

**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

**Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів**

**за темою – Обладнання засобів транспортування нафтопродуктів**

**Харків 2021**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 23.09.21р. № 8

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького льотного  
коледжу Харківського  
національного університету  
внутрішніх справ  
Протокол від 22.09.21р. № 2

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 22.09.21р. № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 30.08.2021 № 1

**Розробник:**

1. викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст першої категорії Нальотова Н.І.

**Рецензенти:**

1. викладач циклової комісії аеронавігації Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист, к.т.н., с.н.с. Тягній В.Г.;

2. завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного університету, д-р техн. наук, професор Тамаргазін О.А

## План лекції

1. Історія, сучасний стан та перспективи розвитку транспортних систем.
2. Загальна характеристика залізничного транспорту.
3. Загальна характеристика автомобільного транспорту.
4. Авіаційний та водний транспорт.
5. Трубопровідний транспорт.

### Рекомендована література:

1. Лісафін В.П., Лісафін Д.В. Проектування та експлуатація складів нафти і нафтопродуктів: [підруч. для студ. вищ. навч. закл.]. Івано-Франківськ: Факел, 2006. 597 с.
2. Технологічні операції з ПММ: навч.посіб./Н.І. Нальотова та ін. Горішні плавні: ПП Олексієнко В.В., 2019.101с.
3. Ларичева Л. П., Волошин М. Д., Луценко О. П. Контроль та автоматичне регулювання хіміко-технологічних процесів : навч.посіб. Дніпродзержинськ, 2015. 291с.

### Текст лекції

#### **1. Історія, сучасний стан і перспективи розвитку транспортних систем перевезення нафти і нафтопродуктів**

Археологи встановили, що за 6 тис. років до н. е. на березі Євфрату в Іді існував древній нафтовий промисел. Видобута нафта, зокрема, переправлялася вниз по Євфрату до міста Ур і застосовувалася в будівельній справі. Для перевезення нафти по річці будувалися спеціальні наливні судна. Вантажопідйомність цих древніх "танкерів" досягала 5 т.

З давніх-давен нафту зберігали і перевозили в спеціальних посудинах. Так, нафта з території колишнього Тмутараканського князівства Київської Русі (Таманський півострів) вивозилася візантійськими кораблями в амфорах. Саме таманська нафта використовувалася візантійцями для виготовлення їх грізної бойової зброї – "грецького вогню". Пізніше основним постачальником нафти став район Баку. Перевозили її на верблюдах або горбах у шкіряних мішках (бурдюках) .

За часів царювання Бориса Годунова (1598 – 1605 ) нафту привозили до Москви з Печорських лісів в бочках. Бочки різного розміру тривалий час служили місткостями для перевезеної нафти на трактах і на водних шляхах як в нашій країні, так і за кордоном.

Перша в Росії інструкція про правила перевезення нафти на суднах по Каспійському морю і Волзі була затверджена Петром I (1725). Використовувалися для цих цілей суховантажі – гребні, вітрильні та парові судна, на які нафту вантажили в амфорах або бочках.

Перші нафтоналивні судна, у трюмах яких розміщувалися спеціальні місткості для нафти, з'явилися в кінці XIX століття.

Залізничну цистерну вперше застосували у Сполучених Штатах Америки, а в 1865 р. в США фірмою "Стандарт ойл" був побудований перший у світі нафтопровід діаметром 50 мм і довжиною 6 км.

З початку XX століття в усіх областях людської діяльності важливе місце зайняв автомобільний транспорт, який став незамінним засобом доставки вантажів, у тому числі різних паливно-мастильних матеріалів.

## **2. Загальна характеристика залізничного транспорту.**

На залізничний транспорт припадає близько 40% перевезень ПММ. Тому цей вид доставки займає особливе місце. Перевезення здійснюють, як правило, у вагонах-цистернах. Невелика частина (близько 2 %) транспортується в дрібній тарі: в бочках, контейнерах і бідонах, при цьому транспортування їх здійснюється в критих вагонах.

Нафтопродукти можуть перевозитись залізницею з високою регулярністю в будь-який час року. До недоліків транспортування авіаПММ залізницею можна віднести великі капіталовкладення на будівництво залізничних під'їзних шляхів і високі ціни на здійснення самого транспортування.

АвіаПММ і спеціальні ідини на склади ПММ перевозяться залізницею в цистернах місткістю 50, 60 і 90 м<sup>3</sup>. Останнім часом почали експлуатуватися цистерни з обсягом 120 м<sup>3</sup>.

Технічні характеристики залізничних цистерн, що застосовують для перевезення авіаційних ПММ, приведені в табл. 1.1. Для більш економного транспортування вагони-цистерни формують у поїзди, що називають наливними маршрутами.

Цистерни для перевезення грузлих нафтопродуктів мають парову сорочку або вмонтований усередину пристрій для розігрівання. Перед спорожненням таких цистерн у підігрівник або зовнішню парову сорочку подають перегрітий пар. Цей захід дозволяє злити без залишку грузлі нафтопродукти за більш короткі строки. Перевезення нафтопродуктів залізницею здійснюються відповідно до Правил перевезень вантажів Міністерства залізничних сполучень. Цими правилами передбачені порядок формування цистерн у маршрути, умови перевезень і подача залізничних маршрутів під зливання, правила здачі наповнених маршрутів, норми часу на розвантаження й основні вимоги до технічної експлуатації цистерн. У обов'язки вантажоодержувача входять повне звільнення цистерн від залишка вантажу після зливання, забруднень і льоду, а також очистка зовнішньої поверхні цистерни.

Підготовку цистерн під наливання, в тому числі їхню очистку на спеціальних промивально-пропарювальних станціях здійснює залізниця. Час зливання у нафтопродуктів на складі ПММ передбачений Правилами перевезень рідких вантажів наливом у вагонах-цистернах і бункерних піввагонах.

Таблиця 1 - Характеристика залізничних цистерн

Показники	Цистерни					
	Чотиривісні				Шестивісні	Восьмивісні
Вантажо- підйомність цистерни, т	50	50	50	60	90	120
Об'єм котла, м <sup>3</sup>	50	50	50	60	90	120
Внутрішній діаметр котла, м	2,6	2,6	2,6	2,8	3,0	3,0
Довжина котла, м	9,6	9,6	9,6	10,3	14,8	19,9
<i>Довжина</i> цистерни, м	12,0	12,0	12,0	12,0	16,0	21,2

Відповідно до цих правил на зливання маршруту реактивних палив (типу Т-1, Т-2, ТС-1) та авіаційного бензину з двовісних цистерн надається час 1 година 15 хвилин, а з чотиривісних і більше – 2 год. Крім цього, надається 35 хвилин додаткового часу на проведення аналізів.

Для розвантаження грузлих нафтопродуктів у холодний час року надається час на розігрівання цистерн. Цей додатковий час залежить від в'язкості нафтопродукту і вибирається відповідно до табл. 1.2

Для зливання у в'язких нафтопродуктів у холодний час року з цистерн, обладнаних паропідігрівальною сорочкою, встановлюються такі терміни зливання: для нафтопродуктів I і II груп – 3 год., а для III і IV групи – 4 год.

Таблиця 2 - Час, який надається на розігрівання і зливання нафтопродуктів, що застигають

Група вантаж у	Кінематична в'язкість при 50°C, см <sup>2</sup> /с	Температура застигання, °C	Час, відведений на розігрівання та зливання, год.
I	0,36 – 1,11	–15 – 0	4
II	1,18 – 1,9	1 – 15	6
III	1,99 – 3,05	16 – 30	8
IV	Більше, ніж 3,05	більше, ніж 30	10

Щоб уникнути надмірного підвищення або зниження тиску в середині цистерни, на ній встановлюють запобіжний клапан на надлишковий тиск 0,15 МПа і вакуум 0,02 МПа.

Зливання нафтопродуктів на складі ПММ із цистерн відбувається самотічно або насосами на зливальній залізничній естакаді.

### 3. Загальна характеристика автомобільного транспорту

Автомобільна доставка авіаПММ тепер застосовується, а іноді є конкурентоспроможною при невеликих обсягах використовуваних ПММ і при перевезеннях на невеликі відстані. Палива перевозяться в спеціальних автоцистернах, тобто автомобілем, що має цистерну й необхідне устаткування для проведення закачування, відкачування й підраховування кількості.

Для забезпечення пожежної безпеки автоцистерни мають бути обладнані вогнегасниками, пристроєм для заземлення автомашини та шлангів. Заземлення забезпечує відвід статичної електрики й вирівнювання електричного потенціалу. Автомобільний транспорт перевозить велику кількість авіаПММ у тарі. Як тару використовують бочки й бідони. Металеві бочки виготовляють обсягом від 50 до 500 л і використовуються для перевезення бензину, гасу, моторних мастил і спеціальних рідин, фанерні бочки – для консистентних мастил.

Основна особливість сучасних конструкцій автомобільних цистерн – застосування несучих резервуарів (безрамні резервуари). Резервуари стосовно базового шасі можуть розташовуватися горизонтально і похило. Горизонтальне розташування резервуара застосовують переважно в конструкціях автомобільних цистерн, призначених для транспортування палива, масла і спеціальних рідин. Похиле і горизонтальне розташування резервуарів використовують для перевезення зріджених газів. У поперечному перерізі горизонтальні і похилі резервуари мають круглу, прямокутну та еліптичну форми. Останні дві форми використовують з метою зниження точки центра ваги автомобільної цистерни і додання їй більшої стійкості при русі.

Форма перетину резервуара, як правило, визначається вимогами експлуатації, механічною міцністю і стійкістю автомобільних цистерн при русі.

У шифрі для кращого визначення призначення вантажо-підйомності автомобільної цистерни після букв АЦ додають букви, що позначають нафтопродукт, що транспортується, і цифри, що вказують експлуатаційну місткість і шасі автомобіля або тягача. Наприклад, АЦЖГ-6-130 – автомобільна цистерна для рідкого газу з геометричною місткістю 6 м<sup>3</sup> на шасі автомобіля ЗИЛ-130.

У якості базового шасі автомобільних цистерн і тягачами напівпричепів-цистерн є автомобілі марок: ГАЗ-53А, ЗИЛ-130, ЗИЛ-130В, ЗИЛ-131, Урал-375, Урал-377, Урал-4320, КрАЗ-255, КрАЗ-260, КрАЗ-258, КрАЗ-259, МАЗ-500, МАЗ-500А, МАЗ-504, КамАЗ-5320, КамАЗ-4310, КамАЗ-5410 і КамАЗ-54102.

Автомобільні цистерни класифікують за наступними ознаками:

– за призначенням – для транспортування світлих рідких нафтопродуктів (бензинів, дизельного палива, гасу), темних нафтопродуктів

(олій, мазуту, бітуму), зріджених вуглеводнів нафтових газів (ЗВНГ) і зріджених природних газів (ЗПГ);

– за розміщенням технологічного устаткування – на базовому шасі автомобілів звичайної і високої прохідності, причепах і напівпричепах з різними сидельними тягачами;

– за місткістю резервуара – на малу (до 5000 л), середню (від 5000 до 15 000 л) і велику (більш 15 000 л) місткість.

Внутрішні поверхні резервуарів і технологічного устаткування повинні забезпечувати збереженість кондиційних і експлуатаційних якостей і чистоту перевезених нафтопродуктів і зріджених газів.

*Автомобільні цистерни.* Автомобільна цистерна (рис. 1) для рідких нафтопродуктів складається з базового шасі, резервуара з устаткуванням та гідравлічної системи.

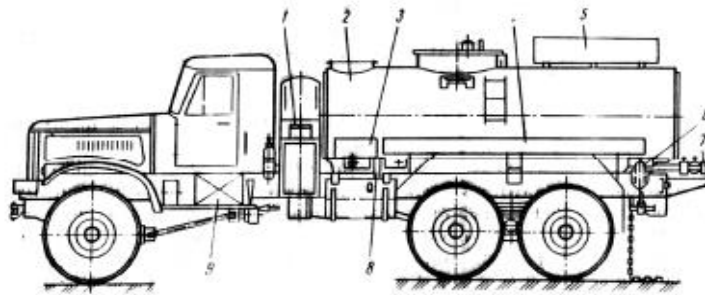


Рис. 1. Загальний вид автомобільної цистерни:

1 – запасне колесо; 2 – цистерна; 3 – інструментальний ящик; 4 – пенал з напорно-втягуючим рукавом; 5 – ящик з комплектів рукавів; 6 – вузол комунікацій; 7 – приймальний патрубок

Технологічне устаткування автомобільної цистерни дозволяє робити наступні види робіт :

- заповнення палим резервуара за допомогою стороннього насоса;
- заповнення палим резервуара за допомогою свого насоса;
- злив пального з резервуара стороннім і своїм наносами;
- злив пального з резервуара самопливом;
- перекачування пального з одного резервуара в інший, минаючи власний, тобто злив з автомобільних причепів-цистерн;
- заправлення машин фільтрованим палим з виміром кількості виданого пального;
- перемішування пального в резервуарі.

Злив і налив нафтопродуктів у залізничні цистерни на нафтобазах здійснюється на спеціально облаштованих зливно-наливних естакадах. На нафтобазу цистерни з нафтопродуктами, а також вагони з тарними та допоміжними вантажами подаються локомотивами по під'їзних коліях з найближчої станції магістральної залізниці. Залежно від виконуваних операцій усі під'їзні колії поділяються на основні, що забезпечують рух, злив та налив нафтопродуктів; допоміжні – для навантаження і

розвантаження тарних та допоміжних вантажів; обгінні – для здійснення маневрових операцій. На основних коліях розташовують зливно-наливні пристрої і цей комплекс утворює зливно-наливний фронт. Загальний вид пункту зливання у нафтопродуктів показаний на рис. 2.

За принципом перекачки на практиці застосовують дві системи: транзитну й постанційну. Постанційна перекачка нафтопродуктів полягає в тому, що на проміжних станціях перекачки встановлено два резервуари для кожного сорту нафтопродукту.

В один резервуар нафтопродукт закачується, а з іншого відкачується і подається по трубопроводу в наступну насосну станцію. Така схема перекачки потребує великих капітальних витрат. Набагато простіша, надійніша в експлуатації і дешевша інша схема – транзитна. Особливість цієї схеми полягає в тому, що перекачка здійснюється з насоса в насос, тобто нафтопродукт, що перекачується із насоса попередньої станції, надходить до всмоктувального трубопроводу насоса цієї станції. У такий спосіб утворюється трубопровідна магістраль із послідовним увімкненням насосів. Така система є найбільш досконалою й економічною, тому що при цьому забезпечується максимальна герметичність, виключаються втрати нафтопродуктів від випару в проміжних резервуарах.

З усіх агрегатів, що перекачують, найбільш ефективні відцентрові насоси, які легко піддаються синхронізації в роботі й автоматичному регулюванні. Для магістральних трубопроводів перекачування нафтопродуктів застосовують високопотужні насоси (подача становить від 1000 до 10000 м<sup>3</sup>/ год), які забезпечують напір 200 – 260 м. Проте теорія й практика свідчать, що застосування двох або трьох послідовно ввімкнених відцентрових насосів доцільніше й економічно вигідніше, ніж одного, розрахованого на те саме прокачування.

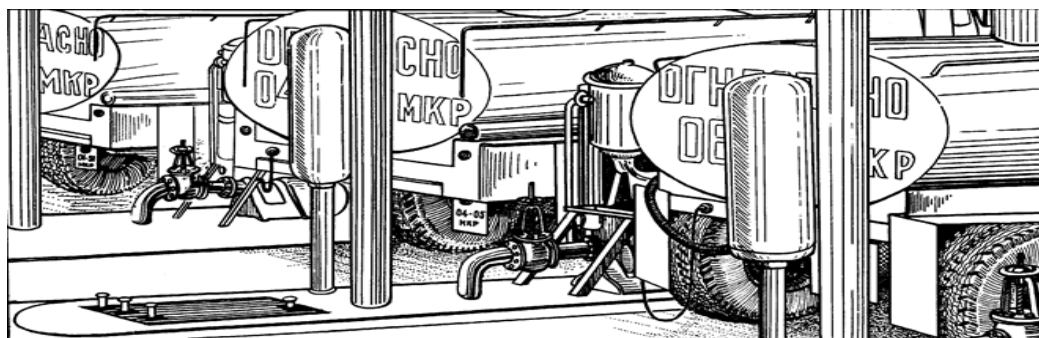


Рис. 2. Пункт зливання у нафтопродуктів з автомобільних цистерн

Тому частіше застосовують групові насосні агрегати, які складаються з двох або трьох послідовно ввімкнених насосів, що забезпечують необхідну подачу й сумарний напір 400 – 600 м.

#### **4. Авіаційний та водний транспорт.**



Транспортування нафтопродуктів водяним транспортом складає значну частку загального обсягу перевезень нафтопродуктів.

Водяний транспорт розподіляється на морський та річковий. Він характеризується набагато меншими капітальними й експлуатаційними витратами. При перевезенні нафтопродуктів по воді менше витрачається палива на одиницю вантажу, потрібна менша кількість обслуговуючого персоналу. Коефіцієнт відношення власної маси транспортних засобів до маси вантажу на водяному транспорті становить приблизно 0,4, тоді як для залізничного транспорту це відношення дорівнює 0,7 – 0,8. До переваг річкового транспорту варто віднести й високу пропускну здатність водяного басейну.

До недоліків перевезень нафтопродуктів по воді в першу чергу можна віднести його сезонність, тобто обмеження часом року. Ця обставина змушує будувати склади великої ємності для схову необхідного міжнавігаційного запасу ПММ.

Ще одним недоліком водяних перевезень є збільшені відстані перевезень, спричинені розбіжністю водяних артерій із географічним розташуванням аеропортів. Ця обставина впливає на собівартість перевезень.

Нафтоналивні судна можна розподілити на морські, річкові, озерні, а також суди змішаного плавання. Судна можуть бути самохідними (танкери) і несамохідними (баржа). Останні переміщуються за допомогою буксирів.

Крім вантажної, а також зачищувальної систем, вантажні танки обладнують й різними технологічними трубопроводами, підігрівниками, оснащують устаткуванням для зрошення й миття палуби, вентиляції та пропарювання танків, засобами засобами пожежогасіння та ін. За конструкцією нафтоналивне судно являє собою сталеву обшивку (рис.), що кріпиться до поперечних і подовжніх елементів жорсткості, а внутрішня частина розподілена герметичними стінками на численні відсіки-танки, в які заливають нафтопродукт.

Між собою танки можуть бути з'єднані через спеціальні клінкети, які відчиняються при завантаженні та розвантаженні. Наявність окремих герметичних відсіків забезпечує усталеність, непотоплюваність, а також надійність експлуатації. Для регулювання тиску в танках на палубі танкера встановлена спеціальна система, з дихальними клапанами що відводить газу.

Усі вантажні танки сполучаються між собою трубопроводами, які проходять від насосного відділення по днищу танків. Розрізняють вантажний і зачищувальний трубопроводи. Вантажні та зачищувальні приймачі розміщуються в найбільш глибокій частині танка, в кормовій перегородки, тому що танкери зазвичай мають диферент на корму.

Технічними показниками й умовами плавання розрізняють морські, річкові й озерні танкери. Найбільшого поширення набули морські танкери, особливо для перевезення нафти.

Сьогодні в світовому суднобудуванні намітилася тенденція до різкого збільшення вантажопідйомності. Вже тепер плавають супертанкери дедвейтом 200 тис.т. Розробляються проекти будівництва супертанкерів дедвейтом 500

тис. т, але, незважаючи на явні економічні переваги багатотонажних танкерів дедвейтом більше 80 тис. т, число цих судів обчислюється одиницями, тому що, є не так багато портів із достатніми глибинами для їхнього прийняття.

Річкові танкери у відмінну від морських мають порівняно меншу осадку, а отже, й обмежену вантажопідйомність.

Наявність на малих ріках перекатів і незначних глибин, особливо в літній період навігації, вимагає застосування танкерів із мінімальною осадкою. Значення найменшої осадки, виходячи з умов забезпечення нормальної роботи двигунів, може бути доведена до 1,25 м (у цьому випадку вантажопідйомність складатиме 600 т).

При річкових перевезеннях набули широкого поширення нафтоналивні баржі. Впровадження методу штовхання каравану барж замість буксировки сприяло зростанню економічності річкових перевезень.

Навантажувально-розвантажувальні операції здійснюють на спеціально обладнаних причалах і пірсах.

## 5. Трубопровідний транспорт

Під цим терміном у нафтовій та газовій промисловостях розуміють транспорт нафти, нафтопродуктів і газу на значні відстані по трубопроводах.

Залежно від призначення трубопроводи розподіляють на технологічні – для перекачування нафтопродуктів та допоміжні – для подачі води, пари, повітря.

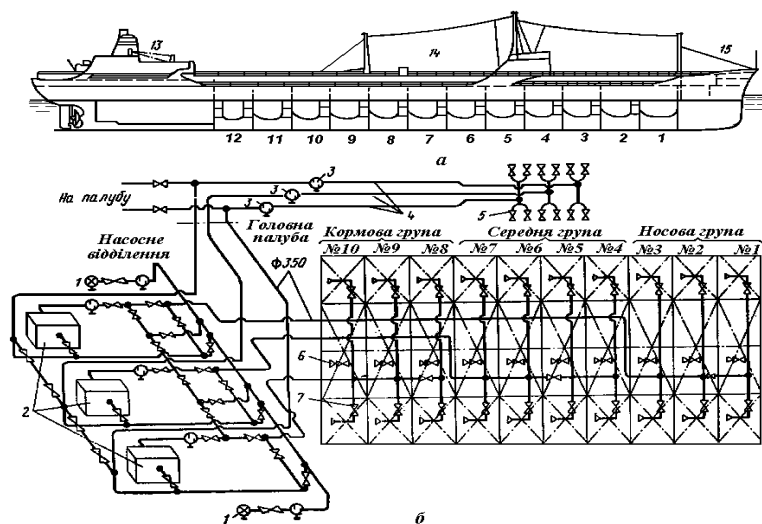


Рис. 3. Загальний вид (а) і схема трубопровідних комунікацій (б) танкера для перевезення нафтопродуктів: а) 1–12 – відсіки (танки); 13 – кормова частина; 14 – середня частина; 15 – носова частина;

б) 1 – кінгстонний ящик; 2 – продуктивний насос; 3 – брудозабірні коробки; 4 – палубний трубопровід; 5 – прийомний патрубок середньої групи танків; 6 – приймач; 7 – клінкет

Для виготовлення технологічних і допоміжних трубопроводів застосовують такі труби:

– сталеві, безшовні, гарячекатані із зовнішнім діаметром від 25 до 800 мм

- сталеві, безшовні, холоднотягнуті із зовнішнім діаметром від 25 до 200 мм ;
- сталеві водогазопровідні, які виготовляють з добре зварювальних сталей ;
- сталеві електрозварювальні діаметром до 152 мм;
- сталеві електрозварювальні зі спіральним швом зовнішнім діаметром від 426 до 720 мм .

Підземна прокладка трубопроводів може здійснюватися прямо в ґрунт або в попередньо викопані канали, виготовлені з матеріалів, які не горять.

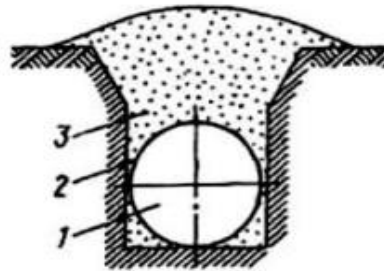


Рис.4. Схема підземного прокладання нафтопроводів:  
1 – трубопровід; 2 – профіль траншеї; 3 – ґрунт зворотної засипки

При прокладці трубопроводів над землею висота розташування труб над пішохідними переходами повинна становити не менше 2,2 м, а над автотранспортними шляхами – не менше 4,5 м.

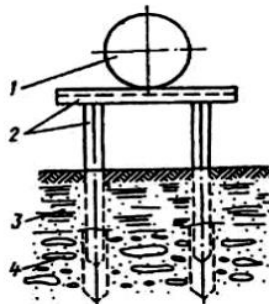


Рис.5. Схема надземної прокладки газонафтопроводів:  
1 – трубопровід; 2 – опори; 3 – діючий шар; 4 – багатолітньомерзлий ґрунт

Підземні трубопроводи прокладають на відстані не менше 1 м від стін будинків. Під будинками або над ними прокладка трубопроводів для нафтопродуктів не дозволяється. Наземна прокладка трубопроводів повинна здійснюватися тільки на опорах, які негорять, і з дотриманням рекомендованих відстаней між ними. При цьому для кожного сорту авіаПММ повинен бути наданий окремий трубопровід. Для перекачування авіаційних палив рекомендується застосовувати сталеві безшовні або електрозварювальні труби зі спіральним швом. Для компенсації теплового розширення доцільно використовувати повороти та вигини, а при необхідності й П-подібні компенсатори.

При прокладці трубопроводів під штучним покриттям потрібно застосовувати тільки сталеві безшовні труби, а їхнє стикування здійснювати шляхом зварювання.

Трубопроводи, які проходять під залізничним полотном, автомобільними шляхами, злітно–посадковими смугами і руліжними доріжками, повинні бути покладені в сталеві, залізобетонні або азбестові кожухи із внутрішнім діаметром не менше ніж на 100 мм більше зовнішнього діаметра трубопроводу. Кінці кожухів повинні вводитися за підшову насипу дороги або бетонного покриття не менше ніж на 2 м, і обладнують сальниками, що герметизують внутрішній простір кожухів. Прокладка трубопроводів на перонах із штучним покриттям повинна здійснюватися в прорізах із знімними плитами або асфальтобетонним покриттям у кожухах або спеціальних колекторах.

Для звільнення трубопроводу від нафтопродукту, що міститься в ньому, їх слід укладати з деяким ухилом: для світлих нафтопродуктів ухил повинен бути не менше за 0,003, а для трубопроводів, що транспортують темні нафтопродукти – не менше за 0,004. У нижніх точках магістралі необхідно передбачити розташування устрою для повного зливу залишків нафтопродуктів, а у верхніх точках – для впускання повітря.

У разі застосування двотрубного продуктопроводу кожний з них повинен бути розрахован на 75 % загальної витрати нафтопродукту по двотрубній магістралі.

З'єднання трубопроводів може бути рознімним і нерознімним. Як нерознімне з'єднання застосовують зварювання труб. Роз'ємне з'єднання – це фланцеві та муфтові. Використання нарізних з'єднань труб на складах ПММ не допускається.

Під час укладання трубопроводів у загальному колекторі відстань між ними повинна бути в межах 0,4 – 0,5 м. З'єднання труб і встановлення арматури варто здійснювати зі зсувом до подібних на сусідній трубі. Прокладка трубопроводів авіаПММ у загальному колекторі з газо–, паро–, теплопроводами електрокабелями і трубопроводами з питною водою не допускається. При проектуванні та прокладці паливопроводів слід враховувати рекомендовані відстані по горизонталі до інших комунікацій (табл. 3.6.).

Як правило, окремі труби зварюють на землі, накладається протикорозійна ізоляція й укладають на піщану подушку в заздалегідь підготовлені траншеї. Центрування труб перед їхнім зварюванням забезпечується вручну, проте спеціальні пристосування

сприяють підвищенню продуктивності й якості зборки та зварювання. Арматура трубопроводів приєднується за допомогою фланців. Найбільш поширеним є сталевий плоский приварний фланець.

Як ущільнювальний матеріал застосовують:

- ганчирковий картон ,
- просочений розчином столярського клею або технічного желатина із гліцерином;

- вулканізований пароніт марки ЛЗ;
- спеціальну гуму.

Товщина прокладки повинна бути до 3 мм. Для кращої герметичності на торцевій поверхні фланців проточують канавки. Для поменшення деформацій трубопроводів при монтажі та протягом експлуатації застосовують кульові з'єднання, а для зміни напрямку прокладки трубопроводів використовують стандартні крутозігнуті сталеві трикутники і зварні крутозігнуті відводи.