

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

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни  
«Технологічне обладнання об'єктів паливозабезпечення»  
вибіркових компонент  
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**272 Авіаційний транспорт**  
**(Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів)**

**за темою № 12 – Обладнання для розмивання донного осаду**

**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. Характеристика донного осаду в резервуарах.
2. Підготовка резервуару до розмиву та видаленню донного осаду.
3. Існуючі способи запобігання утворенню донних відкладень в резервуарах для зберігання нафти.

## 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](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., 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).
4. Проектування складів нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа : затв. наказом Держнафтогазпрому України від 24 груд.1999 р. №136а ВБН В.2.2-58.1-94. 2000. 151 с.  
URL : [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=4920](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=4920) (дата звернення: 09.07.2023).

## Текст лекції

### 1. Характеристика донного осаду в резервуарах.

Утворення осаду в ємностях пов'язано з виділенням і подальшим осадженням твердої фази. Виділення твердої фази залежить від фізико-хімічних характеристик нафти, температура кристалізації і ряду інших факторів, а інтенсивність накопичення опадів залежить від конструктивних і техніко-експлуатаційних особливостей ємностей. Основними причинами утворення донних відкладень в резервуарах є температурний фактор, кліматичні умови, фізико-хімічні характеристики нафти, стану внутрішньої поверхні ємності,

характер і частота технологічних операцій, проведених в резервуарах, особливості конструкції резервуару.

Утворені в ємностях донні відкладення включають в себе асфальтени, смоли, парафіни а також мінеральні солі, сірчисті та металоорганічні сполуки, які породжують проблему очищення дна від цих відкладень. Фракційний склад нафтових відкладень (рис.1) представляє собою суміш асфальтенів (6–30 %), парафінів (1–4%), олив (70–80%), смол (5–10%) та зв'язаної води (0,3–8 %). В цілому ж конкретний склад донних відкладень безпосередньо залежить від складу нафтопродукту, що зберігається в резервуарі.

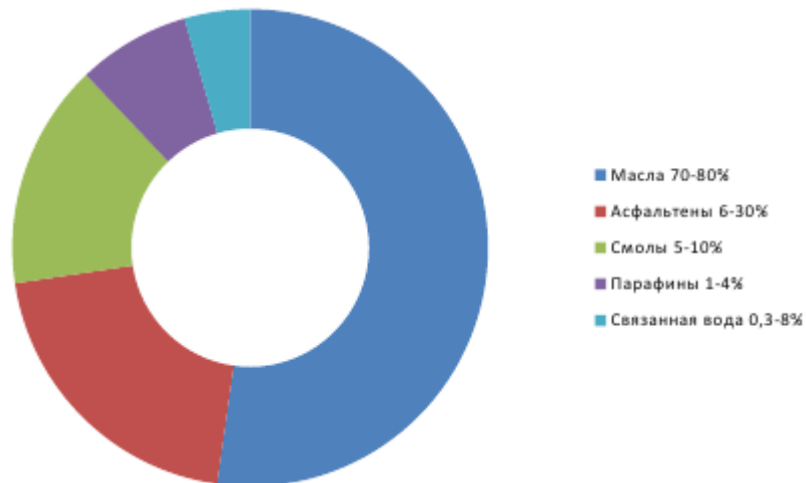


Рисунок 1 – фракційний склад донних відкладень

До основних органічних домішок відносяться наступні елементи: сірка, залізо, ванадій і натрій. Донні відкладення можуть знайти застосування як компонент котельного палива, але не на всіх підприємствах це доцільно, так як тут грає роль в основному кількість відкладень, трудомісткість процесу вилучення, транспортування а також економічні показники. В даний час існують технології видалення та раціональної утилізації парафінових відкладень нафтових резервуарів. Але актуальним є процес запобігання утворенню донних відкладень, це призводить до збереження корисного об'єму резервуара, збільшення терміну міжремонтного періоду, зниження трудомісткості ремонтного процесу.

## 2. Підготовка резервуару до розмиву та видаленню донного осаду.

Підготовка резервуару до розмиву і видаленню донного осаду включає види робіт:

- перевірка документації на резервуар;
- перевірка герметичності;
- перевірка справності дихальних і запобіжних клапанів;
- перевірка справності технологічних засувок;
- справність системи дренажу та каналізації;
- перевірка справності заземлюючих пристроїв;

- перевірка справності системи пожежогасіння.

При перевірці документації проводиться перевірка:

- паспорта резервуара;
- технологічна карта експлуатації резервуара;
- паспорту на встановлене обладнання;
- журнал технічного обслуговування;
- журнал огляду;
- журнал вимірів донних відкладень;
- останній звіт по діагностиці резервуара.

Підготовку резервуара проводить служба експлуатації резервуарного парку.

При перевірці герметичності резервуара проводиться ретельний огляд вертикальних швів, приймально роздавальних патрубків, фланцевих з'єднань кришок люків лазів на предмет витоків нафти, при виявленні – резервуар негайно виводиться в ремонт для усунення виявлених недоліків.

Дихальні і запобіжні клапани резервуарів піддаються позачерговому та технічного обслуговуванню, перевіряється їх справність.

Справність засувки перевіряється шляхом повного відкриття–закриття по черзі, виявлені недоліки усуваються.

Система дренажу перевіряється шляхом проливи сифонного крана нафтою з резервуара, при цьому вода повинна бути здренована, потім сифонний кран закривається. Перевіряти стан хлопавки в дренажному колодязі (хлопавка повинна перебувати в закритому стані).

Заземлення резервуара, фланцевих з'єднань і обладнання перевіряється візуально.

Система пожежогасіння резервуара піддається зовнішньому огляду, засувки на лінії піноутворення і зрошення перевіряється шляхом відкриття–закриття за місцем і дистанційно, проводиться перевірка подачі піни і води.

За результатами перевірки складається акт готовності резервуара до проведення робіт по розмиву.

Перед початком розмиву і видалення донних осадів з резервуара необхідно заміряти товщину (висоту) донних відкладень не менше ніж в чотирьох точках через існуючі замірні люди, які наявні на даху резервуара і розташовані по периметру даху резервуара.

За отриманими значеннями висоти донного осаду в різних точках визначається середньоарифметичне значення висоти і загальний обсяг донного осаду на днищі очищаємо резервуара.

### **3. Існуючі способи запобігання утворенню донних відкладень в резервуарах для зберігання нафти.**

Очищення резервуару досить трудомісткий процес, який супроводжується виведенням резервуара з експлуатації на певний термін, який в будь-якому випадку небажаний для підприємства. Останнім часом для запобігання

накопичення донних відкладень, збільшення тривалості експлуатації резервуара між його зачистками та зменшення часу простоя, рекомендується оснащення резервуара стаціонарно встановленими системами розмиву донних відкладень. Для резервуарів вертикальних сталевих найбільш переважними є змішувальні пристрої, для залізобетонних резервуарів – гідравлічна система розмиву (розмиваючі головки). Тут важливо врахувати тип резервуара, щоб найбільш раціонально підібрати спосіб запобігання і розмиву донних відкладень.

Втім відомо безліч способів зниження відкладень і розмиву осаdів, але кожен з них має свої плюси і мінуси, які можуть включати параметри екологічності, трудомісткості процесу, енерговитрат, а також час простою резервуара, в разі розмиву що безпосередньо впливає на економічну складову.

#### *Механічний спосіб*

Як можна здогадатися з назви, цей спосіб запобігання осадження донних відкладень заснований на механічному впливі на масу нафтопродукту та зважених в ньому частинок механічних домішок. В кінці минулого століття в 1993 році винайшли пристрій, забезпечений механізмом, що створює вертикальну і горизонтальну тягу в резервуарі. Він вертикально, плавно і доволіно пересувався поруч з дном резервуара, руйнуючи твердий осад і відкачуючи утворену емульсію. Незважаючи на простий принцип дії роботи пристрою, сам його механізм влаштований досить складно. Через люк резервуара на даху цей пристрій занурювали в нафтородукт. До нього необхідно було провести 2 трубопроводи: один для подачі стисненого повітря, який би приводив в рух нафтову масу, інший – для відкачування продукту. Крім цього в системі були задіяні: насос, компресор, джерело живлення, мотор пропелер і інші вузли. В цілому, система являла собою громіздку конструкцію, необхідно більш просте рішення.

#### *Гідромеханічний спосіб*

Гідромеханічний спосіб застосовувався ще раніше механічного. Більш того чимала частина всіх розроблених технічних засобів, пристроїв і систем для видалення відкладень з резервуара заснована на гідромеханічному способі.

Так в 1964 році була запропонована схема очищення резервуарів гідромоніторами ГНОС-2, розташовувані в світлових люках. Робоча рідина виходила через насадку у вигляді потужного струменя. Пересування насадки здійснювалося в вертикальній і горизонтальній площині за допомогою штурвала. Розмитий осад відкачувався з резервуара гідроелеваторами типу ГЕ та ГВ (рис.2)

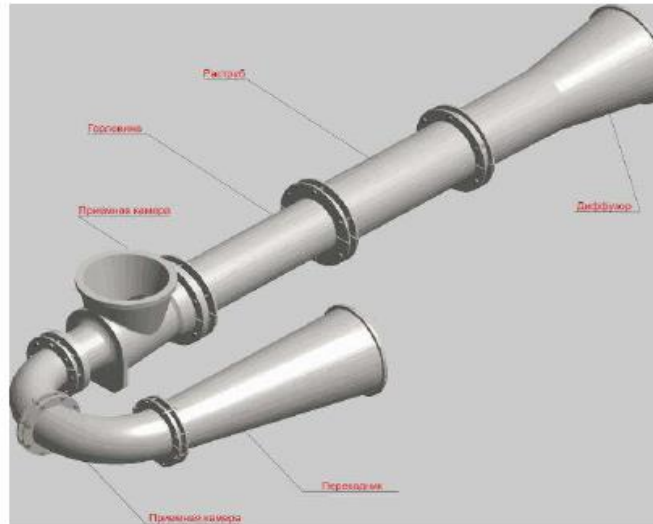


Рисунок 2 – гідроелеватор ГЕ

До 2010 року, широко почали використовувати електромеханічні мішалки різних конструкцій. Серед них можна виділити – «Тайфун», «Діоген» Зовні вони всі мають схожість, завдяки загальному принципу дії а значить і конструкції. Такі пристрої як «Тайфун», «Діоген» досить активно користуються попитом на нафтових підприємствах.

Пристрій Тайфун (рис.3) встановлений на резервуарі з нафтою забезпечує:

- розмив та перемішування донних відкладень в резервуарі рухливою стую нафти, яка формується пропелером;
- автоматична зміна напрямку струменя нафти в горизонтальній площині за рахунок вбудованого приводу повороту вала пропелера;
- створення кругового обертання всієї маси нафти, яка зберігається в резервуарі при роботі виробу;
- запуск в роботу і зупинку від місцевого поста управління або дистанційно з центрального пульта оператора.

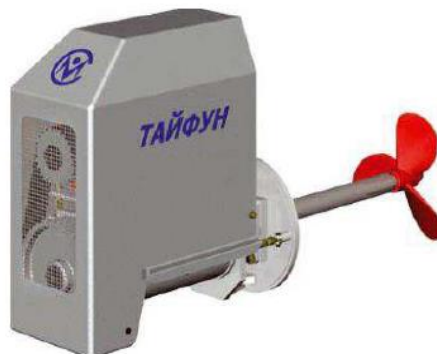


Рисунок 3 – пристрій гідромеханічної дії «Тайфун-20»

Для досягнення максимально ефективного процесу розмиву донних відкладень рекомендовано наступну кількість обладнання:

для РВС 2000, 3000 та 5000 - «Тайфун-20» в кількості 1 од.;

для РВСП 10000 та 20000 - «Тайфун-24» в кількості 1 од.;

для РВСПК 50000 - «Тайфун-24» в кількості 2 од.

В 2002 році запатентований пристрій «Діоген» (рис.4)



Рисунок 4 – пристрій для розмиву донних відкладень «Діоген»

Розмиває пристрій «Діоген» призначений для розмиву ущільненого осаду і запобігання накопичення пухкого парафінистого осаду на днищі резервуара в процесі його експлуатації. Вибухозахищений пристрій «Діоген» встановлюється на кришці овального або круглого люка – лазу, розміщеного на першому поясі резервуара з нафтою і експлуатується в зовнішніх установках у вибухонебезпечних зонах. Слід додати що по «Тайфун», «Діоген» мають різні модифікації, відрізняються один від одного діаметром гребного гвинта, номінальною потужністю двигуна, характеристиками робочого середовища (в'язкістю), максимальної реактивної силою приведення до валу гребного гвинта а також масою електроприводу.

Принцип роботи пристрою «Діоген» аналогічний принципу роботи пристрою «Тайфун» і полягає в утворенні процесу перемішування нафти спрямованим затопленим струменем нафти, створеним обертовим пропелером, при якому важкі парафінові осади і механічні домішки зважуються в загальній масі нафти. При включенні розмивного пристрою обертання від електродвигуна через плоскозубчасту ремінну передачу передається на вал, встановлений на підшипникові опори корпусу. При цьому вільний кінець валу, розташований в резервуарі з нафтою, передає обертання на закріплений на ньому пропелер, який створює турбулентний струмень нафти з розбрысуючим ефектом.

Мінімальний час розмиву парафінистого осаду (не більше 20 мм) в одному резервуарі за один цикл не менше 10 годин.

#### *Гідравлічний спосіб*

Це запобігання накопичення осаду на днищі резервуара використовуючи головку з постійною висотою щілини. Віялова струмінь виходить з сопла, змиває парафіновий осад з днища і розподіляє його в нафті. Через недоліки, таких як засмічення та ржавіння сопел, конструктивні недоробки системи (спливання, бічний ссув з опорних стійок та руйнування трубопроводу), недостатня ефективність розмивного струменя, ці системи з розмивними головками почали замінювати електромеханічним мішалками. Але з часом розмивну здатність вдалося підвищити за рахунок зміни висоти щілини.

#### *Акустичний спосіб*



Серед нових напрямків в боротьбі з відкладеннями в нафтових ємностях можна виділити в акустичний. Для очищення резервуарів акустичним способом пропонується застосовувати технологію віброструйної магнітної активації рідких середовищ, тобто вплив на осад потужними акустичними опроміненнями, створюваними спеціальною апаратурою, яка при мінімальних енерговитратах надає багатокомпонентний вплив на буровий розчин: значний акустичний вплив, потужне омагнічування, інтенсивне перемішування з високими швидкостями, знакозмінний тиск в зоні активації. Після завершення цього процесу можна здійснити відкачування нафти для подальшої переробки. Новизна запропонованого методу полягає в заміні прямого механічного впливу на вилучаемий осад впливом акустичного поля.

#### *Тепловий спосіб*

Сутність термічного способу запобігання і зачистки нафтових резервуарів полягає в розплавленні парафіністих осадів підігрітою нафтою. Це досягається шляхом циркуляції невеликого обсягу нафти за схемою реактор–теплообмінник –резервуар. Іноді в якості теплоносія використовують «гострий» пар, при розігріві яким відбувається обводнення нафтових відкладень.

При наявності джерел теплової енергії цей метод використовується також досить широко, незважаючи на деякі недоліки:

- при збільшенні температури нафти відбувається посилене випаровування легких фракцій;
- після охолодження нагрітої нафти в трубопроводі може статися велике відкладення парафіну на внутрішній стінці трубопроводу.

Процес видалення осаду цим способом дуже тривалий і не може бути використаний без порушення режиму експлуатації резервуара.