

**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 ПММ»
вибіркових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів

за темою – Транспортування пально-мастильних матеріалів

Харків 2021

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 23.09.2021 №8

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 22.09.2021 №2

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 22.09.2021 №8

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

Розробники:

1. викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Панченко В. І.

2. викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії Давітая О.В.

Рецензент:

1. викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, канд. хім. наук Козловська Т. Ф.

План лекції

1. Вступ. Історія, сучасний стан і перспективи розвитку транспортних систем перевезення нафти і нафтопродуктів.
2. Транспортні характеристики та властивості нафти і нафтопродуктів.
3. Види транспорту для перевезення нафти і нафтопродуктів.
4. Залізничний транспорт.
5. Водний транспорт.
6. Автомобільний транспорт.
7. Зливо-наливні естакади
8. Засоби нижнього та верхнього зливу з цистерн
9. Визначення часу зливання нафтопродуктів з транспортних ємностей

Рекомендована література:

Основна

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. Срібнюк С.М. Насоси і насосні установки. Розрахунок, застосування і випробування: навч.посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 312 с.
4. Ніконов К.В. Розрахунок та проектування складу пально-мастильних матеріалів: навчальний посібник. Київ: НАУ, 2001. 240 с.
5. Ніконов К.В. Конструкція технологічного обладнання складів пально-мастильних матеріалів: навч.посіб. Київ: КМУГА, 1996. 392с.
6. Зберігання та дистрибуція нафти, нафтопродуктів і газу : навч. посіб. / Л. Н. Ширін та ін. Дніпро, 2019. 306 с.
7. Ларичева Л. П., Волошин М. Д., Луценко О. П. Контроль та автоматичне регулювання хіміко-технологічних процесів : навч.посіб. Дніпродзержинськ, 2015. 291с.
8. Транспортування нафти, нафтопродуктів і газу : навч. посіб. / Л. Н. Ширін та ін. Дніпро, 2019. 203с.

Додаткова

9. Чабанний В. Я., Магопєць 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.
10. Технологічне обладнання для АЗС і нафтобаз.: навч. посіб./ Ю. Н. Безбородов та ін. Красноярск: СФТУ, 2015. 168 с.
11. Резервуари для зберігання нафти та нафтопродуктів: навч.посіб. / Ю. Н. Безбородов, та ін. Красноярск: СФТУ, 2015. 110 с.
12. 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.

13. Технологічні процеси з пально-мастильними матеріалами / Пузік С. О., Баканов Є. О., Терьохін В.І., Опанасенко В.Ф. Київ : НАУ, 2002. 256 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

14. Офіційний сайт Державної Авіаційної Служби України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://avia.gov.ua/>

15. Офіційний сайт аеропорту «Бориспіль» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kbp.aero/>

16. Офіційний сайт Верховної Ради України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0594-19/>

Текст лекції

1. Вступ. 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". Після розорення Константинополя хрестоносцями і подальшого падіння Візантійської імперії попит на нафту впав і тмутараканські промисли були надовго забуті. Пізніше основним постачальником нафти став район Баку. Первозили її на верблюдах або горбах у шкіряних мішках (бурдюках) у різні райони, такі як Шемаха, Гілян і навіть везли до Західної Європи.

Загальні відомості про транспортні комплекси для перевезення нафти і нафтопродуктів

За часів царювання Бориса Годунова (1598 – 1605) нафту привозили до Москви з Печорських лісів з річки Ухти 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 судах 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, коли на неї різко зріс попит.

У 1873 році брати Артем'єви пристосували під налив нафти дерев'яну вітрильну шхуну "Олександр". А першим у світі металевим нафтоналивним судном став пароплав "Зороастр", побудований в 1878 році за російським проектом на шведській верфі. Для безпеки його вантажні трюми (танки) були відокремлені від машинного відділення подвійною перегородкою, всередину якої заливалася вода. Пароплав "Зороастр" вантажопідйомністю 250 тонн, що ходив по Каспійському морю, став першим у світі танкером.

У 1882 році російськими інженерами був створений танкер "Спаситель", машинне відділення якого вперше в світовій практиці було винесено на корму – так, як це роблять тепер у сучасних танкерів.

Велику роль у розвитку нафтоналивного флоту зіграв видатний російський інженер В.Г. Шухов. Під його керівництвом у Саратові були побудовані перші річкові нафтоналивні баржі російського проекту. Вперше в світі вони збиралися з окремих секцій, що дозволило скоротити терміни спуску барж зі стапелів. Перші судна, придатні для транспортування рідин без упаковки, були розділені на кілька невеликих танків, у яких перевозили нафту та інші рідкі вантажі. Перші танкери легко було відрізнити від інших суден того часу за обрисом, оскільки вони не мали на борту вантажних пристроїв. Машинне відділення було розміщено в кормі, середня надбудова посередині, але ближче до носа. Надбудови були сполучені одна з одною перехідним містком з леєрами, який забезпечував сполучення між цими частинами судна, оскільки головна палуба танкера лише трохи підноситься над водою і при бурхливій погоді затоплюється хвилями. У 1954 році був побудований шведський танкер «Оцеанус» дедвейтом 24,5 тис. т, що першим з суден цього типу мав надбудову тільки в кормі. Одночасно з підвищенням вантажопідйомності збільшувалася довжина танкерів; це викликало все більші труднощі при управлінні судном з розташованою в кормі надбудови, яка забезпечувала лише обмежену видимість. Тільки завдяки використанню промислового телебачення (установці телевізійної камери на носовій щоглі) стало, нарешті, можливим переміщення надбудови в корму. Розміри нових танкерів росли дуже швидко. Якщо на початку 50-х років найбільше судно цього типу мало дедвейт 40 – 50 тис. т, у середині 60-х років побудували танкер дедвейтом понад 200 тис. т, у 1968 році було подолано межу 300 тис. т, а в 1973 році в експлуатацію були здані судна, дедвейт яких був лише трохи менше 500 тис. т (танкери «Глобтік Лондон», «Глобтік Токіо» дедвейтом по 483 тис. т).

З квітня 2005 року Міжнародна морська організація (International Maritime Organisation або IMO) заборонила перевезення мазуту, дизпалива і сирої нафти на екологічно небезпечних однокорпусних танкерах. Першим війну старим суднам оголосив Євросоюз. Це сталося після того, як вантажений російським мазутом грецький танкер Prestige розвалився надвоє. Наливні судна в даний час складають за тоннажем більше 40 % світового флоту. Це, як правило, великотоннажні судна, оснащені складними технічними засобами для

перевезення, тривалого зберігання, перекачування і вивантаження великої кількості рідких вантажів різного призначення і мають різні транспортні характеристики. Експлуатація цього обладнання вимагає спеціальних інженерних знань. Різні види і типи наливних суден мають свої особливості щодо влаштування самого судна, його спеціальних систем, керування та автоматизації експлуатаційного обладнання, гарантування безпеки для людей і навколишнього середовища.

Останнім часом у складі флотів судноплавних компаній зростає кількість і тоннаж не тільки нафтовозів, а й спеціалізованих танкерів для перевезення хімічних вантажів, зріджених газів, а також комбінованих суден, у тому числі «нафтонавалочників».

Залізничну цистерну вперше застосували у Сполучених Штатах Америки. До початку нафтової лихоманки територія США вже була покрита мережею залізниць. Тому цілком природно, що для транспортування нафти стали використовувати залізницю. Російські власники залізниць довго пручалися застосуванню залізничних цистерн, з одного боку, справедливо побоюючись пожежонебезпечної нафти, а з іншого – розуміли, що ККД цистерн становить 50 %, оскільки вантаж перевозиться тільки в одному напрямку, а у зворотний бік цистерни рухаються порожняком. Однак переваги цього виду транспорту – значна вантажопідйомність, можливість швидкого розвантаження і заповнення цистерн – нарешті зробили свою справу. У 1872 році майстернями Московсько-Нижегородської залізниці були виготовлені перші в Росії залізничні нафтоналивні цистерни.

Перед залізничним транспортом до кінця 20-х років XX століття постало завдання щодо забезпечення безперебійного постачання віддалених регіонів продуктами нафтопереробки в умовах зростаючого нафтового вантажообігу і специфічності умов перевезення наливних вантажів. Окрім того, транспорт нафти і нафтопродуктів вимагає проведення зливно-наливних операцій у відведених для цього час. Якщо процеси зливу – наливу світлих нафтопродуктів практично не утруднені й процедури їх виконання досить добре розроблені, то злив – налив в'язких нафтопродуктів до цього часу не має однозначного вирішення. Більш того, розроблені технічні засоби для забезпечення зливу в'язких продуктів недостатньо ефективні, і проблеми з виконанням спорожнення цистерн актуальні й сьогодні. До початку 60-х років усе ширше починає використовуватися нижній злив нафтопродуктів. Розроблена Київською філією Гіпротрубопровід установка для нижнього зливу вагонів-цистерн з універсальним зливним пристроєм (УНС-150) дозволила механізувати і герметизувати злив нафти і нафтопродуктів.

У кінці 60-х років верхній злив з вагонів-цистерн поступово витіснявся і використовувався тільки при роботі з несправними цистернами або цистернами, нижній зливний пристрій у яких взагалі був відсутній. Сама ідея транспортування рідин по трубах не була новою. Ще в п'ятому тисячолітті до нашої ери китайці транспортували воду по бамбукових трубах на рисові поля, а в давньоіндійському місті Мохенджо-Даро стоки з

деяких будинків відводилися по глиняних трубах. У Стародавньому Єгипті вода, що видобувалася з глибоких колодязів, відводилася по дерев'яних, мідних і свинцевих трубах. У Стародавньому Римі свинцеві трубопроводи використовувалися для подачі питної води та забезпечення водою громадських лазень, при цьому найбільший з них мав довжину 91 км.

У 1863 році Д.І. Менделєєв, який відвідав нафтоперегонний завод поблизу Баку, запропонував використовувати трубопровід для перекачування нафти від нафтових колодязів до заводу і далі до причалу на Каспійському морі, але тоді його пропозиція не була здійснена. А в 1865 р. в США фірмою "Стандарт ойл" був побудований перший у світі нафтопровід діаметром 50 мм і довжиною 6 км. Через десять років промисловий центр Пітсбург у Пенсільванії був з'єднаний з нафтопромислами стокілометровим нафтопроводом. Це будівництво здійснювалося з метою збити високі залізничні тарифи на перевезення нафти, чого і вдалося досягти. У Латинській Америці (у Колумбії) перший нафтопровід був прокладений в 1926 р., в Азії (Іран) – у 1934 р., в Європі (Франція) – в 1948 р. На території Російської імперії перший продуктопровід, який з'єднав Баку і Батумі, був побудований в 1907 р. Широке будівництво нафтопроводів почалося вже після Першої світової війни, а газопроводів – після Другої світової війни. Нині протяжність нафтопроводів і продуктопроводів становить більше 600, газопроводів – 900 тис. км. Трубопроводи розташовані переважно в Європі, Північній Америці, на Аравійському півострові.

В Європі найбільшими нафтопроводами є «Дружба» (5,5 тис. км) і «Уренгой – Західна Європа» (4,5 тис. км).

Аналізуючи розміщення нафто- і продуктопроводів, можна відзначити, що найбільші їх системи знаходяться, по-перше, у країнах з великими обсягами експорту (США, Росія, Канада, Мексика, а також Казахстан, Азербайджан та ін.). По-друге, вони розташовані в країнах з яскраво вираженою експортною орієнтацією нафтової промисловості (Саудівська Аравія, Іран, Ірак, Лівія, Алжир, Венесуела). Нарешті, по-третє, вони сформувалися в країнах з не менш яскраво вираженою імпоротною орієнтацією нафтового господарства (Німеччина, Франція, Італія, Іспанія, Україна, Білорусія та ін.). У складі першої десятки країн за протяжністю газопроводів перші сім позицій – з величезною кількісною перевагою – займають економічно розвинені країни. Це багато в чому пояснюється тим, що будівництво газопроводів у Китаї почалося порівняно недавно, більшість же країн, що розвиваються, якщо і експортує природний газ, то в зрідженому вигляді по морю.

Трубопровідний транспорт має великі перспективи розвитку, пов'язані з постійним зростанням потреб у нафті й особливо в природному газі. У різних регіонах і країнах світу триває спорудження магістральних нафтопроводів. Головним центром активності в цьому відношенні останнім часом став Каспійський регіон та Близький Схід. Ще більшого розмаху

набуло будівництво газопроводів. Їх також споруджують у багатьох регіонах і країнах, але якщо мати на увазі тільки найважливіші з них, то слід назвати в першу чергу країни СНД, Південно-Східної Азії, Китай, Австралію, а в другу – Західну Європу, США і Канаду, Північну Африку і Латинську Америку.

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. У світовій практиці найбільш досконалим засобом доставки рідкого палива і перш за все бензину зарекомендували себе автомобілі-цистерни. Слідом за ними в 20-ті роки створюються паливозаправники – машини, пристосовані для заправки фільтрованим паливом літаків, автомобілів, тракторів та іншої техніки в польових умовах.

Початок широкого розвитку автомобільного транспорту в СРСР, у тому числі й спеціалізованих автомобілів для перевезення нафтопродуктів, слід віднести до 1932 р., коли були побудовані в першій п'ятирічці автомобільні заводи (Горьковський і Московський) розпочали масовий випуск автомобілів. До кінця 30-х рр. у міру розвитку автомобільного транспорту відбувалася все більша спеціалізація перевезень. Починають застосовуватися автомобілі, конструктивно найбільш пристосовані до особливостей транспорту будь-якого одного вантажу.

Для забезпечення прискореного підйому економіки країни, її індустріалізації було потрібно в першу чергу створити вантажний автомобільний транспорт. Тому на відміну від усіх інших країн світу в СРСР спочатку розвивалося вантажне машинобудування. Вже в 1938 році було випущено 180 тис. вантажних автомобілів і відносно їх виробництва і чисельності парку СРСР посів перше місце в Європі та друге в світі. Значну увагу в ці роки було приділено і таким заходам, як боротьба з втратами при транспортуванні нафтопродуктів. Тоді вперше стали запроваджувати автоцистерни.

Перші цистерни являли собою металеві резервуари циліндричної форми, були прості у виготовленні та найменш металомісткі, а як база використовувалися шасі вантажних автомобілів. Однак така форма цистерни негативно позначалася на стійкості при русі внаслідок високого розташування центру маси. Тому в подальшому на бензовозах і заправниках найбільшого поширення набули так звані еліптичні цистерни. Завдяки новій конструкції цього автомобіля, знизився центр його маси і зменшилася загальна висота. Крім того, удари рідини об стінки під час перевезення в еліптичній цистерні були слабшими, ніж в циліндричній. Для закачування палива вони мали широкі заливні горловини і крани для зливу палива самопливом.

Пізніше на автоцистернах з'явилися насоси з ручним приводом, що дозволили прискорити їх заповнення і спорожнення. Відразу проявилися і негативні моменти, що характеризують роботу автотранспорту:

незадовільний стан доріг промислових районів особливо позначався на роботі автомобілів і прискорював зношуваність автопарку; недостатня, а часом і повна відсутність механізації вантажно-розвантажувальних операцій; різноманітність механічних засобів транспорту при значному терміні експлуатації.

У післявоєнний період автомобільний транспорт в основному забезпечував завезення нафтопродуктів у глибинні сільськогосподарські райони, а також для внутрішнього переміщення нафтопродуктів від нафтобаз до місць споживання. Транспортування нафтопродуктів від нафтобази до споживача планувалося здійснювати автоцистернами, бортовими машинами, автопричепами. Однак у ці роки переважно використовувалися лише перші два види автотранспорту. У зв'язку з необхідністю поставки споживачам нафтопродуктів у повному асортименті пропонувалося організувати комбінований транспорт, тобто при відправці, наприклад, тарних нафтопродуктів бортовою машиною світлі нафтопродукти могли транспортуватися в спеціальних пересувних цистернах порівняно невеликої місткості, взятих на причіп до бортової автомашини. При транспортуванні нафтопродуктів в автоцистернах у бортових прицепах могли перевозитися тарні нафтопродукти.

У 70-ті роки безперервно підвищується попит на автомобільне та авіаційне паливо, а також на паливо для технологічних і господарських потреб, який вимагає створення автоцистерн великої місткості та спеціальних напівпричепів-цистерн. Саме такі спеціалізовані напівпричепи повинні були забезпечити раціональне й економічне транспортування палива без втрат і ризику зниження якості під час переміщення і при перевантаженні.

Виробництво автомобілів-цистерн усе більше переходило від металевих резервуарів до цистерн із склопластиків, що мали високу хімічну і корозійну стійкість, конструкційну міцність, низьку теплопровідність і невелику питому масу.

Таким чином, розвиток автомобілів для транспортування і короткочасного зберігання нафтопродуктів супроводжувався безперервним процесом модернізації як базових шасі автомобілів, так і матеріалу, обладнання та конструкції автоцистерн. Це також повною мірою стосувалося і залізничних цистерн для нафти і зрідженого газу.

2. Транспортні характеристики та властивості нафти і нафтопродуктів

Для розуміння процесів транспортування нафти і нафтопродуктів необхідно ознайомитися з їхніми основними транспортними характеристиками та властивостями.

Найважливішою характеристикою наливного вантажу є його *густина*. Від неї залежить кількість перевезеного вантажу, а отже, й економічні показники транспортної системи. Густина – відношення маси речовини до

одиниці об'єму. Виражають її, зазвичай, в $\text{кг}/\text{м}^3$, але можна зустріти і в $\text{т}/\text{м}^3$, і у відносних одиницях. В останньому випадку її називають відносною або паспортною густиною і виражають як відношення маси 1 м^3 рідини при 20°C до маси 1 м дистильованої води при 4°C , яка дорівнює 1000 кг .

Густина рідкого нафтопродукту залежить від його температури. Якщо відома густина нафтопродукту при 20°C , то завжди можна визначити його густину при іншій температурі за формулою Д. І. Менделєєва.

$$\rho_4^t = \rho_4^{20} - \gamma (t - 20)$$

де ρ_4^t — дійсна густина при температурі t , $\text{кг}/\text{м}^3$

ρ_4^{20} — паспортна густина вантажу, $\text{кг}/\text{м}^3$

γ — середня температурна поправка відносної густини на один градус, яка вибирається зі спеціальних таблиць

В'язкість — також одна з найважливіших властивостей вантажу, оскільки вона впливає в першу чергу на швидкість перекачування вантажу і витрачену на цей процес енергію.

Зі збільшенням температури в'язкість нафтопродукту знижується, однак збільшуються знову ж витрати енергії. Тому при транспортуванні вибирають оптимальне, найбільш економічно вигідне співвідношення в'язкості й температури вантажу.

Розрізняють в'язкість динамічну і кінематичну. На практиці частіше використовують кінематичну в'язкість, яка виражає відношення динамічної в'язкості до густини рідини. В системі СІ використовують одиниці виміру кінематичної в'язкості $\text{м}^2/\text{с}$, однак часто зустрічається позасистемна одиниця «сантістокс» (сСт), що дорівнює однієї соті частини «Стокса» (Ст), отже, $1 \text{ сСт} = 1 \text{ мм}^2/\text{с}$.

Часто в'язкість нафтопродуктів також визначають в одиницях умовної в'язкості — градусах Енглера ($^\circ \text{E}$), або градусах ВУ (ОВУ), що одне й те саме.

Існують температури *плавлення, застигання, кипіння, конденсації* — це температури, при яких відбувається перехід рідини з одного агрегатного стану в інший. Для одних речовин це чітко фіксована для певного тиску температура (наприклад для дистильованої води), для інших вона носить умовний характер і зумовлена прийнятим методом її визначення (нафтопродукти). З урахуванням цих температур встановлюють режими перекачування і зберігання рідких вантажів. Від температури застигання, наприклад, залежить вибір теплової потужності системи підігріву вантажу при проектуванні танкера для певних видів вантажу. Від температури кипіння скрапленого газу залежить вибір конструкції вантажних цистерн і в цілому судна.

Теплоємність (або питома теплоємність) — це параметр, що характеризує витрати теплоти на підігрів вантажу, а отже, і теплову потужність котельної установки і величину поверхні підігрівачів.

Теплопровідність впливає на швидкість поширення теплоти в масі вантажу, а також на її втрати при транспортуванні та зберіганні вантажу.

Пароутворення з вільної поверхні вантажу супроводжується процесом конденсації, і при досягненні тиску насичених парів настає динамічна рівновага між кількістю речовини, що випаровується і конденсується. Тиск насиченої пари зростає з підвищенням температури. При цьому зростає густина пари, але зменшується густина рідини. Цей процес триває доти, поки не буде досягнуто критичного стану речовини, тобто коли густина обох середовищ зрівняються. Але на танкерах тиск насиченої пари не може бути вище того, на який налаштовані запобіжні або «дихальні» клапани на вантажних танках. Пароутворення вантажу суттєво впливає на висоту всмоктування вантажного насоса.

Токсичність – здатність речовин мати шкідливий вплив на організм людини і живих істот навколишнього середовища. Ступінь токсичності залежить від концентрації речовини в повітрі або в воді.

Допустимий вміст токсичних речовин у повітряному або водному середовищі визначається величиною ГДК – гранично-допустимої концентрації, яка встановлюється на основі наукових досліджень. Чим вона менша, тим безпечніша речовина для здоров'я людей і живих організмів. Персонал, що зайнятий перевезеннями вуглеводневих енергоносіїв, зобов'язаний знати про ступінь токсичності вантажу або інертного газу і про заходи запобігання отруєння ними.

Корозійність – властивість, що залежить від вмісту у вантажі кислот, лугів і агресивних солей. Вони стають агресивними через вологу, якої при морських перевезеннях рідких вантажів майже завжди буває досить, щоб викликати корозію корпусів і систем судна.

Продукти корозії шкодять якості вантажу або можуть бути джерелом підвищеної вибухонебезпечності повітряно-газового середовища в вантажних танках при насиченнях їх легкозаймистими фракціями вантажу. Підвищення корозії металевих конструкцій танкера викликає також баластування танків морською водою під час порожніх переходів.

Вміст води і механічних домішок характеризує чистоту вантажу, а отже, його якість. Важливо, щоб обводнення і забруднення не відбулося в процесі транспортування вантажу морем, оскільки це може значно погіршити економічні показники перевезень.

Ряд транспортних характеристик слід виділити особливо в зв'язку з тим, що вони пов'язані з безпекою морських перевезень.

Температура спалаху – найнижча температура, при якій короткочасно спалахують пари рідини над її поверхнею, але при цьому рідина не запалюється.

Температура займання – найменша температура, при якій під час спалаху парів від джерела вогню запалюється сама рідина. Температура займання на 25 – 30° С вище температури спалаху.

Температура самозаймання – це температура займання від нагрівання без піднесення джерела вогню. З перерахованих характеристик пожежонебезпеки

найбільше значення має температура спалаху. Відповідно до її величини нафтопродукти поділяють на категорії пожежної небезпеки.

Нафтопродукти з температурою спалаху в закритому тиглі менше 60°C називають леткими або легкозаймистими рідинами (ЛЗР).

Розрізняють три категорії небезпеки:

- перша – особливо небезпечні ЛЗР, які мають температуру спалаху менше -18°C ;
- друга – постійно небезпечні ЛЗР, які мають температуру спалаху від -18 до $+23^{\circ}\text{C}$;
- третя – постійно небезпечні при підвищенні температури ЛЗР, які мають температуру спалаху від $+23$ до $+60^{\circ}\text{C}$.

До нелетких відносять вуглеводні з температурою спалаху вище 60°C .

Електризація – здатність накопичувати заряди статичної електрики. Вона зумовлена низькою електропровідністю вантажу. Цю властивість мають світлі нафтопродукти. Темні (сира нафта, мазут) завдяки вмісту електропровідних домішок статичну електрику не накопичують.

Заряди статичної електрики утворюються на поверхнях неоднорідних матеріалів при їх контакті й подальшому роз'єднанні. При цьому один з матеріалів повинен бути діелектриком.

Електродуговий розряд в присутності газоповітряної суміші може викликати пожежу або вибух.

На танкерах найбільш небезпечна різниця потенціалів статичної електрики утворюється тоді, коли:

- рідина протікає у трубопроводі або через металеві фільтри;
- у рідині осаджуються тверді частинки;
- з сопла викидаються дрібні частинки і краплі під час вентилявання і пропарювання танків;
- сплескує рідина й утворюються бризки в початковий період заповнення танка або при ударі струменя води під час миття танків;
- виникає тертя синтетичних полімерів і під час їх роз'єднання.

Величина заряду статичної електрики залежить від стану поверхні трубопроводів, обводнення і забруднення вантажу різними домішками, а також від стану атмосферного повітря і може досягати 350 тис. вольт. Для попередження скупчення статичної електрики необхідно, щоб корпус і вантажні трубопроводи танкера становили єдине електричне безперервне заземлене коло з береговими комунікаціями.

Крім того, необхідно дотримуватися таких вимог:

- у вантаж додаються присадки, що збільшують електропровідність вантажу;
- обмежують первинну і максимальну швидкості вантажу;
- обмежують пропускну здатність мийних машинок;
- завантаження / розвантаження судна здійснюють «закритим» способом, тобто не допускають вільного падіння рідкого вантажу в танк;

– замір рівня вантажу виконують після стабілізації його в танку, тобто не раніше ніж через 30 хв після закінчення навантаження.

Вибуховість вуглеводневих парів – це така концентрація парів у повітрі, коли суміш не тільки спалахує, але і вибухає. Руйнівна сила вибуху залежить від концентрації вуглеводню в повітрі.

Нижня межа вибуховості (НМВ) – найменший вміст парів у повітрі, при якому може статися вибух.

Верхня межа вибуховості (ВМВ) – найбільша концентрація парів у повітрі, при якій можливий вибух.

Вибухонебезпечна атмосфера в вантажних танках виникає при об'ємній концентрації вуглеводнів у повітрі від 1,5 % (НМВ) до 11,5 % (ВМВ) і при вмісті кисню більше 11 % за об'ємом. Ці межі на практиці використовуються зі значним перестрахуванням. Вважаються безпечними такі межі (%): НМВ < 1, ВМВ > 15, вміст кисню дорівнює 8 по відношенню до об'єму газоповітряної суміші.

3. Види транспорту для перевезення нафти і нафтопродуктів

Нафта і нафтопродукти – масові наливні вантажі, до систем переміщення яких висуваються такі вимоги: безперебійність доставки від родовищ до нафтопереробних заводів і від останніх до споживачів; мінімальні фінансові витрати та терміни технологічного процесу; збереження якості продукту; зниження до мінімуму втрат.

До основних видів транспорту для перевезення нафти та нафтопродуктів відносять такі: залізничний, водний, трубопровідний і автомобільний. В окремих випадках використовують авіаційний транспорт для термінової доставки нафтопродуктів у віддалені важкодоступні райони.

Вибір кожного з видів транспорту залежить від фізико-механічних та хімічних властивостей вантажу, обсягів перевезень, розвитку відповідних транспортних комунікацій, розташування нафтопромислів, заводів, баз і споживачів та визначається на основі техніко-економічного порівняння варіантів транспортних систем. При цьому враховується вартість обладнання, експлуатаційні витрати на його обслуговування, наявність діючої транспортної мережі тощо.

На світовому ринку нафти і нафтопродуктів найбільш розповсюдженим є трубопровідний транспорт, частка інших суттєво залежить від географічного розташування країни та стану економіки.

У разі перевезення нафти і нафтопродуктів на значні відстані застосовують комбінації з різних видів транспорту – трубопровідний і залізничний, автомобільний або водний. Таке транспортування називають змішаними перевезеннями. Наприклад, нафтопродукти з нафтопереробного заводу транспортують морським транспортом у танкерах, потім перекачують у гирлах рік у баржі меншого тоннажу, які доставляють їх до головних станцій нафтопродуктопроводів. Далі по трубах вони переміщуються до розподільчих баз, з яких залізничними коліями або автотранспортом

доставляють до споживачів. Необхідність у змішаних перевезеннях виникає у разі наявності вузьких місць у діючій залізничній мережі або відсутності можливості використання лише одного ефективного виду транспорту, наприклад, трубопровідного або водного.

4. Залізничний транспорт.

У загальній структурі транспорту для перевезення нафти і нафтопродуктів залізничний транспорт посідає значне місце (до 40 % усіх перевезень). Зазвичай нафта і нафтопродукти перевозяться залізницею у вагонах-цистернах, лише близько 2 % їх доставляють у менших посудинах – бочках, контейнерах або бідонах.

Переваги залізничного транспорту:

- універсальність (перевезення всіх видів нафти і нафтопродуктів будь-яких об'ємів);
- рівномірність доставки вантажів протягом усього року з більш високою швидкістю, ніж водним транспортом;
- доставка нафтопродуктів у більшість пунктів споживання в зв'язку з наявністю розгалужених залізничних мереж у густонаселених промислових і сільськогосподарських районах. Відмінна ознака залізничного транспорту – незалежність його від погодних умов, тому більшість розподільчих баз нафтопродуктів розташовано поблизу залізничних магістралей.

Недоліки залізничного транспорту:

- значні капітальні витрати при будівництві нових, ремонті та реконструкції існуючих ліній;
- відносно високі експлуатаційні витрати;
- відносно низька ефективність використання потужності рухомого складу (цистерни в зворотному напрямку йдуть порожніми);
- великі втрати нафти і нафтопродуктів при транспорті та розвантажувально-навантажувальних операціях;
- необхідність спеціальних зливно-наливних пунктів і пунктів зачистки вагонів-цистерн.

Вагони-цистерни формують у потяги, що зветься наливними маршрутами, при цьому найбільш економічними є перевезення цілими маршрутами, що можливе у разі доставки значного обсягу нафтопродуктів. Формування залізничних цистерн у маршрути заздалегідь планують залежно від пунктів призначення, обсягів доставки і наявності зливно-наливних пристроїв.

У разі маршрутної доставки нафтопродуктів досягається найбільша ефективність роботи за рахунок зменшення часу простоїв під час зливно-наливних операцій.

Нафтопродукти всіх видів перевозяться залізницею відповідно до «Правил перевезення вантажів», затверджених «Укрзалізницею», якими передбачено порядок формування залізничних цистерн у потяги, умови перевезень нафтопродуктів, правила подачі сформованих потягів до зливно-

наливних пристроїв і здачі заповнених цистерн до залізниці, норми часу на навантажувально-розвантажувальні операції та основні вимоги до технічної експлуатації.

Транспортування наливних нафтовантажів здійснюється головним чином у цистернах, що належать «Укрзалізниці», в окремих випадках їх власником є вантажовідправник або вантажоодержувач. Підготовку цистерн під налив, включаючи їх очищення на промивально-пропарочних станціях здійснює залізниця, в обов'язки ж вантажоодержувача входить забезпечення повного зливу нафтопродукту з цистерн, очищення їх від бруду та льоду, встановлення всіх деталей, демонтованих на час проведення зливально-наливних операцій.

Під час транспортування нафтопродуктів залізничним транспортом обов'язковим є виконання всіх вимог техніки безпеки, що діють як на залізничному транспорті, так і на підприємствах-вантажодержувачах (нафтобазах і наливних станціях).

Елементи системи залізничного транспорту

У межах системи залізничного транспорту виділяють такі основні елементи: залізничний шлях; рухомий склад; система енергопостачання (коли він електрифікований); система зв'язку, сигналізації, централізації та блокування (СЦБ); розподільні пункти (пости, роз'їзди і станції, навантажувально-розвантажувальні пункти); засоби механізації колійних робіт; локомотивні депо (для ремонту) та екіпірувальні пункти.

Рухомий склад залізничного транспорту включає локомотиви, піввагони, вагони-цистерни, з яких формуються потяги. Для перевезення нафтопродуктів застосовуються основні типи локомотивів (тепловози, електровози), які разом із різними типами вагонів являють собою, як відомо, найважливіший елемент залізничного транспорту – рухомий склад.

Під час залізничних перевезень транспортними місткостями слугують вантажні вагони різної конструкції. Перевезення наливних нафтопродуктів здійснюється залізничними вагонами-цистернами вантажопідйомністю від 23 до 120 тонн (більше 95% парка цистерни на 50 тн та більше). Виготовляються цистерни з листової сталі товщиною 8 – 11 мм у вигляді горизонтального циліндричного резервуара (Рис.1)

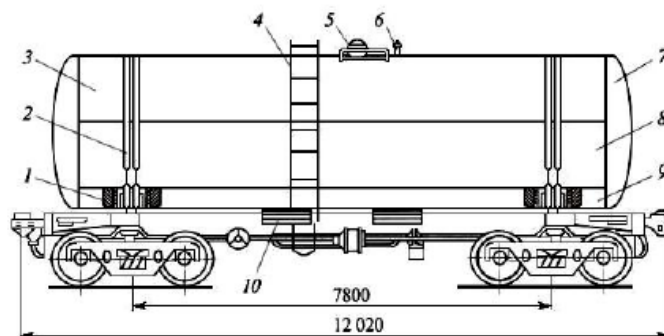


Рис. 1. - Цистерна для світлих нафтопродуктів моделі 15-1443:

1 – дерев'яні бруски; 2 – хомути; 3 – верхня частина котла; 4 – драбина; 5 – люк; 6 – патрубок установки запобіжного (впускного) клапана; 7 – боковина котла; 8 – нижня частина котла; 9 – днище котла; 10 – зливні пристрої

Для повного зливу нафтопродукту з цистерни, нижня її частина має ухили до центру в межах 20 – 30 мм, де встановлюються зливні пристрої 10.

Перевезення цистерн по залізниці здійснюється на спеціальних чотири- і восьмивісних платформах, обладнаних ходовою частиною, системою амортизації і гальмування, вузлами зчеплення платформ, кріпленнями цистерн до платформи 1. Крім того, цистерни обладнуються зовнішніми 4 і внутрішніми сходами та оглядовими майданчиками.

Для перевезення застигаючих нафтопродуктів цистерна обладнується зовнішнім кожухом товщиною 3 мм, який покриває 1/3 поверхні котла, що створює парову сорочку, яка, у свою чергу, складається з ряду відсіків, що мають товщину (відстань від стінок кожуха до сорочки) 30 – 40 мм. Впуск пари в парову сорочку здійснюється через патрубок, що знаходиться на зливному приладі. Конденсат стікає по жолобу в нижню частину сорочки і видаляється з неї через патрубки, розташовані в торцях цистерни. Тиск пари, що подається в парову сорочку зазвичай не перевищує 0,3 МПа.

Залежно від моделі цистерни в верхній частині котла може бути встановлена одна або дві горловини, обладнані кришкою і «дихальною» арматурою. За допомогою горловини здійснюється можливість проводити зачисні роботи і зливо-наливні операції при несправності нижніх зливних приладів або в разі, коли це передбачено технологією процесу.

До крайніх опор котел притягнутий стяжними хомутами 2, призначеними для запобігання вертикальних і поперечних його переміщень відносно рами.

Котел включає циліндричну обичайку, зварену з п'яти поздовжніх листів: нижнього 9 – 11 мм, двох бічних 8 і двох верхніх 3 товщиною по 9 мм, двох днищ 7 товщиною по 10 мм кожна (рис. 1).

При перевезенні в'язких нафтопродуктів у ряді випадків використовуються цистерни, обладнані стаціонарними трубчастими підігрівачами. Котел такої цистерни покривають посиленою ізоляцією із застосуванням рідкого скла і металевої сітки.

Температуру продукту можна підтримувати досить тривалий час – звідси і назва «цистерна – термос».

Для наливу нафтопродуктів, огляду внутрішніх частин котла і його очищення використовується люк 5 діаметром 570 мм, що герметично закривається кришкою. Кришка кріпиться до люка вісьмома відкидними болтами. На опорне кільце горловини люка встановлюють ущільнене кільце з бензоморозостійкої гуми.

Усередині люка 5 розміщені привід основного затвора зливного приладу і дві сегментні планки, призначені для контролю за граничними рівнями наливу вантажу. Поруч із люком розміщений патрубок 6 установки запобіжного (впускного) клапана. При наливанні вантажу обсяг котла заповнюється тільки на 98 %.

Відсотки вільного простору передбачаються на збільшення обсягу вантажу при його нагріванні.

Усі поздовжні листи і днища котла з'єднані стиковими зварними швами. Внутрішній діаметр котла 3000 мм, а зовнішня довжина – 10 770. Котел має нижній злив, обладнаний універсальним зливним пристроєм. Для забезпечення повного зливу продукту нижній броньовий лист котла має ухил до зливного пристрою, утворений виштамповуванням нижнього листа на глибину 20 – 30 мм. Для підйому на цистерну з обох боків поблизу від люка закріплені металеві сходи 4, а нагорі зроблений майданчик безпечного обслуговування під час огляду та промивання котла. В середині котла також є сходи, які спираються на нижній лист. Котел виготовлений зі сталі 09Г2С.

Котел на рамі кріплять у середній і кінцевих її частинах. Для компенсації зміни лінійних розмірів котла при зміні температури зовнішнього повітря тільки середня частина котла жорстко скріплена з рамою фасонними лапками 3 (рис. 2.), привареними до нижнього листа 1 і з'єднаними болтами 2 з лапками 4 хребтової балки 5 рами.

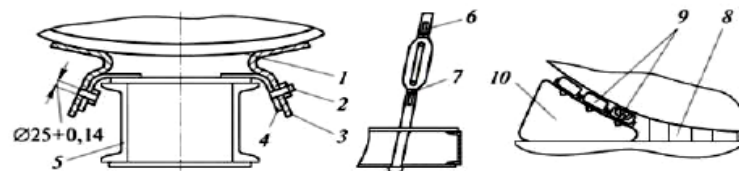


Рис. 2.- Кріплення котла до рами

Кінцеві частини котла вільно лежать на дерев'яних брусах 8, 9, укріплених на шворневих балках рами. Для запобігання вертикальних і поперечних переміщень передбачені хомути 6, якими кінцеві частини котла за допомогою гвинтових муфт 7 кріпляться до крайніх опор 10.

Універсальний зливний прилад (рис. 3) цистерн загального призначення служить для зливу вантажу з котла, а при необхідності – наливу знизу за допомогою насоса.

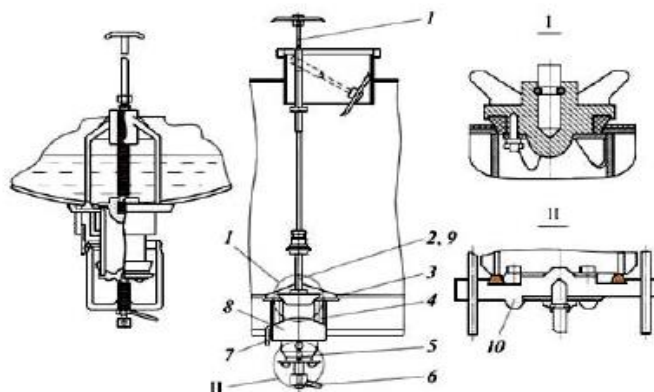


Рис. 3- Конструкція універсального зливного приладу

Зливний прилад кріпиться до нижнього листа в середній частині котла. Злив проводиться через патрубок 8, приварений до сидла клапана 3. Прилад

складається із штанги 2 і 9, клапана 3, кришки 11 із запірним пристроєм 6. Відкриття та закриття клапана здійснюються обертанням воротка 1, з'єднаного зі штангою 9. У неробочому положенні комірець 1 повинен бути опущений в горловину люка-лазу. Перед зливом кришка із запірним пристроєм повинна бути відведена вбік і підвішена на гачку 5. Прилад має патрубок 7 для подачі пари або гарячої води в порожнину 4 для розігріву вантажу в приладі.

У даний час на всі споруджувані цистерни для перевезення світлих нафтопродуктів встановлюються зливні прилади з трьома незалежними затворами.

Високов'язкі нафтопродукти (бітуми) перевозять у бункерних напіввагонах вантажопідйомністю 40 т. Один бункер має ємність 12 м³ та обладнаний стулковою кришкою і паровою сорочкою. Для вивантаження бітуму досить після попереднього підігріву звільнити бункер від фіксаторів і за рахунок зміщення центру маси щодо точок опор навантажений бункер перекинеться. Після вивантаження бункер повертається в колишнє вертикальне положення за рахунок того, що центр ваги порожньої місткості знаходиться нижче точок опор.

Залізничні цистерни можна класифікувати за такими ознаками:

- за призначенням: для наливних вантажів, зріджених, в'язких, таких, що тужавіють;
- за наявністю теплових пристроїв: без додаткових пристроїв, з тіньовим захистом, з трубчастими змійовиками підігріву, з нагрівальним кожухом, з термоізоляцією, з термоізоляцією і нагрівальним кожухом, з термоізоляцією і трубчастими електронагрівачами, з термоізоляцією і трубчастими змійовиками підігріву, пристроєм аеропневмовивантаження;
- за конструкцією несучих елементів: рамні або безрамні;
- за способом завантаження: відкриті, закриті;
- за способом вивантаження: під тиском (передавлюванням, сифонуванням, аеропневматичним) – верхні й нижні; без тиску (самопливом);
- за станом вантажу при русі: цистерни під тиском, без тиску;
- за способом розігрівання вантажу в котлі: з паропідігрівом – зовнішнім (кожух, змійовики), внутрішнім (змійовики); з електропідігрівом (електронагрівачем);
- за підтримкою температурного режиму вантажу: з термоізоляцією, без термоізоляції;
- за осністю: чотири-, восьмивісні;
- за габаритами: ГОСТ 9238-83;
- за належністю: парк УЗ; парк промислового транспорту;
- за вантажопідйомністю: від 23 до 120 тонн.

Так, в експлуатації є чотиривісні цистерни об'ємом 60 м³ з універсальними зливними приладами, у яких можна перевозити будь-які рідкі нафтопродукти.

Залежно від будови несучих елементів розрізняють конструкції, у яких всі основні навантаження, що діють на цистерну, сприймаються рамою котла, і конструкції, в яких ці навантаження сприймаються котлом (безрамні цистерни).

У рамній конструкції котел з пристроями встановлюється на платформу, що включає раму, гальмівне та автозчіпне обладнання і ходову частину.

Платформа (рис. 4) складається з рами зварної конструкції, автоматичного і ручного гальм, автоматичних ударно-тягових приладів і ходової частини.

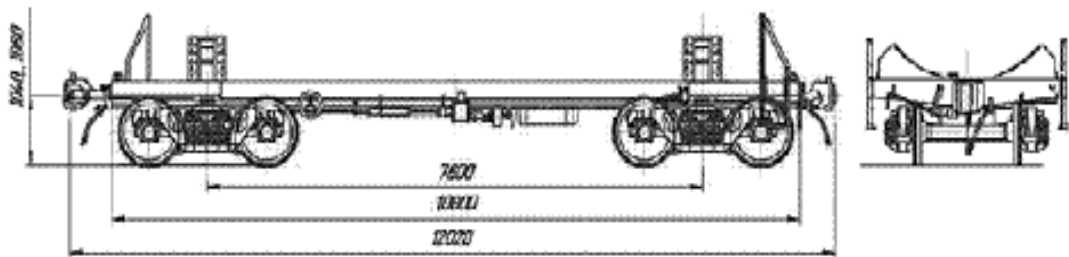


Рис. 4. Чотиривісна платформа

Ходова частина платформи складається з двох двовісних візків ЦНДІ 3-0 моделі 18-100 за ГОСТ 9246-79.

Ударно-тягові прилади включають у себе автозчепку, що поглинає енергію, тяговий хомут, клин хомута, кріплення тягового хомута, балку, центруючу з двома маятниками, розчіпний важіль.

Стоянкове гальмо призначене для загальмування цистерни на вантажно-розвантажувальних пунктах.

Для забезпечення експлуатації залізничних цистерн, їх завантаження та вивантаження використовується запобіжно-контрольна арматура, частина з якої встановлюється на котлах.

Цистерни обладнані запобіжними клапанами. Вони мають різний регульовальний тиск від 0,07 до 20,0 МПа. Для нафти і нафтопродуктів – зазвичай 0,15 МПа. Встановлюються також запобіжно-впускні клапани. При підвищенні тиску в котлі до величини, на яку розрахована пружина клапана, її опір долається і клапан піднімається вгору, відкриваючи вихід газу в атмосферу. При зниженні тиску нижче атмосферного, стискається пружина, впускний клапан опускається і сполучає порожнину котла з атмосферою.

Запобіжний (впускний) клапан (рис. 5) має роздільне регулювання зусилля затяжки пружини 1 клапана максимального тиску 2 і пружини 3 вакуумного клапана 4. Регулювання клапанів проводиться на надлишковий тиск 0,15 МПа і на розрідження 0,01 – 0,02 МПа. Для запобігання порушення регулювання на запобіжно-впускний клапан встановлюються дві пломби.

Люк-лаз (рис. 6) діаметром 570 мм герметично закривається кришкою 1. У нових конструкціях застосовується кришка з ригельним запором, що

включає ригель 6, відкидний болт 5 і захисну скобу 2. Ця конструкція забезпечує надійність ущільнення, зручність і безпеку обслуговування. У горловині люка приварені сегменти 3 для контролю рівня наповнення і прикріплені внутрішні сходи для доступу всередину котла.

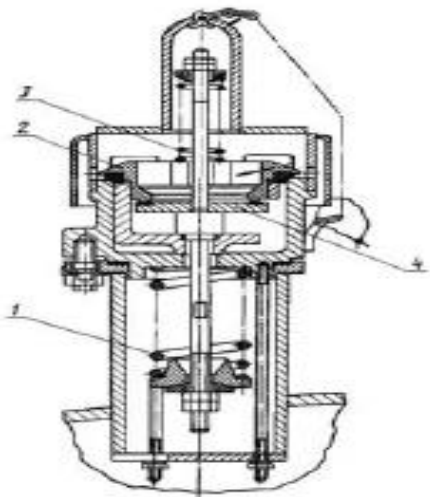


Рис. 5 -Запобіжний (впускний) клапан

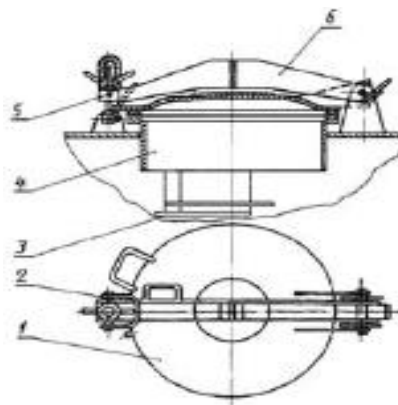


Рис. 6 - Люк-лаз

Цистерни із зовнішнім паровим обігрівом (рис. 7) відрізняються від звичайних тим, що нижня половина котла цих цистерн обладнана паровою сорочкою товщиною 3 – 4 мм і площею нагріву до $1/3$ поверхні котла, тобто близько 40 м^2 . Відстань між листами парової сорочки і зовнішньою поверхнею котла 36...50 мм.



Рис. 7. - Залізнична цистерна з паровою сорочкою

Пара для розігріву нафтопродуктів перед зливом подається через штуцер парової сорочки універсального зливного приладу під тиском не більше 0,3 МПа, а конденсат випускається через два патрубки, що знаходяться на кінцях парової сорочки котла. Оскільки при випуску пари зливний прилад може розігрітися до температури понад 100°C , гумове кільце ущільнювача клапана зливного приладу замінено алюмінієвим.

Цистерни з паровою сорочкою випускаються вантажопідйомністю 50 і 60 т. Один з істотних недоліків цих цистерн – деяке збільшення ваги тари. Маса парової сорочки цистерн останніх випусків знижена з 1,2 до 0,8 т.

Цистерни-термоси призначені для перевезень гарячих високов'язких нафтопродуктів. Котел цієї цистерни покритий тришаровою теплоізоляцією

(перший шар – суміш 30 % азбестита і 70 % інфузорної землі, другий шар – мішківина, просочена рідким склом і укріплена металевою сіткою, третій шар – шевелін товщиною 100 мм).

Перевезення наливних вантажів з двофазним середовищем здійснюється в залізничних цистернах різних типів: вагонах-цистернах звичайних і обладнаних стаціонарними паровими змійовиками; (рис.8); цистернах із зовнішньої підігрівальною сорочкою.



Рис. 8 Залізнична цистерна зі стаціонарним теплообмінником

Змійовики в цистернах встановлюються з урахуванням температурних деформацій при нагріванні й охолодженні. Поверхня нагріву змійовика у чотиривісної цистерни 34 м^2 . Корисна місткість котлів цистерн із змійовиками зменшується на 1,5 %. З цистерн, обладнаних внутрішніми стаціонарними паровими змійовиками, злив високов'язких вантажів можна проводити в пунктах, що не мають спеціального обладнання. Однак такі цистерни відрізняються недосконалістю конструкції і недостатньо надійні через частий вихід змійовиків з ладу під дією динамічних навантажень і температурних деформацій. При псуванні змійовиків видалення вантажу з цистерн украй утруднено. Тому такі цистерни широкого застосування не отримали і використовуються тільки в харчовій промисловості в обмежених масштабах.

Цистерни-термоси мають теплову ізоляцію, зовні захищену спеціальним кожухом. Завдяки цьому налитий у цистерну вантаж прибуває в пункт призначення з порівняно високою температурою і зливається з незначним підігрівом або без підігріву. Це можливо при перевезенні вантажів, які не застигають на відстані до 400 км з високою швидкістю і при сприятливих атмосферних умовах.

При тривалому перевезенні вантаж, що збільшує в'язкість при охолодженні, до пункту призначення прибуває застиглим і злив його без підігріву неможливий. Тому частина цистерн-термосів забезпечується змійовиками зі зменшеною поверхнею нагріву (20 м^2).

При цьому корисна місткість котла зменшується, а маса тари приблизно на 5 тонн більше маси тари звичайної цистерни.

Принцип роботи зазначених вище цистерн заснований на передачі тепла від теплоносія до вантажу і зменшенні в'язкості останнього за рахунок підігріву. Він ефективний тільки з продуктами, що мають велику

теплопровідність і розм'якшуються при незначному підігріві. Двофазні вантажі, як правило, мають невелику теплопровідність і їх підігрів при зливі вимагає значних витрат часу.

5. Водний транспорт

Водний транспорт поділяється на морський та річковий і здійснює перевезення нафтопродуктів як усередині країни, так і за її межами. У світовій торгівлі нафтою частка цього виду транспорту постійно зростає.

Водний транспорт, на відміну від залізничного, потребує меншої витрати енергії на перевезення одиниці маси вантажу, характеризується меншою чисельністю персоналу, меншими витратами металу на одиницю вантажопідйомності рухомого складу, незначною власною масою порівняно з масою вантажу.

До переваг морського транспорту слід віднести можливість транспортування з відносно низькою собівартістю значних обсягів нафтопродуктів за рахунок використання суден великої вантажопідйомності на далекі відстані. У той же час при такій доставці виникає реальна загроза забруднення навколишнього середовища у разі пошкодження судна, що є суттєвим недоліком.

Наливними судами або танкерами називають судна, призначені для транспортування рідких вантажів. До таких вантажів належать головним чином нафта і нафтопродукти, але танкери можуть перевозити також рідкі харчові продукти, хімічні органічні та неорганічні вантажі, зріджені гази

Наливання у місткості (танки) нафти та інших рідких вантажів проводиться потужними насосами, розташованими в насосних станціях портів. Для розвантаження на танкерах встановлюють насоси пропускною здатністю до кілька тисяч тонн на годину і прокладають системи трубопроводів, що мають клапани і блокування.

Під час рейсу через зниження зовнішньої температури в'язкість вантажу зростає, і щоб зменшити її, що дозволить здійснити перекачування, треба вантаж підігрівати. Для підігріву використовується водяна пара, що пропускається через трубопроводи, занурені в танки. Тому на танках встановлюють парові котли, іноді дуже великої потужності.

Особливою проблемою є необхідність максимального захисту морського навколишнього середовища при пошкодженні зовнішньої обшивки танка.

Інше дуже важливе питання експлуатації – безпека танків. У баластних рейсах танки піддаються особливій небезпеці, оскільки із залишків нафти в танках утворюються летючі гази. Тому танки повинні ретельно очищати і дегазувати.

Річковий транспорт має високу пропускну здатність та мобільність і за умови постійного розвитку інфраструктури портів та спеціалізованого рухомого складу здатен скласти гідну конкуренцію іншим видам транспорту для перевезення нафти і нафтопродуктів.

Суттєвим недоліком річкового транспорту є його сезонність, тобто залежність періоду навігації від пори року. Це спричиняє необхідність створення міжнавігаційних запасів нафтопродуктів на перевалочних базах або у споживачів. Окрім того, часто розташування географічної мережі річок не збігається з основними напрямками вантажопотоків, що призводить до збільшення відстані транспортування і, як наслідок, до надмірної витрати пального та підвищення собівартості транспортування.

Оскільки перевезення нафти і нафтопродуктів здійснюється по морях, річках та каналах, нафтоналивні судна розділяються на морські (танкери), річкові, озерні та змішаного плавання.

Нафтоналивні судна незалежно від місця експлуатації поділяються на самохідні та несамохідні. Перші (танкери) мають свою силову установку, другі ж переміщуються за допомогою буксирів відповідної потужності.

Зазвичай типові морські танкери мають вантажопідйомність від 5 до 300 тис. тонн, озерно-річкові – від 0,5 до 5, а несамохідні баржі – від 10 до 12. Однак у світовому мореплавстві відомі танкери вантажопідйомністю 300 тис. тонн і більше.

До сучасних потужних річкових та озерних танкерів відносять і так звані тронкові, які мають подвійну обшивку бортів та днища і забезпечують доставку нафтопродуктів глибоководними річковими магістралями. До їх складу входить обладнання для автоматичного наливу-зливу нафтопродуктів, заповнення порожніх танків інертним газом з метою протипожежної безпеки тощо.

Ліхтери або рейдові морські баржі використовують, коли через осадку танкери не в змозі причалити до берега і знаходяться на рейді.

У цьому випадку нафтовантажі перекачують до ліхтерів, вантажопідйомність яких досягає 100 тис. тонн. Останні можуть бути самохідними або несамохідними, мати на борту обладнання для перекачування або використовувати те, що застосовується в порту.

Отже, транспортування нафти та нафтопродуктів водним транспортом має такі переваги:

- необмеженість пропускної здатності водних шляхів;
- відсутність необхідності створювати вартісні лінійні споруди.

Недоліки:

- такий вид транспорту не можна використовувати в зимовий період. Це призводить до необхідності створювати міжнавігаційні нафтові запаси, для яких потрібні великі резервуари;
- розбіжність географічного положення річної мережі з основними нафтовими вантажопотоками, в результаті чого збільшується відстань доставки;
- швидкість такого виду транспорту достатньо невелика порівняно з іншими видами перевезень.

Основні показники водного транспорту

До основних показників, що характеризують нафтоналивні судна, належать такі:

осадка судна – глибина, на яку занурилося судно; її визначають за положенням ватерлінії, тобто лінії, утвореної поверхнею спокійної води з корпусом судна (ватерлінія поділяє судно на надводну та підводну частини та називається легкою (порожньою) для незавантаженого плавучого засобу або вантажною для максимальної маси вантажу);

водотоннажність – маса води, витіснена судном до вантажної ватерлінії;

вантажопідйомність – максимальна маса вантажу, що транспортується (корисна);

дедвейт – повна маса вантажу, включаючи вантажі для власних потреб (вода, паливо, продукти), яка може бути прийнята на борт без втрати плавучості, остійності та швидкості ходу.

Остійністю називають здатність судна не перекидатися та повертатися у нормальне положення під дією вітру, хвиль або нерівномірного завантаження.

Нахил судна у поперечному напрямку, тобто одного з його бортів називають *креном*, нахил же у поздовжньому напрямку, тобто носа або корми – *диферентом*.

Здатність судна триматися на воді при наявності пробоїн у корпусі, через які вода потрапляє у судно, прийнято називати *непотоплюваністю*, яка тим більша, чим більше на судні водонепроникних перегородок, що розділяють судно на окремі герметичні відсіки. За відсутності перегородок рідкий вантаж отримує можливість перетікати при крені або диференті у бік нахилу судна, що може призвести до його перекидання.

Для запобігання крену завантаження та розвантаження відсіків (танків) у портах виконують у черговій послідовності.

Танкери та баржі розрізняються як за вантажопідйомністю, так і за конструкцією.

З огляду на величезну різноманітність вантажів, що перевозяться, маршрутів, можливостей портових терміналів, потреб у кількості й номенклатурі вантажів наливні судна класифікуються за родом вантажу, призначенням, ступенем універсальності, дедвейту або вантажомісткості та навіть за проходженням різних фарватерів.

За родом вантажу, що перевозиться, танкери поділяються на нафтовози, у тому числі нафтопродуктовози, хімовози, газовози. Іноді продуктовози виділяють в окремий клас, маючи на увазі перевезення цими судами і харчових продуктів.

У середині кожного з перерахованих класів судна розділяються за ступенем універсальності. Є танки спеціалізовані для перевезення одного виду вантажу між визначеними портами. Є судна універсальні, не закріплені за одним видом вантажу та однією транспортною лінією. Такі судна, на відміну від спеціалізованих, можуть одночасно перевозити кілька вантажів і не завжди зворотний перехід здійснюють у баласті. Іноді такі судна виконують роль постачальницьких танків, вони доставляють нафтопродукти рибальським суднам, розвозять вантажі по узбережжю тощо.

Будова та експлуатація нафтового танкера

За конструктивною схемою нафтоналивне судно являє собою жорсткий сталевий каркас з поперечними і поздовжніми зв'язками, до яких монтується обшивка, а внутрішня частина розподілена герметичними стінками на численні відсіки-танки, в які заливають нафтопродукт.

Наявність окремих танків підвищує остойність судна та надійність його експлуатації. У разі аварії з одним з танків (пробоїна, пожежа) інші залишаються у захищеному стані.

Для виконання операцій з викачування нафти, а також для внутрішніх перекачувань судно має насосне (машинне) відділення, обладнане вантажними насосами, пропускною здатністю до 2000 м³/год. Налив та злив нафтопродуктів здійснюється за системою трубопроводів, що поєднують машинне відділення з танками. Під час наливу слідкують, щоб танки були заповнені для запобігання переміщення нафтопродукту при качці танкера або баржі, яке може викликати гідравлічні удари, руйнування стінок резервуарів та втрату стійкості, що призведе перевертання судна. Проте рідкий вантаж здатний перетікати при крені, що зменшує метацентрову висоту, створює в конструкції судна додаткові напруження. У рідкого вантажу відбувається зміна обсягу при зміні його температури, тому не можна завантажувати танки на 100 %. Вільні поверхні сприяють сильним ударам вантажу об переборки. В'язкі вантажі вимагають підігріву перед вивантаженням. Вантажний хід можливий, як правило, в одному напрямку, зворотний перехід танкер робить з рідким баластом.

Через це відбувається інтенсивна корозія незахищених металевих конструкцій. Вантажі в більшості пожежо- та вибухонебезпечні. Для зменшення впливу вільних поверхонь рідкого вантажу при бортовій хиткості та для збільшення поздовжньої міцності танкери облаштовують поздовжніми перегородками.

Кожен вантажний танк має горловину, яка часто називається розширювачем. Горловина закривається водонепроникною кришкою, на якій є оглядове вікно. Від горловини до днища встановлений трап з проміжними майданчиками. Горловини бортових і центральних танків не повинні розташовуватися на одній прямій лінії, щоб не послабити міцність палуби.

Кожен танкер має один, два або три відстійних танка, сумарна місткість яких повинна бути не менше 2 % від загальної місткості вантажних танкерів. Є окремий невеликий танк для збору відмитих нафтових залишків.

Кожен нафтотанкер має як мінімум одне насосне відділення. Основне вантажне насосне відділення розташовується через перегородку з машинним відділенням. Між танками з різнорідними вантажами містяться коффердами – порожні приміщення, довжиною 1,0 – 1,2 м. Роль коффердама між кормовими вантажними танками і машинним відділенням виконує насосне

відділення. Вантажні танки, насосне відділення і коффердами утворюють вантажну зону танкера.

У корпусі танкера розрізняють три основних частини – носову, середню та кормову. Середня частина у зв'язку з пожежною безпекою відокремлена від носової та кормової коффердами, заповненими водою. Ця ж частина судна за допомогою непроникних перегородок поділена на танки, де знаходиться нафтопродукт. Танки між собою сполучаються за допомогою спеціальних пристроїв – клінкет, встановлених у нижній їх частині. По днищу і верхній палубі прокладені вантажні й зачисні трубопроводи.

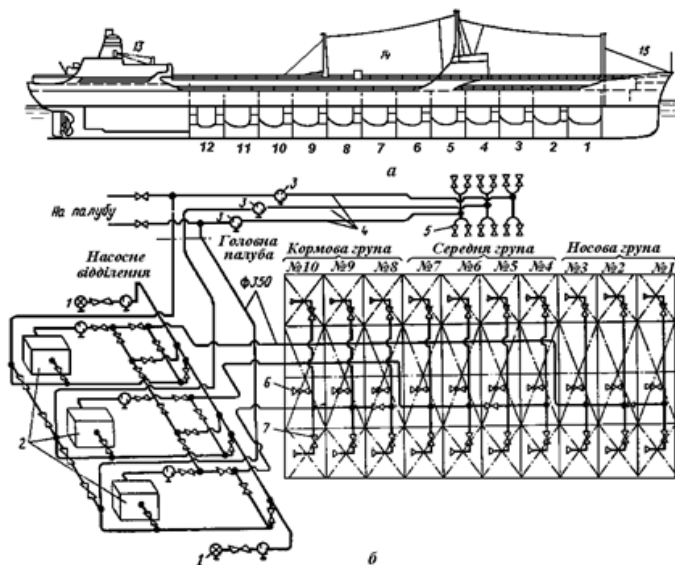


Рис. 9. Загальний вид (а) і схема трубопровідних комунікацій (б) танкера для перевезення нафтопродуктів: а) 1–12 – відсіки (танки); 13 – кормова частина; 14 – середня частина; 15 – носова частина;

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

Перелік і загальна характеристика спеціальних систем танкера

Вантажна система танкера є основною на наливному судні, вона призначена для приймання і викачування вантажу. Включає в себе вантажні насоси (зазвичай відцентрові), трубопроводи, компенсатори, арматуру, приймальні пристрої в танках, розподільні пристрої (маніфольди). Насоси вантажної системи працюють при видачі вантажу, усе інше обладнання – і при видачі, і при прийнятті. Вантажні насоси можуть також перекачувати вантаж усередині судна, брати участь у мийці танків.

Зачисна система. Дублює майже повністю вантажну систему, але має діаметри труб і арматури в 2 – 3 рази меншого розміру, а насоси об'ємного типу. Поняття «зачистка» танка (не плутати з мийкою та видаленням твердих забруднень) означає видалення залишків вантажу після «зриву» відцентрового насоса через «прохват» повітря. У приймача насоса в танку утворюється воронка, через яку в вантажний трубопровід всмоктується повітря. Пропускна здатність насоса спочатку падає, а при вмісті повітря в рідині

близько 10 % за обсягом він припиняє повністю роботу. Висота цієї воронки досягає 0,8 м. Час повної зачистки становить близько 30 % загального часу вивантаження.

Баластовою називається система ізольованого від вантажу баласту, яким заповнюються баластні резервуари, коли судно здійснює рейс без вантажу.

Газовідвідна система призначена для запобігання підвищенню тиску або вакууму в танку вище допустимого, оскільки це може призвести до деформації або руйнування стінок вантажної місткості. Розрізняють «велике дихання» – виникнення в танку тиску/вакууму при навантажувально-розвантажувальних і баластних операціях та «мале дихання» – зміна тиску газоповітряного середовища при температурних коливаннях зовнішнього повітря, які найчастіше відбуваються при зміні часу доби.

Система підігріву вантажу. Деякі сорти рідких вантажів мають більшу в'язкість і температуру застигання та їх неможливо або важко викачати з танків. Для деяких вантажів потрібна підтримка певного температурного режиму під час транспортування. Для цього на танкерах існують трубні теплообмінні системи, через які прокачується теплоносіє.

Система інертних газів використовується на танкерах для витіснення з вантажних і відстійних танків вибухонебезпечних газоповітряних сумішей і підтримання в них атмосфери з низьким вмістом кисню, при якому виключено виникнення вибуху та пожежі.

Система миття танків служить для видалення з танків залишків вантажу й очищення їх поверхні перед зміною вантажу, оглядом або ремонтом. Миття танків потрібно також перед прийманням у них чистого баласту.

Система вентиляції призначена для подачі в танки чистого повітря замість будь-яких газів, що ускладнюють дихання, небезпечних для здоров'я людей або вибухонебезпечних.

Система зрошення палуби служить для охолодження палуби при нагріванні її сонцем з метою зниження втрат від випаровування вантажу.

На танкерах є системи, які, будучи загальносудновими, можуть бути задіяні в експлуатації посудин і систем вантажного комплексу. Такі системи бувають або спільними для всього судна, наприклад системи виявлення і гасіння пожеж, або є резервними по відношенню до якогось компоненту спеціальної системи, наприклад, насосам подачі забортної води до системи інертних газів.

Вантажні, зачисні й баластні системи. Ці системи виконують подібні функції, доповнюють, а іноді й замінюють одна одну. Тому доцільно їх розглядати паралельно. До того ж вимоги, які ставляться до цих систем, у своїй більшості збігаються.

Вантажна система повинна забезпечувати:

– проведення вантажних операцій закритим способом (при задрасних горловинах і оглядових люках);

- видачу та прийняття від несуднових засобів вантажу з будь-якого борту, з корми, а іноді й з носа судна;
- перекачування вантажу між танками і групами танків;
- прийняття баласту в вантажні танки як самопливом, так і насосами, а також перекачування його між танками;
- видалення баласту;
- поєднання вантажних і баластних операцій;
- можливість промивання трубопроводів і насосів;
- можливість використання системи для миття танків сировою нафтою і водою.

Вантажна система не об'єднується із системою ізольованого баласту, однак вантажний насос можливо використовувати для аварійного видалення ізольованого баласту через зйомний патрубок.

Зачисна система використовується не тільки для зачистки танків, з її допомогою можна видавати вантаж, осушувати вантажні трубопроводи, проводити миття танків.

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

6. Автомобільний транспорт

Автотранспорт широко використовується при перевезеннях нафтопродуктів з розподільних нафтобаз безпосередньо споживачеві.

Найбільш ефективно у районах, куди неможливо доставити нафтопродукти залізничним або водним шляхами сполучення.

Основне призначення автотранспорту – доставка готових нафтопродуктів з великих нафтобаз на більш дрібні й далі до споживача. Нафтопродукти доставляються автоцистернами і паливозаправниками. На частку автомобільного транспорту припадає близько 20 % перевезень нафтовантажів.

Система автомобільного транспорту нафти і нафтопродуктів являє собою комплекс, що об'єднує такі об'єкти: автомобільні дороги, рухомий склад, зливно-наливні пристрої, систему керування виконанням робіт, засоби механізації для будівництва, утримання та ремонт автодоріг, виробничу базу технічного обслуговування автотранспорту.

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 (бензовози, паливозаправники, маслозаправники) тобто автомобілем, що має цистерну й необхідне устаткування для проведення закачування, відкачування й підрахування 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, які монтують на шасі вантажних машин і обладнують роздатковим насосом, трубопровідною обв'язкою, приймальними та роздавальними шлангами, повітровідокремлювачами, фільтрами, лічильниками та іншими контрольно-вимірювальними приладами. Ці машини призначені для транспортування світлих нафтопродуктів по всіх видах доріг, для заправки техніки паливом, а також зберігання палива.

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. На рис. 10 показані форми поперечного перерізу кузовів-цистерн, а на рис. 11 наведені схеми установа цистерн на шасі автомобілів і причепа.

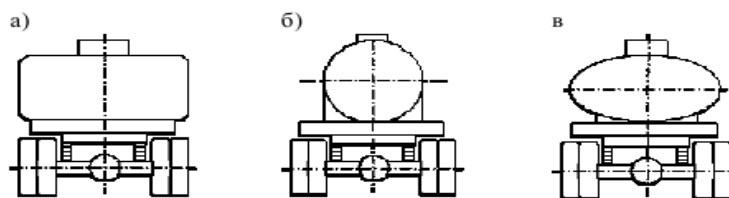


Рис. 10. Форми поперечного перерізу кузовів-цистерн:
а – прямокутна («чемоданна»); б – кругла; в – еліптична

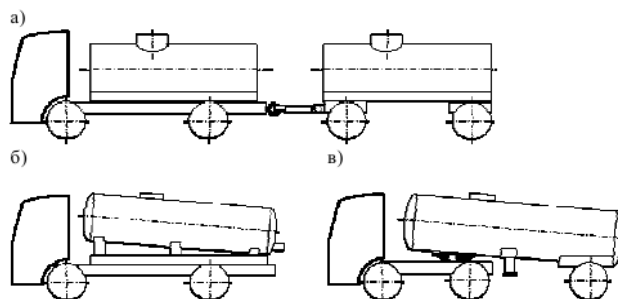


Рис. 11 Схеми установки цистерн на шасі автомобілів і причепа:
а – причіпний автопоїзд-цистерна з горизонтальною установкою цистерн на шасі автобіля-тягача і причепа; б – автомобіль-цистерна з похилою установкою цистерни; в – напівпричіп-цистерна несучої конструкції з похилою установкою цистерни

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 м³ 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. 12) для рідких нафтопродуктів складається з базового шасі, резервуара з устаткуванням та гідравлічної системи.

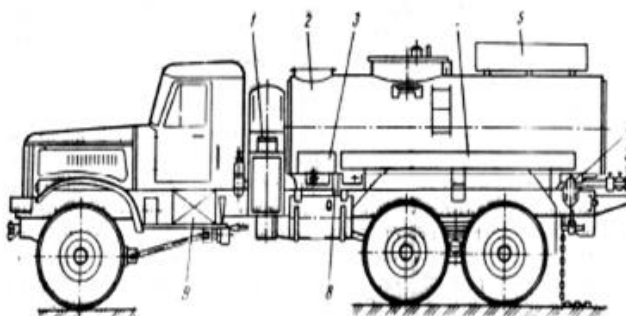


Рис. 12. Загальний вид автомобільної цистерни:

- 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 паливом 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.

7. Трубопровідний транспорт

Транспортування трубопровідним транспортом

Єдиний вид транспорту нафти, для якого характерні низькі операційні витрати – трубопровідний (рис. 13).

Трубопроводи, призначення яких - доставка нафти, продуктів її переробки та природного газу від місць їх видобутку, зберігання або виготовлення до нафтобаз, наливних пунктів і промислових підприємств, називаються магістральними.



Рис. 13. Трубопровідний транспорт

Крім того, трубопроводи за критерієм перекачування поділяють на нафтопроводи, газопроводи та нафтопродуктопроводи. Якщо конкретна магістраль призначена для перекачування одного виду продукту (газового або нафтового), то їх так і називають мазутопроводи, гасопроводи, бензинопроводи і так далі.

Магістральний трубопровід характеризується наступними основними параметрами:

- довжиною;
- діаметром;
- пропускною здатністю;
- наявністю перекачувальних станцій.

Сучасні магістралі, призначені для транспортування енергоносіїв, можуть мати довжину в кілька десятків тисяч кілометрів. Вони входять до складу транспортних комплексів, обладнаних цілою низкою перекачувальних насосних станцій (головних і проміжних), а також системою станцій наливу.

За своїми діаметрами такі трубопроводи поділяються на наступні класи:

I клас - діаметр від 1000 до 1620 міліметрів;

II клас - від 500 до 1000 мм;

III клас - від 300 до 500 мм;

IV клас - менше 300 мм.

За своїм призначенням трубопроводи поділяються на такі групи:

- внутрішні, які з'єднують різні установки на промислах (внутрішньопромислові), нафтогазопереробних заводах і газонафтохранилищах, режим їх роботи визначається регламентом роботи промислу або заводу;
- місцеві, що в порівнянні з внутрішніми трубопроводами мають велику протяжність і з'єднують нафтогазопромисли (міжпромислові) або нафтогазопереробні заводи з головною станцією магістрального трубопроводу, працюють за регламентом поставок нафтогазопродуктів;
- магістральні - характеризуються великою протяжністю, високою пропускною здатністю і з'єднують постачальника нафтогазопродуктів зі споживачем; у зв'язку з великою довжиною перекачування ведеться не однією, а декількома станціями, розташованими вздовж траси; режим роботи трубопроводів - безперервний (короткочасні зупинки носять випадковий характер або пов'язані з ремонтно-відновлювальними роботами);
- технологічні - характеризуються малою протяжністю і служать для забезпечення працездатності в заданих режимах технологічних установок перекачувальних станцій магістральних трубопроводів, газонафтохранилищ і нафтобаз; режим роботи визначається технологічним регламентом обладнання, класифікуються за родом речовини, що транспортується, матеріалом труб, робочими параметрами, ступенем агресивності середовища, місцем розташування, категоріями і групами.

У цьому випадку трубопроводи поділяють:

- за родом речовини, що транспортується, на нафто-, газо-, паро-, водо-, конденсато-, мастило-, бензо-, кислото-, аміакопроводи та інші;
- за матеріалом на металеві, неметалеві й футеровані.

До металевих відносять сталеві (виготовлені з вуглецевої, легованої і високолегованої сталі), мідні, латунні, титанові, свинцеві, алюмінієві, чавунні, біметалеві. До неметалевих – поліетиленові, вінілпластові, фторопластові та

скляні. До футерованих – трубопроводи з поверхнями, покритими гумою, поліетиленом, фторопластом або емальовані.

За умовним тиском речовини, що транспортується, поділяють на вакуумні (нижче 0,1 МПа), високого тиску (понад 10 МПа), низького тиску (до 10 МПа) і безнапірні, що працюють без надлишкового тиску.

За температурою речовини поділяють на холодні (температура нижче 0°C), нормальні (від 1° до 45°C) та гарячі (від 46°C і вище).

За ступенем агресивності речовини розрізняють трубопроводи для неагресивних, мало- і середньоагресивних середовищ.

За місцем розташування – на внутрішньоцехові та міжцехові.

Внутрішньоцехові з'єднують окремі апарати і машини в межах однієї технічної установки і розміщуються всередині будівлі або на відкритому майданчику, мають складну конфігурацію з великою кількістю деталей, арматури і зварювальних з'єднань. За конструктивними особливостями можуть бути обв'язувальні та розподільні. Міжцехові з'єднують окремі технологічні установки, апарати і місткості, що знаходяться в різних цехах, характеризуються досить довгими прямими ділянками (довжиною до декількох сот метрів) з порівняно невеликою кількістю деталей, арматури і зварних з'єднань.

За ступенем впливу на організм людини шкідливих речовин – на чотири класи небезпечності: 1- надзвичайно небезпечні, 2 - високо небезпечні, 3 - помірно небезпечні, 4 - малонебезпечні.

За величиною напору:

- високонапірні - вище 2,5 МПа;
- середньонапірні - 1,6 – 2,5 МПа;
- низьконапірні - до 1,6 МПа;
- безнапірні (самопливні).

Самопливним називається трубопровід, переміщення рідини в якому відбувається тільки за рахунок сил тяжіння. Якщо при цьому нафта і газ рухаються окремо, то такий нафтопровід називають вільносамопливним, а при відсутності газової фази - напірносамопливним.

За типом укладання: підземні, наземні, надземні, підвісні, підводні.

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

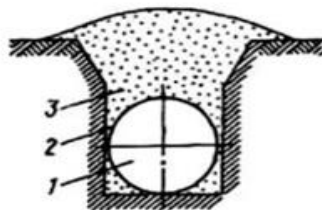


Рисунок 14 - Схема підземного прокладання нафтопроводів:
1 – трубопровід; 2 – профіль траншеї; 3 – ґрунт зворотної засипки

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.

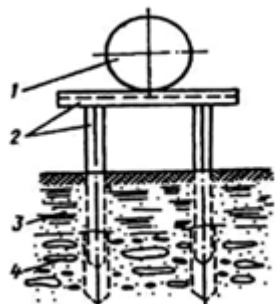


Рис. 15 -Схема надземної прокладки газонафтопроводів:
1 – трубопровід; 2 – опори; 3 – діючий шар; 4 – багатолітньомерзлий ґрунт

Прокладку з частковим заглибленням (рис. 16) застосовують при будівництві магістральних газопроводів в умовах болот, скельних ґрунтів з покривним шаром мінерального ґрунту малої потужності, у заболоченій і обводненій місцевостях.

При будівництві морських трубопроводів застосовують різні способи їх прокладки, які залежать від ряду факторів, що визначають організацію будівельного процесу (наявність технічних засобів, конструкція і призначення трубопроводу, гідрометеорологічні та геологічні умови району будівництва, топографія морського дна, період проведення робіт, умови судноплавства і т. д.).

За гідравлічною схемою:

- прості, тобто не мають відгалужень;
- складні – мають відгалуження або змінну відносно довжини витрату, або вставку іншого діаметра, або паралельну ділянку;
- кільцеві.

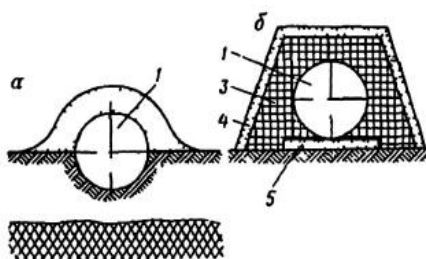


Рис. 16. - Схема прокладки трубопроводу з частковим заглибленням на болоті (а) і в шарі мінерального ґрунту (б): 1 – трубопровід; 2 – обвалування торфом; 3 – обвалування мінеральним ґрунтом; 4 – шар мінерального ґрунту; 5 – скельний ґрунт

За характером заповнення перерізу:

- з повним заповненням перерізу труби рідиною;

– з неповним заповненням перерізу.

Повне заповнення перерізу труби рідиною зазвичай буває в напірних трубопроводах, а неповне може бути як в напірних, так і в безнапірних трубопроводах. З повним заповненням перерізу рідиною частіше бувають нафтопроводи, що транспортують товарну нафту, тобто без газу, і рідше - викидні лінії. Нафтозбірні колектори звичайно працюють з неповним заповненням перерізу труби нафтою, оскільки верхня частина перерізу колектора зайнята газом, що виділився в процесі руху нафти.

Сучасні нафтопроводи, протяжність яких сягає 1000 км і більше, являють собою самостійні транспортні підприємства, обладнані комплексом головних, проміжних перекачувальних (насосних) станцій значної потужності, а також наливними станціями з усіма виробничими та допоміжними спорудами.

Всі нафто- і нафтопродуктопроводи мають однакову конструкцію - це сам трубопровід і ряд насосних станцій. Відмінності є тільки в окремих елементах технологічних схем.

До основних споруд магістрального трубопроводу відносяться:

- головна станція перекачки, розташована в районі нафтовидобутку (служить для першого надходження продукту в трубу);
- проміжні станції перекачки, які рухають продукт по трубах;
- нафтобаза, де зберігається нафта перед поставкою споживачеві;
- сам трубопровід з усіма своїми відгалуженнями;
- лінійні трубопровідні споруди (аварійно-ремонтні пункти, станції та обладнання для лінійної, пристрої корозійного захисту, трасові лінії електропередач і так далі).

При такому способі транспортування нафти, якщо її необхідно перекачувати на значні відстані, доводиться долати досить серйозні опори гідравлічного характеру, для чого вздовж всієї довжини магістральної труби будуються система насосних перекачувальних станцій, кількість яких залежить від того, які обсяги планується по цій трубі перекачувати.

Існує дві системи перекачування по нафтопроводам - постанційна та транзитна.

Для постанційної характерне використання резервуарів проміжних насосних станцій з повним його наповненням. Тільки після цього нафта або нафтопродукт з нього передається на наступну насосну станцію. Таке перекачування значно дорожче, і застосовується тільки у випадках:

- проведення робіт з налагодження трубопроводу;
- визначення пропускної здатності кожного перегону і так далі.

Транзитний спосіб є основним.

Він передбачає миттєве всмоктування продукту з резервуара для передачі на наступну насосну станцію. Іншими словами, резервуар одночасно працює і на прийом, і на відпустку товару.

Транзитне перекачування буває:

- через резервуар;
- з підключеним резервуаром;
- безпосередньо - з насоса в насос.

В якості обладнання для перекачування найефективнішими є насоси відцентрового типу, оскільки їх легко синхронізувати і регулювати за допомогою автоматики. Крім цього, в порівнянні з поршневими типами, такі насоси не підвищують тиск до небезпечних значень навіть в разі повного закриття засувки.

Трубопровідний транспорт нафти та нафтопродуктів має такі переваги:

- невисока вартість перекачування;
- незначні втрати нафтопродуктів в процесі транспортування;
- є можливість прокладати трубопроводи практично в будь-якій місцевості, на будь-якій відстані та в будь-якому напрямку;
- простота обслуговування;
- такий вид транспортування легко піддається автоматизації;
- безперебійні постачання, які не залежать від кліматичних умов, пори року.

Недоліками такого виду транспорту є:

- значні капіталовкладення на етапі будівництва магістралі та супутньої інфраструктури;
- деякі обмеження на кількість видів енергоресурсів, що перекачуються.

7. Зливо-наливні естакади

Операції із завантаження та розвантаження нафтопродуктів у цистерни відбуваються за допомогою спеціальних зливо-наливних естакад (рис. 17), куди вагони потрапляють по прокладених на нафтобазу під'їзних шляхах з найближчої станції.

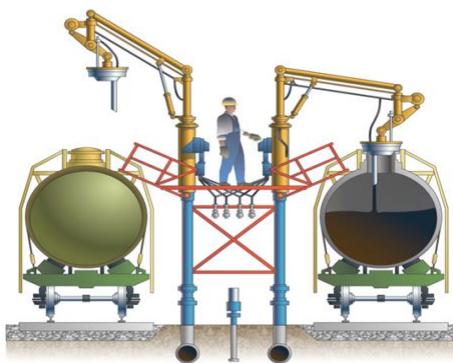


Рис.17. Двостороння залізнична естакада

Приймати і відпускати нафтопродукти нафтобази повинні тільки через спеціальні зливо-наливні пристрої:

- в залізничні цистерни - на спеціальних естакадах, через окремі стояки або зливні установки;

- в морські і річкові судна - через причальні споруди або безпричальним способом;
- в автомобільні цистерни - на станціях наливу, автоестакадах, через окремі стояки;
- в бочки, бідони та іншу тару - через розливні і розфасовувальні пристрої;
- по відводах від магістральних нафтопродуктопроводів.

Перелік, упаковка та маркування нафтопродуктів, допущених до перевезення наливом в вагонах-цистернах, морських і річкових суднах, автомобільним транспортом, підготовка транспортних засобів для наливу і транспортування повинні відповідати вимогам стандартів.

Злив і налив легкозаймистих і горючих нафтопродуктів, що відносяться до шкідливих речовин 1 і 2 класу небезпеки, повинен бути герметизований.

При неприпустимості змішання нафтопродукту, що зливається або наливається, з іншими нафтопродуктами, операції по зливу або наливу слід проводити на окремих зливо-наливних пристроях.

Операції з етильованими бензинами виконуються за умови обов'язкового виділення для цих цілей окремих трубопроводів, колекторів і зливо-наливних пристроїв.

Температура нафтопродуктів, що наливається в транспортні засоби, не повинна перевищувати встановлену нормами стандартів.

Зливо-наливні операції з залізничними цистернами.

Операції з приймання (зливу) нафтопродуктів, що перевозяться у залізничних цистернах, повинні проводитися, як правило, на під'їзних залізничних коліях, обладнаних спеціальними одно- і двосторонніми естакадами зі зливними пристроями, вантажними, зачисними і повітряно-вакуумними колекторами, збірниками, проміжними резервуарами для мазуту і масел, вузлами обліку нафтопродукту, засобами підйому та опускання нагрівальних приладів і переміщення цистерн уздовж фронтів.

При експлуатації нафтобазового господарства використовуються, в основному, такі способи зливу й наливу нафтопродуктів:

- зливання нафтопродуктів з залізничних цистерн через горловину цистерн (верхнє зливання цистерни);
- зливання нафтопродуктів через нижні зливні пристрої (нижнє зливання);
- наливання нафтопродуктів в залізничні цистерни через горловини (верхнє наливання);
- зливання нафтопродуктів з залізничних цистерн через нижні зливні пристрої в жолоб або ємність, розташовані безпосередньо під рейками або уздовж них (міжрейкове зливання цистерн).

8. Засоби нижнього та верхнього зливу з цистерн.

Верхнє зливання застосовується в тих випадках, коли цистерни не обладнані приладами нижнього зливу, або якщо прилади знаходяться в несправному стані і їх не можна відкривати при наявності нафтопродуктів в

цистерні. У зв'язку з цим на всіх діючих і знову споруджуваних залізничних зливо-наливної установках повинні бути передбачені пристрої для забезпечення як нижнього, так і верхнього зливу, з урахуванням того, що в парку діючих залізничних цистерн все ще перебуває значна частина цистерн, не обладнаних нижніми зливними приладами, що відповідають сучасним вимогам.

Спосіб верхнього зливу цистерн в порівнянні зі способами нижнього зливу має більш складні умови роботи, пов'язані з витратою значного часу на злив (особливо при організації робіт по зачистці залишків нафтопродуктів з цистерн). У літній період при високих температурах виникають труднощі при зливі бензинів з високим тиском насичених парів. Швидко зношуються прогумовані напірні рукава, потрібна велика чисельність обслуговуючого персоналу.

Верхнє зливання нафтопродуктів має цілу низку недоліків в порівнянні з нижнім:

- часто мають місце значні втрати від випаровування;
- часті зриви насосів при зливі продуктів з високим значенням тиску насичених парів;
- застосування вакуумних насосів для заповнення всмоктувальних комунікацій.

Верхнє наливання застосовується в наш час і використовується значно частіше внаслідок більшої простоти, хоча також має недоліки (підвищене випаровування, пожежна небезпека і т.д.)

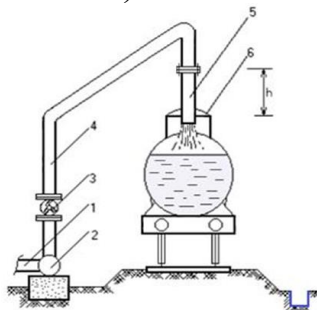


Рис.18 - Верхнє відкрите наливання

1 – приймальна труба; 2 – наливний колектор; 3 – засувка; 4 – наливний стояк; 5 – рукав; 6 – горловина

На рис. 18 зображене верхнє відкрите наливання нафтопродуктів. Тут кінець наливного стояка 4 знаходиться над горловиною цистерни на висоті h з таким розрахунком, щоб мати можливість кінець обертального стояка підводити до горловини. Відкрите наливання по такій схемі можливе, коли кінець стояка має жолоб з бензовогнестойкого матеріалу і може бути рекомендований для наливу таких нафтопродуктів, як мазут, масло і т.д.

На рис.19 приведена схема глибинного верхнього наливання залізничних цистерн. У цьому випадку на кінці наливного стояка підвішують гнучкий бензостійкий рукав 5, довжиною не менше 4 м.

Існуючі способи зливу і наливу цистерн характеризуються технологічними схемами зливу і наливу залізничних цистерн.

На рис. 20 зображено зливо-наливний стояк для верхнього і нижнього зливу й наливу нафтопродуктів. Різниця з попередньою схемою полягає в тому, що в цистерну під час зливання продукту опускаються два рукави, розраховані на різну пропускну здатність, що дозволяє максимально вибрати залишки нафтопродукту. Крім того, стояк додатково обладнаний установкою нижнього зливу, герметично з'єднаної зі зливним пристроєм цистерни і колектором. При цьому є повна гарантія (при використанні УСН) в запобіганні проливанню нафтопродукту, як в процесі зливу з цистерни, так і після зливу або наливу. Це забезпечується тим, що УСН від'єднують від зливного патрубку цистерни і прибирають з-під цистерни поворотом в неробочий стан тільки після того, як цистерна буде повністю звільнена від нафтопродукту і клапан зливного приладу буде поставлений в положення «закрито».

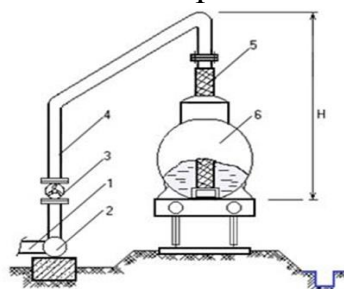


Рис. 19 - Верхнє глибинне наливання

1 – приймальна труба; 2 – колектор; 3 – засувка; 4 – стояк; 5 – рукав; 6 – цистерна; 7 – наконечник

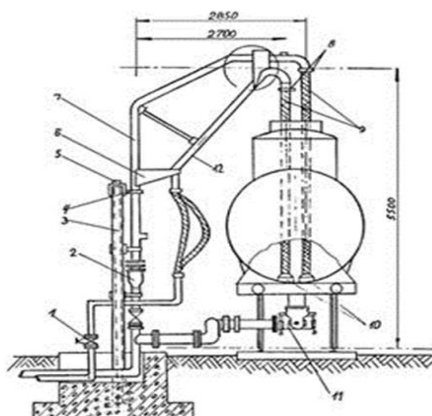


Рис.20 - Зливо-наливний стояк для верхнього і нижнього зливу й наливу

нафтопродуктів: 1 – вентиль; 2 – поворотний пристрій з сальникової набиванням; 3 – опорна стійка; 4 – хомут; 5 – стопор-обмежувач; 6 – косинка; 7 – стояк; 8 – з'єднання шланга зі стояком; 9 – шланг (рукав); 10 – накінецьник; 11 – установка нижнього зливу; 12 – зачисний трубопровід

Схема нижнього зливу через зливний пристрій цистерни приведена на рис. 21. Злив відбувається самопливом за допомогою пересувного лотка легкої конструкції. Верхній кінець лотка 2 підводиться під зливний прилад 1 (типу СПГ) цистерни, а нижній кінець - в бічний колектор 4 і далі в нульовий резервуар 6, обсяг якого повинен становити 50-100% сумарного обсягу прийнятих на естакаді цистерн. При необхідності підігріву нафтопродукту

можуть бути використані пересувні лотки 2 з паровою сорочкою 3 або електропідігрівом. Для зменшення часу зливу нафтопродукту в цистерні може бути створено підвищений надлишковий тиск за допомогою компресорної станції (КС).

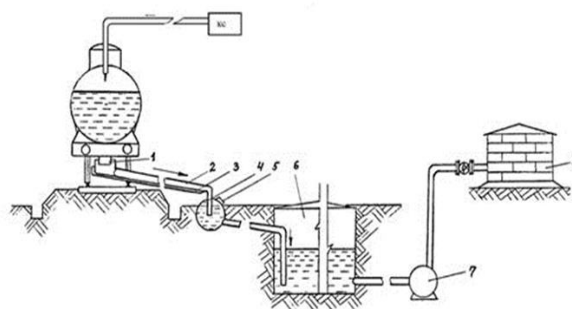


Рис.21.- Схема зливу темних нафтопродуктів

1 – зливний прилад; 2 – переносний зливний лоток; 3 – парова сорочка; 4 – колектор з паровим супутником; 5 – кришка; 6 – нульовий резервуар; 7 – насос; 8 – резервуар

З недоліків схеми можна відзначити те, що описаний спосіб є відкритим і застосовується тільки для зливу темних нафтопродуктів.

Більш досконалою слід вважати схему, наведену на рис. 22, де показаний закритий проточний злив нафтопродуктів в міжрейковий жолоб з бічної ємністю або ємністю, розташованої безпосередньо під рейками.

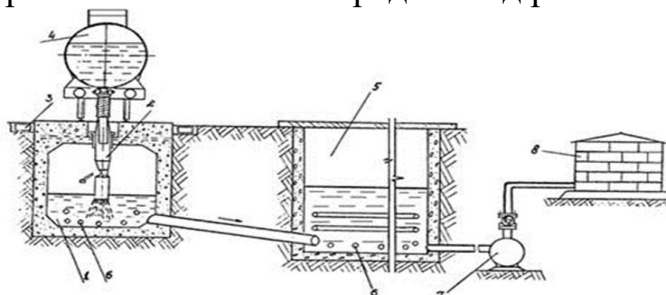


Рис. 22 - Міжрейкове зливання темних нафтопродуктів

1 – міжрейковий жолоб; 2 – зливний пристрій; 3 – каналізаційний лоток;
4 – цистерна; 5 – залізобетонний нульовий резервуар; 6 – парові змійовики; 7 – насос;
8 – резервуар

Зливний жолоб круглого або прямокутного перерізу робиться з листової сталі або залізобетону. Жолоб зазвичай укладають з ухилом на дно рівним $0,005 \div 0,007$ до відвідних труб. Відвідні труби укладаються з ухилом не менше $0,02$ до прийомних резервуарів і обладнуються гідрозатвором. Нульовий резервуар і жолоб, призначені для зливу нафти і нафтопродуктів, виконують ті ж функції, що і звичайні резервуари, тобто прийом нафти, її зберігання і наступне відкачування. У нульовому резервуарі відбуваються ті ж великі і малі дихання, як у всіх наземних резервуарах. Тому всі нульові резервуари обладнують відвідними газоповітряними трубопроводами, в кінці яких встановлюють дихальну арматуру.

Зливання масел, внаслідок виняткової цінності їх властивостей вимагає виконання особливих вимог і може проводитися відкритим і закритим способами. В обох випадках масла зливають в нульові резервуари. Залежно від

розташування резервуарів і їх спеціалізації за окремими сортами масел залізничні цистерни для зливу встановлюють проти відповідного горизонтального резервуара.

Не дозволяється злив вантажу через нижній зливний пристрій при закритій кришці верхнього люка через можливість виникнення недопустимого вакууму в котлі цистерни.

Злив вантажів з цистерн, бункерних напіввагонів і контейнерів-цистерн провадиться повністю (за винятком випадків, коли стандартами допускається наявність залишків) з видаленням в'язких продуктів з внутрішньої поверхні котла і бункера. Нафтопродукти вважаються повністю злитими з цистерн і контейнерів-цистерн з верхнім зливом за наявності залишку не більше 1 см (за заміром під наливним люком).

Тривалість проведення технологічних операцій по наливу і зливу нафти і нафтопродуктів в залізничні транспортні засоби на нафтобазах за часом встановлюється затвердженими нормами. Ці норми часу вказуються в договорах, які щорічно укладаються нафтобазами з регіональними відділеннями Державної адміністрації залізничного транспорту. Норми зливу-наливу вагонів цистерн залежать від вантажопідйомності вагонів-цистерн і технічної оснащеності нафтобаз. У випадках, якщо в узгоджені в договорах норми нафтобази не вкладаються, то вони відшкодовують збитки у вигляді штрафних санкцій в залежності від часу простою транспортних засобів.

Норми наливу цистерн

в пунктах немеханізованого наливу (незалежно від роду продуктів) налив одночасно поданої партії вагонів-цистерн і бункерних напіввагонів по всьому фронту для двовісних цистерн і бункерних напіввагонів - 2 години; чотиривісних (і більше) цистерн і бункерних напіввагонів - 3 години;

в пунктах механізованого наливу (незалежно від роду продуктів і вантажопідйомності цистерн і бункерних напіввагонів) - 2 години.

Норми зливу цистерн

в пунктах немеханізованого зливу (незалежно від кількості поданих на фронт зливу вагонів) для двовісних цистерн - 2 години, чотиривісних (і більше) цистерн - 4 години;

в пунктах механізованого зливу для двовісних цистерн і бункерних напіввагонів - 1 год 15 хв, для чотиривісних (і більше) цистерн і бункерних напіввагонів - 2 години.

При надходженні під слив високов'язких нафтопродуктів нафтобазам надається додатковий час на розігрів цих продуктів.

Для зливу з цистерн з паропідігрівальними сорочками встановлені наступні терміни: для нафтопродуктів I і II груп - 3 години; III і IV груп - 4 години.