

**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 № 7 – Засоби підігрівання 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. Призначення, способи підігріву і теплоносії
2. Конструкції підігрівачів

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. Технологічні процеси з пально-мастильними матеріалами / Пузік С. О., Баканов Є. О., Терьохін В.І., Опанасенко В.Ф. Київ : НАУ, 2002. 256 с.
URL : <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/3100/1/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9.pdf> (дата звернення: 25.07.2023).

Текст лекції

1. Призначення, способи підігріву і теплоносії

Якщо світлі нафтопродукти (бензин, гас) легко транспортуються по трубопроводах в будь-який час року і операції з ними не викликають особливих труднощів, то операції з темними нафтопродуктами (мазутом, мастильними матеріалами) викликають значні труднощі. Пояснюється це тим, що темні нафтопродукти при зниженні температури повітря стають більш в'язкими, втрачають плинність і їх транспортування без підігріву стає неможливим.

У таблиці 1 показана зміна в'язкості, мм²/с, від температури для бензину марки Аі-95 і мінеральної моторної оливи М-6з10Г.

Таблиця 1

Зміна кінематичної в'язкості нафтопродуктів від температури

Нафтопродукт, в'язкість, мм ² /с	Температура, °С				
	+20	+10	0	-10	-20
Бензин	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9

Моторна олива	100	300	1000	5000	10000
---------------	-----	-----	------	------	-------

З аналізу таблиці 1 видно, що в'язкість бензину практично не залежить від температури, а в'язкість масла різко зростає зі зниженням температури і при низьких температурах воно потребує підігріву.

Підігрів здійснюється при зберіганні, транспортуванні, прийомних і роздавальних операціях.

Підігрів високов'язких і легкозастигаючих нафтопродуктів слід проводити до температури, що забезпечує його кінематичну в'язкість не більш $600 \text{ мм}^2 / \text{с}$ (сСт).

Температура підігріву мазутів не повинна перевищувати 90°C , а для олив - 60°C .

Температура підігріву повинна бути нижче температури спалаху парів нафтопродукту в закритому тиглі, не менше ніж на 25°C .

В якості теплоносія слід використовувати водяний насичений пар або перегріту воду. При дотриманні пожежної безпеки можливе застосування електричного підігріву.

Для підігріву нафтопродуктів застосовують різні теплоносії: водяний пар, гарячу воду, гарячі гази і нафтопродукти, електроенергію.

Найбільш часто застосовують водяну пару, що володіє високим тепловмістом і тепловіддачею, легко транспортується і не представляє пожежної небезпеки. Зазвичай використовують насичений пар тиском $0,3 - 0,4 \text{ МПа}$, забезпечуючи нагрів нафтопродукту до $80 - 90^\circ\text{C}$.

Гарячу воду застосовують в тих випадках, коли вона наявна в великій кількості, так як тепловміст води в $5 - 6$ разів менше тепловмісту насиченої пари.

Гарячі гази мають обмежене застосування, так як вони відрізняються малою теплоємністю, низьким коефіцієнтом тепловіддачі, а також важко організувати їх збір; використовуються лише при розігріві нафтопродуктів в автоцистернах і в трубчастих підігрівачах на НПЗ.

Електроенергія - один з ефективних теплоносіїв, однак при використанні електронагрівальних пристроїв необхідно дотримуватися протипожежних вимог. Оголена електрична грілка з розжареною проволокою здатна викликати заpalення парів нафтопродуктів. В цьому зв'язку електропідігрів застосовується для нафтопродуктів з високою температурою спалаху і головним чином для масел перед зливом їх з вагонів-цистерн.

Існує кілька способів підігріву водяною парою: розігрів острим паром, трубчастими підігрівниками і циркуляційний підігрів.

Підігрів гострим (відкритим) паром полягає в подачі насиченого пара безпосередньо в нафтопродукт, де він конденсується, повідомляючи нафтопродукту необхідне тепло. Цей спосіб застосовують в основному для розігріву топкового мазуту при зливі з залізничних цистерн. Недолік даного способу - необхідність видалення в подальшому води з обводнених нафтопродуктів.

Підігрів трубчастими підігрівниками полягає в передачі тепла від пара до нагріваемого продукту через стінки підігрівача. Тут виключається безпосередній контакт теплоносія з нафтопродуктом. Пар, вступаючи в трубчастий підігрівач, віддає тепло нафтопродуктів через стінку підігрівача, а сконденсований пар відводиться назовні, завдяки чому виключається обводнення нафтопродукту.

Циркуляційний підігрів заснований на розігріві нафтопродукту тим же нафтопродуктом, але попередньо підігрітим в теплообмінниках. Циркуляційний підігрів застосовують в основному при обслуговуванні великих резервуарних парків, а також залізничних цистерн.

2. Конструкції підігрівачів

За конструкцією підігрівачі в залежності від призначення поділяються на підігрівачі при зливі нафтопродуктів з ємностей, підігрівачі при зберіганні в резервуарах і підігрівачі трубопроводів.

Підігрівачі при зливі нафтопродуктів розрізняються за способом підігріву і типу транспортної ємності.

Для підігріву в залізничних цистернах застосовують такі підігрівачі.

1) Підігрівники гострою парою по конструкції представляють собою перфоровані трубчасті шланги, поміщені в товщу рідини, пар подається через отвори в шлангах. Використовуються тільки для розігріву мазуту, відбувається часткове обводнення.

2) Підігрівники глухим паром підрозділяються на переносні і стаціонарні. Переносні поміщають в цистерну тільки на час розігріву, а по закінченні їх витягають (рис. 2). Стаціонарні знаходяться всередині цистерни постійно (рис. 3). Підігрівачі виготовляють з дюралюмінієвих труб; складаються з трьох секцій, які розміщені в цистерну по черзі.

На рис. 2 показана цистерна з підігрівачем нафтопродукту паром. Паровий підігрівач складається з трьох секцій змійовиків - центральної 1 і двох бічних 2. У цистерну опускається спочатку центральна секція, а потім заводяться бічні секції.

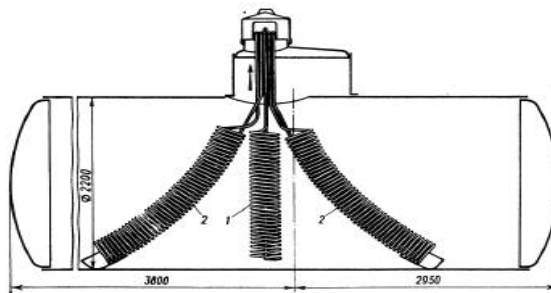


Рис.2 – Паровий змійовиковий паро підігрівач

Електричний підігрів застосовують для зниження в'язкості темних нафтопродуктів (мазуту, масел). Загальна потужність електронагрівачів досягає 50 - 70 кВт.

Для безпечного обслуговування апаратури та обладнання (розподільні щити, котел цистерни, залізничні колії) надійно заземлюють.

Електроенергія включається тільки після повного занурення електрогрівки в рідину. Злив виробляють після закінчення підігріву, виключення електроенергії і видалення грівки з цистерни, так як при включеній електрогрівки може спалахнути нафтопродукт.

Підігрівачі в резервуарах виконуються у вигляді різних конструктивних форм - змієвикові і секційні з трубчастих елементів. Для кращого підігріву їх розміщують по всьому поперечному перерізу резервуара.

Найбільш часто застосовують підігрівачі, що збираються з окремих уніфікованих секцій.

Поряд із загальним підігрівом всього нафтопродукту застосовують і так званий місцевий підігрів. Місцеві підігрівачі слід розташовувати поблизу від прийомних і роздавальних пристроїв.

При циркуляційному способі підігріву нафтопродукт збирається з нижньої частини резервуара і насосом прокачується через зовнішній підігрівач-теплообмінник. В цьому випадку всередині резервуара встановлюється кільцевий подаючий трубопровід і місцевий підігрівач у забірної труби. Теплообмінники встановлюють індивідуально в кожному резервуарі. Як електричні підігрівачі застосовують гнучкі нагрівачі елементи у вигляді окремих блоків. Вони являють собою (рис. 3) еластичну стрічку, що складається з мідних і ніхромових дротів, сплетених склониною. Для додання вологостійкості стрічку покривають кремнійорганічною гумою, яка служить також захисною електроізоляційною оболонкою. Стрічку закріплюють на трубопроводі і покривають зовні шаром теплової ізоляції. Довжина стрічки залежить від кількості послідовно з'єднаних блоків. Стрічка забезпечена штепсельним роз'ємом для швидкого підключення до сіті.

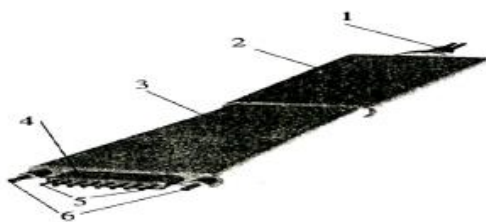


Рис. 3. Електронагрівальна гнучка стрічка Енгл-180:

- 1 - штепсельна вилка; 2 - кінцеве закладення; 3 - герметизуюча оболонка з кремнійорганічної гуми; 4 - скловолоконна основа;
- 5 - нагрівальні ніхромові жили; 6 - струмопровідні дроти

На рис. 4 показана схема підігріву сталевго резервуара за допомогою гнучких нагрівальних елементів. Дана схема застосовується в основному для підтримки постійної температури нафтопродукту при зниженні температури навколишнього середовища.

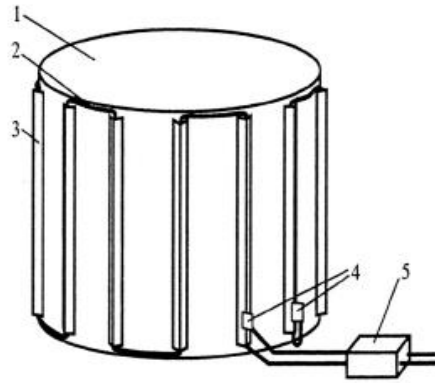


Рис.4. Пристрій для електропідігріву сталевих резервуарів:
1 - корпус резервуара; 2 - гнучкий стрічковий підігрівач;
3 - сталевий куточок з ізоляцією; 4 - контактні пластини; 5 – трансформатор

При розрахунку підігрівачів визначають поверхню теплообміну, розхід теплоносія і конструктивні розміри підігрівачів. Для цього необхідно знати початкову і кінцеву температуру підігріву нафтопродукту, його масу або витрата.

Оптимальна температура нафтопродукту повинна знаходитися між температурами застигання та температурою спалаху і відповідати умовам найменшої витрати енергії на підігрів.

Сумарний час розігріву і зливу залізничної цистерни, заповненої нафтопродуктом, залежить від його кінематичної в'язкості, температури застигання.

При розігріві нафтопродуктів широко використовуються теплообмінники типу «труба в трубі». Перевага таких теплообмінників полягає в простоті конструкції, і вони можуть бути зібрані з стандартних елементів. При необхідності поверхню теплообміну може бути збільшена за рахунок установки кількох секцій.

На рис. 5 показаний секційний парової підігрівач палива ПТС типу «Труба в трубі».

Гарячий пар входить через клапан 4, проходить по трубі 7 і виходить через клапан 5 у вигляді конденсату. Проходячі по трубі, пар нагріває її і віддає теплоту через стінки труби 7 нафтопродуктів. Холодний нафтопродукт під дією перепаду тиску входить в підігрівач через клапан 6, а виходить через клапан 3. Нафтопродукт, проходячи через кільцевий переріз підігрівача, збільшує свою температуру, знижуючи в'язкість і збільшуючи плинність. Масова витрата пара і нафтопродукту регулюється прохідними перетинами клапанів.

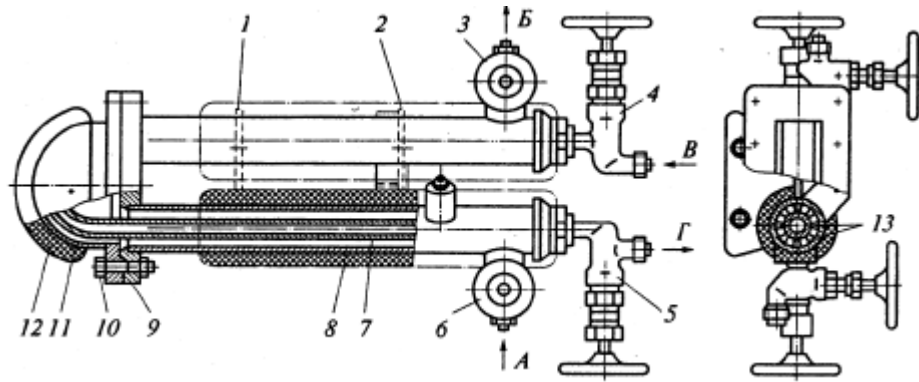


Рис. 5. Підігрівач палива секційний типу ПТС:

1 і 2 - опори нерухомі; 3 - клапан виходу палива; 4 - клапан входу пара;
 5 - клапан виходу конденсату; 6 - клапан входу палива; 7 - труба нагрівальна;
 8 - корпус підігрівача; 9 - фланець корпусу; 10 - болт; 11 - кришка; 12 - ізоляція;
 13 - ребра нагрівальної трубки; А та Б - вхід і вихід нафтопродукту; В - вхід пара;
 Г - вихід конденсату