

ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ РЕЗЕРВУАРІВ І ГАЗГОЛЬДЕРІВ

Зміст

1. Загальні положення. Зведення циліндричних резервуарів для рідини.

2. Зведення краплеподібних та кулястих резервуарів.

3. Зведення циліндричних газгольдерів.

1. Загальні положення. Зведення циліндричних резервуарів для рідини.

Резервуари і газгольдери відносяться до категорії листових конструкцій з міцно щільними швами. **Резервуари** призначені для збереження нафти, нафто- і хімпродуктів, а також інших рідких та деяких сипучих речовин; **газгольдери** - для приймання, зберігання та видачі різноманітних газів.



Рисунок 1 – Металеві резервуари: а- циліндричний; б- кулястий (газгольдер)

Існує багато типів і конструкцій резервуарів і газгольдерів, що розрізняються як за формою, так і за об'ємом (наприклад, газгольдери габаритні, кулеві, крапле-видні і т.п.). Габаритні газгольдери й резервуари

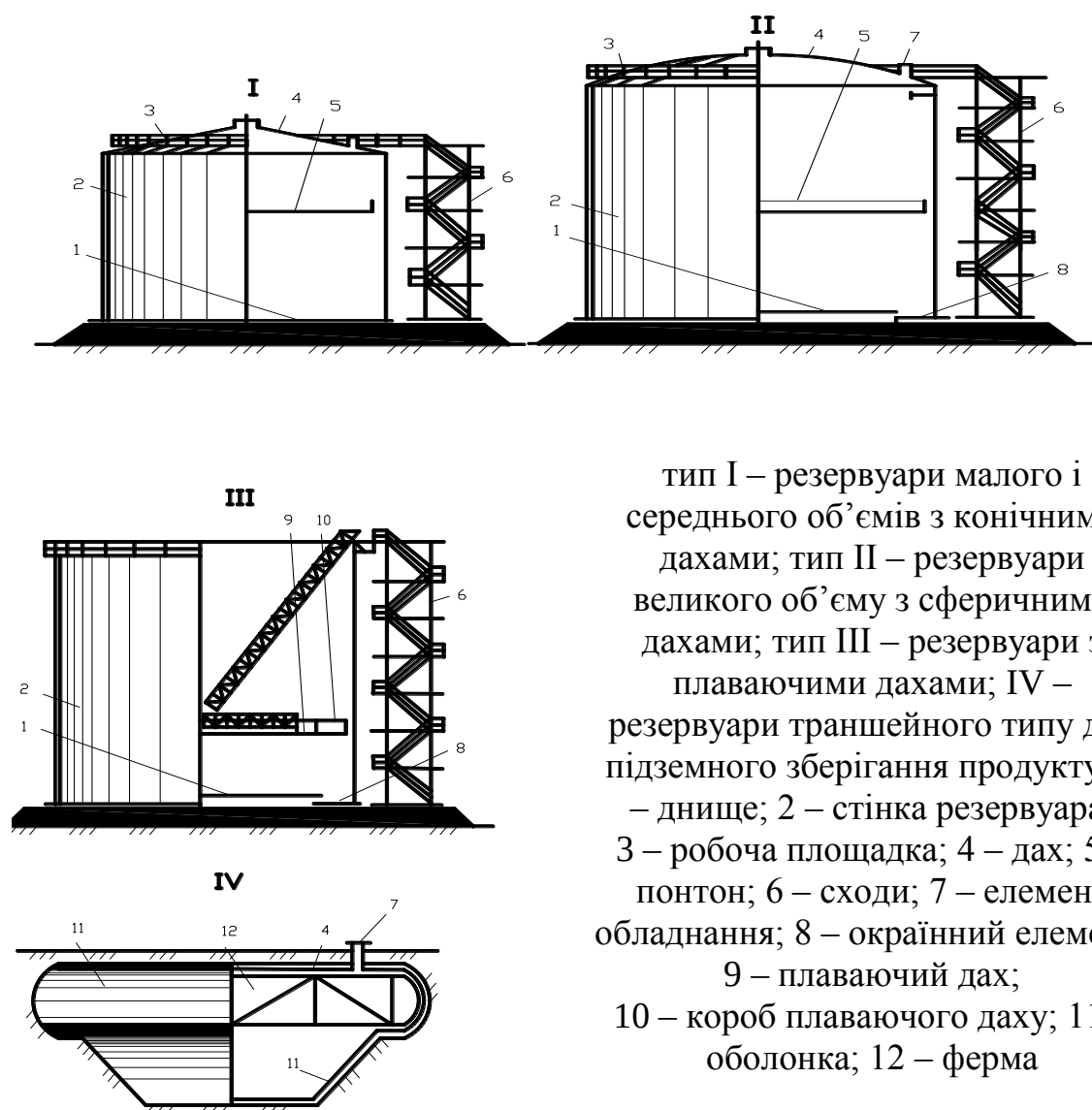
(або цистерни) являють собою циліндричні балони діаметром 3,3м з сферичними або плоскими днищами. Такі резервуари і газгольдери виготовляють в цілому вигляді або з двох-трьох частин. Монтаж їх дуже простий і полягає у встановленні резервуара на опори за допомогою кранів або накочуванням по нахиленій площині. Найбільш поширені в усьому світі резервуари вертикальні сталеві (РВС) об'ємом до 200 тис. м³. За способом виготовлення та монтажу конструкції резервуарів і газгольдерів поділяються на рулоновані й нерулоновані. Конструкції рулонних резервуарів виготовляють на спеціалізованих заводах.

Рулонна технологія створює умови для індустріалізації будівництва листових конструкцій при мінімальних затратах на їх виготовлення, транспортування та монтаж.

Циліндричні резервуари складаються з днища, стінок, конічного даху. У резервуарах великої місткості, роблять горизонтальні кільця жорсткості. Для піднімання на покриття (дах) резервуара встановлюють сходи. Резервуари з легколетючими рідинами (наприклад, бензином) обладнують рухомою кришкою-понтонем, який установлюється всередині резервуара і закриває поверхню рідини зверху, перешкоджаючи її випаровуванню.

За конструктивними особливостями вертикальні циліндричні резервуари поділяються на такі типи (рис.2): зі стаціонарним дахом; зі стаціонарним дахом з понтоном; з плаваючим дахом.

Широко використовують наступні конструктивні схеми рулонованих резервуарів: I – резервуари малого і середнього об'ємів з конічними дахами; II – резервуари великого об'єму із сферичними дахами; III – резервуари з плаваючими дахами; IV – резервуари траншейного типу для підземного зберігання продукту. Резервуари I і II типів можуть бути обладнані понтоном, який зменшує випаровування продукту, що зберігається.



тип I – резервуари малого і середнього об’ємів з конічними дахами; тип II – резервуари великого об’єму з сферичними дахами; тип III – резервуари з плаваючими дахами; IV – резервуари траншейного типу для підземного зберігання продукту; 1 – днище; 2 – стінка резервуара; 3 – робоча площадка; 4 – дах; 5 – понтон; 6 – сходи; 7 – елемент обладнання; 8 – окrajнний елемент; 9 – плаваючий дах; 10 – короб плаваючого даху; 11 – оболонка; 12 – ферма

Рисунок 2 – Конструктивні схеми рулонованих резервуарів

Технологія зведення циліндричних резервуарів передбачає використання методів листового складання, рулонування і комбінування.

Зведення циліндричних резервуарів методом **листового складання** передбачає нарощування споруди та виконується в такій технологічній послідовності:

– підготовчі роботи. Облаштування будівельного майданчика відповідно до розробленого в проекті виконання робіт будівельного генерального плану. Створення умов для раціонального та безпечного виконання будівельних робіт;

- влаштування основи резервуара з бетону, піску або ущільненого щебеню. Влаштування гідроізоляційного шару;

- влаштування конструкції днища. При складанні днища резервуара має бути збережена основа (фундамент) і гідроізоляційний шар від впливу різних монтажних навантажень. Влаштування днища проводиться рулонованими полотнищами або окремими листами, що збираються між собою в перепуск або встик. У зоні розташування стінки резервуара з'єднання внапуск має бути переведено в стикове з'єднання, що залишається на підкладній смузі;



Рисунок 3 - Влаштування основи та конструкції днища резервуара

- влаштування стінок. Листи можуть бути товщиною 2-16 мм. Вони розкладаються як горизонтальними ярусами так і вертикальними. Збирання листів стінки між собою та з листами днища слід проводити із застосуванням монтажної оснастки. Вертикальні і горизонтальні стики стінки збирають з проектними зазорами під зварювання. Стійкість стінки від вітрових навантажень при монтажі повинна забезпечуватися установленням розчалок і секцій тимчасових кілець жорсткості;

- влаштування елементів покриття. Для стаціонарних дахів залежно від їхньої конструкції виконують:

- а) монтаж каркасних конічних і сферичних дахів - з використанням центрального стояка;

б) монтаж зверху, без центрального стояка застосовують для безкаркасних конічних і сферичних дахів, а також каркасних конічних і сферичних дахів з роздільними елементами каркаса й настилу;

с) монтаж зсередини резервуара, без центрального стояка застосовують для дахів з роздільними елементами каркаса і настилу;

д) монтаж каркасних сферичних дахів усередині резервуара з наступним їх підйомом у проектне положення. При необхідності встановлюються тимчасові розпірки, в'язи та інші конструкції, що перешкоджають виникненню деформацій;



Рисунок 4 – Зведення циліндричного резервуара з листових матеріалів.

– випробування резервуара. Випробування резервуарів на міцність, стійкість і герметичність мають проводитися після завершення всіх монтажно-зварювальних робіт, контролю якості всіх елементів його

конструкції, включаючи зварні з'єднання, та їх приймання технічним наглядом. Резервуари всіх типів перед здачею їх замовнику для виконання антикорозійним захисту і монтажу обладнання піддають гідравлічному випробуванню. Резервуари зі стаціонарною дахом без понтона додатково випробовують на внутрішній надлишковий тиск і відносне розрідження. Види випробувань залежно від типу резервуарів наведено в нормативній та проектній документації. Для проведення випробування резервуара будь-якого типу повинна бути розроблена програма випробувань, що є складовою частиною ПВР. При виявленні течі з-під краю днища чи появи мокрих плям на поверхні вимощення випробування слід припинити, злити воду, встановити і усунути причину течі. Резервуар витримав випробування, якщо протягом зазначеного часу на поверхні стінки та по краях днища не виникає течі і рівень води не знижується, а осідання фундаменту і основи резервуара стабілізувалися. Після приймальних випробувань приварка до резервуару будь-яких деталей та елементів конструкцій не допускається. На резервуарі допускається проведення робіт з протикорозійного захисту влаштування теплоізоляції та встановлення обладнання, передбачених проектною документацією. Після завершення випробувань резервуара на підставі проведеного візуально-вимірального контролю параметрів його елементів, включаючи контроль стану зварних швів (при необхідності фізичними методами), повинна бути проведена оцінка фактичного технічного стану металоконструкцій, основи і фундаменту резервуара;

– після завершення випробувань складається акт установленної форми між підрядником і замовником про завершення монтажу металоконструкцій резервуара і приймання резервуара для виконання антикорозійного захисту, встановлення обладнання та інших робіт.

Для подачі будівельних конструкцій у зону проведення робіт використовують самохідні стрілові або баштові крани (рис. 5). При

невеликих розмірах резервуарів можуть застосовуватися ручні вантажопідійомні пристосування.

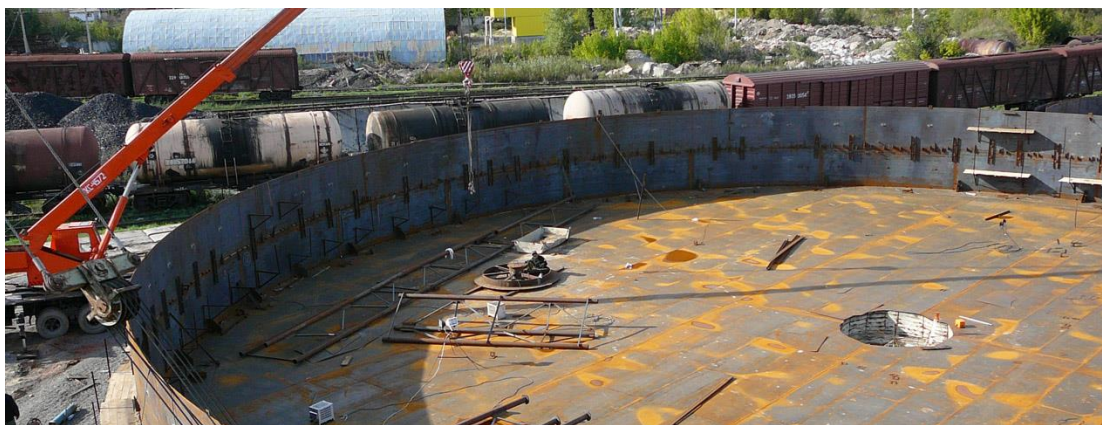


Рисунок 5 - Зведення циліндричного резервуарів за допомогою комплекту самохідних стрілових кранів

Зведення резервуарів *методом рулонування* передбачає розгортання на будівельному майданчику заздалегідь виготовлених та рулонованих, зібраних з окремих оброблених по периметру сталевих листів. Перевага цього методу полягає в зменшенні до мінімуму зварювальних робіт на монтажному майданчику в середньому на 80%, оскільки роботи по з'єднанню і зварюванню стінок, днищ, понтонних днищ і днищ плаваючих дахів проводяться в заводських умовах із застосуванням автоматичного зварювання. Сталеві листи модульних розмірів 1500х6000 мм зварюють за допомогою автоматичного обладнання в полотнища необхідних розмірів і згортають на спеціальні пристосування, які забезпечують їх переміщення і транспортування. Довжина рулонів досягає 18м, а маса узгоджується з вантажопідійомністю рухомого складу. Мінімальний час монтажу резервуарів цим способом зменшується в 3-4 рази порівняно з класичною системою виготовлення резервуарів із зварених листів.

Технологічна послідовність зведення резервуарів методом рулонування включає такі етапи:

- підготовка будівельного майданчика;

– влаштування основи (фундаменту) резервуара. Резервуари монтують на піщаній основі, діаметр якої повинен бути на 1,4 м більше діаметра днища. Для відведення атмосферних опадів основу виконують на 0,4...0,5 м вище рівня землі з відкосами по краях не крутіше 1:1,5. Від руйнування відкоси зберігають за допомогою кам'яного мощення. Перед монтажем резервуару його основу приймають за актом з перевіркою: правильності розбивки осей; наявності вказаного центру основи; відміток поверхні й відповідності товщини та технологічного складу ізолюючого шару проектному; забезпечення відводу поверхневих вод від основи; фундаментів.

– доставка рулонних матеріалів на будівельний майданчик. При доставці рулону залізничним транспортом його розвантаження може здійснюватися шляхом накручування (рис. 6) і влаштування днища резервуару

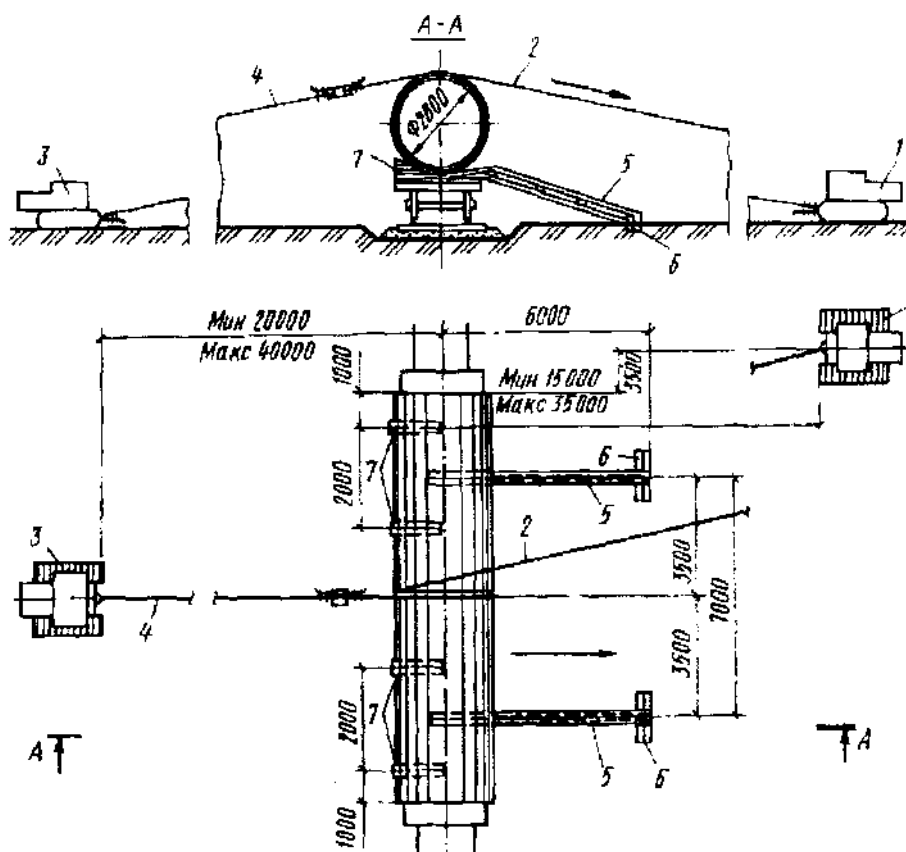


Рисунок 6 - Розвантаження рулону з залізничної платформи: 1 - тяговий трактор; 2 - тяговий канат; 3 - гальмівний трактор; 4 - гальмівний канат; 5 - розвантажувальні балки; 6 - майданчики з шпал; 7 – дерев'яний страхувальний клин.

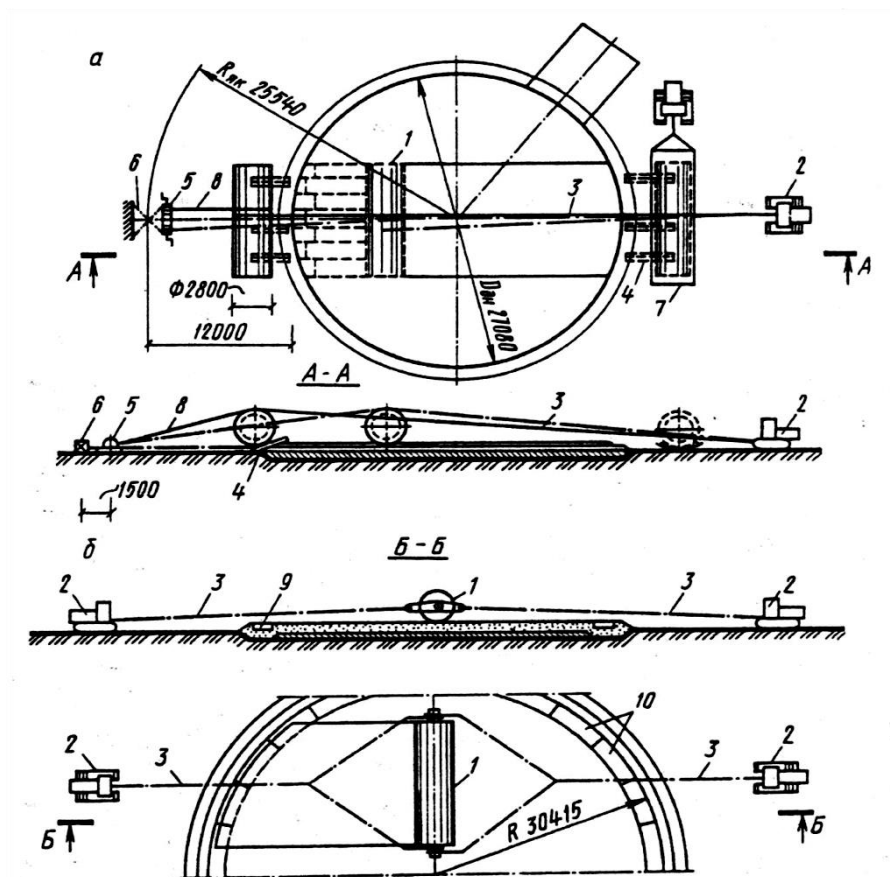


Рисунок 7 - Схема монтажу днища резервуара: а - одним трактором і лебідкою; б - двома тракторами; 1 - рулон з трьома полотнищами днища; 2 - трактор; 3 - тяговий канат; 4 - дерев'яні бруси для накочування рулону на основу; 5 – гальмівна лебідка; 6 – якір; 7 – сани для перевезення рулону; 8 – гальмівний канат; 9 – бетонне кільце; 10 – окрайки днища.

– влаштування стін резервуара рулонованими полотнищами (рис. 8):

1) піднімання рулону стінки у вертикальне положення. Технологія виконання робіт при підніманні рулону має забезпечувати збереження полотнища стінки від впливу монтажних та інших навантажень. Початкове положення рулону перед підніманням у плані слід приймати з урахуванням проектного положення осі монтажного стику стінки;

2) розгортання полотнища стінки. При розгортанні стінки повинна бути забезпечена стійкість полотнища від впливу вітрових навантажень за допомогою закріплених на ньому розчалок, опорного або верхнього кілець жорсткості, щитів даху;

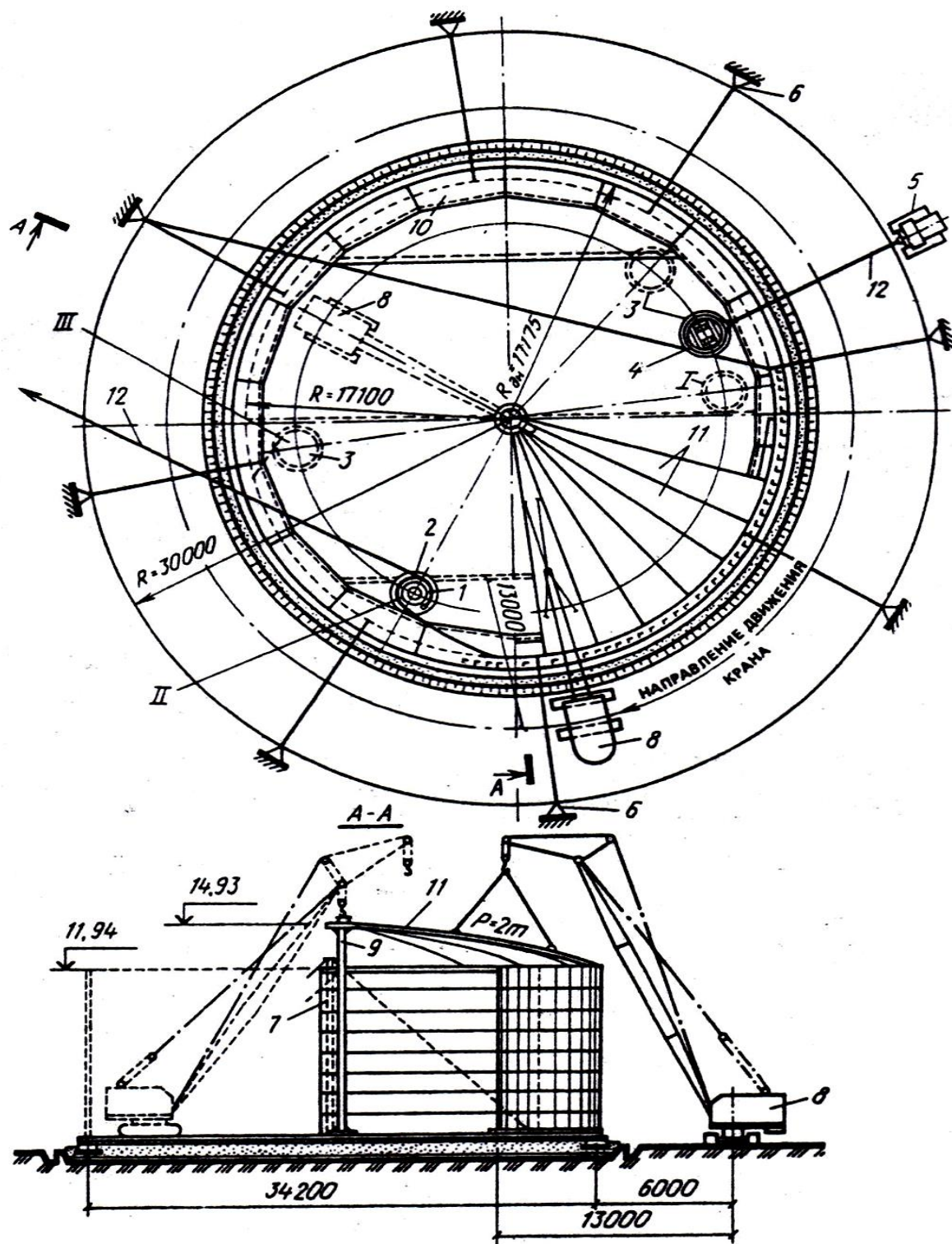


Рисунок 8 - Схема розгортання рулону стінки резервуара: I - початкове положення рулону № 1; II - проміжне положення рулону № 1; III - початкове положення рулону № 2; 1 - рулон, що розгортається, № 1; 2 - піддон; 3 - рулон, що розгортається, № 2; 4 - шахтні сходи; 5 - трактор; 6 - якорі для розчалування стінок резервуара; 7 - стояк жорсткості зі сходами; 8 - гусеничний кран; 9 - центральний стояк; 10 - кільце жорсткості; 11 - щити покриття; 12 - тяговий канат

3) формоутворення кінцевих ділянок полотнища стінки. Для забезпечення форми монтажного стику полотнищ необхідно провести формоутворення початкового і кінцевого ділянок полотнищ. Формоутворення проводиться на поясах товщиною 8 мм і більше;

4) складання монтажного стику стінки. Монтажний стик виконують за допомогою технологічної оснастки з дотриманням проектних зазорів та оброблення крайок відповідно до вимог ПВР;

5) влаштування даху. Технологія влаштування даху аналогічна зведенню методом по листового монтажу. На резервуарах зі сферичним каркасним дахом висотні позначки центрального щита, монтажного стояка повинні визначатися з урахуванням проектної висоти і будівельного підйому, передбачені робочою документацією;

6) випробування резервуарів;

7) монтаж технологічного обладнання. Випробування проводяться підрядником за участю представників технічного нагляду замовника та авторського нагляду проектувальника. Після закінчення випробувань складається акт установленної форми.



Рисунок 9 – Зведення резервуарів методом рулонування

Якість монтажно-зварювальних робіт зі зведення сталевих резервуарів забезпечується операційним контролем з веденням журналу встановленої форми. Журнал операційного контролю монтажно-

зварювальних робіт - це документ, що визначає обсяг і послідовність виконання основних контрольних операцій при проведенні монтажних робіт. У процесі робіт з монтажу конструкцій резервуарів повинні оформлятися виконавчі схеми вимірів з документальним оформленням установленої форми (виконавча документація). Виконавча документація призначена для контролю якості виконуваних робіт, правильного виконання і оформлення вимірювань, проведених у процесі будівництва, випробувань і здачі резервуара в експлуатацію. При підготовці резервуара до випробувань на поверхнях елементів конструкцій не має бути допоміжних елементів, використаних для складання, монтажу, транспортування. На весь період монтажу конструкцій резервуара підприємства, які розробили проектну документацію, в установленому замовником порядку повинні здійснювати авторський нагляд з веденням журналу авторського нагляду.

Монтаж резервуарів з плаваючими дахами. Розглянемо варіант монтажу резервуару місткістю 50000 м³, який має наступні конструктивні характеристики: діаметр 60,7 м, висота стінки – 18 м, довжина монтажних швів – більше 5000 м, маса конструкції – 850 т.

Монтаж конструкцій починають з укладання окремих елементів (окрайок) зовнішнього контури днища на попередньо розмічену піщану основу з бетонним кільцем по периметру стінки. У середині основи встановлюють невеликий бетонний фундамент і закріплюють на ньому по центру резервуара кінець рулетки зі стрічкою довжиною 50 м для наступної розмітки місць установки всіх елементів резервуара. У місцях обпирання стінки радіальні стики між окрайками зварюють в стик. Потім на окрайки наносять дві кільцеві риси, що визначають положення стінки й краю днища.

Рулони днища розвертають двома тракторами, розташованими по обидві сторони від рулону.

Збирання полотнищ днища виконують на прихватках. Після розгортання всіх рулонів на днище заковчують рулони плаваючого даху.

Потім приступають до збирання першого пояса стінки, який монтують листовим методом (рис.10).

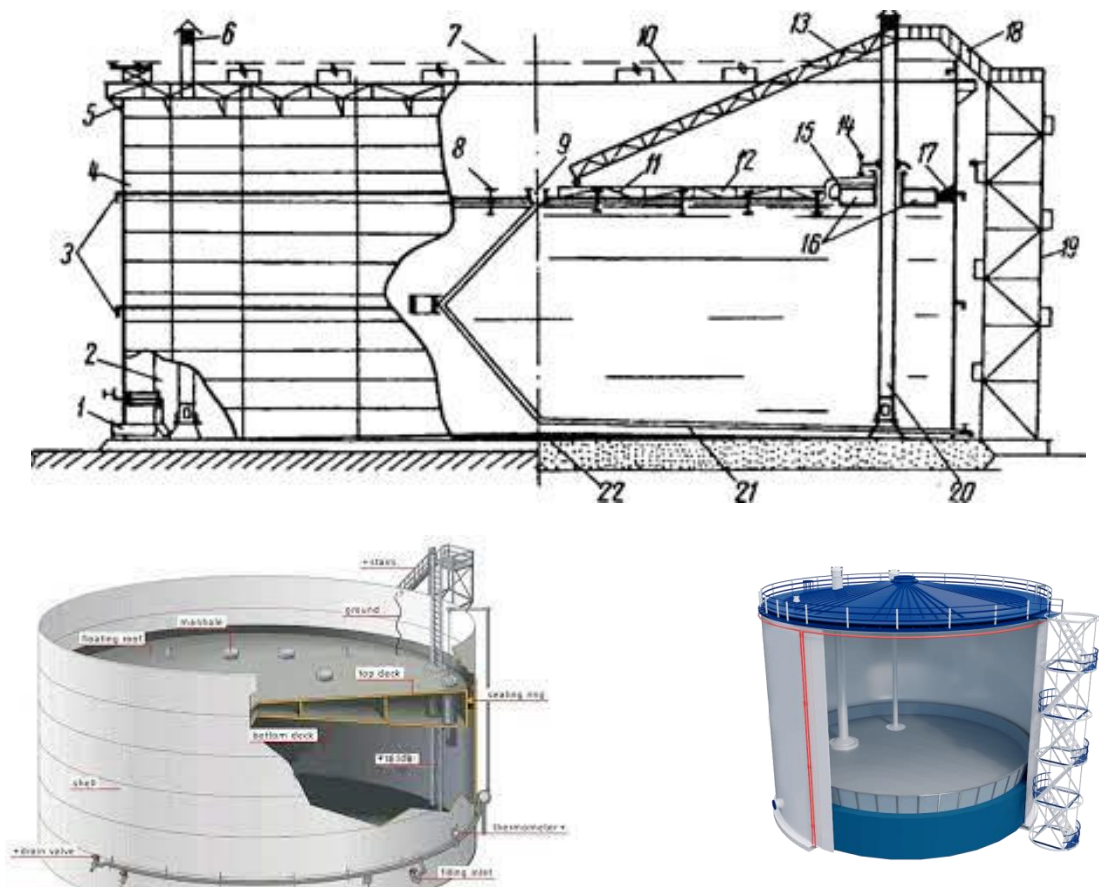


Рисунок 10 - Резервуар з плаваючим дахом: 1 --приймальний патрубок з хлопакою; 2 - запасний трос хлопаки; 3 - кільця жорсткості; 4 - стінка резервуара; 5 - кільцевий майданчик жорсткості; 6 - вогневий запобіжник; 7 - трубопровід розчину піни; 8 - опорні стійки плаваючого даху; 9 - водоприймач атмосферних опадів; 10-сухопровід зрошення стінки резервуара; 11 - плаваючий дах; 12 - опорна ферма; 13-котучі сходи; 14 - борт утримування піни; 15 - опорна ферма; 16-периферійний кільцевий понтон плаваючого даху; 17-ущільнювач (затвор) плаваючого даху; 18-перехідний майданчик; 19 - шахтні сходи; 20-трубчаста напрямна плаваючого даху; 21 - дренажна система; 22-днище резервуару

У кожному з дев'яти поясів стінки висотою по 2 м є лист меншої довжини, ніж інші, який встановлюють останнім. Припуск (150 мм) по довжині компенсує граничні відхилення в розмірі периметра резервуара й допусків при виготовленні всіх листів стінки. Замикаючу вертикальну

кромку цього листа обрізають й обробляють під зварювання після його установки в проектне положення. Тимчасове взаємне кріплення окремих листів стінки забезпечують збираючими пристроями.

Після закінчення зборки, контролю вертикальності листів, горизонтальності верхньої кромки й зазору в стиках виконують зварювання всіх вертикальних стиків першого пояса, а потім - кільцевого (упорного) шва сполучення стінки із днищем. Далі повністю зварюють окрайки між собою, днище з окрайками (кільцевий шов) і останніми - полотнища днища між собою.

Одночасно на першому поясі розмічають і вирізують отвори, установлюють і приварюють люки-лази. Перед розгортанням (розкочуванням) рулонів плаваючого даху перевіряють щільність швів днища вакуум-апаратом, а упорного й вертикальних стиків першого пояса стінки – гасом.

Услід за розкочуванням рулонів і зборкою полотнищ даху укладають на днище, вивіряють і зварюють між собою кільцеві елементи понтона, до якого приварюють зовнішню кромку даху.

На даху розмічають місця, вирізують отвори й приварюють патрубки для установки опорних стояків, призначених для фіксації крайнього нижнього положення даху при експлуатації резервуара, що повинне забезпечувати можливість проходу під дах для огляду й ремонту, а також для очищення днища від бруду. Потім резервуар наповнюють водою на висоту 1800 мм, у патрубки заводять стояки, які нижнім кінцем спирають на днище через приварені до нього товсті підкладки, а верхні - болтами через фланці кріплять до патрубків даху. Після зливу води дах виявляється підвішеним до стояків, що дозволяє здійснювати знизу підварювання стельових швів.

Другий і всі наступні пояси стінки резервуара збирають аналогічно першому гусеничним краном МКГ-25 (або іншим відповідних параметрів) паралельно зі зборкою й зварюванням плаваючого даху.

Для установки листів і збирання їхніх стиків застосовують сталеві кільцеві підмости, секції яких довжиною по 6 м закріплюють за допомогою випусків у скобах, приварених до листів стінки. Ці підмости є не тільки робочим місцем монтажників і зварювальників, але також і кільцем жорсткості, необхідним для стійкості стінки резервуара в період монтажу. Вони дозволяють уникнути застосування розчалок, створюючи сприятливі умови для вільного пересування монтажного крана навколо резервуара.

Після установки дев'ятого пояса на ньому монтують горизонтальне кільце жорсткості, що фіксує циліндричну форму й забезпечує загальну стійкість стінки в процесі експлуатації. Всі зварені шви перевіряють на щільність гасом, а всі вертикальні стикові з'єднання першого й другого поясів й 50% з'єднань, третього й четвертого поясів, переважно в місцях перетинання цих з'єднань із горизонтальними, і всі стикові з'єднання окрайок днищ у місцях примикання до них стінки резервуара - просвічуванням проникаючим випромінюванням. Резервуар випробовують наливом води на задану проектом висоту.

2. Зведення краплеподібних та кулястих резервуарів

Краплеподібні резервуари - це суцільнозварні конструкції з листових сталевих листових заготовок двоякої кривизни, які збирають на каркасі у вигляді аروحних конструкцій. Цей тип резервуара має форму, подібну до краплі, тому є найбільш ефективною для зберігання рідких речовин.

Кулясті резервуари (газгольдери) - споруди у вигляді кулі. Резервуари зводяться діаметром 5-20 м і відповідно об'ємом 300-4000 м³.

Залежно від схеми розкрою резервуари (газгольдери) місткістю 600 м³ монтують із двох (рис. 11,а) або з трьох частин (рис. 11,б). У першому випадку **при екваторіально-меридіональному розкрої** на стенді спочатку встановлюють центральну опору з днищем на її оголовку. Потім послідовно збирають пелюстки. Після припасування всіх стиків зварюють вручну один

шар всіх швів і видаляють всі збиральні пристрої. Першу півсферу перевертають (кантують) опуклістю вниз і переносять краном на тимчасову опору. Другу півсферу збирають на стенді, що звільнився, і після зборки краном укладають на першу. Для забезпечення жорсткості при кантуванні й стропуванні в кожній півсфері закріплюють хрестоподібно дві трубчасті розпірки. Збирання замикаючого екваторіального стику виконують з кільцевих підмостей, які влаштовують на нижній півсфері.

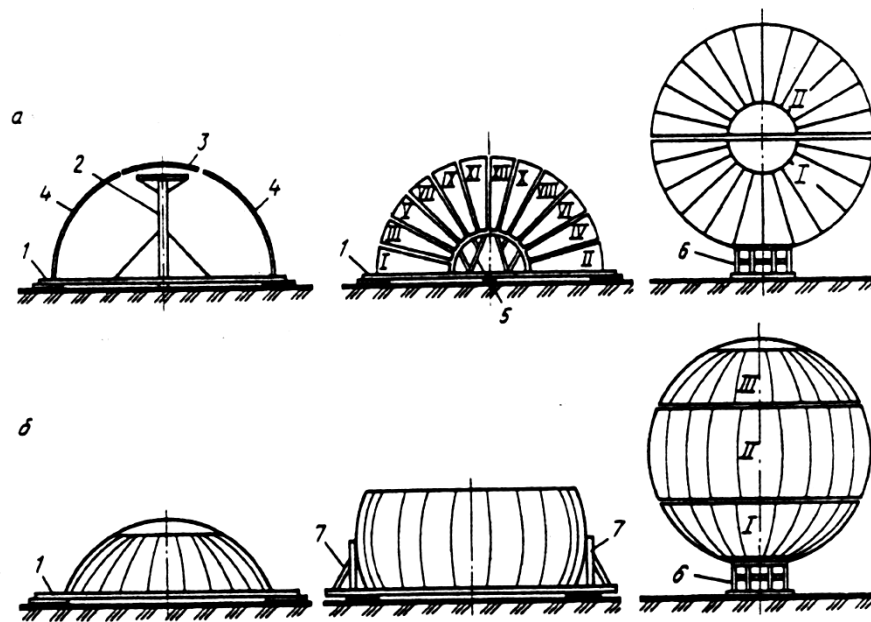


Рис. 11 – Схеми укрупнення й монтажу резервуарів місткістю 600 м^3 :

а — з екваторіально-меридіональним розкром; б — з паралельно-меридіональним розкром; 1 - стенд для укрупнення блоків; 2 -тцентральный стояк; 3 - днище оболочки; 4 - пелюстки оболочки; 5 - торцеві опори кондуктора; 6 - монтажна опора; 7 - упори

При меридіональному розкрої півсфери збирають на стенді, який оснащений двома ґратчастими опорами, які призначені для фіксації положення кінцевих кромek пелюстків.

При паралельно-меридіональному розкрої кожний з трьох блоків оболонки укрупнюють на стенді, що має центральну опору меншої висоти, ніж при збиранні півсфери, і упори для збирання екваторіального пояса.

Резервуари (газгольдери) місткістю 2000 м^3 при меридіональному розкрої збирають двома способами: вертикальним (рис. 12,а) або

горизонтальним (рис. 12, б). Останній спосіб застосовують і для резервуарів місткістю 600 м^3 з меридіональним розкром.

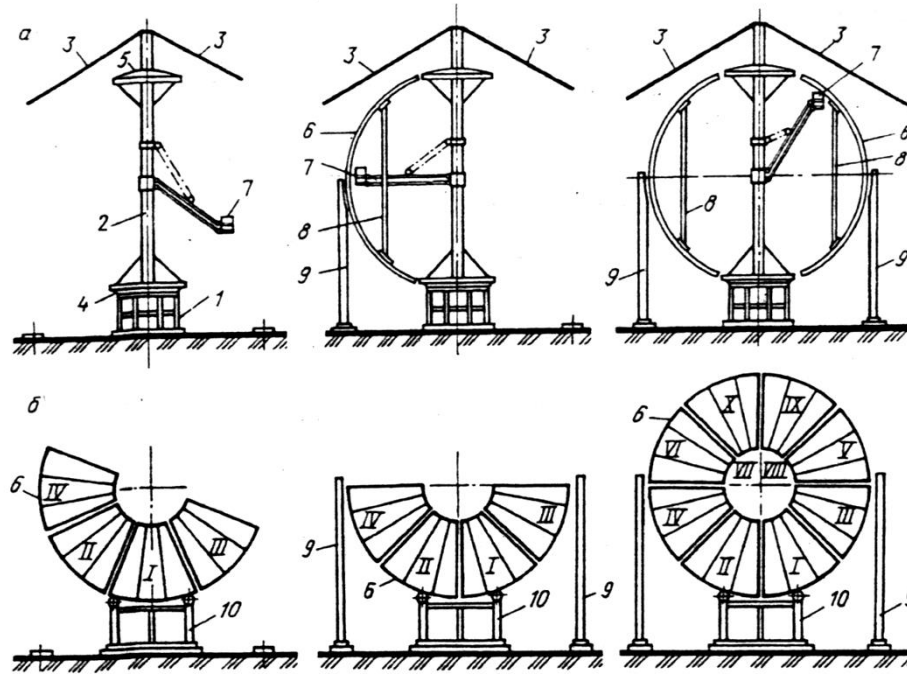


Рис. 12 – Схеми збирання сферичних резервуарів місткістю 2000 м^3 :

а – вертикальний; б – горизонтальний; 1 – нерухома опора маніпулятора або тимчасове опорне кільце; 2 – тимчасовий центральний стояк; 3 – розчалки; 4 – днище резервуара; 5 – купол резервуара; 6 – блоки оболонки резервуара; 7 – повноповоротна підйомна люлька; 8 – тимчасовий стояк жорсткості; 9 – опорний стояк; 10 – маніпулятор

У вітчизняній практиці широко застосовують маніпулятори різних конструкцій, що забезпечують рівномірне обертання оболонки, а також збереження міцності й проектної герметичної форми. Для зручності складання блоків застосовують трубчасту монтажну стійку, до кінців якої приварюють зібрані днище й купольну частину. Останню встановлюють на тимчасову нерухливу опору краном і, ретельно вивіливши, закріплюють канатами-розчалюваннями (рис. 12,а). На днище й купольну частину приварюють пластини-ловителі для встановлення укрупнених блоків. Оболонку резервуара збирають із 14 укрупнених блоків. Блоки краном встановлюють на ловителі днища й кріплять до купольної частини. Наступні

блоки встановлюють по годинниковій стрілці. Після встановлення й закріплення блоку, що монтується, із зовнішньої сторони резервуара тимчасово підводять опорну стійку для передачі маси блоку на фундамент; блоки між собою з'єднують швами-прихватками. Для збільшення жорсткості блоку всередині нього приварюють трубу, яку видаляють після монтажу. Робочим місцем при тимчасовому кріпленні блоків між собою спочатку складальними пристосуваннями, а потім одним шаром шва ручного зварюванням слугує повноповоротна колиска, що має можливість переміщуватися по дузі радіусом 8м, у вертикальній площини - електролебідкою, а у горизонтальній - вручну.

Закінчивши складання й прихватку усіх блоків, через верхній купольний люк гусеничним краном виймають монтажну стійку. Потім монтують маніпулятор, забирають тимчасові опорні стійки й підготовляють резервуар до автоматичного зварювання на маніпуляторі. Автоматичне зварювання усіх меридіальних і кільцевих швів резервуара роблять на маніпуляторі, або поруч із резервуаром встановлюють шахтні сходи з горизонтальним майданчиком, до якого закріплюють кабінку зварника зі зварювальним автоматом. Після зварювання й контролю зварених швів за допомогою домкратів маніпулятора резервуар піднімають і встановлюють на знов змонтовані опорні стійки, оголовки яких приварюють до оболонки. Потім маніпулятор демонтують.

При горизонтальному способі кожні три пелюстка укрупнюють на стенді-кондукторі в блок. Перший блок установлюють або на нерухомій опорі з роликами, або на ролико-опорах маніпулятора, розташованого усередині фундаменту резервуара (газгольдера).

Послідовність збирання інших блоків, куполу й днища показана на рис.12, б.

До видалення збиральних пристроїв перші шість блоків з'єднують між собою ручним зварюванням одного шару шва зсередини, а сьомий і восьмий – зовні, щоб уникнути зварювання їх у стельовому положенні.

Вертикальний спосіб передбачає збирання оболонки із двопелюсткових блоків, попередньо укрупнених на стенді.

Високопродуктивне зварювання під флюсом знижує затрати праці, прискорює зварювальні роботи, поліпшує якість з'єднань, однак його застосування можливо тільки при розташуванні стиків у нижньому положенні. Така умова забезпечується при обертанні зібраного резервуара на спеціальних пристроях - маніпуляторах різних конструкцій.

За ступенем впливу на оболонку маніпулятори розділяють на два типи: із жорсткою і з м'якою системою обпирання.

Особливість маніпуляторів першого типу - використання сталевих або обгумованих опорних котків, що приводить до появи вм'ятин на тонких стінках. Це пояснюється високим питомим тиском у місцях контакту оболонки з котками внаслідок малої площі обпирання.

Прикладом маніпулятора з жорсткою системою обпирання є конструкція, показана на рис. 13. На опорній рамі з чотирма установочними гвинтовими домкратами шарнірно закріплені коробки з двома приводними котками в кожній і чотири поворотних самоустановлювальних котки.

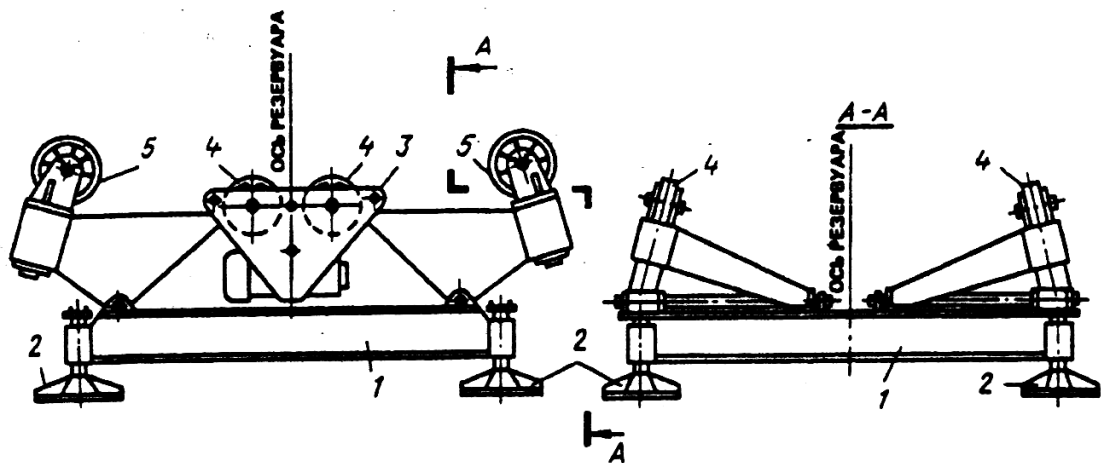


Рис. 13 – Маніпулятор з жорсткою системою обпирання:

- 1 - рама; 2 - домкрат установочний гвинтовий; 3 - коробка; 4 - приводні котки; 5 - самоустановлювальні котки

Завдяки балансірній системі з'єднання приводних і холостих котків навантаження від резервуара автоматично розподіляється між всіма котками.

При обертанні всіх приводних котків в один бік резервуар обертається щодо горизонтальної осі. При обертанні котків однієї коробки за годинниковою стрілкою, а другий - у протилежному напрямку відбувається обертання резервуара щодо вертикальної осі. Міняючи й комбінуючи напрямки обертання опорних котків, забезпечують розташування швів, які зварюють, у вертикальній площині та місця зварювання – в нижньому положенні. Швидкість обертання резервуара регулюють відповідно до необхідної швидкості зварювання.

Такий маніпулятор використовують для зварювання резервуара місткістю 600 м^3 , масою 43,6 т.

Маніпулятори з м'якою системою обпирання мають котки з пневматиками, робочий тиск у яких встановлюють залежно від діаметра й товщини стінки резервуара. При тонких стінках тиск у котках зменшують, внаслідок чого збільшується площа контакту з оболонкою, знижується питомий тиск на оболонку й забезпечується її місцева міцність.

До цього типу належить універсальний маніпулятор (рис. 14), призначений для зварювання резервуарів місткістю 600 й 2000 м^3 з товщиною стінок 12-34 мм, масою до 150 т.

Маніпулятор складається з двох вузлів: рухомої й нерухомої опори. На рухомій опорі встановлені чотири роликоопори: дві ведучі й дві ведені. Кожна роликоопора має по чотири пневмоколеса діаметром 1100 мм, установлених на балансирних пристроях, що забезпечує рівні навантаження на обидві осі коліс.

Роликоопори опираються на чотири трубчасті стояки, усередині яких розташовані гідравлічні домкрати вантажопідйомністю по 80 т з ходом штока 300 мм. Стояки встановлені на двокоткові візки, що пересуваються по кільцевій рейці діаметром 6,3 м. Маса маніпулятора 20 т.

Працює маніпулятор у такий спосіб. Після збирання на нерухомому опорному кільці сферичного резервуара рухому опору розгортають у плані в таке положення, при якому підлягаючий зварюванню меридіональний шов

розташовувався б у площині обертання ведучих коліс і перебував би між ними: за допомогою насосної станції пускають у хід гідродомкрати, які спочатку висувають роликоопори до упора всіх коліс в оболонку резервуара (газгольдера), а потім піднімають резервуар, звільняючи від навантаження нерухоме опорне кільце. Включенням коліс ведучих роликоопор забезпечують обертання резервуара зі швидкістю, рівною швидкості зварювання.

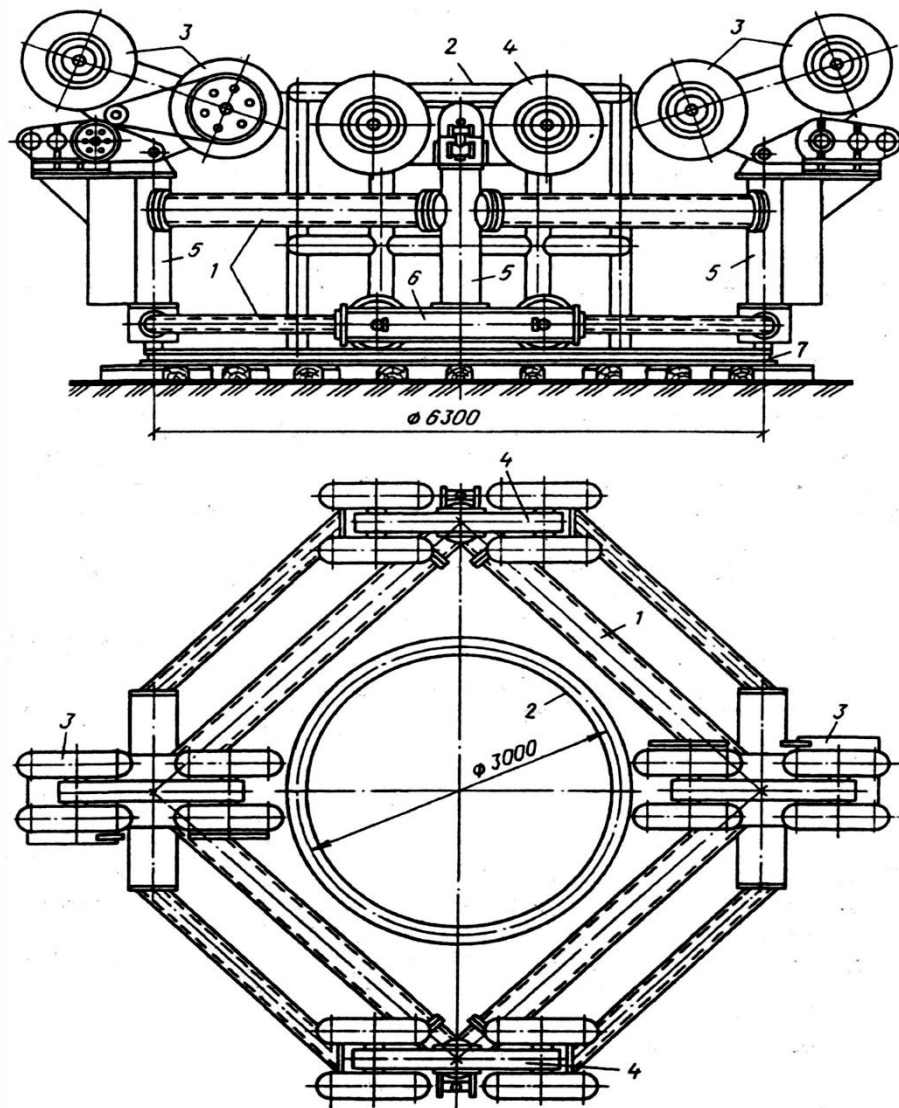


Рис. 14 – Універсальний маніпулятор для спорудження сферичних резервуарів місткістю 600 и 2000 м³:

1 - рухома опора; 2 - нерухома опора; 3 - ведучі роликоопори; 4 - ведені роликоопори; 5 - трубчасті стояки з гідродомкратами; 6 - візки; 7 - кільцева рейка

Після закінчення зварювання одного шва опускають гідродомкрати й резервуар знову обпирається на нерухоме опорне кільце. Рухому опору по круговій рейці знову розгортають у плані в положення, необхідне для зварювання наступного стику. Коли автоматичне зварювання всіх швів буде закінчено, до оболонки приварюють стояки проектних опор, крім двох, і опускають домкрати маніпулятора, звільняючи його від навантаження. Відсутність двох опор забезпечує необхідні габарити для роботи вантажопідйомних механізмів і добування маніпулятора без розбирання. Дві останні опори резервуара встановлюють після переносу маніпулятора на інше місце.

Конструкція маніпулятора допускає збирання рухомої опори під зібраним резервуаром, а також перенесення маніпулятора повністю або окремими елементами.

Випробують сферичні резервуари, як правило, водою після завершення всіх монтажних і зварювальних робіт, а також контролю якості зварених з'єднань.

Спочатку резервуар повністю заповнюють водою, тиск підвищують до пробного, рівного 1,25-1,5 розрахункового тиску, і витримують 10 хв. Далі тиск знижують до розрахункового й оглядають конструкції. При відсутності течії, відпотин і падіння тиску резервуар вважають таким, що витримав випробування.

Умови й результати пробного гідравлічного випробування оформляють актом і заносять у паспорт резервуара.

В останні роки на нафтохімічних комбінатах країни для зріджених газів споруджують **ізотермічні резервуари**, що забезпечують зберігання газів при негативних температурах до -195°C й тиску, близькому до атмосферного, що робить таке зберігання досить економічним і менш вибухонебезпечним у порівнянні зі зберіганням у газоподібному стані при високому тиску в сферичних резервуарах. Низька температура зберігання продукту обумовлює конструктивні особливості ізотермічних резервуарів: **застосування**

холодостійких сталей; збільшення висоти у порівнянні зі звичайними резервуарами; наявність подвійної стінки для розміщення теплоізоляції й відповідного фундаменту, що запобігає промерзанню ґрунту; облаштування анкерних кріплень. При спорудженні ізотермічних резервуарів застосовують наступні способи їх монтажу:

- полистовий з нарощуванням поясів,
- полистовий з підрощуванням поясів,
- укрупненими картами 4+12 м,
- індустріальний з рулонів заготовок,
- комбінований (такий, що поєднує монтаж з рулонних заготовок з полистовим складанням).

3 Зведення циліндричних газгольдерів

Газгольдери - споруди для зберігання газів під надлишковим тиском. За способом герметизації газового простору газгольдери поділяють на мокрі й сухі. У перших герметизація здійснюється за допомогою гідравлічного (зазвичай водяного) затвора, а в других - будь-якими іншими способами (наприклад, із застосуванням сальникових ущільнень). Мокрий газгольдер (рис. 15) складається зі сталевго резервуара для води із зовнішніми та внутрішніми напрямними, однієї (дзвін) або двох (дзвін і телескоп) рухомих ланок для зберігання газу, так званої камери газового введення (виведення), автоматичної системи показчика обсягу газу і сигналізації положення дзвону, а також запобіжних пристроїв і засобів опалення та вентиляції камери та підігріву води в резервуарі газгольдера в зимовий час. Дзвін і телескоп - вертикальні циліндричні резервуари (перший обладнаний у середині другого, з дахом, але без дна; другий - без даху і дна), що встановлюються в іншому вертикальному циліндричному резервуарі (з дном, але без даху) більшого діаметра, заповненому водою, яка забезпечує герметизацію газового простору всередині рухомих ланок при роботі

газгольдера.

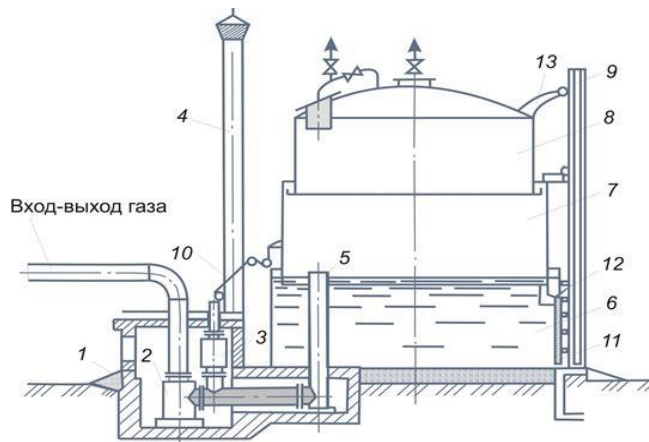


Рисунок 15.- Схема мокрого газгольдера: 1 - камера газового введення (виведення) 2 - гідравлічний затвор; 3 - клапанна коробка автоматичного скидання газу 4 - труба скидання газу; 5 - газовий стояк; 6 - резервуар з водою; 7 – телескоп; 8-дзвін; 9, 11 - відповідно зовнішня і внутрішня напрямні; 10- підймальне пристосування; 12, 13- відповідно нижній і верхній ролики.

Сухі газгольдери використовуються для зберігання газів під низьким або високим тиском. Герметизація газгольдерів низького тиску здійснюється в основному за допомогою еластичних сальників. Переваги таких газгольдерів: невелика металоемність, значні обсяги зберігання газу (до 500 тис. м³); недолік - порівняно мала надійність елемента ущільнювача.

Технологія зведення циліндричних газгольдерів така сама, як і для зведення циліндричних резервуарів. Особливості технології полягають у деяких конструктивних відмінностях і складності забезпечення надзвичайної герметичності споруд.

Зведення газгольдера здійснюють у такому порядку. Після проведення підготовчих робіт і влаштування основи складають днище і перший ярус корпусу (стінок). Складання та зварювання листів стінок здійснюють аналогічно, як і резервуарів для рідин. З внутрішнього боку резервуара влаштовують помости, а з зовнішнього підвісні колиски-підмостки. Доступ у середину резервуара здійснюють через влаштовані в стінці тимчасові

монтажні прорізи. Зовнішні напрямні приварюють до нижнього пояса корпусу і вгорі зі зв'язками і кільцевими поясами жорсткості. Складання телескопа починають з установки його опорного кільця на підставки, потім монтують нижній і верхній пояси. Корпус дзвона також починають з влаштування горизонтального кільця затвора і першого пояса, потім - стояки і обшивку з картин. Складання конструкцій покриття починають з першої смуги по колу корпусу і далі послідовно до центра. У загальному вигляді складання елементів газгольдера має забезпечувати можливість доступу та якісного зварювання елементів на ділянках, які згодом закриваються наступними елементами. Подача елементів до місця їх установлення здійснюється за допомогою самохідних стрілових або гусеничних кранів, а також монтажних щогл.

Після зведення споруди виконується комплекс робіт по випробуванню споруди та облаштування технологічного обладнання.

У практиці будівництва також широко застосовується для зведення газгольдерів метод рулонування, описаний вище і аналогічний зведенню циліндричних резервуарів для рідин.

У процесі *контролю якості робіт* до споруд вертикальних зварних циліндричних резервуарів для нафти та нафтопродуктів об'ємом до 50 тис. м³ з висотою стінки до 18 м, мокрих газгольдерів об'ємом до 30 тис. м³ з вертикальними направляючими висуваються додаткові правила по їх зведенню.

Вимоги до основ і фундаментів:

- до початку монтажу конструкцій резервуарів і газгольдерів повинні бути перевірені і прийняті:
- розбивка осей з позначенням центра основи;
- відмітки поверхні основи і фундаменту, відповідність товщини і технологічного складу гідроізоляційного шару проектним даним, а також ступінь його ущільнення;
- забезпечення відведення поверхневих вод від основи.

Граничні відхилення фактичних розмірів основ і фундаментів резервуарів, газгольдерів і водонапірних башт від проектних не повинні перевищувати величин, наведених у проектній документації.

Монтаж конструкцій. При монтажі днища, що складається з центральної рулонованої частини та окрайків, слід спочатку зібрати і зварити кільце окрайків, потім центральну частину днища. При монтажі резервуарів об'ємом понад 20 тис. м³ окрайки слід укласти по радіусу, що перевищує проектний на 15 мм (величину усадки кільця окрайків після зварювання). Після закінчення складання і зварювання днища необхідно зафіксувати центр резервуара приварюванням шайби і нанести на днище геодезичні осі резервуара.

Розгортання рулонів висотою 18 м слід проводити ділянками довжиною не більше ніж 2 м; висотою менше 18 м- ділянками довжиною не більше 3 м. На всіх етапах розгортання рулону необхідно виключити можливість самовільного переміщення витків рулону під дією сил пружності.

Вертикальність стіни резервуара, що не має верхнього кільця жорсткості, в процесі розгортання слід контролювати не рідше ніж через 6 м, а резервуара, що має кільце жорсткості, - при установленні кожного чергового монтажного елемента кільця. При монтажі резервуара, що має проміжні кільця жорсткості по висоті стінки, установлення елементів проміжних кілець повинне випереджати установлення елементів верхнього кільця на 5-7 м.

Днища резервуарів і газгольдерів з окремих листів з окрайками належить збирати в два етапи: спочатку окрайки, потім центральну частину з укладанням листів смугами від центра до периферії.

Тимчасове взаємне кріплення листів (днища, стінок) до зварювання має бути забезпечено спеціальними складальними пристосуваннями, що фіксують проектні зазори між крайками аркушів.

Приварювання зовнішніх напрямних (з майданчиками і в'язами, роликами об'ємопоказчиків і блискавкоприймачами) до резервуара

газгольдера слід робити тільки після повного складання, перевірки прямолінійності і зварювання кожної спрямовуючої окремо, а також вивірення геометричного положення всіх напрямних.

Граничні відхилення фактичних геометричних розмірів і форми сталевих конструкцій резервуарів для нафти і нафтопродуктів, а також баків водонапірних башт і мокрих газгольдерів від проектних після монтажу і зварювання не повинні перевищувати значень, наведених у проектній документації та нормативних документах.

Контролю неруйнівними методами підлягають зварні з'єднання резервуарів для нафти і нафтопродуктів об'ємом від 2000 до 50000 м³ і мокрих газгольдерів об'ємом від 3000 до 30000 м³:

- у стінках резервуарів, що споруджуються з рулонних заготовок, - усі вертикальні монтажні стикові з'єднання;
- у стінках резервуарів, що зводяться по листовим методом, - усі вертикальні стикові з'єднання I і II поясів і 50% з'єднань III і IV поясів у місцях примикання цих з'єднань до днища і перетинів з установленими вище горизонтальними з'єднаннями;
- усі стикові з'єднання окрайків днищ в місцях примикання до них стінок.

Випробування резервуарних конструкцій і приймання робіт. До гідравлічного випробування резервуара, газгольдера, бака водонапірної башти повинні бути виконані врізки і приварювання всіх патрубків обладнання та лазів, що встановлюються на днище, понтоні, плаваючому і стаціонарному дахах, стінці резервуара, телескопа, дзвона, даху дзвона та водонапірного бака.

На весь час випробувань мають бути встановлені межі небезпечної зони з радіусом не менше двох діаметрів резервуара, а для водонапірних башт - не менше двох висот споруди.

Під час підвищення тиску або навантаження допуск до огляду конструкцій дозволяється не раніше ніж через 10 хв. після досягнення встановлених випробувальних навантажень.

Для запобігання перевищення випробного навантаження при надлишковому тиску і вакуумі повинні бути передбачені спеціальні гідрозатвори, з'єднані з резервуаром трубопроводами розрахункового перерізу.

При випробуванні резервуарів низького тиску на міцність і стійкість надлишковий тиск слід приймати на 25%, а вакуум - на 50% більше від проектної величини, якщо в проекті немає інших вказівок, а тривалість навантаження - 30 хв.

Випробування резервуарів підвищеного тиску слід проводити відповідно до вимог, наведених у проекті, з урахуванням їх конструктивних особливостей.

Стаціонарний дах резервуара і бака водонапірної башти мають бути випробувані при повністю заповненому водою резервуарі на тиск, що перевищує проектне значення на 10%. Тиск слід створювати або безперервним заповненням резервуара водою при закритих люках і штуцерах, або нагнітанням стисненого повітря.

Одночасно з гідравлічним випробуванням резервуара газгольдера слід перевіряти герметичність зварних швів на газових вводах. У міру заповнення резервуара водою необхідно спостерігати за станом конструкцій та зварних з'єднань. При виявленні течі з-під краю днища чи появи мокрих плям на поверхні вимощення, а також у газових вводах газгольдерів необхідно припинити випробування, злити воду, встановити і усунути причину течі. Якщо в процесі випробування буде виявлено свищі, течі або тріщини в стінці (незалежно від величини дефекту), випробування повинно бути припинено і вода злита до рівня: повністю - при виявленні дефекту в I поясі; на один пояс нижче від дефекту - при виявленні дефекту в II - VI поясах; до V пояса - при виявленні дефекту в VII поясі і вище.

Резервуар, залитий водою до проектної позначки, випробовують на гідравлічний тиск з витримкою під цим навантаженням (без надлишкового тиску) обсягом, тис. м³: до 20 включно - 24 год; більше ніж 20-72 год.

Резервуар вважається таким, що витримав гідравлічне випробування, якщо в процесі випробування на поверхні стінки або по краях днища не утворюються течії і якщо рівень води не буде знижуватися нижче від проектної позначки.

Випробування газгольдера в цілому слід проводити після випробування наливанням води або шляхом нагнітання повітря. При цьому:

- під час піднімання дзвона необхідно спостерігати за показанням манометра і горизонтальністю підйому;
- в разі різкого збільшення тиску подача повітря має бути припинена;
- після виявлення і усунення причин, що затримують рух дзвона, дозволяється проводити його подальший підйом;
- перше підіймання дзвона і телескопа слід проводити повільно до моменту, коли повітря почне виходити через автоматичну свічку скидання газу в атмосферу;
- одночасно з підіймання дзвона і телескопа та виходом їх за рівень кільцевого балкона проводять перевірку герметичності швів листового настилу покриття дзвона, стінок дзвона і телескопа, на зварні з'єднання яких наносять зовні мильний розчин;
- місця з дефектами фіксують фарбою або крейдою; після цього опускають дзвін і телескоп, а підварку нещільності виконують після повного опускання телескопа і дзвона та зливу води з резервуара;
- телескоп і дзвін не менше двох разів піднімають і опускають з більшою, ніж у перший раз, швидкістю, після чого дзвін або телескоп опускають з таким розрахунком, щоб обсяг повітря становив 90% номінального обсягу газгольдера, і в такому положенні виконують 7-добове випробування газгольдера.

При випробуванні не можна допускати утворення вакууму Газгольдер вважається таким, що витримав випробування на герметичність, якщо отримана в результаті перерахунку величина витоку газу при безперервному 7-добовому випробуванні не перевищує 3% - для газгольдерів об'ємом до 1000 м³, 2% - для газгольдерів об'ємом 3000 м³ і більше. Величина витоку повинна бути віднесена до номінального обсягу газгольдера.

Про результати випробування складають акт за участю замовника.

Прорізи в покритті дзвона та в інших місцях установки випробувальних приладів слід заварити за допомогою круглих накладок з перевіркою швів на герметичність. Лази резервуарів після закінчення випробування газгольдера пломбують, а оглядові люки дзвона залишають відкритими.

Антикорозійний захист виконують після випробувань резервуара газгольдера і зливу всієї води.