

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

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

## **ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

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

**Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів**

**за темою – Автоматизація процесів зони зливання та наливу ПММ**

**Харків 2021**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

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

**СХВАЛЕНО**

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

**ПОГОДЖЕНО**

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

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

**Розробник:**

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

**Рецензенти:**

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

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

### План лекції

1. Зливо- наливні естакади, засоби нижнього зливу з цистерн , засоби верхнього зливу.
2. Пристрої підігріву зливних пристроїв.
3. Автоматизація процесів зливу-наливу нафтопродуктів.

### Рекомендована література:

1. Лісафін В.П., Лісафін Д.В. Проектування та експлуатація складів нафти і нафтопродуктів: [підруч. для студ. вищ. навч. закл.]. Івано-Франківськ: Факел, 2006. 597 с.
2. Технологічні операції з ПММ: навч.посіб./Н.І. Нальотова та ін. Горішні плавні: ПП Олексієнко В.В., 2019.101с.

### Текст лекції

#### 1.Зливо- наливні естакади, засоби нижнього зливу з цистерн , засоби верхнього зливу.

Операції із завантаження та розвантаження нафтопродуктів у цистерни відбуваються за допомогою спеціальних зливо-наливних естакад (рис. 1), куди вагони потрапляють по прокладених на нафтобазу під'їзних шляхах з найближчої станції.

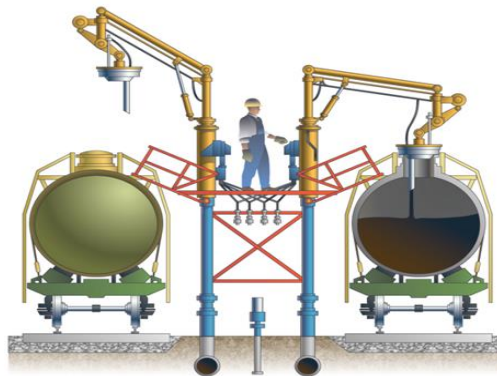


Рис.1. Двостороння залізнична естакада

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 цистерн);
- 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).

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

зливів 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 зливів 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.)

На рис. 2 зображене верхнє відкрите наливання нафтопродуктів. Тут кінець наливного стояка 4 знаходиться над горловиною цистерни на висоті  $h$  з таким розрахунком, щоб мати можливість кінець обертового стояка підводити до горловини. Відкрите наливання по такій схемі можливе, коли кінець стояка має жолоб з бензовогнестійкого матеріалу і може бути рекомендований для наливу таких нафтопродуктів, як мазут, масло і т.д.

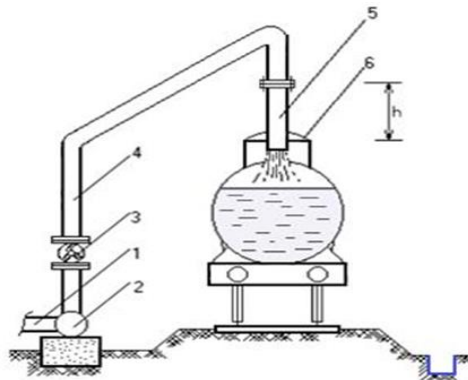


Рис.2 - Верхнє відкрите наливання  
1 – приймальна труба; 2 – наливний колектор; 3 – засовка; 4 – наливний стояк; 5 – рукав; 6 – горловина

На рис.3 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. 4 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

Схема нижнього зливу через зливний пристрій цистерни приведена на рис. 5. Злив відбувається самоплином за допомогою пересувного лотка легкої конструкції. Верхній кінець лотка 2 підводиться під зливний прилад 1 (типу СПГ) цистерни, а нижній кінець - в бічній 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).

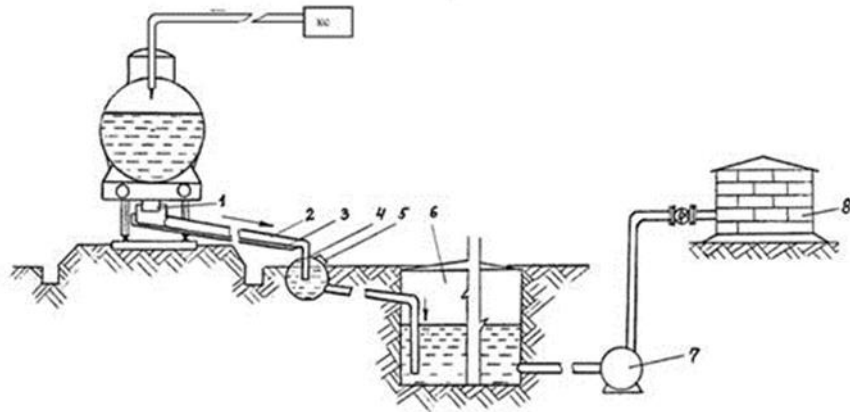


Рис.5.- Схема зливу темних нафтопродуктів

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. 6, де показаний закритий прямоточний злив нафтопродуктів в міжрейковий жолоб з бічної ємністю або ємністю, розташованої безпосередньо під рейками.

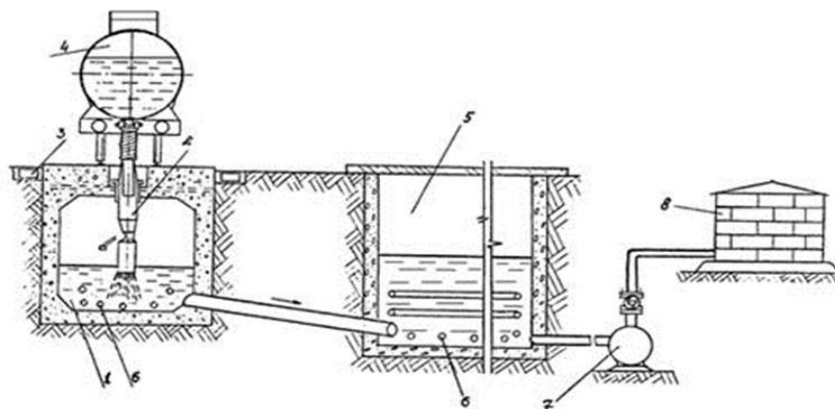


Рис. 6 - Міжрейкове зливання темних нафтопродуктів

1 – міжрейковий жолоб; 2 – зливний пристрій; 3 – каналізаційний лоток; 4 – цистерна; 5 – залізобетонний нульовий резервуар; 6 – парові змішувачі; 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 відповідними 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.

### **Засоби нижнього зливу з цистерн**

Залізничний транспорт є основним видом доставки авіаційних ПММ до аеропортів цивільної авіації. Для їхнього зливання на складах ПММ споруджують спеціальні під'їзні залізничні колії, які бажано розташовувати на найбільш високій ділянці території складу.

Робоча довжина зливного тупика, потужність перекачуваних засобів і діаметри трубопроводних комунікацій повинні забезпечувати своєчасне розвантаження ПММ з транспортних засобів у термін, який встановлено Статутом залізниці. Норми одночасного відвантаження і надходження ПММ до аеропорту встановлюють з урахуванням безперебійного постачання, а також фронтом зливання, обумовленим у договорі між аеропортом і місцевими органами керування залізничним транспортом.

Щоб уникнути самовільного руху цистерн при їхньому розвантаженні й забезпечення повного зливання нафтопродуктів із транспортних ємностей залізничні колії на території нафтобази повинні бути прямолінійними і строго горизонтальними. Припустимий уклон не більше 0,005.

Робоча довжина залізничного тупика повинна бути розрахована на розміщення всієї партії цистерн при довжині кожної з них 12 м. У кінці тупика необхідно передбачити запасну ділянку довжиною 15–25 м.

Якщо планується розташування великої кількості цистерн, то задля скорочення довжини зливної ділянки залізничного тупика, витрат на будівництво естакади і трубопровідних комунікацій, його споруджують з двома паралельними ділянками шляху з відстанню між осями 6,6 м. Для зливання мастил може бути передбачений окремий залізничний тупик.

Злив нафтопродуктів може здійснюватися за допомогою окремих зливних стояків через верхню горловину цистерни самопливом або з використанням насосів. Найбільш прогресивним, зручним і економічно доцільним з погляду на час зливання є застосування зливних залізничних естакад, а також спеціальних пристроїв для нижнього зливання типу АСН-7А й АСН-8Б.

Установку АСН-7Б монтують на лінії зливання світлих нафтопродуктів. Після монтажу установка опресовується тиском 0,5 МПа ( $5 \text{ кг/см}^2$ ), при цьому не повинно бути течій у місцях з'єднання вузлів і в шарнірах. Установка в процесі монтажу повинна бути надійно заземлена шляхом приєднання заземлювальної шини, до корінного патрубку.

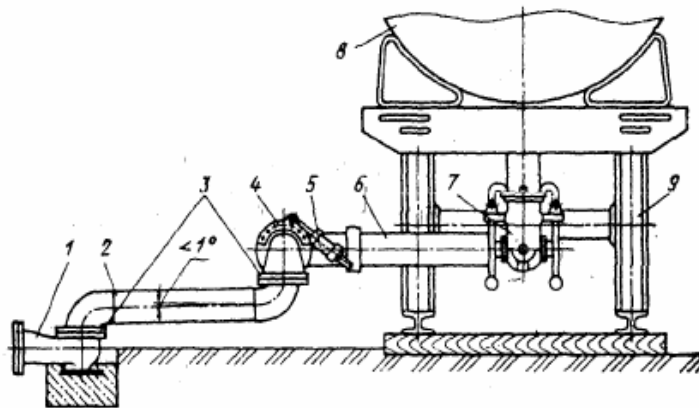


Рис. 7 – Установка нижнього слива АСН-7Б:

- 1 – корінний опорний патрубок; 2 – рухлива труба з коліном ; 3, 4 – шарніри;  
5 – пристрій, що врівноважує; 7 – приєднувальна голівка; 8-цистерна;  
9 – колісна пара

Установка АСН-8Б відрізняється від АСН-7Б наявністю парової оболонки, що дозволяє здійснити злив мастильних матеріалів і в'язких нафтопродуктів при низьких температурах. При нижньому зливанні спрощується зачистка цистерн від залишків ПММ після зливання. Обладнання зливних естакад установками для нижнього зливання дублюється наявністю окремих зливних стояків. Це пов'язано з тим, що ще значна частина залізничних цистерн, які знаходяться в експлуатації, не має приладів нижнього зливання.

Ті цистерни зі зливальними приладами, що тепер знаходяться в експлуатації, незручні тим, що відкриття зливного клапана приладу нижнього зливання здійснюється згори через заливну горловину цистерни.

Зливання нафтопродуктів на складах ПММ із використанням окремих стояків здійснюється через верхню горловину залізничної цистерни. Відбуватися воно під дією сифонного ефекту, якщо вага стовпа рідини, в нисхідній частині сифона, перевищує вагу стовпа у висхідній його частині. Повне спорожнення цистерни при зливі нафтопродукту в заглиблений резервуар може бути здійснене самопливом. Схема трубопровідних комунікацій ділянки самопливного зливання нафтопродуктів через сифон приведена на рис. 8.

Безперебійна робота зливного стояка можлива за умови, якщо тиск у будь-якій точці його трубопровідної мережі буде більше тиску насичених парів нафтопродукту, який зливається.

Конструктивно одинокий стояк для зливання світлих нафтопродуктів із цистерн зроблено у вигляді вертикального стояка, закріпленого на фундаменті. На стояку закріплено ручний насос, сітчастий фільтр і поворотний кронштейн.

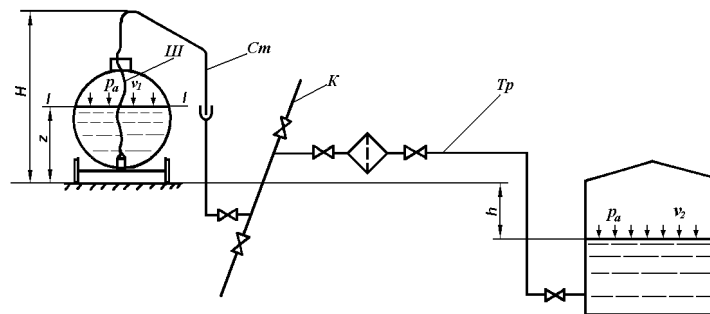


Рис. 8 – Схема самопливного зливу нафтопродуктів через сифон

Ручний насос служить для заповнення зливної магістралі рідиною й очищення цистерн від залишок нафтопродукту, що зливається. Для цього ручним насосом відкачують повітря зі зливного трубопроводу доти, доки під дією атмосферного тиску нафтопродукт із цистерни не почне надходити до зливального трубопроводу і рукава. Потім відкривають засувку. Зливання нафтопродукту буде відбуватися під дією сифонного ефекту, якщо вага стовпа рідини, в нисхідній частині сифона, перевищує вагу стовпа у висхідній його частині. Повне спорожнення цистерни при зливі нафтопродукту в заглиблений резервуар може бути здійснене самопливом. Зливання нафтопродуктів у наземні резервуари виконують із використанням насосів. Очищення цистерн від залишків нафтопродуктів роблять за допомогою допоміжного рукава і трубопроводу меншого діаметра. Окремі стояки встановлюють на відстані 2,85 м від осі колії на відстані 12 м один від одного.

Застосування окремих стояків на складах ПММ рентабельне у випадках, коли під одночасний зливання надходить до п'яти цистерн. При більшій кількості цистерн, що одночасно зливаються, доцільно споруджувати зливальні естакади.

Підбір трубопроводів зливного стояка проводять з розрахунку середньої швидкості плинущини рідини, яка дорівнює

$$v_{\text{ст}} = 1,5 - 2,5 \text{ м/с.}$$

У процесі зливання нафтопродуктів навколишнє повітря через відкриті горловини насичується (особливо в літню пору) парами. Тому зона зливання є пожежо- і вибухонебезпечною. Вона відокремлюється від сусідніх зон водовідвідним кюветом. Залізничні зливні устрої розміщують від резервуарів на відстані 30 м для складів I категорії, II і III категорій – 20 м, зливно-наливні причали – відповідно на відстані 75 і 50 м.

Найбільш ефективним пристосуванням для механізації операцій нижнього зливу масел з залізнично-дорожніх вагонів-цистерн є установка типу УСН 150/175. Пристрій призначений для нижнього зливу нафти, нафтопродуктів та інших рідин із залізничних вагонів-цистерн з універсальним зливним пристроєм. Конструкція пристрою у вигляді системи шарнірно зчленованих труб забезпечує закриту систему зливу, легкість і зручність в роботі, надійність і безпеку проведення зливоналивних операцій.



## **2. Пристрої підігріву зливних пристроїв.**

Задля економії часу зливання в'язких нафтопродуктів, особливо в зимній період, на складі ПММ проводять їхнє підігрівання. При цьому можуть використовуватися найрізноманітніші методи й засоби. Найбільшого поширення набули парові й електричні підігрівники.

Переносні парові підігрівники складаються з секцій спірально зігнутих труб. Секції підігрівника з'єднані між собою паралельно. Габарити парового підігрівника дозволяють вводити його в цистерну через верхню заливну горловину, використовуючи для цього спеціально змонтований підйомник.

У парових підігрівниках використовується перегрітий водяний пар із тиском до 0,5 МПа, внаслідок чого в них висока пожежна безпека. Проте невелика поверхня нагрівання, невелика ефективність теплопередачі від трубок підігрівника до нафтопродукту і відсутність перемішування продукту, який

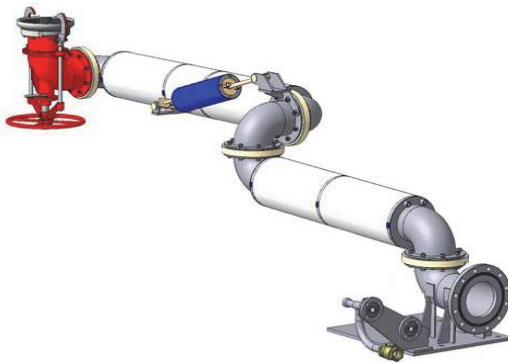
розігрівається, обумовлюють тривалий час розігріву, а в цистернах після зливання залишається значна кількість нафтопродукту.

Електричні переносні підігрівники являють собою каркас із сталевих дротів, на які натягнуті фарфорові ізолятори зі спіральною гвинтовою канавкою. В ці пази прокладений металевий провідник, що має високий питомий електричний опір. Кінці нагрівальних обмоток виведені на торцеву панель. Вони можуть бути сполучені зіркою або трикутником і підімкнені до джерела трифазного змінного струму.

Існують і секційні електричні підігрівники. Вони мають вигляд круглих (або плоских), шарнірно з'єднаних двох (або трьох) секцій. У міру розігрівання нафтопродукту секції розкриваються, збільшуючи тим самим зону конвективного нагрівання, що вигідно відрізняє їх від круглих електричних підігрівників.

Для безпечної експлуатації електричних підігрівників усі металеві частини естакади, трубопровідну арматуру, залізничні цистерни і рейки надійно заземлюють. Залізничний тупик, на якому відбувається електричне розігрівання нафтопродуктів, має бути від'єднаний від інших залізничних колій електроізоляційними стиками. Вся мережа підвідних проводів повинна задовольняти правила безпечної експлуатації електричних споруджень

Установка використовується в складі зливного комплексу з незалежним розігрівом продукту в цистерні. Застосування парової сорочки з теплоізоляцією на трубопроводах установки дозволяє компенсувати тепловтрати в процесі зливу. За допомогою конденсатовідвідника без пропуску пари можна безпечно відводити відпрацьований конденсат. Оригінальні роликові шарніри з термооброблених матеріалів підвищують надійність установки і дають можливість виробляти заміну ущільнень без повного розбирання шарнірів. У складі установки використана посилена конструкція шарнірів, що дозволяє збільшити допустиму механічне навантаження від ваги парових сорочок і теплоізоляції.



### **3. Автоматизація процесів зливу-наливу нафтопродуктів.**

Перший рівень автоматизації. Установка включає в себе насос, наливний стояк з наконечником для закритого або відкритого наливу, на якому встановлені два термісторного датчика граничного рівня, клапан-відсікач зі ступінчастим регулюванням витрати (малий, великий), блок управління клапаном, кнопки «Пуск» і «Стоп» для управління.

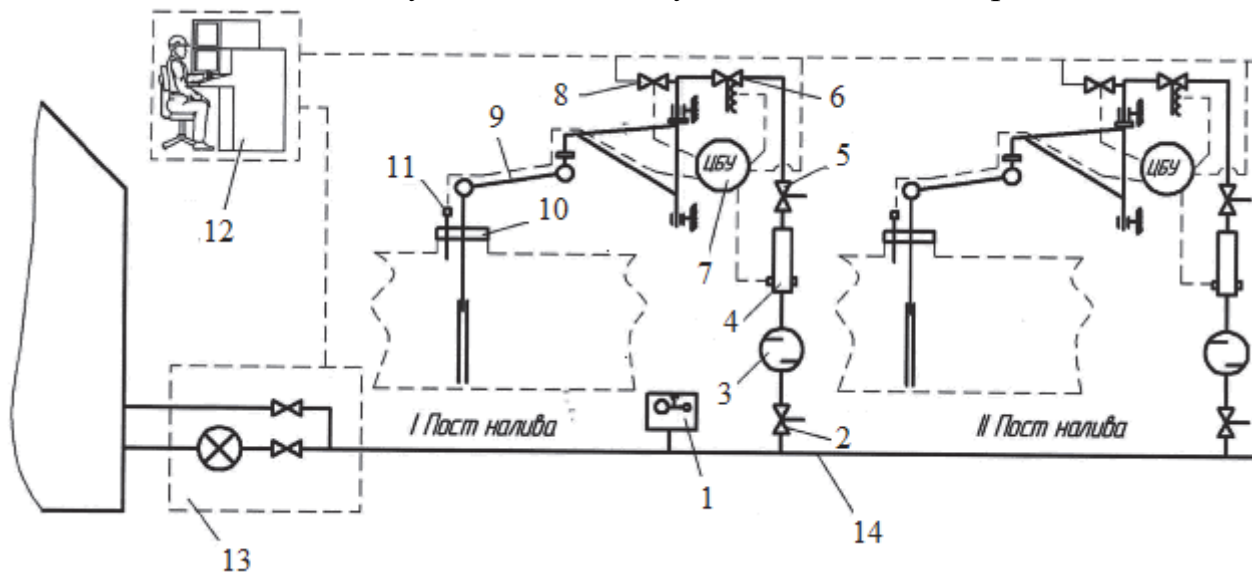
Порядок роботи оператора (водія) на установці з першим рівнем автоматизації:

- встановити цистерну під налив і приєднати кліщі заземлення;
- піднятися по сходах на площадку, перекинути трап для переходу на цистерну, відкрити заливний люк;
- встановити і закріпити наливний наконечник в люку автоцистерни;
- перейти на майданчик установки і шляхом натискання кнопки запустити процес наливу, який відбувається за наступним алгоритмом. При натисканні кнопки «Пуск» сигнал надходить на блок управління пілотними клапанами отсежного клапана, який виробляє сигнал на включення насоса і відкриття клапана-отсекателя на малій витраті. Величина і час роботи установкина малій витраті встановлюються при запуску останньої в експлуатацію.

Після закінчення часу роботи на малій витраті блок управління переводить отсежний клапан на номінальну продуктивність, з якою установка працює до спрацьовування першого датчика рівня, розташованого на наливному наконечнику.

При надходженні сигналу від першого датчика рівня блок управління переводить клапан в режим малого витрати, який триває до спрацьовування другого датчика рівня. При надходженні сигналу від другого датчика рівня блок управління закриває отсежний клапан і вимикає насос. За потреби водій (оператор) шляхом натискання кнопки «Стоп» може в будь-який момент зупинити процес наливу. При цьому блок управління виробляє сигнал на закриття клапана і відключення насоса.

Схема установки наливу залізничних цистерн.



- 1 - газовідділювач; 2 - ручна засувка для відключення поста наливу; 3 - фільтр очищення рідини; 4 - витратомір; 5 - ручна засувка для аварійного перекриття потоку; 6 – клапан відсікання; 7 - центральний блок управління постом наливу; 8 - клапан переривання; 9 - шарнірний трубопровід; 10 - наливну наконечник з телескопічною наливний трубою; 11 -

датчик рівня продукту; 12 -керуючий комп'ютер центральної операторної; 13 - насосна станція; 14 - напірний колектор