоювання ефективно тільки для свіжих нестійких емульсій, здатних розшаровуватись на нафту та воду внаслідок різниці їх густин. Центрифугування - це метод видалення води з нафтової емульсії під дією відцентрової сили. Цей метод у промисловій практиці майже не застосовується через малу пропускну здатність центрифуг та високі експлуатаційні затрати. Фільтрування базується на вибіркового змочуванні твердих речовин різними рідинами. Цей метод пов'язаний із застосуванням фільтрувальних колон, заповнених скловатою, осиковою стружкою або стружкою з інших несмоляних порід дерев. Дрібні частинки води, прилипаючи до поверхні частинок стружки або скловати, з'єднуються в крупні краплі та легко стікають вниз. Метод досить ефективний і застосовується тоді, коли емульсія вже зруйнована, але краплі води ще не осідають. Недоліком даного методу є порівняно швидке засмічення фільтруючої поверхні механічними домішками і необхідність частої її заміни.

Хімічні методи руйнування нафтових емульсій базуються на застосуванні деемульгаторів - поверхнево-активних речовин, що руйнують емульсії. Руйнування емульсій може бути результатом:

- адсорбційного витіснення діючого емульгатора речовиною з вищою поверхневою активністю та меншою міцністю адсорбційної плівки;
- утворення емульсії протилежного типу (інверсія фаз);



- руйнування адсорбційної плівки в результаті її хімічної реакції з введенням в систему деемульгатором.

Деемульгатори повинні ефективно руйнувати нафтові емульсії, витрачатися у невеликих кількостях, бути недефіцитними, не кородувати апаратуру, не змінювати властивостей нафти, бути нешкідливими та легко видалятися із стічних вод. За характером дії на нафтові емульсії деемульгатори поділяють на електроліти, неелектроліти та колоїди.

Серед вітчизняних деемульгаторів найбільш відомими є проксамін, реापон, СНПХ, ПМ; серед зарубіжних - диссольван, прогаліт, третолайт, петролайт тощо.

Електричні методи руйнування нафтових емульсій базуються на використанні електричного поля для зневоднення нафти. Сьогодні це найрозповсюдженіший метод зневоднення. При попаданні нафтової емульсії в змінне електричне поле негативно заряджені частинки води починають рухатися всередині краплі, надаючи їй грушоподібної форми, гострий кінець якої направлений до позитивно зарядженого електрода. При зміні полярності відбувається зміна конфігурації краплі, котра витягується гострим кінцем в інший бік. При цьому окремі краплі стикаються, зливаються у більші краплі та осідають. Зневоднена нафта виводиться з верху електродегідратора.

### 3. Основна апаратура установок ЕЛЗУ.

Основна апаратура установок ЕЛЗУ – є електродегідратор - ємність, забезпечена електродами, до яких підводиться змінний струм високої напруги. В експлуатації на промислових і заводських установках ЕЛЗУ знаходяться електродегідратори різних конструкцій: вертикальні, кульові і горизонтальні. Найбільш поширені – горизонтальні електродегідратори 2ЕГ-160 (рис. 3), вони мають діаметр 3,4 м; довжину приблизно 18 м, розраховані на тиск 1,8 Мпа, мають два решітчасті електроди, підвішаних через ізолятори до корпусу.

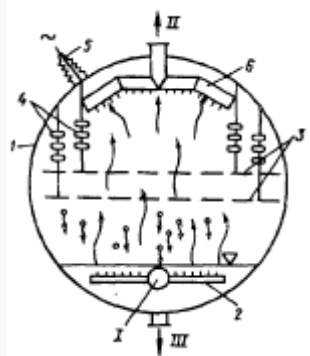


Рис. 3 – електродегідратор 2ЕГ-160

Електроди представляють собою горизонтальні решітки, зварені з металевих дрітків; одна з решіток приєднана до корпусу – нулевий електрод, до іншої підведена висока напруга 20-30 кВ.

Незалежно від типу електродегідраторів і схеми ЕЛЗУ, принцип дії змінного електричного поля на нафтову емульсію залишається одним і тим же. При попаданні емульсії в електричне поле частинки води, заряджені негативно,

пересуваються всередині елементарної краплі, надаючи їй грушоподібної форми, гострий кінець якої звернений до позитивно зарядженого електроду. Зі зміною полярності електродів крапля витягується гострим кінцем в протилежну сторону. Якщо частота змінного струму дорівнює 50 Гц, крапля буде змінювати свою конфігурацію 50 раз в секунду. Під впливом сил тяжіння окремі краплі, які прагнуть до позитивного електрода, стикаються одна з іншою, і при досить високому потенціалі заряду відбувається пробій діелектричної оболонки крапель, чому сприяє деемульгатор, поступово розмиває цю оболонку. В результаті дрібні водяні краплі зливаються і укрупнюються, що сприяє їх осадження в електродегідраторах. Вода виводиться знизу, а зневоднена нафта - зверху електродегідратора. Зазвичай між електродами напруга становить 27, 30 або 33 кВ.

У електродегідраторах суміщені два процеси - обробка емульсії в електричному полі і відстій води від нафти. За останнім часом намітилася тенденція до поєднання з ними ще одного процесу - підігріву нафтової емульсії. Для досягнення мінімального вмісту залишкових солей в знесоленій нафті (не більше 3 мг / л) нафту промивають кілька разів на ЕЛЗУ, що складаються з двох-трьох послідовно з'єднаних ступенів електродегідраторів.

Від повноти виділення води в електродегідраторах залежить глибина зневоднення і ступінь знесолення нафти в них. Тому електродегідратори є найважливішим елементом технологічної схеми електрообессолюючих установок (ЕЛЗУ).

До роботи на електродегідраторах може бути допущений лише персонал, який має право проведення робіт на пристроях з напругою вище 1000 В. Верхня площадка електродегідратора на ділянці, де розташоване електрообладнання, повинна мати огорожу. На огорожі необхідно вивісити плакат «Висока напруга - небезпечно для життя! Дверцята огорожі майданчика (або сходів) повинні мати блокування, що відключає головну ланцюг харчування електродегідратора при відкриванні їх. Подача напруги допускається тільки після запису обслуговуючого персоналу в оперативному журналі про готовність електродегідратора до включення. Під час роботи електродегідратора на сходах для підйому на нього повинен бути вивішений плакат «Не вилазь - уб'є». Підніматися нагору електродегідратора дозволяється тільки після зняття напруги з електрообладнання та вивішування на пускових пристроях плаката «Не включати - працюють люди».

#### **4. Підготовка нафти до транспортування та переробки.**

Промислова підготовка нафти — дегазація, зневоднення, знесолення і стабілізація нафти на промислі.

Необхідність промислової підготовки нафти обумовлюється тим, що з нафтових свердловин в загальному випадку витягується складна суміш, що складається з нафти, попутного нафтового газу, води і механічних домішок (піску, окалини і ін.).

У такому вигляді транспортувати продукцію нафтових свердловин магістральними нафтопроводами не можна тому що:

а) вода — це баласт, перекачування котрого потребує додаткових витрат.

б) при спільному транспортуванні нафти, газу та води мають місце значно більші втрати тиску на подолання сил тертя, ніж при перекачуванні чистої товарної нафти.

в) мінералізована пластова вода викликає прискорену корозію трубопроводів і резервуарів, а частинки механічних домішок породи — абразивний знос обладнання.

Метою промислової підготовки нафти є її дегазація, зневоднення, знесолення та стабілізація.

Дегазація нафти здійснюється з метою відокремлення газу від нафти. Апарат, в якому це відбувається, називається сепаратором.

Зневоднення нафти виконують найчастіше шляхом її деемульсації.

Знесолюють нафту шляхом її промивки прісною водою.

Під процесом стабілізації нафти розуміється відокремлення від неї легких (пропан-бутанових і частково бензинових) фракцій з метою зменшення втрат нафти при її подальшому транспортуванні.

Попередню підготовку нафти найбільш доцільно проводити безпосередньо на місцях її видобутку. На промислових знесолювальних установках з нафти видаляються найбільші і легкоруйнівні глобули емульсій. При перекачуванні і зберігання нафти водо-нафтова емульсія додатково стабілізується. Встановлено, що знесолення свіжої нафти до залишкового вмісту 50-30 мг/л в районах видобутку досягається на двоступеневій установці, що включає термохімічне зневоднення з двогодинним перебуванням нафти у відстійнику і електрознесолення з одногодинним перебуванням нафти в електродегідраторі.

При знесоленні на промислах набагато простіше, ніж на нафтопереробних заводах, вирішується завдання очищення стічних вод знесолення. Воду після нескладної і недорогої підготовки можна направити назад в свердловини на самому промислі. На заводі ж для очищення води доводиться споруджувати спеціальні очисні споруди, так як ця вода повинна скидатися у водойму. Крім того, слід враховувати, що при транспортуванні не знесоленої і не зневодненої нафти витрачаються більше коштів на перевезення баласту (води і солей).

Сучасні установки ЕЛЗУ з горизонтальними електродегідраторами забезпечують максимальне знесолення за умови надходження попередньо підготовленої нафти.

Значним резервом зниження собівартості підготовки нафти до переробки на нафтопереробних заводах є об'єднання (комбінування) установок знесолення з первинною перегонкою нафти.

## **5. Розділення нафти на фракції.**

На практиці для отримання різних нафтопродуктів нафту поділяють на фракції та групи вуглеводнів за допомогою первинної та вторинної переробки нафти. До первинних відносяться процеси, в яких нафта поділяється на фракції за температурами кипіння, при первинній перегонці отримують стільки палива, скільки його міститься в природній нафті. Основний процес первинної переробки нафти — первинна, або пряма перегонка, отриманні фракції мають

назву дистиляти, погони, ректифікати... Для збільшення виходу світлих нафтопродуктів з нафти, більш якісніших, використовують вторинні процеси переробки нафти. Для цього високо киплячі нафтопродукти переробляють шляхом розщеплення (деструкції) важких вуглеводнів на більш легкі. Такі процеси називають деструктивними та поділяються на термічні та термокаталітичні.

Нафта, як уже було зазначено, є надзвичайно складною сумішшю взаємно розчинних вуглеводнів. Розділити її на складові компоненти практично неможливо, але цього для промислового застосування нафтопродуктів і не потрібно. У промисловій практиці нафту ділять на фракції, що розрізняються температурними межами перегонки. Це поділ проводиться на установках первинної перегонки нафти з застосуванням процесів дистиляції та ректифікації.

Отримані фракції служать сировиною для подальшої переробки або використовуються як товарні продукти. Первинна перегонка - перший технологічний процес переробки нафти. Установка первинної перегонки є на кожному нафтопереробному заводі та являє собою комплекс з трубчастих печей, атмосферної та вакуумної ректифікаційних колон.

Первинна перегонка нафти на трубчастих установках здійснюється при атмосферному тиску і під вакуумом. При перегонці нафти на трубчастих установках, що працюють при атмосферному тиску, з нафти виділяють світлі дистиляти - бензиновий, гасовий, дизельний. Залишком від перегонки при атмосферному тиску є мазут - фракція, переганяють вище 330-350 °С. Ці установки носять назву атмосферна трубчаста установка (АТ).

Для того щоб виділити більше високипилячі нафтові фракції, мазут піддається перегонці на установках, що працюють із застосуванням вакууму. Залишком від перегонки мазуту є гудрон. Залежно від загальної схеми нафтопереробного заводу і властивостей нафти для переробки споруджуються або установки атмосферної перегонки, або установки, що поєднують атмосферну і вакуумну перегонку, - атмосферно-вакуумні трубчасті установки (АВТ).

Вакуумні трубчатки (ВТ) поділяються на паливні та оливні. На паливних установках з мазуту відбирають широку оливну фракцію, що википає до 500°C (вакуумний газойль), який у подальшому використовують як сировину для установок каталітичного крекінгу або гідрокрекінгу. У цьому випадку до якості розділення ставляться менш жорсткі вимоги. Розділення мазуту за паливним варіантом здійснюють у одній вакуумній колоні, в якій є 12... 16 тарілок.

Більш жорсткі вимоги ставляться до чіткості розділення при одержанні оливних дистилятів (оливні установки ВТ).

В результаті первинної перегонки нафти при атмосферному тиску виходять такі продукти (Рис. 4):

1. Зріджений вуглеводневий газ, що складається в основному з пропану і бутану. Кількість продукту залежить від того, наскільки глибоко була стабілізована нафта на промислових установках. При переробці нафти з великим вмістом газу пропан-бутанова фракція виводиться з установки не

тільки в зрідженому, але і в газоподібному вигляді. Після очищення від сірчистих сполук прямогонний скраплений газ може використовуватися як побутове паливо. Вуглеводневий газ є також сировиною газофракційних установок.

2. Бензинова фракція. Перегоняється в межах 30-180°C. Використовується як компонент товарного автобензину, як сировину установок каталітичного риформінгу. Вузькі фракції прямогонного бензину, отримані на установках і блоках вторинної перегонки, є сировиною для вироблення індивідуальних ароматичних вуглеводнів - бензолу, толуолу, ксилолів.

3. Гасова фракція. Переганяється в межах 120-315 ° С, в залежності від того, для якої мети застосовується гас: в якості палива реактивних авіаційних двигунів, для освітлення або як пальне для тракторних карбюраторних двигунів. Гасова фракція потребує очищення від сірчаних компонентів, яку проводять на спеціальних установках гідроочищення.

4. Дизельна фракція. Переганяється в межах 180-350° С. Раніше дизельну фракцію називали атмосферним газойлем. Фракція використовується як паливо для дизельних двигунів на автомобілях, тракторах, тепловозах, судах морського і річкового флоту. Дизельна фракція, отримана з сірчистих нафт, потребує очищення від сірки, яка проводиться із застосуванням, гідрогенізаційного методу .

5. Мазут. Переганяється при температурі вище 350 °С. Використовується в якості котельного палива, є сировиною установок термічного крекінгу.

Асортимент продуктів вакуумної перегонки мазуту залежить від обраного варіанту переробки нафти. Існують дві схеми перегони мазуту: масляна і паливна. За олійною схемою отримують кілька фракцій - вакуумних дистилятів, при паливній- одну.

Число вакуумних дистилятів при олійній схемі перегонки мазуту визначається типом нафти, що переробляється: три вакуумних дистилята: легкий (фракція 300- 400 °С), середній (фракція 400-450 °С), важкий (фракція 450- 500 °С ). Кожен з дистилятів потім піддається очищенню, очищені продукти змішуються в різних співвідношеннях. Залежно від рецептури суміші отримують той чи інший сорт олив. Вакуумний дистилят, що виробляється при паливної схемою переробки мазуту, переганяється при 350-500 °С і використовується як сировина каталітичного крекінгу або гідрокрекінгу. Цю фракцію іноді називають вакуумним газойлем.

Мазут надходить в присадкувату колону великого діаметра, тиск в якій знижений. Атмосферний тиск становить (1,03 атм); приблизно такий же тиск і всередині ректифікаційної колони. Тиск у вакуумній ректифікаційній колоні становить близько (0,32-0,40 атм). При зниженому тиску легка фракція залишку відразу починає кипіти і швидко випаровується. Випаровування супроводжується охолодженням. Щоб протидіяти охолодженню, в колону подається перегріта пара - пар під тиском, нагрітий до температури не менше 400 °С . Тепло від пара передається нафтовому залишку, і таким чином підтримується висока температура і продовжується процес випаровування.

Інша функція пара - це регулювання тиску. Низький тиск зберігається за рахунок вакуумного насоса, що працює у верхній часті колони.

Вакуумна перегонка прямогонного залишку еквівалентна його атмосферної перегонки в інтервалі кипіння близько  $540-590^{\circ}\text{C}$ .

6. Гудрон - залишок від перегонки нафти, переганяється при температурі вище  $500^{\circ}\text{C}$ . Це - високов'язкий продукт, що застигає при  $30-40^{\circ}\text{C}$ . Він використовується як сировина установок термічного крекінгу, коксування, для виробництва бітуму і високов'язких масел.

Розрізняють такі основні фракції нафти:

- $28-180^{\circ}\text{C}$  - широка бензинова фракція;
- $140-200^{\circ}\text{C}$  - уайт-спірит;
- $180-320^{\circ}\text{C}$  - широка гасова фракція;
- $150-240^{\circ}\text{C}$  - освітлювальний гас;
- $180-280^{\circ}\text{C}$  - реактивне паливо;
- $140-340^{\circ}\text{C}$  - дизельна пальне (літнє);
- $180-360^{\circ}\text{C}$  - дизельна топливо (зимнє);
- $350-500^{\circ}\text{C}$  - широка оливна фракція;
- $380-540^{\circ}\text{C}$  - вакуумний газойль.

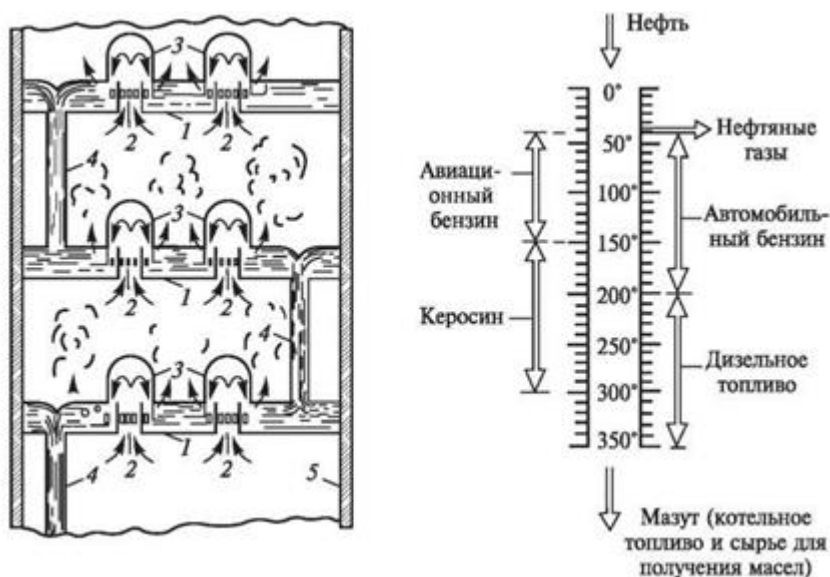


Рис.4 – Схема колпачкової ректифікаційної колонни та основних видів пального