

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

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни «Засоби транспортування, зберігання та застосування  
пально-мастильних матеріалів»  
вибіркових компонент  
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

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

**за темою № 2 – Призначення та устрій основних засобів зберігання ПММ**

**Кременчук 2023**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 30.08.2023 № 7

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького льотного коледжу  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 28.08.2023 № 1

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 28.08.2023 № 1

**Розробник:**

*Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач - методист Давітая О. В.*

**Рецензенти:**

- 1. Доцент кафедри автомобілів та тракторів Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, к.т.н., доцент Павленко О. В.;*
- 2. Професор навчального відділу КЛК ХНУВС, к.х.н., доцент Козловська Т. Ф.*

## План лекції

1. Класифікація складів та їх загальна характеристика
2. Генеральний план складу
3. Територія і зони складу
4. Планування постачання авіаПММ
5. Резервуарний парк.
6. Класифікація резервуарів
7. Типові конструкції РВС
8. Резервуари з плаваючою покрівлею та понтонами
9. Типові конструкції РГС
10. Сфероїдальні резервуари
11. Неметалеві резервуари

## Рекомендована література:

### Основна

1. Григоров А. Б. Зберігання нафти та нафтопродуктів в умовах нафтобаз : Харків-Тернопіль : НТУ ХПІ : Крок, 2022. 184 с.  
URL : <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/00644d5b-4e34-4e74-8f23-f66382bf4809/content> (дата звернення: 19.07.2023).
2. Технологічні операції з ПММ: навч.посіб./Н.І. Нальотова та ін. Горішні плавні: ПП Олексієнко В.В., 2019.101с.  
Зберігання та дистрибуція нафти, нафтопродуктів і газу : навч. посіб. / Л. Н. Ширін та ін. Дніпро, 2019. 306 с.  
URL : [https://tst.nmu.org.ua/ua/185/%D0%90%D0%93%D0%9D%D0%9A%D0%A1/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%B7%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20\\_12.12.2019\\_.pdf](https://tst.nmu.org.ua/ua/185/%D0%90%D0%93%D0%9D%D0%9A%D0%A1/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%B7%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20_12.12.2019_.pdf) (дата звернення: 19.06.2023).

### Додаткова

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

## Текст лекції

### 1. Класифікація складів та їх загальна характеристика

Сучасний аеропорт цивільної авіації являє собою велике авіатранспортне підприємство, оснащене складною сучасною технікою, до задач якого відносяться регулярний прийом, відправлення й обслуговування повітряних судів (ПС), пасажирів і вантажів. Внаслідок високих вимог, що їх вимагає

забезпечення регулярності й безпеки перевезень, служба ПММ займає особливе місце в експлуатаційній діяльності підприємств цивільної авіації.

Потреба в нафтопродуктах середнього аеропорту обчислюється сотнями тонн і десятками найменувань. Склади ПММ авіаційних підрозділів забезпечують паливом, мастильними матеріалами і спецрідинами не тільки ПС, але й авіаційну наземну техніку обслуговування. Номенклатура і кількість авіаПММ, що витрачаються, залежать від категорії аеропорту та річного обсягу перевезень. На сьогодні аеропорти забезпечують такі види польотів:

- транспортні (повітряні перевезення пасажирів, вантажів і пошти);
- обслуговування різноманітних галузей народного господарства;
- навчально-транспортні польоти;
- перегонні польоти (доставка ПС на ремонт і з ремонту, до нового місця базування).

До основних характеристик роботи аеропорту відносять:

- річний обсяг перевезень;
- інтенсивність руху ПС за типами;
- приписний парк літаків за типами.

Правильний вибір організаційної схеми забезпечення аеропорту ПММ, а також необхідного комплексу споруджень і устаткування складу ПММ може бути здійснений, якщо обґрунтована потреба аеропорту в нафтопродуктах по сортах і кількості, інтенсивність руху літакового парку за типами протягом кожної доби, а також визначені засоби доставки нафтопродуктів і їхні постачальники.

При визначенні місткості резервуарного парку складу ПММ і номенклатури устаткування доцільно виходити з того, що склад повинний забезпечувати кондиційними ПММ і спеціальними рідинами літаки і гелікоптери аеропортів, авіаційно-технічні бази, стаціонарні і рухливі установки, агрегати і механізми, що знаходяться в безпосередньому веденні аеропорту, або інших підприємств цивільної авіації, що базуються на його території.

За своїми функціональними можливостями склади можуть бути *витратними і перевалочними*.

У кожному аеропорті передбачається, як правило, один *витратний* склад, що забезпечує такі технологічні операції:

- прийом ПММ;
- перекачування пального по внутрішньоскладських і зовнішніх трубопроводах;
- фільтрацію пального при прийомі до резервуарів;
- зберігання ПММ;
- відстоювання авіаПММ у резервуарах і виведення відстою;
- верхній забір пального з видаткових резервуарів;
- фільтрацію і водовідділення авіапального перед їхньою подачею до стаціонарних і пересувних засобів заправки;

- видачу ПММ для заправки літаків (рухомими і стаціонарними засобами) і для інших потреб аеропорту;
- видачу автотракторних ПММ;
- добавлення до пального спеціальних присадок;
- контроль якості ПММ у процесі прийому, зберігання і видачі;
- підрахунок кількості прийнятих ПММ, а також таких, що зберігаються та відпускаються;
- скорочення втрат, збирання та утилізація ПММ;
- підігрівання мастил і води, впорядкування сумішей авіамастил;
- збирання, зберігання і відвантаження відпрацьованих нафтопродуктів;
- охорону навколишнього середовища.

*Перевалочні* склади ПММ створюються в аеропортах, де відсутні залізничні колії (внаслідок неможливості або неекономічності їхнього спорудження). Перевалочний склад у таких випадках будується біля залізничних колій загального користування або біля причалів (при доставці авіаПММ водним шляхом).

Корисна місткість перевалочного складу повинна забезпечувати прийом і зберігання запасу пального, що зливають з потягу або танкера. До задач перевалочного складу відносять:

- прийом авіаПММ;
- короточасне зберігання ПММ;
- перекачування ПММ по внутрішньоскладських і зовнішніх трубопроводах;
- контроль якості ПММ і спецрідин при прийомі, зберіганні і видачі;
- видача ПММ до транспортних засобів;
- підрахунок кількості прийнятих ПММ, а також таких, що зберігаються та відпускаються;
- охорона навколишнього середовища.

Перевалочні склади створюють також у місцях перевалки ПММ з одного виду доставки на інший.

Залежно від ємності резервуарного парку склади ПММ розподіляють на три категорії :

Категорія	Загальна місткість, м <sup>3</sup>
I	100000
II	20000 - 100000
III	до 20000

До загальної місткості складу відносять місткість резервуарів і нафтопродуктів у тарі. Місткість проміжних резервуарів у зливно-наливних залізничних естакадах і водяних причалах, а також видаткові місткості при котельних і дизельних електростанціях до загальної ємності не входять.

Чим більше обсяг перевезень в аеропорті, тим більше середньодобова витрата авіапального і місткість складу. Орієнтовані дані по місткості складу ПММ залежно від класу аеропорту наведені в табл.

Найменування	Клас аеропорту				
	I	II	III	IV	V
Місткість складу ПММ, м <sup>3</sup> з урахуванням виду доставки	12700–19700	8000–9700	3500–5300	1000–1325	250–550
Середньодобова витрата пального, м <sup>3</sup> /доб	1000–1500	500–300	200–300	50–100	10–30

*Вибір земельної ділянки під територію складу пально-мастильних матеріалів*

Ділянка землі під територію складу повинна відповідати цілому ряду вимог і обставин. При її виборі повинні враховуватися економічні, гідрологічні та ситуаційні чинники, а також засіб доставки авіаПММ. Одним із найважливіших умов при виборі майданчика під будівництво складу ПММ є приєднання його території до транспортних магістралей. Ділянка повинна забезпечувати зручне відведення зливальних і каналізаційних вод, що не чинить шкоди навколишньому середовищу. За гідрологічними умовами бажано, щоб майданчик під забудову був з корінних порід, здатних витримувати навантаження не менше за 0,2 МПа. Майданчик варто вибирати з підвітрового боку від населених пунктів і сусідніх споруд, щоб пари нафтопродуктів не переносилися на житлові будинки, об'єкти з відкритим вогнем і виробничі помешкання. З цією метою за даними місцевих метеорологічних станцій складається роза вітрів, що показує переважний напрямок вітру на цій місцевості. Щоб запобігти поширенню вогню при розтіканні нафтопродуктів по воді, склади ПММ, що знаходяться на берегах рік, доцільно розташовувати нижче за течією (не менше ніж на 100 м) від найближчих населених пунктів, причалів, річкових вокзалів і місць постійної стоянки судів, гідротехнічних споруджень, електростанцій.

Мінімальні відстані від меж складу ПММ до різноманітних зовнішньоскладських об'єктів

Об'єкти, до яких визначається відстань	Мінімальні відстані від меж складу ПММ, м	
	Склад I категорії	Склад II і III категорій

Будови та спорудження сусідніх промислових підприємств	100	40
Лісові масиви хвойних порід	100	50
Лісові масиви листкових порід	20	20
Склади лісових матеріалів, волокнистих речовин, торфу, сіна, соломи, а також ділянок масового залягання торфу	100	50
Межа полоси відведення залізниці загальної мережи:		
на станціях	100	80
на роз'їздах та платформах	80	60
на перегонах	50	40
Межа смуги відведення автомобільних шляхів:		
I, II і III категорій	50	30
IV і V категорій	30	20
Житлові та загальні будівлі населених пунктів	200	100
Роздавальні колонки автозаправних станцій загального користування	Не менше 1,5 висоти опори від осі траси	
Повітряні лінії електромереж з напругою більше 1000 В		

У разі потреби розташування складу ПММ вище за течією ріки необхідно додержуватись таких відстаней від перерахованих об'єктів:

для складів I категорії – не менше 3000 м;

для складів II категорії – не менше 2000 м;

для складів III категорії – не менше 1500 м.

При розташуванні складу на березі при відстані більше за 200 м від води зазначені вимоги можна не враховувати. Площа, необхідна під забудову складу, обирається залежно від ємності резервуарного парку.

З метою дотримання встановлених розривів між об'єктами складу площа забудови для складів ПММ I категорії повинна бути не менше за 30 %, для складів II і III категорій – не менше 25 % і 20 % відповідно. Розташування складу ПММ повинно відповідати вимогам розділу "Склади нафти и нефтепродуктов". Зокрема рекомендовані відстані до різноманітних об'єктів поза складом ПММ наведені в табл.

Відстань від меж складу ПММ до різноманітних об'єктів аеропорту

Об'єкти аеропорту	Мінімальні відстані від меж складу ПММ, м	
	Категорія складу	
	I	II, III

Перони	100	80
Місця стоянок літаків	100	80
Рульові доріжки	80	60
Злітно-посадочні смуги	200	150
Споруди авіаційно-технічної бази (АТБ), авіаційно-ремонтні заводи (АРЗ), вантажні склади	100	40
Склади ПММ	200	100
Аеровокзали, готелі	200	100

Рекомендовані відстані від наземних резервуарів до будівель і споруд складу ПММ

Найменування будівель та споруд складу ПММ	Відстані від наземних резервуарів, м	
	Категорія складу	
	I	II, III
Зливно-наливні причали та пірси	75	30
Залізнична зливна естакада, складські будови для нафтопродуктів у тарі	30	20
Пункти наливання паливозаправників (ПЗ), насосні станції, будівлі та майданчики для вузлів засувок насосних станцій, розливні для масел, майданчики для зберігання нафтопродуктів у тарі	30	15
Водопровідні та протипожежні насосні станції, протипожежні водойми (до люка резервуара або місця забору води з водойми)	40	40
Будівлі та споруди з виробничими процесами із застосуванням відкритого вогню (котельні, зварювальні пости та т. ін)	60	40
Інші будівлі та споруди складу	20	20

При розташуванні об'єктів складу ПММ на його території необхідно забезпечити необхідні санітарні і протипожежні розриви. Рекомендовані відстані між об'єктами і спорудженнями складу приведені в табл. 1.6. Після вибору ділянки під будівництво складу ПММ складають схематичний ситуаційний план із вказівкою прив'язки до залізничних колій та інших об'єктів. Після здійснення всіх робіт розробляється генеральний план складу ПММ, в якому показують розташування об'єктів складу ПММ на відведений для будівництва території.

## 2. Генеральний план складу ПММ.

При розробці генерального плану необхідно здійснювати не тільки горизонтальне планування об'єктів. Генеральний план складу ПММ повинен враховувати метеорологічні умови, рельєф місцевості, геологічні та



гідрологічні особливості цієї ділянки, наявність автотранспортних і залізничних колій.

Основою для розробки генерального плану є ситуаційний план району, виконаний у певному масштабі (1:5000 або 1:1000). Для зручності розміщення об'єктів складу на план наносять розу вітрів, а при необхідності й координатну сітку. Генеральний план складу komponують за зональним принципом, тобто розташовують усі об'єкти складу в єдиній технологічній лінії, об'єднуючи технологічне устаткування, будівлі та споруди в умовні зони (рис.1)

На складі ПММ можна виділити такі зони:

- зона прийому авіаПММ;
- зона зберігання ПММ;
- зона видачі авіаПММ;
- зона службово-виробничих споруд;
- зона перспективної забудови.

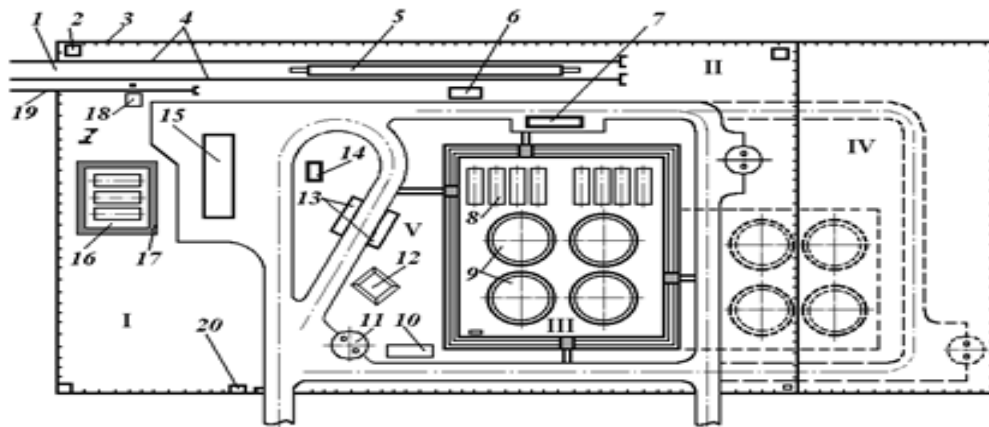


Рис. 1 Генеральний план складу ПММ

I – зона службово-виробничих забудов; II – зона прийому ПММ; III – зона зберігання; IV – зона перспективної забудови; V – зона видачі нафтопродуктів. 1 – в'їзні ворота залізничних колій; 2 – сторожовий пост; 3 – огорожа території складу; 4 – залізничний тупик для зливу пального і спеціальних рідин; 5 – зливальна естакада; 6 – пункт попередньої фільтрації; 7 – насосна станція; 8 – горизонтальні резервуари; 9 – вертикальні резервуари; 10 – нафтопастка; 11 – пожежний ставок; 12 – пункт зливу відстою; 13 – пункт наливу паливозаправників; 14 – трансформаторна підстанція; 15 – блок службово-виробничих приміщень; 16 – мастилоосховище; 17 – обвалування; 18 – пункт зливу мастил; 19 – залізничний тупик для зливу масел; 20 – контрольно-пропускний пункт

Допоміжні об'єкти і спорудження складу ПММ призначені для прийому, зберігання, підготовки і видачі мастильних матеріалів, спеціальних рідин і гарячої води, які необхідні для технічного обслуговування літаків і аеродромної техніки. До них відносять: лабораторію контролю якості ПММ, санітарно-профілактичний і службово-підсобний вузли.

### 3. Територія і зони складу. Планування постачання авіаПММ

Зона прийому (авіаПММ) включає майданчик для зливу палива з автоцистерн і майданчик для розвантаження ПММ в тарі. Майданчик для зливу

палива з автопаливоцистерн (АПЦ) або ПЗ може перебувати поза зоною складу.

Паливо в резервуари складу перекачують насосом АПЦ (автомобільної паливної цистерни) або ПЗ з використанням їх рукавів або по трубопроводах, виведеним від резервуара за межі складу. При доставці палива в АПЦ, які не мають власних систем перекачування, для зливу використовують механічний або ручний насос. Паливо приймають в підготовлені резервуари.

При зливі палива не допускається змішування палив різних сортів і заповнення ємностей понад установлений обсяг (з урахуванням температурного розширення палив).

Величину недоливу в літрах можна підрахувати за формулою [1]:

$$V_H = \alpha V_p (t_p - t_r) \cdot 100,$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт об'ємного розширення палива при нагріванні ( $\alpha = 0,00085 \dots 0,0010$ );  
 $V_p$  - повний обсяг резервуара, м<sup>3</sup>;  $t_p$  - максимально можлива температура палива в резервуарі, °С;  $t_r$  - температура палива, що зливається °С.

Наближено приймають значення недоливу палива до верхнього кордону ємності для горизонтальних резервуарів 200 мм, бочок - 50-70 мм, контейнерів - 70-100 мм, бідонів - 40 мм.

На ділянці прийому повинен бути встановлений приймальний сітчастий фільтр для захисту систем перекачування від можливого попадання сторонніх предметів (болти, гайки і великі механічні домішки).

За насосом встановлюють фільтр з тонкістю фільтрації 40 мкм (ТФ-2М), відповідну запірну арматуру і лічильники. Все обладнання ділянки зливу розміщують на бетонному або брукованому майданчику у узбіччя.

Місце установки АПЦ має мати горизонтальну площадку зі щебенчатим покриттям і мати ухил до приймального каналізаційного люку.

Кожне місце зливу оснащують заземлювальним пристроєм, яке складається з приєднувального пристрою, ручки, струмовідводу і штиря заземлення. Штир заземлення виготовляють з металевого стержня довжиною 200-250 мм, діаметром 4-6 мм. Струмовідвід виконують з гнучкого троса діаметром 2,5-3 мм. Ручка (з дерева або пластмаси) служить для захисту від ураження обслуговуючого персоналу електричним струмом при приєднанні і відключенні заземлювального пристрою.

Для створення єдиного електричного ланцюга між автоцистерною і землею в твердому покритті встановлюють спеціальні заземлення електроди - металеві труби діаметром 100-120 мм і довжиною 2,5 м, забиті в ґрунт. На верхньому кінці труби приварюють контактний пристрій, що забезпечує надійний контакт штиря заземлення з заземненим електродом.

Для заземлення наземних трубопроводів через кожні 200 м розташовують сталеві електроди довжиною 2,5 м. У місцях фланцевих з'єднань трубопроводу з насосами, фільтрами, засувками використовують перемички з мідного дроту.

*Зона зберігання авіа ПММ.* До основних споруд даної зони відносяться:

- резервуари для зберігання палива;
- майданчики для зберігання палива і оливи в тарі;

- під'їзди для пожежних автомашин;
- споруди пожежного інвентарю;
- засоби захисту від блискавки та статичної електрики (заземляючі пристрої).

Зона зберігання є найбільшою серед інших зон і в основному визначає площу території складу.

Для запобігання розтікання палива по території складу при руйнуванні резервуара і забезпечення пожежної безпеки резервуарна група відокремлюється від решти території безперервним земляним валом висотою 1 м і шириною по верху не менше 0,5 м.

Вільний від забудови обсяг обвалованої території, утворений між внутрішніми відсіками обвалування або огорожувальними стінами, визначають по розрахунковому обсягу рідини, що розливається, рівному номінальному об'єму найбільшого резервуара в групі або окремого розташованого резервуара. Висота обвалування повинна бути на 0,2 м вище рівня розрахункового обсягу рідини, що розлилася. Земляний вал повинен витримувати навантаження від гідростатичного тиску рідини, що розлилася.

Зона зберігання повинна мати хороше водовідведення, для чого рекомендовано виготовляти кювети: один - всередині обвалування, другий – по зовнішньому периметру. Для випуску дощових і талих вод із зони обвалування споруджують спеціальні пристрої, за допомогою яких можна видалити воду, що скупчилася за зону обвалованої ділянки.

Для входу на територію резервуарної групи на земляному валу обладнають сходи-переходи. Для зручності обслуговування наземних горизонтального резервуарів, встановлених на складі, їх обладнають сходами і перехідними площадками. Сходи виготовляють з незгораємого матеріалу і з поручнями.

АвіаПММ в тарі можна зберігати в спеціальному приміщенні, під навагою або на відкритому майданчику, наземно або в обладнаній для цього траншеї.

При зберіганні авіаПММ необхідно забезпечити такі умови, щоб максимально скоротити втрати авіаПММ від випаровування і витоків, виключити можливість забруднення механічними домішками, обводнення, пересортиці і погіршення якості авіаПММ.

Бідони і бочки розподіляють по сортах нафтопродуктів, що знаходяться в них. Навпроти кожного сорту встановлюють таблички, в яких вказують сорт авіаПММ, дату їх надходження, кількість упаковок (бочек, бідонів, каністр і т. д.). Бочки зберігають в положенні лежачи (якщо пробки в обичайках) або стоячи (якщо пробки в днищах). Допускається укладання бочок не більше ніж у два ряди. У разі розміщення бочок більш ніж в два ряди між ними через два ряди повинен бути прохід шириною не менше 1 м. При необхідності бочки можна встановлювати в два яруси на дерев'яних настилах.

Видача авіаПММ в тару в зоні зберігання не дозволяється. Порожню тару зберігають покладену штабелями отворами вниз з закритими пробками в спеціально відведених місцях. Тарні сховища обладнають вимощеннями і водовідвідних лотками.

Для забезпечення пожежної безпеки зона зберігання повинна бути віддалена від інших споруд на певні відстані від резервуарів залежності від категорії складу авіаПММ.

*Зона видачі* служить для наповнення ПЗ, видачі тарних нафтопродуктів і заправки палива в баки ПС.

Зону обладнають під'їзними шляхами, як правило, за межами складу, на території складу розміщують засоби перекачування авіаПММ і трубопровідні комунікації або рукава, з'єднані з резервуаром.

Паливо зі складу може видаватися за допомогою системи централізованої заправки літаків або малогабаритних заправних засобів безпосередньо в баки ПС або в ПЗ. При видачі палива не допускають перелив.

Ділянка наливу ПЗ оснащують гідроамортизаторами, пристроями заземлення та наконечником для приєднання до штуцера нижнього наливу.

Переваги застосування нижнього наливу (в порівнянні з верхнім):

- потрібно менше капітальних і експлуатаційних витрат;
- простіше і зручніше в експлуатації;
- потрібна площадка менших розмірів для розміщення роздавальних пристроїв;
- виключається можливість забруднення палива при заправці в несприятливих погодних умовах;
- зменшується можливість протоки палива;
- забезпечується надійний електричний ланцюг (заземлювач - ПЗ - ділянка видачі палива);
- зменшується електризація палива.

Паливо в ПЗ слід наливати в суворій відповідності з технічними характеристиками по максимально допустимій приємності наповнення ПЗ.

*Зона допоміжних споруд* включає в себе спорудження, призначені для обслуговування основних об'єктів складу.

До даної зони відносяться:

- виробничо-технічна ділянка;
- ділянка зберігання запасних частин;
- майданчик зберігання порожньої тари;
- майданчик збору відстою палива і відпрацьованих олив.

Зону допоміжних споруд розташовують поблизу в'їзду на склад, виходячи з технологічних особливостей роботи складу і забезпечення максимальних зручностей експлуатації.

Планування постачання авіаПММ

#### **4. Планування постачання авіаПММ**

*Види поставок.* Періодичність і особливості планування поставок авіаПММ підприємств цивільної авіації залежать від форми (виду) поставок. Існують два види поставок: централізовані (транзитні) і децентралізовані (депоставки).

При централізованих поставках авіаційні ПММ і спецрідини доставляються від постачальників безпосередньо за адресою аеропортів-споживачів, як правило, залізничним або водним транспортом за планами. Основні обсяги авіаційних палив, олив, противодокристалізаційних і спеціальних рідин підприємствам цивільної авіації постачають в централізованому порядку.

При централізованих поставках безпосереднє постачання споживачів проводиться за місячними планами.

При децентралізованих поставках відпустка продуктів відбувається, як правило, з місцевих баз постачальників. Доставка продуктів споживачам проводиться переважно автотранспортом. При значних обсягах поставок і віддаленості безпосередніх постачальників доставка може бути виконана по залізниці або водним шляхом за адресою аеропорту. Планування перевезень в цьому випадку проводиться місцевими органами постачальників на підставі заявок споживачів.

Нафтобази-постачальники зобов'язані видавати споживачам продукти, які повністю відповідають за своїми якісними показниками вимогам ГОСТів або ТУ.

Поставка авіаПММ і спецрідин з місцевих баз або відвантаження їх транспортними засобами з пунктів виробництва, перевалка з баз спеціального зберігання безпосередньо в адреси споживачів називається *постачанням*.

Терміни відвантаження і кількість відвантажених авіаПММ обумовлюють в спеціальному договорі, який укладається між підприємствами ЦА і поставниками. Відповідно до цього договору сторони беруть на себе матеріальну відповідальність за виконання зобов'язань щодо поставок. В договорі обмовляється також порядок і місце здачі авіаПММ.

Кількість нафтопродуктів, що відвантажуються в залізничні вагони-цистерни або танкери, вказують в транспортних документах. Кількість нафтопродуктів, зданих по трубопроводу, визначають виміром продукту в прийомних резервуарах. Висоту наливу продукту в ж/д цистернах визначають виміром, а обсяг продукту - зі спеціальних калібрувальних таблиць в залежності від типу цистерн.

Для визначення кількості продукту в вагових одиницях у всіх випадках визначають фактичну густину проби, відібраної з транспортного засобу.

Кількість авіаПММ, що відвантажуються постачальником морським або річковим тоннажем, визначають по вимірах берегових резервуарів, що мають калібрувальні таблиці, затверджені в установленому порядку, а при відсутності зазначених таблиць і при довжині трубопроводу понад 2 км – по вимірам ємностей судна, що має калібрувальні таблиці, затверджені в установленому порядку.

Кількість авіаПММ, що відпускаються з нафтобаз, визначається або шляхом зважування на вагах нафтобази, або шляхом об'ємного вимірювання і засвідчується представником підприємства ЦА в приймально-здавальному документі.

При відвантаженні авіаПММ в автоцистерни підприємства ЦА останнє має подати постачальнику паспорт на калібрування автоцистерн, підписаний в установленому порядку.

Після закачування авіаПММ при відвантаженні в транспортні засоби горловини останніх, як правило, пломбують. При відвантаженні авіаПММ транзитом до транспортних документів докладають паспорт, що засвідчує якість авіаПММ, із зазначенням номера ГОСТу або ТУ. Дані, записані в паспорт, визначають по середній пробі партії. Причому для аналізу відбирають дві проби: по одній визначають фізико-хімічні константи, інша проба (контрольна) зберігається у постачальника на випадок виникнення спору про якість продукту. Дані паспорта можуть бути оскаржені шляхом перевірконого аналізу контрольної проби в нейтральній лабораторії.

При відвантаженні маршрутом (відвантаження ешелону в одну адресу) паспорт докладають в п'яти примірниках. За не докладання до транспортних документів паспорта про якість авіаПММ при транзитних відвантаженнях одержувач стягує з постачальника штраф. У цьому випадку паспорт повинен бути додатково висланий в п'ятиденний строк з дня отримання вимоги одержувача. При невідправці паспорта в цей термін штраф стягується в подвійному розмірі.

Паспорт якості після наливу цистерни, як правило, вкладають під ковпак разом з накладною і залізничної квитанцією.

При відпустці авіаПММ з нафтобаз паспорт про якість видається по вимозі споживача.

На відвантажене авіаПММ нафтобази (до початку відпустки) відбирають з резервуара контрольну пробу в порядку, передбаченому діючим ГОСТом, яка представляє собою об'єднану пробу з усього обсягу нафтопродукту, що зберігається в резервуарі. Якщо мав місце доливання резервуара, то контрольну пробу відбирають безпосередньо після доливання продукту. Якщо під час приймання продуктів з нафтобази (як з резервуара, так і в тарі) у представника споживача (аеропорту-одержувача) виникає сумнів в якості авіаПММ, то при його участі відбирають дві проби, які опечатує нафтобаза. Ярлики на пробах підписують представники сторін із зазначенням дати їх відбору. Відбір проб оформляють актом за підписом посадових осіб, які брали участь у відборі проб. Одна проба передається представнику аеропорту, а інша залишається на нафтобазі і служить контрольною пробой при вирішенні спору про якість відгружених авіаПММ. Контрольні проби зберігаються протягом строків, передбачених діючими ГОСТами.

Для забезпечення заправки якісним паливом необхідно передбачати:

- будівництво фільтраційних пунктів на нафтобазах постачальників, що забезпечують подвійну фільтрацію і водовідведення видаваного авіапалива;
- доставку палива на склади авіаПММ спеціальним транспортом підприємства, яке обслуговує авіапідрозділ;
- забезпечення третього ступеня фільтрації палива на місцях заправки його в баки ПС;

- проведення представниками складу авіаПММ і командиром ПС контролю якості палива.

## 5. Резервуарний парк

Резервуари є невід'ємною частиною будь-якого складу ПММ. На території нафтобази резервуари для нафтопродуктів розміщуються групами, утворюючи резервуарні парки.

*Резервуарний парк* - група (групи) наземних резервуарів, призначених для зберігання нафти і нафтопродуктів і розміщених на території, обмеженою по периметру обвалуванням або огорожувальною стінкою.

Резервуарні парки пов'язані комунікаціями і технологічними зливо-наливними процесами з прийому та відвантаження нафти і нафтопродуктів з основними технологічними зонами нафтобази.

Розміщуються резервуарні парки на території нафтобази з урахуванням раціонального варіанту проведення технологічних операцій, тобто бажано використовувати рельєф місцевості для проведення операцій самопливом. З протипожежних міркувань все ж рекомендується по можливості розміщувати резервуари в знижених місцях території.

Резервуарний парк або кожен окремий резервуар повинні бути по периметру укладені в земляне обвалування.

Розрахунковий обсяг обвалування повинен розміщувати обсяг рідини, що розлилася з найбільшого резервуара в групі. Висота обвалування або захисної стінки повинна бути на 0,2 м вище рівня розрахункового обсягу рідини, що розлилася, але не менше ніж 1 м для резервуарів ємністю до 10000 м<sup>3</sup> і не менше 1,5 м для резервуарів більшої місткості. Ширина земляного обвалування по верху повинна бути не менше 0,5 м, величина скосу 1: 1,5. Товщина бетонних або цегляних стін, які вигідно відрізняються обвалування, приймається розрахунком і повинна витримувати гідростатичний тиск, що розлилися нафти або нафтопродукту.

Якщо резервуарний парк розміщується на підвищеній місцевості, то в цьому випадку повинне передбачатися подвійне обвалування одне всередині іншого з відстанню по осях, рівною 20 м. Якщо резервуари розташовуються на узгір'ях, то подвійне обвалування передбачається на схилах і в нижній частині схилу. У верхній частині косогору повинна бути передбачена нагірна канава для відводу зливових і талих вод. Відстань від внутрішніх укосів обвалування до стінок резервуарів повинно прийматися не менше 3,0 м. Для резервуарів ємністю 10000 м<sup>3</sup> і вище - не менше 6 м.

Резервуари рекомендується розташовувати в групі рядами. Більше чотирьох рядів в групі резервуарів передбачати не рекомендується, так як будуть ускладнені умови їх експлуатації і монтажу. Як правило, при розміщенні резервуарів ємністю до 1000 м<sup>3</sup> приймається не більше чотирьох рядів; ємністю від 1000 до 10000 м<sup>3</sup> - не більше трьох рядів; більше 10000 м<sup>3</sup> - не більше двох рядів.

Резервуарний парк потрібно розділяти на групи проміжним валом або стінкою. Місткість групи повинна бути не більше 20000 м<sup>3</sup>. Висота проміжних валів або стінок повинна бути не менше 0,8 м, для резервуарів ємністю до 10000 м<sup>3</sup>, і 1,3 м для резервуарів більшої місткості.

Резервуари місткістю до 400 м<sup>3</sup> можна об'єднувати в одну групу загальною ємністю кожної не більше 4000 м<sup>3</sup>. Відстань між резервуарами в цьому випадку не нормується і приймається з умов, що забезпечують зручність технічного обслуговування резервуарів в період експлуатації. Зазвичай приймається не менше 1 м. Відстань між такими групами резервуарів приймається не менше 15 м.

В межах однієї групи резервуари потрібно відокремлювати внутрішнім обвалуванням:

- кожен резервуар ємністю 20000 м<sup>3</sup> і більше, або менших резервуарів загальною ємністю 20000 м<sup>3</sup>;
- резервуари з маслами і мазутом від резервуарів з іншими нафтопродуктами;
- резервуари для зберігання етилованого нафтопродукту.

Площа дзеркала підземного резервуару не повинна перевищувати 7000 м<sup>2</sup>, групи - 14000 м<sup>2</sup>.

Для кожного резервуара, що знаходиться в експлуатації, повинні бути наступні документи:

- а) технічний паспорт резервуара;
- б) технічний паспорт на понтон;
- в) градуіровочна таблиця резервуара;
- г) технологічна карта резервуара і схема технологічних трубопроводів;
- д) журнал поточного обслуговування;
- е) журнал експлуатації блискавкозахисту, захисту від прояву статичної електрики;
- ж) схема блискавкозахисту і захисту резервуара від проявів статичної електрики.

Кожен резервуар повинен бути оснащений повним комплектом обладнання, передбаченим проектом, в залежності від призначення і умов експлуатації. У паспорті на резервуар наводяться технічні дані на установлене на ньому обладнання.

Резервуари обладнуються відповідно до проектів.

## **6. Класифікація резервуарів**

*За способом розміщення* резервуарів резервуарні парки поділяються на:

- надземні та наземні, обладнуються сталевими вертикальними циліндричними нафтовими резервуарами зі стаціонарної або плаваючою дахом, понтонами або резервуарами спеціальних конструкцій;
- напівпідземні, обладнуються залізобетонними резервуарами з облицюванням всередині сталевим листом або без неї;



- підземні, дозволяють створити значні запаси продуктів при невеликих площах в порівнянні з наземними або напівпідземними;
- підводні, складаються з підводних резервуарів або танкерів, які використовуються в якості резервуарних парків.
- казематний (бетонується, а потім засипається землею) – на випадок війни, природних стихій.

Отже, залежно від розташування резервуара на місцевості виділяють наступні типи (рис. 2):

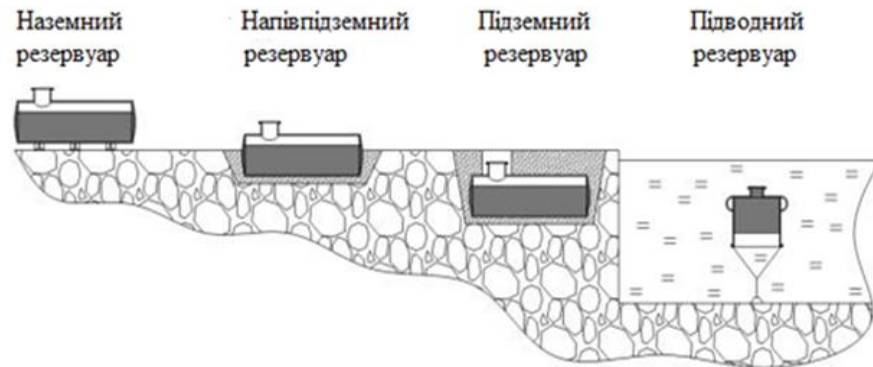


Рис. 2– Типи резервуарів, залежно від розташування

За матеріалом, з якого виготовляють резервуари, вони класифікуються наступним чином:

- залізобетонні;
- металеві;
- неметалеві (гумовотканинні, пластикові, склопластикові і т.д.);
- організовані в природних порожнинах (шахтні, льодогрунтові і т.д.).

За формою корпусу резервуари поділяються на (рис. 3):

- циліндричні, які бувають горизонтальні (мають циліндричний горизонтальний корпус та напівсферичні або плоскі з підсилюючими ребрами днища);
- вертикальні (мають вертикальні циліндричні стінки та плоскі днища і покрівлю);
- каплеподібні;
- кулясті (сферичні);
- прямокутні.



Рис. 3 – Форма корпусу резервуарів

Також важлива класифікація резервуарів *за способом організації даху* (рис. 4), в зв'язку з чим виділяють:

- резервуари з плаваючим дахом;
- резервуари зі стаціонарним дахом і понтоном;
- резервуари зі стаціонарним дахом і без понтона.



Рис. 4 – Циліндричний резервуар зі стаціонарним дахом і понтоном

*За ємністю:*

- малої ємності – до 1 000 м<sup>3</sup>;
- середньої ємності – 1 000, 3 000, 5 000, 10 000 м<sup>3</sup>;
- великої ємності – 20 000, 50 000, 100 000, 120 000 м<sup>3</sup>

Для зберігання легкозаймистих горючих рідин проектується і встановлюються окремо стоячі та групові резервуари. Максимальний об'єм резервуара встановлюється: з плаваючим дахом- 120 тис.м<sup>3</sup>; з постійним дахом - 20 тис.м<sup>3</sup>.

Для зменшення нагрівання від сонячних променів резервуари і нафтопроводи повинні бути пофарбовані фарбами світлих тонів або покриватися металом (при використанні теплоізоляції) зі світловіддзеркалюючими властивостями (алюмінієвий лист, оцинковане залізо і т.п.). Пристрої видалення води з обвалування резервуарного парку повинні підтримуватися в працездатному стані. Забороняється всередині обвалування резервуарів встановлювати запірну арматуру, за винятком пристрою корінних засувок.

На сьогоднішній день найбільше розповсюдження здобули вертикальні наземні резервуари (сталеві або залізобетонні) та горизонтальні сталеві резервуари із наземним та підземним розташуванням.

*Резервуари обладнують:*

- пристроями приймання-роздачі, що мають місцеве або дистанційне керування;

Кількість таких пристроїв визначають в залежності від максимальної продуктивності заповнення і спорожнення. Пристрій приймання-роздачі повинен обладнуватись надійним запірним органом (хлопавка, підйомна труба). Пристрій з хлопавкою, яка має бокове керування, обладнується

запасним тросом. Швидкість руху потоку рідини не більша 2,5 м/с, при заповненні порожнього резервуара – не більше 1 м/с до моменту заповнення кінця патрубку приймання-роздачі.

- дихальною і запобіжною арматурою;

Вибір дихальної арматури залежить від типу резервуару і рідини, яка в ній зберігається. Зокрема, на резервуарах типу ПП (з плаваючою покрівлею), СПП (стаціонарною покрівлею з понтоном) розташовують вентиляційний патрубок з вогнеперешкоджувачем; на резервуарах типу СП (стаціонарною покрівлею без понтона) для зберігання нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів до 93,3 кПа і з тиском у газовому просторі 2 кПа – дихальний і запобіжний клапан з вогнеперешкоджувачем; на резервуарах з СП при атмосферному тиску у газовому просторі для зберігання масел і мазутів – вентиляційний патрубок.

- приладами місцевого або дистанційного вимірювання рівня і температури рідини, що зберігається, автоматичною сигналізацією верхнього і нижнього рівнів;

- пристроями відбору середньої проби;
- пристроями для вилучення підпродуктової води; (сифонні крани)

Для вилучення підпродуктової води резервуари всіх типів оснащуються сифонними кранами. Крани встановлюються на першому поясі стінки резервуара в будь-якому місці по обидва боки від осі люка-лазу на відстані не менше 1 м.

- пристроями для підігрівання в резервуарах високов'язких і застигаючих нафти і нафтопродуктів;

В'язкі нафту і нафтопродукти зберігають в резервуарах, які мають теплоізоляційне покриття і обладнані засобами підігріву, що забезпечують збереження якості рідин та пожежну безпеку.

- пристроями для запобігання нагромадження відкладів у резервуарі; пристроями для зачистки; (розмиваючі головки, гвинтові перемішуючі пристрої)

- світловими і монтажними люками, люками-лазами і патрубками для встановлення обладнання;

Верхній світловий люк забезпечує провітрювання резервуару, підйом хлопавок.

Люки-лази встановлюються для проникнення в резервуар при ремонті, очищенні та для провітрювання.

- пристроями і засобами виявлення і гасіння пожеж;
- пристроями захисту від блискавки, заземлення та захисту від статичної електрики.

На кожен резервуарний парк повинна бути складена технологічна карта по експлуатації резервуарів із зазначенням для кожного резервуару:

- типу резервуара, наявності понтона (плаваючою даху);
- номера резервуара за технологічною схемою;
- фактичної висоти резервуара до верхнього куточка, м;
- фактичної висоти резервуара до врізки пеногенератора, м;

- максимально допустимого рівня нафтопродукту, м;
- мінімально допустимого рівня нафтопродукту, м;
- аварійного рівня нафтопродукту, м;
- максимально допустимої продуктивності закачування,  $\text{м}^3 / \text{год}$ ;
- максимально допустимої продуктивності відкачування,  $\text{м}^3 / \text{год}$ ;
- геометричній місткості резервуара,  $\text{м}^3$ ;
- пропускної здатності дихального клапана,  $\text{м}^3 / \text{год}$ ;
- пропускної здатності запобіжного (гідравлічного) клапана,  $\text{м}^3 / \text{год}$ ;
- типу і кількості дихальних клапанів;
- типу і кількості запобіжних клапанів;
- типу і кількості вогневих запобіжників;
- засоби вимірювання і контролю рівня;
- засоби вимірювання і контролю температури;
- засоби вимірювання маси нафтопродукту.

Технологічна карта повинна знаходитися на робочому місці персоналу, який здійснює оперативні перемикання та відповідального за правильність їх виконання.

Антикорозійний захист резервуарів для нафти і нафтопродуктів повинний виконуватися з урахуванням вимог нормативних документів з урахуванням конструктивних особливостей резервуарів, умов їх експлуатації і необхідного терміну служби.

В процесі експлуатації резервуара піддаються корозії зовнішня і внутрішня сторони.

Для захисту резервуарів від внутрішньої корозії використовуються лакофарбові покриття.

## **7. Типові конструкції РВС**

Для зберігання нафти і нафтопродуктів, хімічних рідин і газів найбільш широко використовуються сталеві циліндричні вертикальні (РВС) і горизонтальні (РГС), а так само сферичні резервуари.

Розглянемо принципові конструктивні рішення цих типів резервуарів. Вертикальні циліндричні резервуари в області нафтовидобутку, транспорту, переробки та зберігання використовується вже майже півтора століття. До речі, перший в світі сталевий циліндричний резервуар кльопаної конструкції був споруджений в 1878 році в Росії на Північному Кавказі за проектом російського інженера і вченого В.Г. Шухова. У 1937 році в нашій країні був змонтований перший зварний РВС і з 1951 року для нафти і нафтопродуктів споруджували і нині споруджують тільки зварні резервуари.

У 1944 році в СРСР був встановлений стандарт на зварні сталеві циліндричні резервуари - так званий нормальний ряд обсягів, що включає в себе значення 100, 200, 300, 400, 700, 1000, 2000, 3000, 5000  $\text{м}^3$ . Пізніше в цей ряд були включені і значення місткості 10000, (15000), 20000, 30000  $\text{м}^3$ .

Резервуари для нафти і нафтопродуктів споруджували в основному трьох типів за конструкцією:

I - циліндричні РВС зі стаціонарним конічним щитовим дахом (з понтоном або без нього);

II - циліндричні РВС зі стаціонарним сферичним щитовим дахом (з понтоном або без нього);

III - циліндричні РВС з плаваючим дахом .

Конічні дахи застосовуються для РВС місткістю до 5000 м<sup>3</sup>, а сферичні - 10000 м<sup>3</sup> і більше. А плаваючі дахи, в принципі, можуть бути виконані для РВС будь-якої місткості. На практиці вони найбільш ефективно використовуються для РВС об'ємом 10000 м<sup>3</sup> і більше.

Спільними для всіх типів циліндричних РВС є:

- полотна днища, стінки, настил стаціонарного даху, мембранної частини понтона і плаваючого даху збираються з листового прокату розмірами 1500x6000 мм;

- основний спосіб споруди цих резервуарів - індустріальний, з попереднім виготовленням полотен, укрупнених конструкцій і вузлів в заводських умовах;

- стінка резервуара – многопоясна з з'єднанням аркушів в поясах, поясів між собою встик на зварюванні; лише в самий початковий період споруди типових РВС застосовувалося з'єднання внапуск поясів між собою (телескопічні з'єднання);

- стаціонарні дахи передбачені несучі, з щитів трапецивидной форми в плані, що виготовляються на заводі;

- мінімальна товщина стінки по поясах прийнята рівною 4 мм для забезпечення нормальних умов зварювання; суміжні пояса стінки завтовшки від 5 до 20 мм можуть мати різницю товщини не більше 2 мм;

- в стінках всіх типів резервуарів влаштовується певну кількість люків-лазів і патрубків, місця їх установки посилюються накладками (воротниками);

- для резервуарів об'ємом 10000 м<sup>3</sup> і більше, що споруджуються в районах з високого вітрового навантаження, передбачаються кільця жорсткості для забезпечення стійкості стінки. Необхідність їх установки визначається розрахунками.

### **Вертикальні резервуари**

Для зберігання авіаційного пального найбільш широко застосовують вертикальні металеві резервуари, оскільки вони прості у виготовленні і порівняно економічні за вартістю. Ці резервуари розраховані на надлишковий тиск до 1960 Па і вакуум – до 196 Па.

Основними конструкційними елементами вертикального резервуара (рис.2) є корпус, дах, днище, центральний стояк, сходи.

Днище збирають із сталевих листів розміром 1,5 х 6 м товщиною 4–25 мм. Обичайка резервуара зварюється поясами з декількох листів, з'єднаних довгою стороною горизонтально.

Розташування поясів може бути східчасте, телескопічне і встик (рис.5). Вертикальні шви корпусу одного пояса зміщують один відносно іншого не менше ніж на 0,5 м.

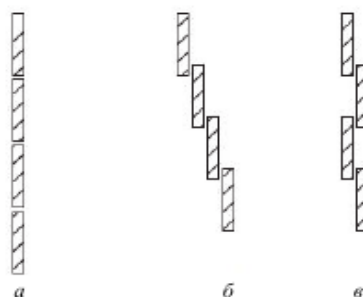


Рис. 5. Типи з'єднання поясів по висоті стінки: а – встик;  
б – телескопічне; в – східчасте

Дах збирають із листів розміром 1,25–2,5 м товщиною 2,5–3 мм, листи зварюють внапуск. Переkritтя даху може спиратися на проміжну колону, встановлену всередині резервуара, або тільки на стінки корпусу. Для резервуарів великої місткості переkritтя виготовляють у вигляді складних просторових ферм і щитів заводського виготовлення.

Корпус цих резервуарів виготовляють з окремих листів, сполучених встик, а пояса зварюють внапуск.

Залежно від внутрішнього тиску в газовому просторі резервуара, настил даху або приварюється до несучих елементів (фермів), або вільно укладається на несучі конструкції, а листи з'єднують між собою тільки верхніми швами.

Тепер широко використовують типові проекти вертикальних резервуарів, розроблені інститутом електрозварювання ім. Є. О. Патона, монтаж яких здійснюється з рулонних заготовок, виготовлених на заводі.

У цей спосіб виготовляють резервуари місткістю від 100 до 5000 м<sup>3</sup>, розраховані на внутрішній надлишковий тиск до 1960 Па. Заготівлю корпусу необхідних розмірів зварюють на заводі, згортають в рулон і доставляють на монтажний майданчик. Так само виготовляють і днище.

При монтажі резервуара спочатку на заздалегідь підготовлену основу вкладають днище, а потім на неї ставлять рулонну заготовку корпусу і розгортають її за допомогою тракторів. Потім зварюють вертикальний шов обичайки, днища і корпусу. Після цього ведуть монтаж ферм даху, вкладають настил покриття, що зварюють з окремих листів безпосередньо на резервуарі.

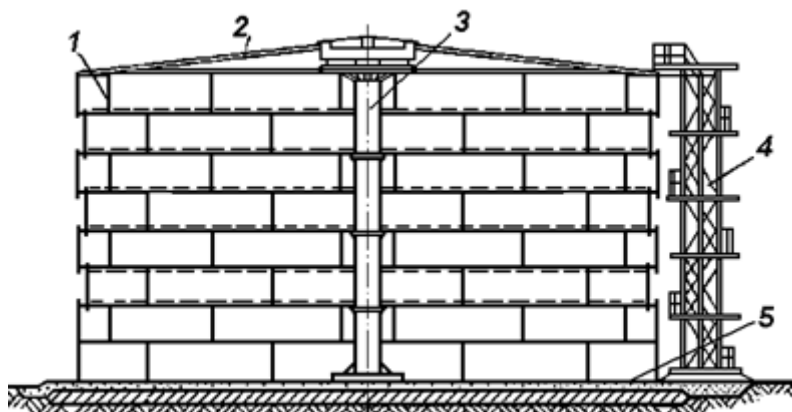


Рис 6. Вертикальний металевий резервуар:

1 – корпус; 2 – перекриття; 3 – центральна опора; 4 – сходи;  
5 – днище

Вертикальні резервуари можуть бути з плоским або конусним днищем. Наявність конусного днища зменшує напруги в ньому і забезпечує більш повне видалення відстою з резервуара при його випорожненні і зачищенні.

Резервуари з щитовою покрівлею виготовляються місткістю від 100 до 5000 м<sup>3</sup>. Щити являють собою каркас, на якому приварені листи даху. Вони спираються на корпус резервуара і центральний стояк. На покрівлю витрачається від 2 до 25 збірних щитів.

Вертикальні металеві резервуари виготовляються стандартної місткістю від 100 до 50000 м<sup>3</sup> методом листової зборки зі зварюванням листів безпосередньо на будівельному майданчику або з рулонних заготівель, і встановлюються наземно.

На будівельному майданчику розгортають рулон днища і укладають його на підготовлений фундамент. На днище вертикально встановлюють рулон стінки резервуара (рис. 7). Тракторами розгортають рулон по периметру днища і кріплять його прихватами до днища. Потім вивіряють положення корпусу, зварюють вертикальний шов на корпусі і кільцево між корпусом і днищем. Після цього монтують стойку, роблять ферментне перекриття і покрівлю даху. Використання рулонування дозволяє знизити вартість монтажних робіт кожного резервуара на 30-40% і скоротити обсяг сборочно-зварювальних операцій на монтажному майданчику в кілька раз. Після монтажу резервуара йому присвоюють порядковий номер, який наносять на висоті 3 м від днища на стінці чорною фарбою, над ним (також чорною фарбою) позначають сорт нафтопродукту, третю (верхню) напис "Вогнебезпечно" роблять червоною фарбою. Резервуар має технічний паспорт, в якому вказують тип резервуара, його заводський номер, підприємство-виробник, матеріал, з якого він виготовлений, масу, місткість резервуара, дату виготовлення і умови випробування.

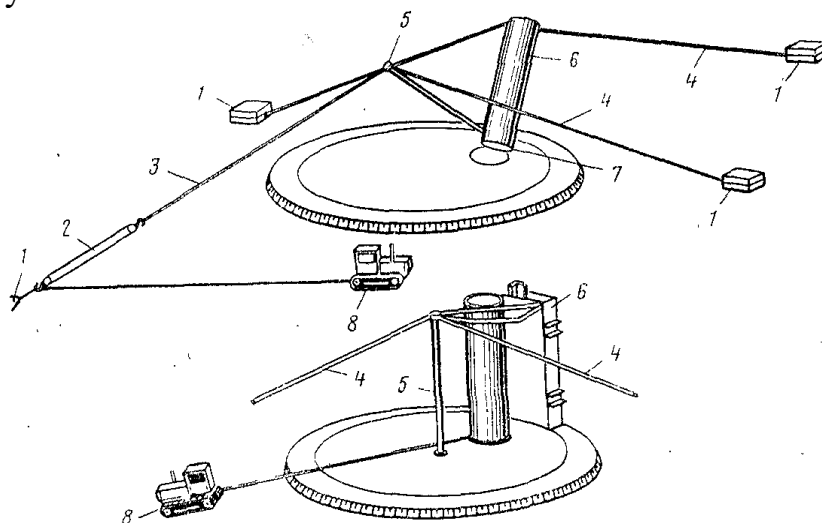


Рис. 7 - Схема зборки резервуара з рулонних заготовок; а — под'єм рулону корпусу; б — розгортання рулону; 1 — опори; 2 — поліспаст 3 — под'ємний трос; 4 — страхувальні троси; 5 — опорна стійка; 6 — рулон резервуара; 7 — днище; 8 — трактора

Для зберігання нафтопродуктів при тиску до 0,07 МПа і вакуумі до 0,001 МПа застосовують краплеподібні резервуари. Конструкція цих резервуарів виключає втрату нафтопродуктів при "малих диханнях". Вони виготовляються методом зварювання з окремих пелюстків, що мають двояку кривизну. Для забезпечення необхідної жорсткості оболонки всередині резервуара монтують металевий каркас.

Експлуатація резервуарів відбувається в таких специфічних умовах, як: постійно змінюються по величині і напрямку зовнішні навантаження, які відбуваються в широкому діапазоні температур навколишнього середовища і зберігаемого продукту, різні форми і величини опадів і ін. З урахуванням даних умов експлуатації до основних і зварювальних матеріалів, що використовуються при виготовленні та спорудженні резервуарів, пред'являються спеціальні вимоги.

Вибір конкретного виду і марки сталі для виготовлення (спорудження) конструктивних частин резервуарів здійснюється з урахуванням ступеня небезпеки резервуарів, відповідальності та їх напруженого стану.

Як матеріал для виготовлення металевих резервуарів використовують листову вуглецеву і низьколеговану сталь, що залежно від ступеня окислення може бути киплячою (КП), напівспокійною (ПС), а також спокійною (СП), яка в свою чергу ділиться на три групи А, Б, У. Сталь групи А гарантується механічними властивостями, Б – хімічним складом, У – механічними властивостями і хімічним складом. Застосовувана листова сталь має розміри 1000 x 2000, 1250 x 2500 мм товщиною менше 4 мм або розміром 1500 x 6000 мм при товщині листа більше 4 мм.

Резервуари розташовують на окремій ділянці складу ПММ, відділеної від іншої території складу обвалуванням – земляним валом або суцільною стінкою з неспалимих матеріалів висотою не менше 1 м, розрахованими на гідростатичний тиск рідини, яка в ньому знаходиться. Для обслуговування резервуарів у зоні обвалування встановлюють сходи для переходу:

для окремо стоячих резервуарів – не менше двох;

для групи резервуарів – не менше чотирьох.

Резервуари можна розташовувати як окремо стоячими, так і групами. Загальна місткість групи наземних резервуарів не повинна перевищувати 40000 м<sup>3</sup>.

У зоні, місткістю більше 40000 м<sup>3</sup>, встановлюють внутрішню перегородку, що розподіляє резервуарну групу на частини, місткістю не більше 20 000 м<sup>3</sup>.

Навколо зони зберігання і між окремими групами резервуарів повинні бути пожежні проїзди шириною не менше 3,5 м.

Внутрішня і зовнішня сторони обвалування обладнуються кюветами для відведення стічних вод у каналізацію. При цьому внутрішній кювет оснащується хлопавкою, що перешкоджає вільному стоку рідини в каналізацію, і з'єднується трубопроводом із підземною місткістю, в якій збирають розлитий нафтопродукт.



Керування засувками повинне здійснюватися з зовнішньої сторони обвалування. За умови розташування резервуарів на схилах їх варто захищати від стоку поверхневих вод, можливих зсувів і падіння окремих каменів.

Наземні вертикальні резервуари встановлюють один від одного на таких відстанях:

резервуари з плаваючими дахами – на  $0,5 D$  (де  $D$  – діаметр резервуара), але не більше 20 м;

резервуари з понтонами – на  $0,65 D$ , але не більше 30 м;

резервуари із стаціонарними дахами: при схові легкозаймаючих нафтопродуктів – на  $0,75 D$ , але не більше 30 м; при зберіганні паливних нафтопродуктів –  $0,5 D$ , але не більше 20 м.

Підземні резервуари встановлюються в групі на відстані один від іншого не менше 1 м. Максимальна площа поверхні рідини в одному резервуарі не повинна перевищувати  $7\,000\text{ м}^2$ , а площа групи підземних резервуарів не більше  $14\,000\text{ м}^2$ .

### 8. Резервуари з плаваючою покрівлею та понтонами

Необхідність всіляко знизити втрати нафтопродуктів від випаровування при зберіганні привела до створення конструкції резервуару змінного обсягу, тобто з дахом, плаваючого на поверхні нафтопродукту що зберігається. Плаваючий дах при збільшенні об'єму рідини в резервуарі піднімається, а при зменшенні - опускається. У резервуарах з плаваючою дахом майже повністю усувається газовий простір, що запобігає втрат від випаровування при великих і малих «подихах». Резервуари застосовуються двох типів:

а) з плаваючим дахом;

б) відкриті зверху з плаваючим понтоном.

Вертикальні сталеві циліндричні резервуари з плаваючим дахом (типу РВСПК) відрізняються від резервуарів типу РВС тим, що вони не мають стаціонарної покрівлі (рис.8). Роль даху у них виконує диск, виготовлений із сталевих листів, плаваючий на поверхні рідини.

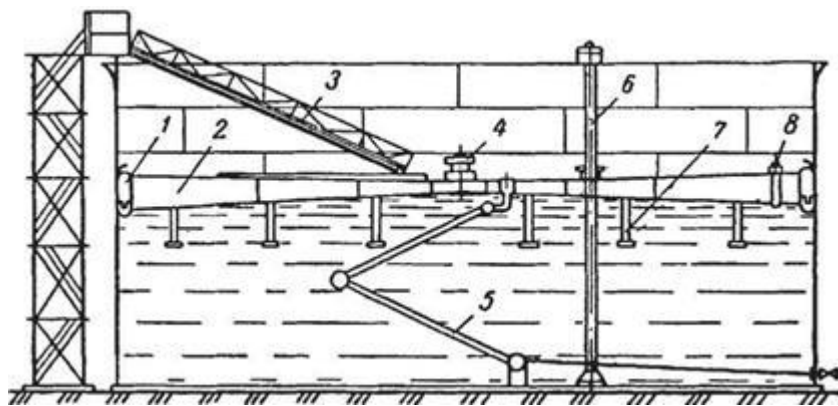


Рис. 8. Резервуар з плаваючим дахом

1 - ущільнюючий затвор; 2 - дах; 3 - шарнірна сходи; 4 - запобіжний клапан;  
5 - дренажна система; 6 - труба; 7 - стійки; 8 - люк

Вертикальні сталеві циліндричні резервуари з понтоном (типу РВСП) – це резервуари, по конструкції аналогічні резервуарам типу РВС (мають стаціонарний дах), але забезпечені плаваючим на поверхні нафти понтоном (рис. 9). Подібно плаваючому даху, понтони переміщуються по напрямних трубах 6, забезпечені опорними стійками 9 і ущільнювальними затворами 1, 7, ретельно заземлені.

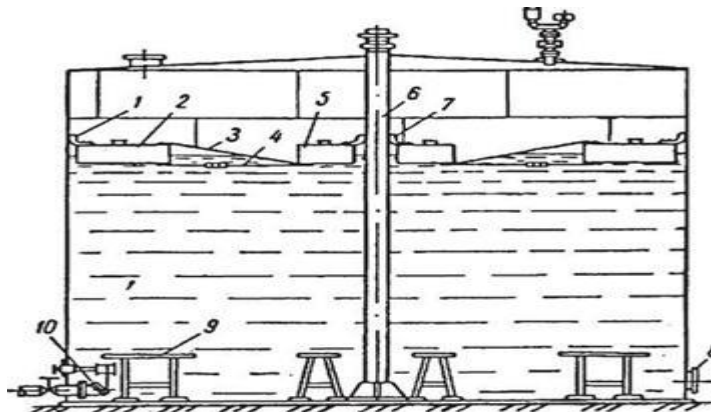


Рис. 9 - резервуари з понтоном: 1 - ущільнюючий затвор; 2 - периферійний короб понтона; 3 - мембрана з листового металу; 4 - стяжка; 5 - центральний короб понтона; 6 - напрямна труба; 7 - ущільнення напрямної труби; 8 - люк-лаз; 9 - опори для понтона; 10 - приймально-роздавальний патрубок з хлопкавою

## 9. Типові конструкції РГС

Для зберігання авіамастил, пального і спецрідин у невеликих кількостях використовують горизонтальні резервуари. Ці резервуари виготовляють серійно в заводських умовах. Вони розраховані на надлишковий тиск до 0,04 МПа і вакуум – до 0,001 МПа. За формою днища розрізняють горизонтальні резервуари із плоским, сферичним або конусним днищем.

Резервуари зі сферичними днищами використовують при необхідності зберігання нафтопродукту при відносно високому тиску (більше 0,3 МПа).

Горизонтальні резервуари місткістю від 3 до 75 м<sup>3</sup> виготовляють за типовими проектами на заводах, а резервуари місткістю 400 м<sup>3</sup> і більше виготовляють безпосередньо на будівельному майданчику методом листового складання або з рулонних заготовок. Корпус їх складається з листів товщиною три – чотири міліметри зварених встик або внапуск. Днище резервуара зварюють із плоского листа, товщиною три – чотири міліметри з постановкою кутика по периметру обечайки. Куттик служить елементом кріплення днища до корпусу й водночас є посилювальною ланкою в місці кріплення днища і корпусу. Іноді замість кругового кутика днище роблять з відбортовкою. Для підсилення оболонки резервуара всередині корпусу встановлюють внутрішні поперечні трикутні ферми.

При встановленні горизонтальних резервуарів у зонах із високим рівнем ґрунтових вод їх кріплять до фундаменту анкерними болтами. За умови розташування резервуарів на піщаному ґрунті резервуари кріплять від впливання якірними вантажами.

Горизонтальні резервуари виготовляють місткістю від 3 до 75 м<sup>3</sup> з листової сталі і безпосередньо на заводі. Встановлюють підземно, наземно і наземно із заглибленням не більше 1,2 м до верхньої твірної. При наземній установці резервуару встановлюють на дві сідлоподібні опори шириною 400 мм з збірних бетонних блоків серійного виготовлення. Опори можуть бути виконані і з монолітного бетону.

При наземній установці між піщаною подушкою і резервуаром повинен бути шар гідрофобного піску товщиною 0,1 м. Кут охоплення резервуару піщаною подушкою 90°.

При наземній установці резервуари укладають на спрофільовану піщану подушку товщиною не менше 0,2 м. При високому рівні ґрунтових вод підземні резервуари встановлюють на збірні бетонні фундаменти і кріплять до них сталевими хомутами. Така конструкція запобігає спливанню резервуара.

Горизонтальні резервуари заглиблюють нижче рівня землі по наступних причин:

- для скорочення втрат від випаровування нафтопродуктів в результаті добового коливання температури повітря;
- для скорочення площі резервуарного парку;
- для зменшення пожежної небезпеки;
- при будівництві міських АЗС, де по протипожежним вимогам установка надземних резервуарів неприпустима.

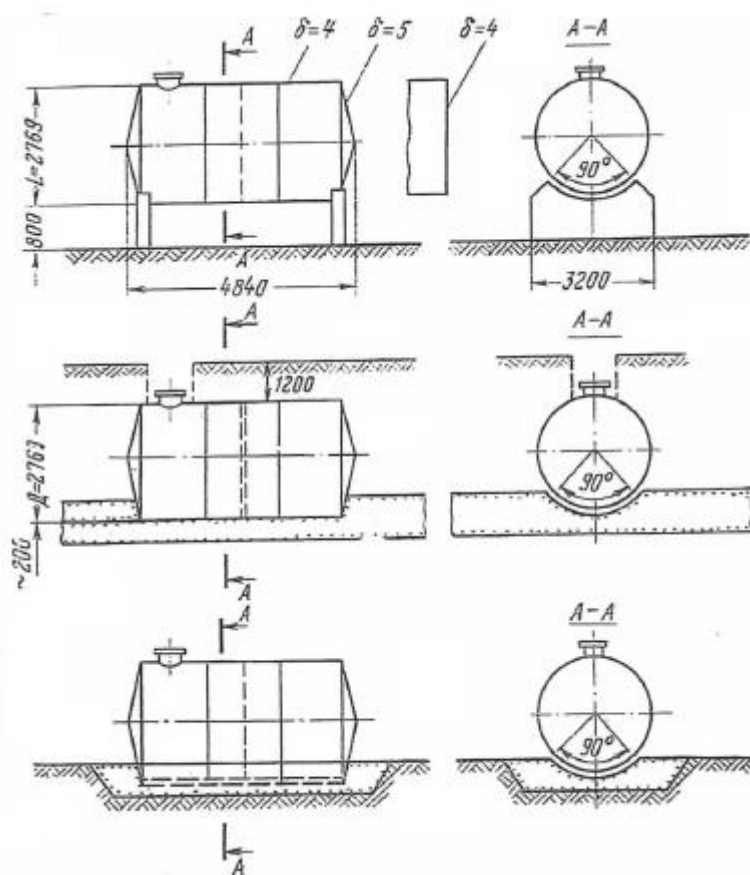


Рис. 10 – Установка РЦС

Однак підземні резервуари мають і деякі недоліки:

- необхідність захисту від корозії;
- труднощі виявлення дефектів корпусу і витоків;
- необхідність заглиблення насосних станцій.

Підземні одностінні резервуари повинні встановлюватися всередині оболонки (казематів), виконаних з матеріалів, стійких до дії нафтопродуктів і навколишнього середовища протягом часу експлуатації (не менше 10 років) і виключати проникнення палива в ґрунт при можливих витіках з резервуара.

Контроль герметичності одностінних підземних резервуарів може бути періодичним і постійним. Періодичний контроль може включати:

1. Спостереження за падінням рівня палива в резервуарі під час його тривалого зберігання (коли операції прийому і видачі палива не проводяться протягом 3 год і більше). Спостереження здійснюється шляхом кількох вимірів метроштоком або за допомогою високоточного електронного рівнеміра.

2. Періодичні пневматичні випробування звільнених від палива резервуарів за допомогою створення в них надлишкового тиску інертного газу, що не перевищує 0,025 МПа, і наступного контролю за його збереженням не менше 30 хв.

3. Відбір проб (рідинних або газових) в найбільш низькій частині простору, утвореного стінками резервуара і оболонки, в яку він поміщений, для аналізу на наявність палива.

Постійний контроль герметичності одностінних резервуарів можна проводити за допомогою безперервного спостереження:

- за наявністю витоків палива в найбільш низькій частині простору, утвореного стінками резервуара і навколишньої його оболонки, в автоматичному режимі з використанням стаціонарно розташованих датчиків;
- збереженням масового балансу палива в технологічній системі з використанням автоматизованої системи кількісного обліку палива при його прийомі, зберіганні, видачі.

З вищевикладеного випливає, що установка, монтаж і експлуатація одностінних підземних резервуарів супроводжується значними недоліками. З метою їх зниження і, в першу чергу, для запобігання витоків палива широко використовуються горизонтальні двостінні резервуари.

Одностінні та двостінні резервуари можуть бути однокамерними і багатокамерними. Наявність декількох камер дозволяє здійснювати зберігання та видачу декількох видів палива одночасно. Для кожної камери повинні виконуватися вимоги, передбачені для однокамірного резервуара. Міжкамерні перегородки повинні бути подвійними щоб уникнути перемішування нафтопродуктів, що містяться в сусідніх камерах, в разі порушення герметичності одного з перегородок.

У верхній частині однокамерних резервуарів повинен розташовуватися люк-лаз і патрубок для установки обладнання. Стосовно до двостінних резервуарів (підземне розташування) люки і патрубки повинні бути винесені на висоту 200 мм над поверхнею землі. Для багатокамерних резервуарів люк-лази

і технологічні патрубки повинні бути встановлені на кожній камері. Всі отвори в корпусі і днище резервуара для установки патрубків і люків повинні бути посилені накладками, розташованими по периметру отворів. Товщину накладок приймають рівною товщині корпусу або днища резервуара.

Всі конструктивні елементи резервуарів за вимогами до матеріалах поділяють на основні та допоміжні.

До основних конструкцій відносять стінки, днища, перегородки, опорні діафрагми і кільця жорсткості, люки, патрубки, які посилюють накладки, опори.

До допоміжних конструкцій відносять сходи, площадки, переходи і огорожі.

Для основних конструкцій резервуарів повинна застосовуватися тільки вуглецева сталь звичайної якості або низьколегована.

Для допоміжних конструкцій з урахуванням температурних умов експлуатації допускається застосування вуглецевої напівспокійної та киплячої сталей.

Контроль якості зварних з'єднань слід проводити:

- візуальним оглядом та вимірюванням;
- механічними випробуваннями;
- фізичними методами;
- методом кольорової або магнітопорошкової дефектоскопії.

Візуальний контроль, включаючи вимірювання, необхідно проводити після очищення швів і прилеглих поверхонь від шлаку, бризок і других забруднень. Контролю і вимірюванню підлягають всі зварні шви для виявлення зовнішніх неприпустимих дефектів.

Основною перевагою горизонтальних підземних резервуарів є те, що істотно зменшуються втрати нафтопродуктів від випаровування при нагріванні сонячними променями, забезпечується пожежна безпека, а також створюються зручності для розміщення частини технологічного устаткування. До числа основних незручностей, зв'язаних з технічною експлуатацією підземних горизонтальних резервуарів, відносять складності при ремонті і технічному обслуговуванні.

Циліндричний горизонтальний резервуар конструктивно складається з наступних частин: опорної частини, корпусу і устаткування (рис 11, а) Опорна частина має різні варіанти:

- для наземних і підземних резервуарів - ущільнена піщана подушка, верхній шар якої просочується гарячим бітумом;
- для наземних і надземних резервуарів - сідлові залізобетонні опори; залізобетонні або сталеві опорні стійки, що встановлюються на стовпчастих фундаментах.

Відстань між опорами розраховується. Корпус резервуара складається з циліндричної частини (стінки) і торцевих стін. До речі, в літературі часто торцеві частини корпусу горизонтального резервуара називаються днищами \*, що є неправильним.

Корпус виготовляється з декількох кілець (обичайок) діаметром не більше 3,25 м. Вони з'єднуються між собою зварюванням встик або в нахліст. Товщина стін корпусу розраховується на міцність і стійкість.

Для сприйняття вакууму, ґрунтового тиску (якщо резервуар підземний), а так само для забезпечення жорсткості при транспортуванні, навантаженні-розвантаженні і монтажі, в кожній обичайці встановлюють кільця жорсткості.

Торцеві стінки виконуються різної конструктивної форми в залежності від робочого надлишкового тиску і діаметра корпусу: при надмірному тиску

до 40 кПа вони плоскі, до 70 кПа - конічні або пологі сферичні. Для резервуарів, розрахованих на високий надлишковий тиск, бічні стінки напівсферичні, або еліпсоїдні (рис. 11, б).

Ці резервуари забезпечуються сходами, люк-лазом, комплектом технологічного обладнання та приладів.

### 10. Сфероїдальні резервуари

Для створення значних тисків і вакууму сталеві циліндричні резервуари не підходять, оскільки в резервуарах з внутрішнім опорним кільцем і внутрішніми ребрами жорсткості виникають зони концентрації високих напруг. Для запобігання цього недоліку розроблені краплеподібні, багатокупольні та сферичні резервуари. До сфероїдальних можна також віднести найбільш близькі за конструкцією резервуари зі сферичною покрівлею і днищем.

Вертикальні сталеві циліндричні резервуари місткістю до 9000 м<sup>3</sup> зі сферичною покрівлею і днищем (напівсфероїди) витримують більший тиск (до 3000 – 5000 мм вод.ст. і вакуум до 150 мм вод. ст), ніж циліндричні з конічними дахами і плоскими днищами, при цьому їх основна відмінна особливість – сферичний дах і сферичне днище (рис. 12). Ці резервуари мають знижену витрату металу на 1 м<sup>3</sup> місткості, а от недоліком таких конструкцій є ускладнення і подорожчання монтажу та формування увігнутого фундаменту.

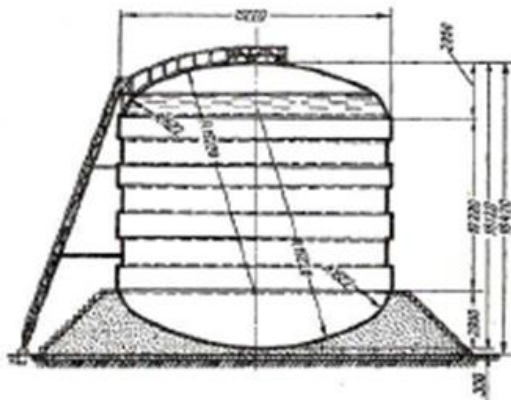


Рис. 12. Вертикальний циліндричний резервуар із сферичним дахом і днищем

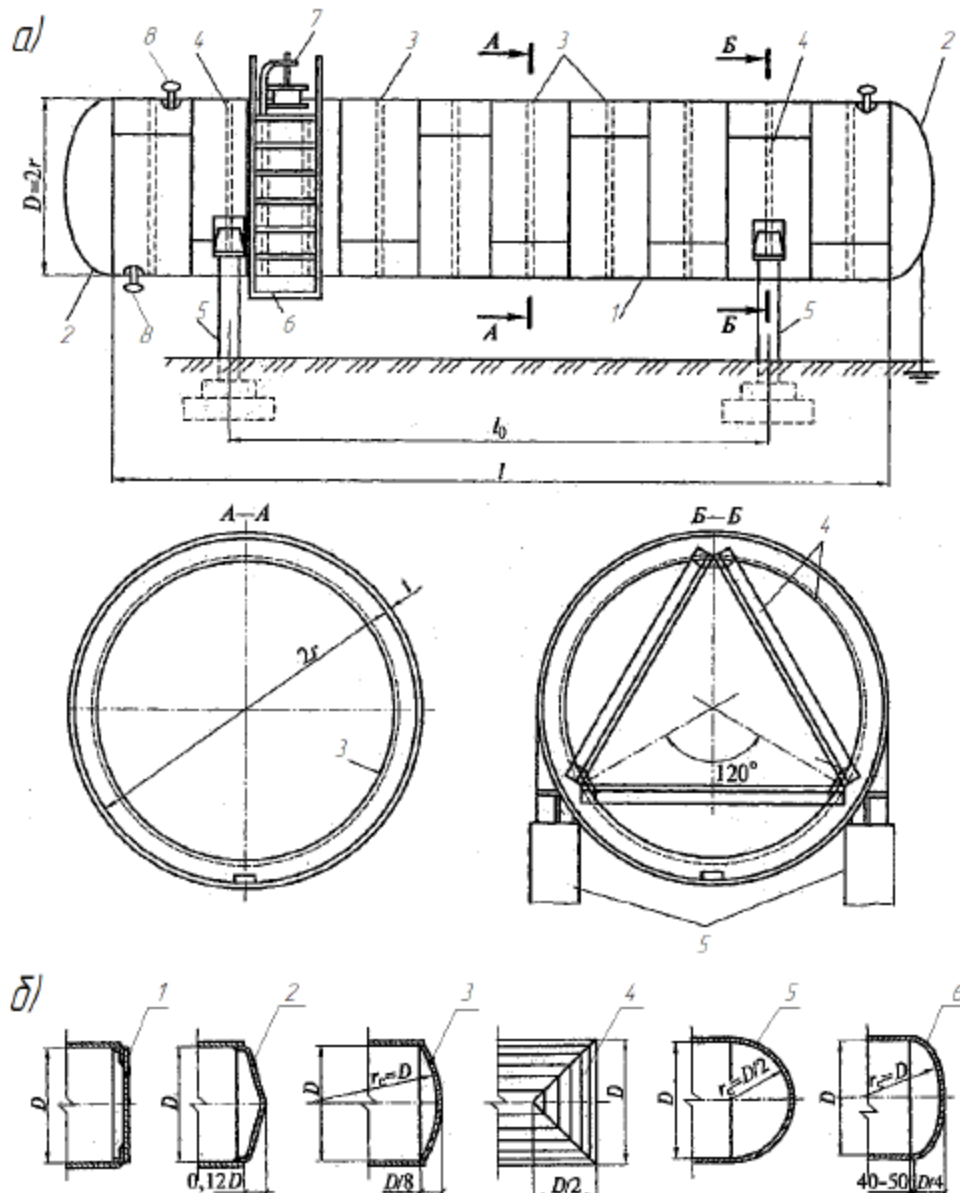


Рис. 11 – Горизонтальний циліндричний резервуар:

а) загальний вигляд: 1 - корпус; 2 - торцева стінка; 3 - кільця жорсткості; 4 - опорні діафрагми; 5 - опори; 6 - сходи; 7 - люк-лаз; 8 - обладнання;

б) конструктивні типи торцевих стін: 1 - плоска; 2 - конічна; 3 -пологосферічна; 4 - циліндрична; 5 - сферична; 6 – еліпсоїдна.

*Краплеподібні резервуари* застосовують для зберігання нафтопродуктів з високою пружністю парів, що легко випаровуються, коли недоцільно використовувати для цієї мети звичайні вертикальні резервуари, розраховані на тиск 2 кПа. Оболонці резервуара надають обрис краплі рідини, що вільно лежить на площині та знаходиться під дією сил поверхневого натягу. Завдяки такій формі резервуара створюються умови, при яких усі елементи поверхні корпусу під дією тиску рідини розтягуються приблизно з однаковою силою, відчуваючи одні й ті самі напруги, що забезпечує мінімальну витрату сталі на



виготовлення резервуара. У зв'язку з тим, що такі резервуари розраховують на внутрішній тиск у газовому просторі 0,04 – 0,2 МПа і вакуум 5 кПа, нафтопродукти, що легко випаровуються, зберігають майже повністю без втрат від малих «подихів» і пари випускають в атмосферу, головним чином, при наповненні резервуарів (при великих «подихах»).

Залежно від характеру виготовлення оболонки цих резервуарів розрізняють два основних типи: *краплеподібні гладкі та багатоторові*. До перших належать резервуари з гладким корпусом, які не мають зламів кривої меридіонального перерізу. Такі резервуари споруджують об'ємом 5000 – 6000 м<sup>3</sup> з внутрішнім тиском 75 кПа. Резервуари, корпус яких утворюється перерізом декількох оболонок подвійної кривизни, з яких вони утворені, називають багатокупольними або багатоторовими. Їх споруджують об'ємом 5000 – 20 000 м<sup>3</sup> на внутрішній тиск до 0,37 МПа. Краплеподібні резервуари обладнують комплектом дихальних і запобіжних клапанів, пристроями для зливу – наливу нафтопродуктів і видалення відстою, приладами виміру рівня, температури і тиску.

*Осесиметричні сфероїдальні краплеподібні резервуари* розраховані на надлишковий тиск від 0,4 до 2,0 атм. і вакуум до 500 мм вод. ст. Вони яляють собою резервуари, що мають у поперечному перерізі форму краплі з екваторіальною опорою і складаються з тонкостінної сфероїдальної оболонки і днища без внутрішнього каркаса (рис. 13) У цих резервуарах усі елементи конструкції розтягнуті з однаковою силою, тому такі резервуари називаються оболонкою рівного опору.

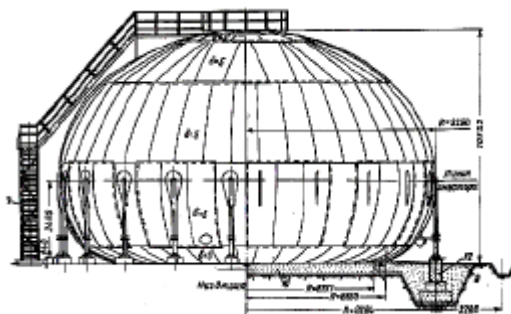


Рис. 13 Осесиметричний краплеподібний резервуар з екваторіальною опорою

*Осесиметричні сфероїдальні багатокупольні (багатоторові) резервуари* застосовують для зберігання великих обсягів нафтопродуктів з невисокою пружністю парів на великих нафтобазах. Місткість таких резервуарів сягає від 10 000 до 25 000 м<sup>3</sup>. Вони складаються з поясів, причому нижні три пояси лежать на землі. У центрі резервуара встановлена колона, на яку спираються розташовані радіально ферми, що є складовими каркаса жорсткості резервуара. Ці ферми в точках зчленування куполів підтримуються опорними стояками з труб (рис. 14).



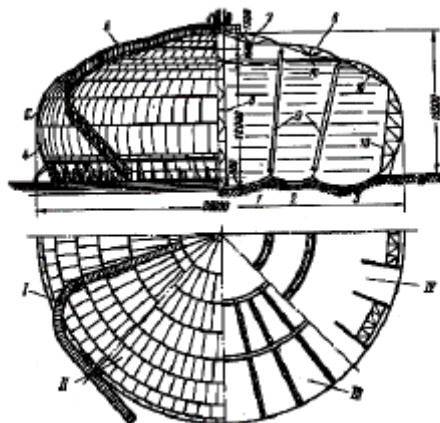


Рис. 14. Багатокупольний (багатоторовий) резервуар

У будь-якій точці краплеподібного резервуара діють у меридіональному і широтному напрямку тільки розтягуючі напруги однакової величини. Однак у передекваторіальній частині надмірно нарастають меридіональні та кільцеві зусилля від тиску рідини. Для усунення цього недоліку використовується система колон (20 опор) у зоні екватора, рівномірно розподілених по колу, які опираються на залізобетонне опорне кільце. Краплеподібна оболонка має товщину вище екватора 5, нижче – 6 мм, а її геометрія має таку форму еліптичних поясів, що радіуси кривизни зменшуються вгору до екватора з таким розрахунком, щоб меридіональні та кільцеві зусилля по всій поверхні від гідростатичного навантаження і надмірного тиску були рівні між собою. Краплеподібні резервуари економічні, витрата металу при інших рівних умовах значно менше, ніж у вертикальних циліндричних, їх експлуатація проста, однак монтаж таких резервуарів складний і витратний. Вони знаходять застосування, головним чином, для нафтопродуктів з низькою температурою кипіння при тривалому їх зберіганні (не менше двох місяців), забезпечуючи при цьому скорочення втрат від «малих подихів». Розроблено резервуари місткістю від 5000 до 50 000 м<sup>3</sup>.

#### *Сферичні резервуари*

Ці резервуари використовуються для зберігання бензину, зріджених газів, газових конденсатів на нафтопереробних, нафтохімічних підприємствах, заводах стабілізації газового конденсату. Головними перевагами цих резервуарів в порівнянні з циліндричними резервуарами є менша витрата металу при однаковому обсязі і ідентичних умовах експлуатації, можливість створення високих значень робочого надлишкового тиску.

Кульові резервуари залежно від об'єму призначені:

- об'ємом 600 і 2000 м<sup>3</sup> – для зберігання легкозаймистих рідин (ЛЗР), зріджених газів (ЗВГ, СПГ), стислих газів і агресивних продуктів (кислот) при надмірному тиску від 0,25 до 1,8 МПа при кліматичному і ізотермічному температурному режимі;

– об'ємом від 25 до 2000 м<sup>3</sup> і більше – для зберігання зріджених газів при надмірному тиску до 16 МПа і температурі навколишнього повітря у межах норми для європейської частини;

– об'ємом від 50 до 600 м<sup>3</sup> – для виробництва ігристих вин при надмірному тиску до 0,6 МПа і температурі + 60 – 65° С всередині резервуара.

Усі кульові резервуари мають спільне конструктивне рішення: кульова оболонка, яка спирається на вертикальні трубчасті стійки; шахтні або кільцеві зовнішні сходи для підйому; зовнішні майданчики обслуговування; внутрішні оглядові стаціонарні сходи (тільки в резервуарах об'ємом 600 і 2000 м<sup>3</sup>).

Сферичні резервуари більш складні у виготовленні, ніж циліндричні, при цьому трудомісткість їх виготовлення визначається перш за все прийнятою схемою розкрою сфери, тобто паралельно-меридіональною, екваторіально-меридіональною, меридіональною або «футбольною» (рис. 15).

При виготовленні пелюсток гарячим або холодним штампуванням найбільш поширеними є паралельно-меридіональний і меридіонально-екваторіальний розкрій. Оболонки резервуарів з таким розкром складаються з декількох паралельних поясів, при цьому пелюстки в кожному поясі мають однакову форму, а їх взаємозамінність можлива тільки в межах одного пояса. Таку схему розкрою застосовують в основному для резервуарів об'ємом понад 600 м<sup>3</sup>.

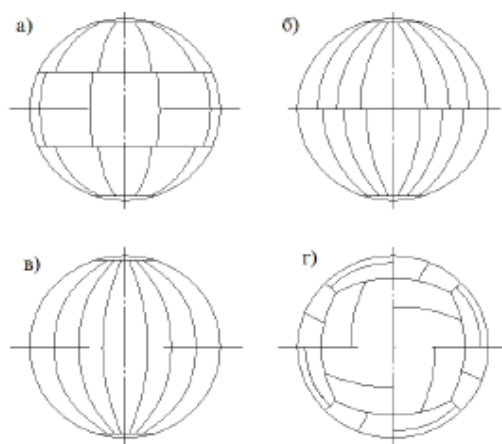


Рис. 15. Розкрій оболонки сферичних резервуарів:  
а) паралельно-меридіональний; б) меридіонально-екваторіальний; в) меридіональний; г) футбольний

Якщо оболонка резервуара складається всього з двох поясів, розділених стиком по екватору, то схема розкрою називається екваторіально-меридіональною і її застосовують для резервуарів об'ємом до 600 м<sup>3</sup> при виготовленні пелюсток штампуванням. Розміри пелюсток вибирають так, щоб їх можна було перевозити від заводу по залізниці в спеціальних контейнерах з метою збереження форми.

Спочатку пелюстки з'єднуються на прихватках і утворюють сферу, після їх зварюють автоматами за допомогою спеціальних обертачів, які дозволяють виконувати зварні шви в нижньому положенні. Пелюстки для

сферичних резервуарів виготовляють способами гарячого штампування або холодного гнуття. При холодному вальцюванні плоскій, вирізаній за шаблоном, веретеноподібній заготовці товщиною до 36 мм, надають двояку кривизну на багатовалкових або кульових вальцах. При цьому забезпечується меридіональний однопоясний розкрій, який дозволяє уникнути паралельних зварних швів на монтажі, а пелюстки встановлюють від купола до днища, що найбільш зручно для застосування автоматичного зварювання. Цю схему розкрою почали широко застосовувати для резервуарів об'ємом 600 і 2000 м<sup>3</sup> після розробки методу виготовлення сферичних пелюсток за допомогою холодного вальцювання.

При виготовленні ємностей діаметром до 13 м роблять «футбольний» розкрій, що раніше застосовувався для клепаних кульових газгольдерів. При цій схемі всі пелюстки мають однакову конфігурацію, що спрощує їх виготовлення, проте велика їх кількість і особливості розташування збільшують трудомісткість монтажних робіт і обмежують застосування автоматичного зварювання.

*Сферичний резервуар* (рис. 16) складається з залізобетонного монолітного кільцевого фундаменту, системи опорних стійок, сферичної одно- або двустінної оболонки, шахтних сходів, переходу і кільцевого оглядового майданчика, внутрішніх повноворотних сходів. Для забезпечення зручної та безпечної експлуатації на резервуарі встановлюється комплект обладнання, технічних пристроїв і приладів. Конкретний їх перелік залежить від виду зберігаемого продукту і технологічного режиму його наливу, зливу і зберігання.

Опорні конструкції сферичних резервуарів виконуються в основному двох типів: стаканного і стійкового. В даний час стаканні опори використовуються рідко. А система опорних стійок може бути виконана в різних варіантах (Рис. 17): з одиночних вертикальних, похилих одиночних і V – образних стійок, центральної опори.

Опори-стійки виготовляються з труб діаметром 200 - 500 мм або швеллерів. Число їх дорівнює половині числа пелюсток оболонки. Всі типи опорних стійок до оболонки примикають по дотичній до її поверхні. Діаметр і товщина стінки стійок, як і товщина самої оболонки приймаються на основі розрахунків їх на міцність і стійкість.

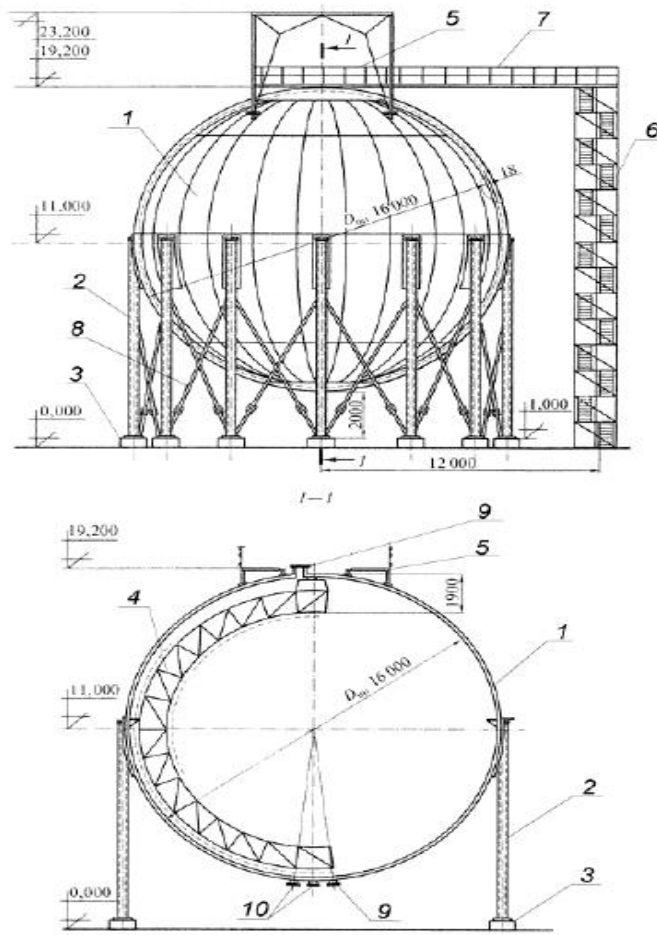


Рис. 16. Сферичний резервуар об'ємом 2000 м<sup>3</sup>:

1 - оболонка; 2 - опорні стійки; 3 - фундамент; 4 - серповидні поворотні сходи; 5 - оглядовий майданчик; 6 - шахтні сходи; 7 - перехід; 8 - розтяжки; 9 - люк-лаз; 10 - приймально роздавальні патрубки

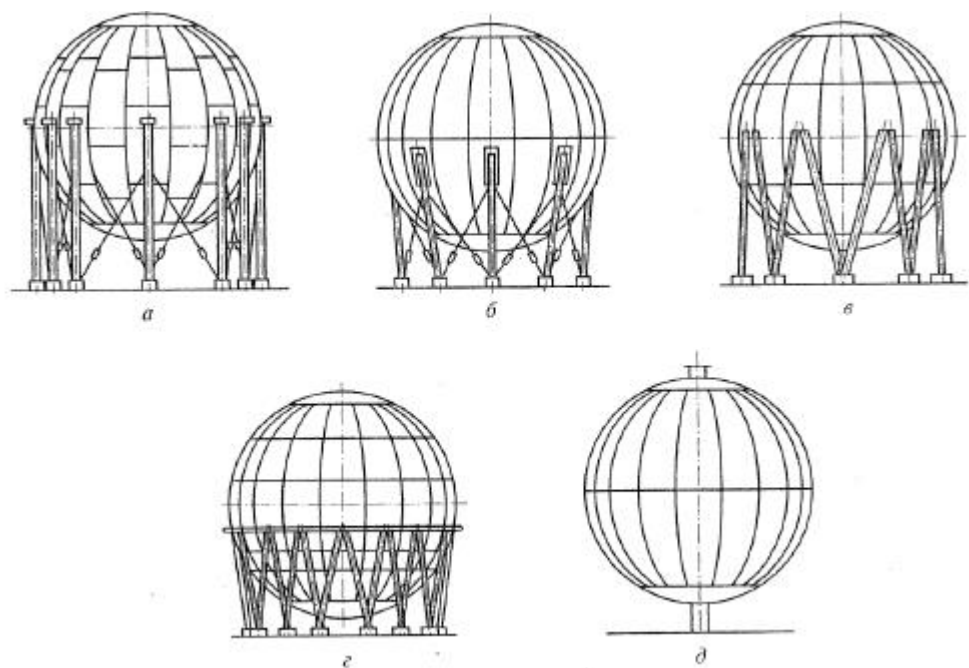


Рис. 17 - Схеми спирання сферичного резервуара:

а - з вертикальними стійками; б, в - з похилими стійками; г - з опорним кільцем; д - на центральній опорі

## 11. Неметалеві резервуари

До неметалевих належать резервуари різних форм і конструкцій, виконані з різних матеріалів: залізобетонні, бетонні, цегляні, кам'яні, із синтетичних матеріалів (пластиків), гнучкі оболонки на тканинній основі та з нетканих матеріалів), місткості природного характеру. Неметалеві резервуари споруджуються заглибленими, тобто підземними і напівпідземними, і рідше – наземними. Вони більш довговічні ніж металеві, оскільки в меншій мірі схильні до корозії, а будуються неметалеві резервуари монолітними і збірними.

Матеріали, що застосовуються для будівництва, повинні бути міцними і непроникними для нафти, її продуктів і води. Крім того, вони повинні бути морозостійкими. На форму і розміри резервуара впливають такі показники: величина заглиблення нижче рівня ґрунтових вод; вид будівельного матеріалу, економічні міркування. В цілому неметалеві резервуари можуть бути круглі, прямокутні, сферичні, з похилими стінами і т. д.

Історично першими з'явилися резервуари для нафтопродуктів з кам'яними або цегляними стінами, пізніше кам'яну кладку почали посилювати бетоном, днища і перекриття, зазвичай, також виконуються бетонними.

Застосовувати бетонні, залізобетонні та кам'яні резервуари без покриття не можна, оскільки ці матеріали пропускають нафту і нафтопродукти. З покриттям із цементу і піску (торкретна штукатурка) допускається зберігання мазуту, гудронів, бітумів і відбензинених нафт. Для зберігання світлих нафтопродуктів використовуються покриття, що мають добру бензо- і водостійкість: з вінілових смол, гумових лаків, синтетичної гуми (бутадієновий каучук), пластмасові, поліетиленові, фторопластові та металеві.

*Залізобетонні резервуари* за видом нафтопродукту, що у них зберігається, підрозділяються на резервуари для мазуту, нафти, масел і світлих нафтопродуктів. Оскільки нафта і мазут практично не мають хімічного впливу на бетон і мають здатність тампонувати дрібнопористі матеріали за рахунок своїх важких фракцій і смол, зменшуючи згодом їх проникність, при зберіганні цих нафтопродуктів у залізобетонних резервуарах не потрібен спеціальний захист стінок, днища і покриття резервуара. При зберіганні мастильних масел, щоб уникнути їх забруднення, внутрішні поверхні резервуарів захищають різними покриттями і облицюваннями. Те саме можна сказати і про резервуари для світлих нафтопродуктів, які, маючи незначну в'язкість, легко фільтруються через бетон. Крім того, покриття в даному випадку повинно мати підвищену герметичність (газонепроникність) з метою зменшити втрати від випаровування.

Переваги таких резервуарів порівняно з металевими такі:

- термін служби 40 – 60 років;

- низька витрата металу;
- можливість зберігання сірчистих нафтопродуктів;
- низький теплообмін з навколишнім середовищем, це істотно скорочує втрати тепла при зберіганні високов'язких нафтопродуктів, що підігріваються;
- скорочення втрат легких нафтопродуктів від випаровування;
- менший вплив сонячного випромінювання;
- підвищена пожежна безпека.

Внутрішня поверхня резервуарів може бути покрита торкретною штукатуркою для зберігання залишкових нафтопродуктів, а також металевим розбірним облицюванням для зберігання світлих нафтопродуктів і мастил. Днища резервуарів роблять монолітними із залізобетону товщиною 100 – 200 мм, стінки від 8 мм. Розраховані такі резервуари на надлишковий тиск парів нафтопродуктів до 25 мм. рт. ст.

Резервуари цього типу за формою споруджують прямокутними, круглими і сферичними; виконуються заглибленими або напівзаглибленими, рідше застосовуються поверхневі резервуари.

Глибина закладення напівзаглиблених резервуарів, як правило, вибирається виходячи з умов достатності обсягу ґрунту, що виймається для повного обсіпання резервуара.

Слід уникати заглиблення резервуарів нижче рівня ґрунтових вод, оскільки при цьому ускладнюється виконання робіт (необхідно водозниження на період спорудження) та ускладнюється конструкція днища (воно повинно сприймати тиск води знизу). Необхідно облаштування багатошарової гідроізоляції резервуара від ґрунтових вод.

Заглиблені резервуари зазвичай будують з плоским покриттям і плоским днищем. Для підтримки стаціонарного теплового режиму всередині резервуара покриття утеплюють шаром ґрунту товщиною 0,5 – 1 м або ефективними утеплювачами – бетонами з ніздрюватою структурою, керамзитом і т. п.

#### *Пластикові та гібридні резервуари*

Промислове освоєння бензостійких синтетичних еластичних плівкових матеріалів і накопичений досвід застосування дозволяють перейти до більш широкого і раціонального використання їх в резервуаробудуванні. Гнучкі оболонки доцільно застосовувати в будівництві заглиблених резервуарів, призначених для зберігання всіх видів нафтопродуктів (світлих, темних і масел) і в усьому діапазоні місткостей (до 40 000 м<sup>3</sup> і навіть більше).

Перспективною є конструкція траншейного резервуара комбінованого типу, що складається з ґрунтового котловану, гнучкої оболонки, що облицьовує котлован, і збірного залізобетонного покриття, розташованого вище рівня землі. Такі резервуари можуть мати в плані прямокутну і круглу форми (рис. 18).

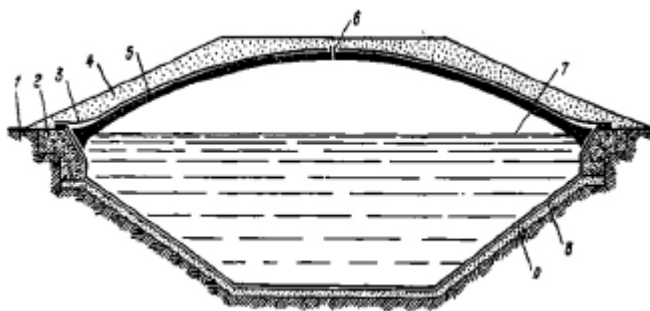


Рис. 18. Заглиблений комбінований резервуар з гнучкою оболонкою (за пропозицією Н. М. Оленева)

Резервуар – це котлован (по типу траншейних), виритий у ґрунті 1 та перекритий склепінним збірним покриттям 5, елементи якого спираються на фундаменти 2 зі збірних бетонних блоків. Збірний елемент покриття являє собою тонкостінне напівсклепіння із залізобетону або армоцементу із замком 6. Непроникність резервуара проти витоку рідини в ґрунт забезпечується еластичною оболонкою 8 з нафто- і бензостійкої поліамідної плівки (ПАК-40), яка армована капроною сіткою.

Еластична замкнута оболонка, що створює герметичну місткість, укладається на внутрішні поверхні резервуара по вирівняній піщаній подушці 9 і не несе ніяких навантажень. Вона монтується з великорозмірних полотен, виготовлених на заводі, що доставляються на майданчик згорнутими в рулон або пакети. В резервуарі проводиться розгортання рулонів і укладання їх в проектне положення, після чого монтажні шви елементів оболонки з'єднуються зваркой. Для запобігання проникнення парів нафтопродуктів через покриття резервуара останнє також покривається поліамідною плівкою 3. Зверху покриття засипається шаром ґрунту 4, при цьому найвищий рівень 7 рідини в резервуарі може перебувати на одній позначці з верхньою площиною фундаменту.

Резервуари можуть мати різну місткість, а її величина змінюється за рахунок глибини або довжини котловану, збірні елементи (напівсклепіння 5 і блок опорного фундаменту 2) при цьому не замінюються і застосовуються одного розміру. Остання обставина дозволяє організувати масове централізоване виготовлення цих елементів.

Розвиток хімії у сфері пластичних матеріалів, стійких до впливу нафтопродуктів, призвело до появи пластикових резервуарів для зберігання нафтопродуктів. Розвиток відбувався за кількома напрямками:

- жорсткі резервуари з пластика або композитних синтетичних матеріалів;
- м'які резервуари з прогумованої тканини або нетканих матеріалів;
- композитні резервуари.

Переваги пластикових і полімеркомпозитних резервуарів для нафтопродуктів:

- низька вартість;
- високий термін служби;

- висока корозійна стійкість;
- низька вага.

До недоліків слід віднести:

- меншу в порівнянні з металевими резервуарами конструктивну міцність;
- накопичення статичної електрики.

Резервуари з поліетилену, поліпропілену і полімеркомпозиту широко використовуються для зберігання нафти, мазуту, гасу, котельного та дизельного палива. Оскільки ці нафтопродукти характеризуються низьким паротворенням, загрози спалаху парів при розряді статичної електрики немає.

Зберігання в пластикових резервуарах рідин, що легко випаровуються (бензинів, спиртів і т. д.) може призвести до спалаху їх парів при переливі палива від іскри, викликаній розрядом статичної електрики, яка виникає при терті нафтопродуктів об діелектричні стінки баків. Тому для зберігання бензину необхідно використовувати резервуари, до складу яких крім поліетиленів, входить особлива гума й антистатичні добавки, або вводити всередину бака спеціальну металеву шину, що підключається до заземлювальної мережі.

*М'які резервуари з прогумованої тканини або нетканих матеріалів.* Здавна для зберігання і транспортування нафти використовувалися бурдюки – шкіряні мішки з обробленої шкіри тварин. Згодом з появою бензомаслостійкої гуми з'явилися гумотканинні резервуари, а їм на зміну прийшли резервуари і мембрани з нових синтетичних тканин і нетканих матеріалів.