

## ТИПОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА (ТТК)

### МОНТАЖ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ПОЛИСТОВЫМ МЕТОДОМ

#### 1. Область применения

Типовая технологическая карта разработана на монтаж цилиндрических резервуаров полистовым методом.

#### Монтаж резервуаров из углеродистой стали

##### Общие положения

Резервуары классифицируются по многим признакам, для монтажников важнейшими являются: способ посадки, вид хранимого продукта, материал конструкции основных элементов, форма резервуара и расчетное давление паров продукта.

По способу посадки резервуары могут быть наземными, полузаглубленными и заглубленными.

По виду хранимого продукта существуют резервуары для хранения темных нефтепродуктов (мазут, моторное топливо), светлых нефтепродуктов (бензин, лигроин, керосин, дизельное топливо) и масел (автол, дизельное, цилиндровое).

В зависимости от материала конструкции основных элементов различают металлические и неметаллические резервуары. Из неметаллических наиболее распространены железобетонные резервуары. Железобетонные резервуары для хранения светлых нефтепродуктов устраивают с внутренней металлической облицовкой, служащей изоляцией.

По форме металлические резервуары могут быть цилиндрические (вертикальные, горизонтальные), сфероидальные (шаровые, каплевидные, полусфероидальные) и специальных форм (например, прямоугольные).

По давлению паров продукта различают резервуары: а) до 20 мм вод. ст., б) до 200 мм вод. ст., в) до  $0,5 \text{ кгс/см}^2$  (каплевидные), г) до 2-6  $\text{кгс/см}^2$  (шаровые).

Крышу вертикальных цилиндрических резервуаров можно выполнить плоской, конической и сферической. Конструкция крыши может быть с фермами, с щитовым покрытием и покрытием из сборных железобетонных плит по балочной клетке с колоннами.

В зависимости от расположения поясов различают резервуары с телескопическим, обратнотелескопическим, ступенчатым, смешанным и стыковым расположением поясов (рис.1).

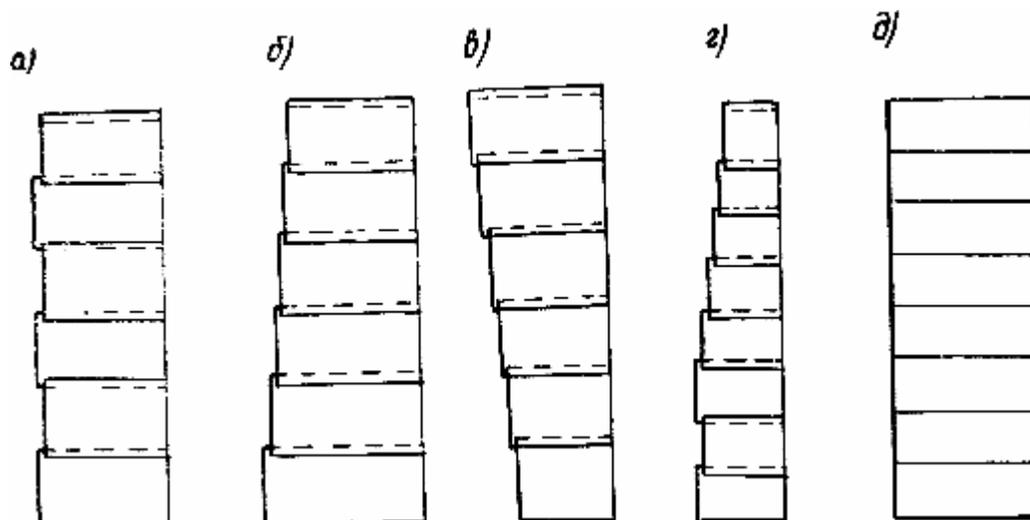


Рис.1. Расположение поясов:

а- ступенчатое; б - телескопическое; в- обратнотелескопическое; г- смешанное; д- стыковое

Цилиндрические вертикальные резервуары изготавливаются емкостью до  $10000 \text{ м}^3$  и более по типовым проектам.

По условиям работы металлические резервуары относятся к сильно нагруженным ответственным металлоконструкциям, работающим при разных температурных режимах внутри и снаружи сооружения в зимний период и различных ветровых нагрузках. Вследствие этого к металлу резервуара предъявляются особые требования.

Днища, корпуса и люки-лазы вертикальных резервуаров выполняются из спокойной мартеновской стали. В районах строительства с расчетной температурой  $-20^\circ \text{C}$  применяется мартеновская сталь спокойная марки Ст. 3 с дополнительными гарантиями предела текучести, предельного содержания углерода, серы и фосфора и устойчивости на загиб в холодном состоянии. В районах с более низкой температурой применяется мартеновская спокойная сталь, дополнительно раскисленная алюминием и с гарантированной ударной вязкостью при температуре  $-40^\circ \text{C}$ .

Для несущих конструкций перекрытия резервуаров и кровли допускается применение как

спокойной, так и кипящей мартеновской стали с дополнительными гарантиями предела текучести, предельного содержания углерода, серы и фосфора.

Для лестниц и перил допускается использовать кипящую мартеновскую сталь при условии ее предварительного испытания на свариваемость.

Цилиндрические вертикальные резервуары устанавливаются на искусственном основании, состоящем из грунтовой подсыпки, песчаной подушки и гидроизолирующего гидрофобного слоя, на котором монтируется днище резервуара. Основание резервуара является ответственным элементом, от тщательности выполнения которого зависит надежность работы резервуара в период эксплуатации.

Основания можно возводить практически на всех грунтах, кроме ила, торфа, пучинистых и плавунных грунтов (если возможна их подвижка под резервуаром). Устройству основания предшествует разбивка его в натуре, отвод поверхностных вод от основания и срезка растительного слоя, взамен которого засыпается местный материковый грунт. Сверх засыпанного грунта отсыпается подушка из песка средней крупности. В некоторых случаях песчаная подсыпка устраивается сразу же после снятия растительного слоя.

Поверх песчаной подушки укладывают гидроизолирующий слой с целью предохранения металла днища от коррозии, возникающей под действием конденсата или грунтовой воды. Толщина гидроизолирующего слоя принимается согласно проекту (8-10 см). Гидроизолирующий слой приготавливают из супесчаного грунта влажностью до 3%, перемешиваемого с жидким битумом, количество которого принимается от 8 до 10% по объему смеси. Приготовленную смесь укладывают без подогрева, равномерным слоем проектной толщины с уклоном от центра к краям в 2%. Вместо жидкого битума можно применять: каменноугольный деготь, гудроны, полугудроны и мазут. Гидроизолирующий слой уплотняют катком или вибратором, а при небольших объемах работ - трамбовкой. Укладка гидроизолирующего слоя допускается только при отсутствии осадков. Согласно СНиП, устраивать основания при температуре ниже 0° С не разрешается. Однако в исключительных случаях в песчаных и супесчаных грунтах разрешается устраивать основание непосредственно на мерзлом грунте, если установка реперов и мероприятия по отводу талых вод от основания резервуара выполнены до наступления зимнего периода.

В отдельных случаях, предусматриваемых проектами, гидроизолирующее основание не делается, а гидроизоляция наносится на наружную поверхность днища резервуара.

Если конструкция крыши предусматривает опоры на центральную стойку или на колонны, то до засыпки грунта под основание устраивают бетонные фундаменты под колонны. Отметка верха фундамента должна быть заподлицо с отметкой верха гидроизолирующего слоя.

Строительные работы по устройству основания не входят в обязанность монтажной организации. Перед началом монтажных работ представитель заказчика проверяет правильность посадки резервуара в соответствии с проектом и вместе с представителем монтажной организации осуществляет приемку основания, о чем составляется акт по соответствующей форме. При приемке основания с помощью нивелировки должны быть проверены: привязка в плане, отметка центра основания и отметка периметра основания не менее чем в восьми точках, но не реже, чем через 6 м (отметки должны быть одинаковыми).

Кроме того, проверяют толщину и качество гидроизолирующего слоя.

### Устройство оснований

Независимо от способа монтажа и посадки резервуары устанавливаются на искусственные основания, работы по устройству которых выполняются генеральным подрядчиком. При нормальных условиях работы резервуара его основание (рис.2) состоит из грунтовой подсыпки, песчаной подушки и гидроизолирующего слоя. Резервуары рекомендуется устанавливать на грунты, допускающие давление под грунтовой подсыпкой не менее 0,15 Па ( $1,5 \text{ кг/см}^2$ ). Глубина заложения грунтовой подсыпки предусматривается проектом и при наземной установке резервуара в зависимости от мощности растительного слоя, который должен удаляться, может достигать 1,5... 2 м. Материковый грунт под подсыпкой уплотняется щебнем или гравием.

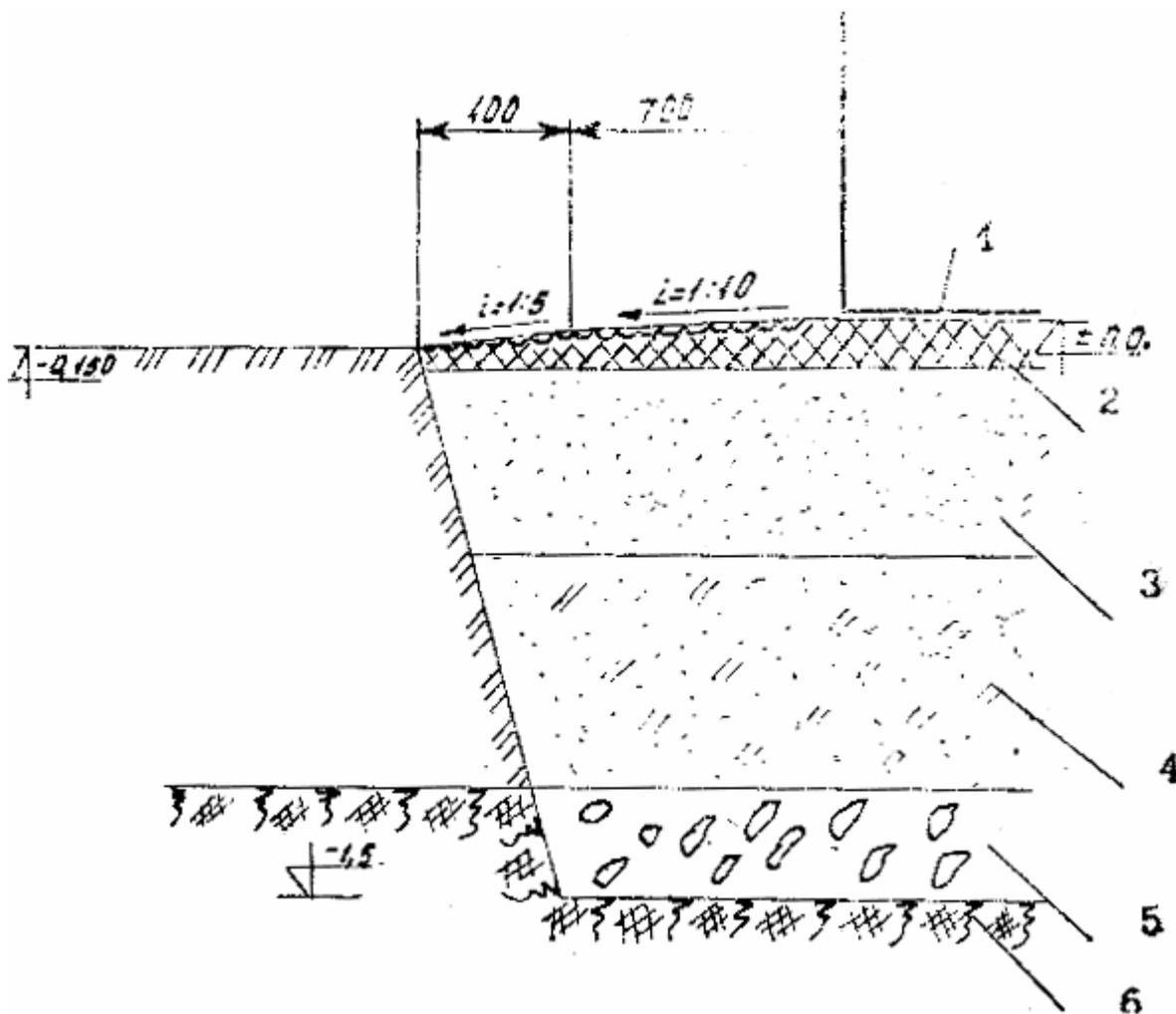


Рис.2. Основание под резервуар при строительстве в нормальных условиях:  
1 - днище резервуара; 2- гидроизолирующий слой; 3 -песчаная подушка; 4 -грунтовая подсыпка; 5 -щебеночная подготовка;  
6 -материковый грунт

Выполненные генподрядчиком работы по устройству основания монтажная организация принимает по акту. Требования к приему и допустимые отклонения определяются проектом и СНиП. При сдаче основания под монтаж строительная организация предъявляет:

прочные закрепленные знаки, фиксирующие главные оси резервуара и его центр;

оформленные акты на скрытые работы по сооружению основания;

сведения о примененных материалах в составе гидроизолирующего слоя.

В процессе приемки работ по устройству основания монтажной организацией проверяется:

правильность геометрической формы основания и горизонтальность его кромки;

размеры основания;

однородность гидроизоляционной смеси;

уклон откосов;

качество отмостки, предохраняющей основание от разрушения;

возможность отвода поверхностных вод от основания резервуара.

Акт о приемке основания составляется в трех экземплярах и подписывается представителями генерального подрядчика, монтажной организации и технадзора заказчика.

Если акты на скрытые работы по подготовке основания и на его приемку отсутствуют, монтажная организация не имеет права приступать к монтажу резервуара.

По разобранной технологии устраивают основания под наземные резервуары. Основания под полузаглубленные или заглубленные резервуары делают такими же, как и для наземных резервуаров, или из бетона. При наличии грунтовых вод основание устраивают из тех же материалов, но с дренажом для отвода грунтовых вод.

На строительных объектах в большинстве случаев применяются полузаглубленные и заглубленные казематные резервуары, типовые чертежи которых разработаны проектными организациями.

Каземат резервуара представляет собой сооружение из железобетонных тубингов, кирпича или бетонных блоков. Он предназначен для осмотра наружной поверхности

корпуса резервуара во время эксплуатации, размещения арматуры в доступном для обслуживания месте; при наличии каземата продукты не растекаются по территории склада в случае выхода резервуара из строя. Каземат может быть построен как до, так и после окончания монтажных работ. На рис.3 показан индустриальный способ монтажа каземата.

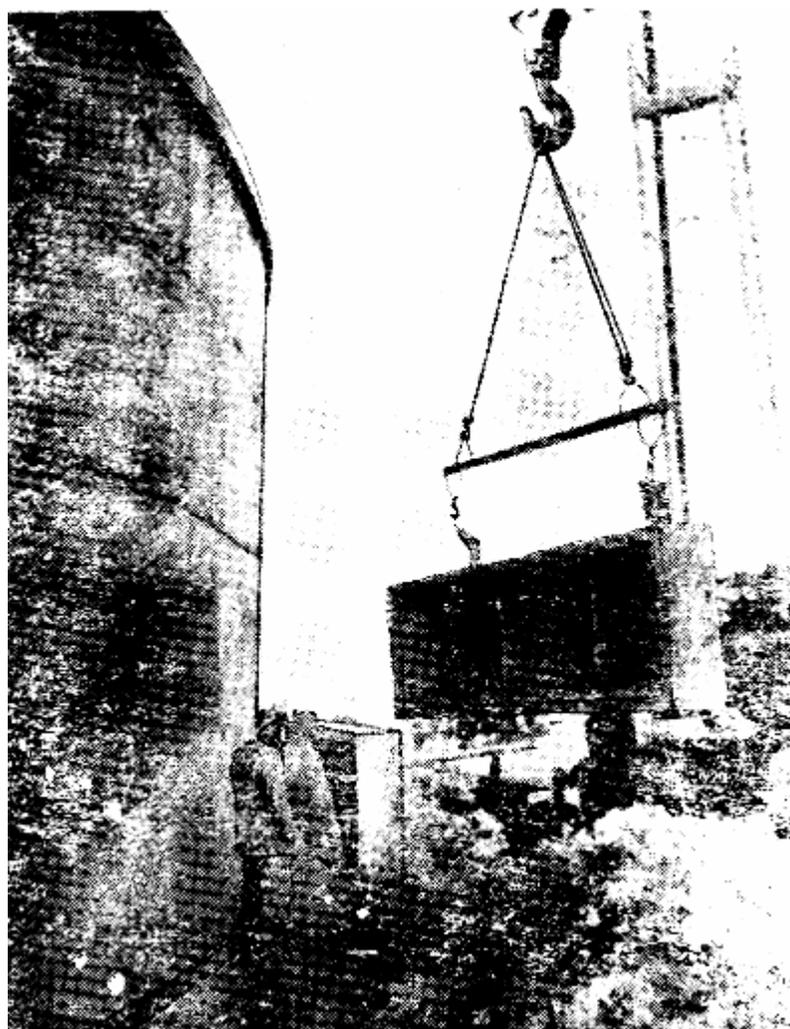


Рис.3. Монтаж каземата из железобетонных блоков

Монтаж вертикальных цилиндрических резервуаров требует строгого соблюдения технологической дисциплины.

Монтажные работы по возведению вертикальных цилиндрических резервуаров делятся на пять этапов: монтаж днища, монтаж корпуса, монтаж несущих конструкций покрытия, монтаж настила кровли и монтаж оборудования. После окончания каждого этапа проверяется качество выполненных работ и составляется соответствующий акт, а после окончания всех монтажных работ производится испытание смонтированного резервуара, которое также

оформляется актом.

Монтаж резервуаров возможен двумя способами: листовым и рулонным. Рулонный способ в отличие от листового является индустриальным и используется во всех случаях, когда возможна доставка рулонов к месту монтажа. В некоторых случаях днище резервуара монтируется листовым способом, а корпус - рулонным.

## 2. Организация и технология выполнения работ

### Монтаж цилиндрических вертикальных резервуаров листовым способом

Листовой металл доставляется в пункт назначения железнодорожным или водным транспортом, с которого краном перегружается на автомашины с прицепом. Кран в этом случае снабжается специальным захватывающим приспособлением (рис.4) с эксцентриковым зажимом, облегчающим погрузочно-разгрузочные работы. Листовой металл укладывается в автомашину горизонтально на прокладках.

Металл, прибывающий на объект, перед использованием следует очистить от грязи, наледи, ржавчины. Все неровности (хлопуны и др.) нужно выправить. Невыполнение этих операций влечет за собой низкое качество последующих работ.

Эти работы выполняют в стороне от места монтажа резервуара на плазе - ровном участке для работ по подготовке металлоконструкций к монтажу.

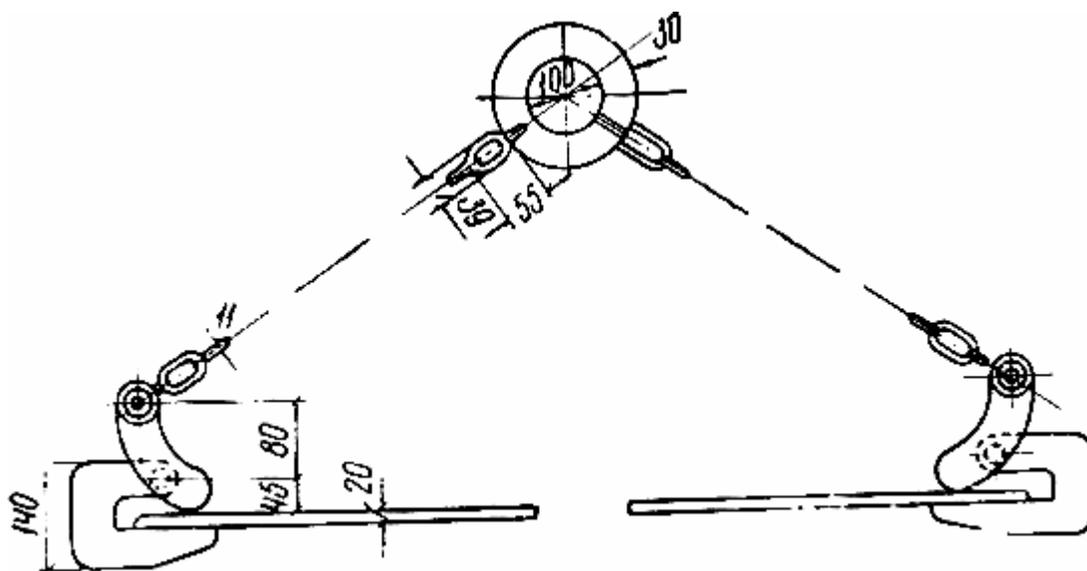


Рис.4. Схема захватывающего приспособления

Параллельно с обработкой листов производится разбивка главных взаимно перпендикулярных осей резервуара с помощью обносок и вязальной проволоки. В месте пересечения нитей опускается отвес, указывающий центр резервуара.

**Монтаж днища.** Днище резервуара (рис.5) состоит из полотнища, монтируемого из листов стандартного размера толщиной, указанной в проекте, и окраек, которые, как правило, на 1-3 мм толще листов полотнища. Окрайки делают из более толстых листов потому, что к ним приваривается первый пояс корпуса резервуара и они в большей степени нагружены после производства сварки.

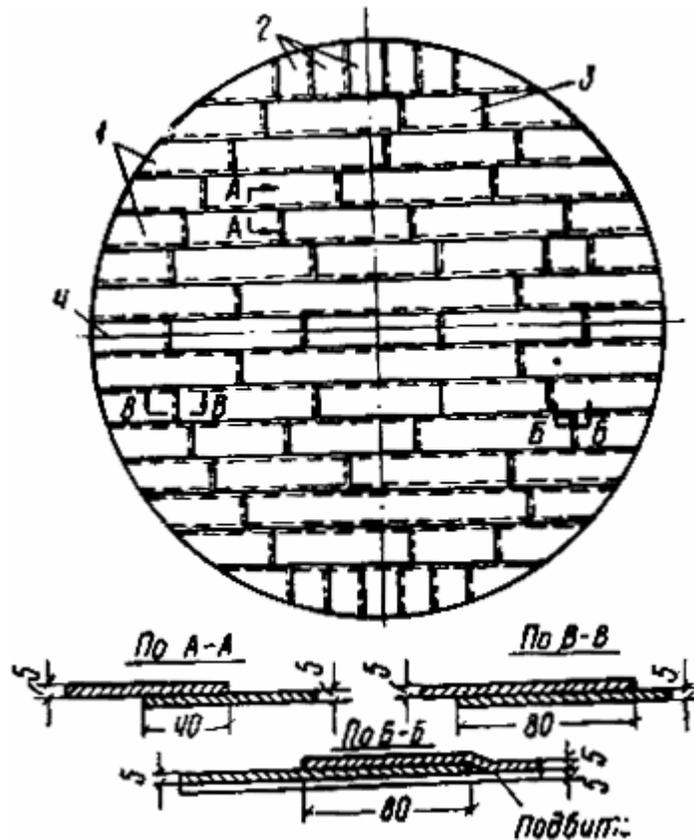


Рис.5. Днище резервуара:

1 - продольные окрайки; 2- поперечные окрайки; 3 -крайняя полоса; 4 -продольная ось симметрии

После выполнения всех подготовительных работ приступают к раскладке листов в соответствии с проектом. Раскладку полотнища днища начинают со средней полосы. Раскладку средней полосы начинают со среднего листа. От него в обе стороны раскладывают остальные листы средней полосы. Укладывают их с помощью крана. Листы в полосе по

короткой стороне соединяют между собой внахлестку - последующий лист укладывается на предыдущий (рис.6). Величина нахлестки по короткой стороне 30-40 мм (это расстояние должно быть отмечено рискуй).

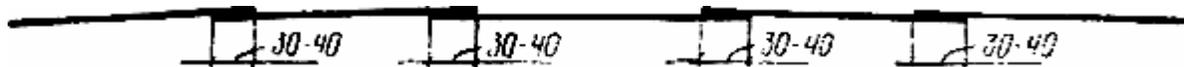


Рис.6. Схема соединения листов в полосе

Для возможности сварки уложенные внахлестку листы необходимо поджать друг к другу с тем, чтобы между ними не было зазора. Это осуществляется с помощью стяжных клиновых приспособлений (рис.7), которые привариваются по контуру каждого листа на расстоянии 50-100 мм от краев. Допускается соединять листы по короткой стороне на прихватках. Соединять на прихватках по длинной стороне при ручной сварке не рекомендуется, так как усадка швов вызовет деформацию металла и образование хлопунгов. Стяжные приспособления дают возможность свободного перемещения листов при сварке и исключают их деформацию.

Далее листы сваривают по короткой стороне у краев на длину 50-60 мм с каждой стороны. Это необходимо, ибо в дальнейшем уложенная внахлестку следующая полоса закроет край листов, что не позволит произвести сварку этих мест. Сварку всего шва по короткой стороне листов обычно выполняют с некоторым отставанием от укладки.

Последующие полосы раскладывают в обе стороны от средней полосы, причем в каждой полосе листы укладывают от середины к краям. Стыки листов одной полосы по короткой стороне должны располагаться по отношению к стыкам соседних полос не менее, чем через 500 мм.

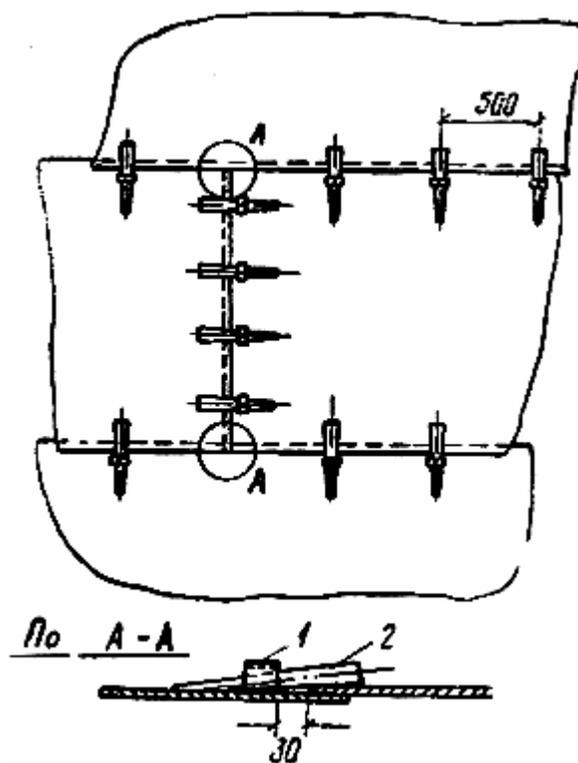


Рис.7. Стяжные клиновые приспособления:  
1 - уголок; 2- клин

Полосы между собой соединяются внахлестку. Поджатие полос друг к другу достигается с помощью стяжных приспособлений.

Окончив раскладку полотнища днища и продольных окراек, приступают к раскладке поперечных окраек (см.рис.5). Их раскладывают из листов металла достаточной длины и накладывают от середины к краям друг на друга и на листы полотнища днища внахлестку на 60 мм.

По окончании раскладки все листы сваривают. По длинной стороне полосы сваривают после сварки листов по короткой стороне. Сварку начинают со средней полосы, от ее середины к краям, одновременно в обе стороны. Все неплотности соединения полос между собой, особенно в местах двойной нахлестки (узел А, рис.7), устраняют по ходу сварки постановкой электроприхваток. Сварку прекращают, не доходя до окраек на 500-700 мм. Ее заканчивают после приварки первого пояса к днищу (см.ниже). Сварка может быть ручная электродуговая или полуавтоматическая, причем в условиях монтажа первая из них применяется чаще. Но независимо от вида применяемой сварки, она всегда должна выполняться обратнo-ступенчатым способом, применение которого вызывается следующими соображениями.

При электродуговой сварке в основном и наплавленном металле происходят явления, вызывающие внутренние напряжения и деформацию конструкции. Деформации могут быть упругими или остаточными. При охлаждении расплавленный металл сжимается, это явление

называется усадкой. При усадке в металле образуются остаточные напряжения, которые бывают настолько велики, что сварная конструкция перенапрягается, появляются трещины, а иногда конструкция или ее часть разрушается. В резервуарах это особенно опасно, так как под давлением жидкости даже небольшая трещина в шве может послужить причиной разрушения резервуара. Продольная усадка зависит от длины шва: чем короче шов, тем меньше усадка. Исходя из этого швы большой протяженности сваривают короткими участками (200-400 мм), причем сварку каждого участка производят в направлении, обратном общему направлению сварки. Этот способ называется обратно-ступенчатым и является основным при сварке резервуаров.

После окончания сварки в центре днища, перпендикулярно его плоскости, приваривают стальной пруток. Из центра днища очерчивают две окружности - внутреннюю, равную наружному диаметру корпуса, и внешнюю, равную диаметру днища. По диаметру внешней окружности крайки обрезают.

Выше было отмечено, что крайки укладываются внахлестку. Между тем установка листов первого пояса, монтируемых вертикально, требует расположения окраек в одной плоскости, иначе будет невозможна приварка первого пояса к днищу. Для этого крайки в местах нахлестки переводятся в стыковое положение на длине 250-300 мм. Эта операция выполняется следующим образом.

Участок нахлестки срезается на длину 200 мм, и кромки окраек ударами кувалды приводятся в стыковое положение (рис.8). Под кромки подкладывается металлическая подкладка на длину 400 мм, и стык от внешнего края проваривается на длину 200 мм, после чего на длине 150 мм снимается усиление шва. Затем с помощью нивелира проверяется горизонтальность установки днища. Рейка ставится через каждые 6 м по периметру, допустимое отклонение может колебаться в пределах 20 мм. В пониженных местах, обнаруженных контрольной проверкой, под крайки подбивается гидроизолирующий слой.

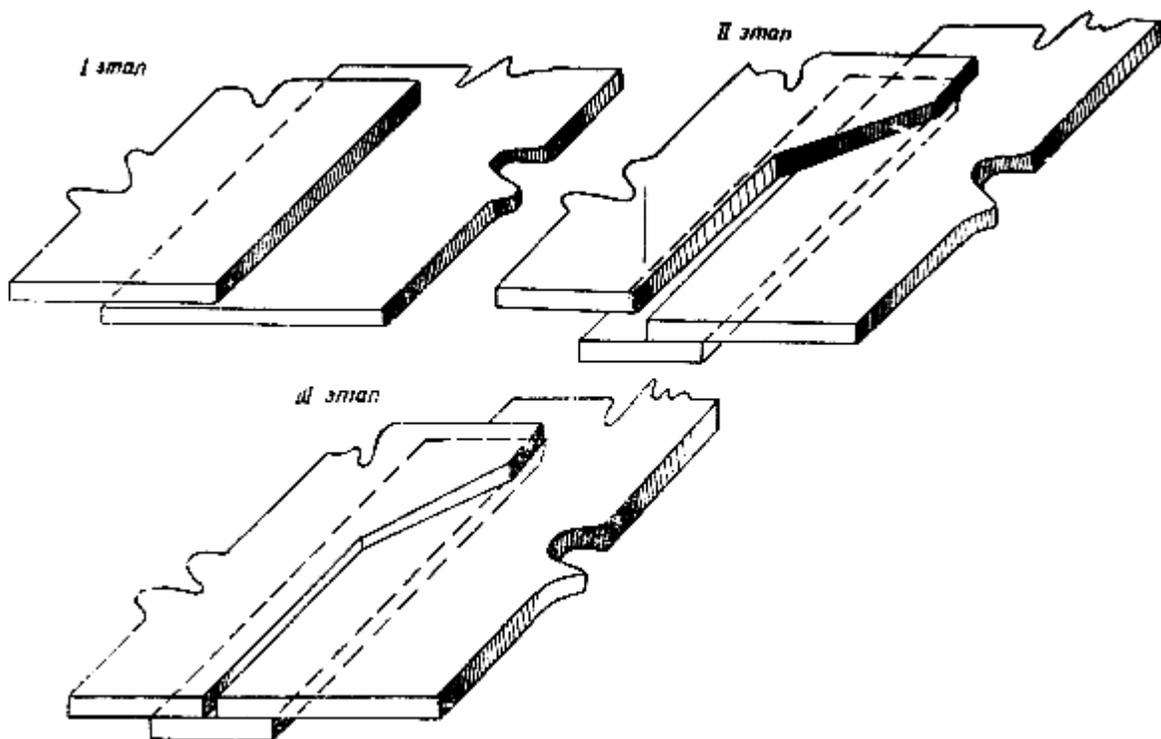


Рис.8. Этапы сборки окраек на подкладке

На этом монтаж днища заканчивается, а сварка временно прекращается (до окончания установки первого пояса корпуса).

**Монтаж корпуса.** Сначала устанавливают первый пояс корпуса резервуара. Первый пояс многопоясных резервуаров монтируют обычно из более толстых листов, чем верхние пояса (например, в резервуаре емкостью 5000 м<sup>3</sup> толщина листов первого пояса 10 мм). Перед монтажом листы первого пояса следует обработать: проверить на перпендикулярность сторон три кромки листа (кроме верхней) и снять фаски под сварку. В полевых условиях листы можно обрабатывать с помощью переносных механизмов (наждачный круг и др.). Вдоль верхней кромки на расстоянии 30-40 мм от края должна быть сделана риска, обозначающая границу нахлестки листов второго пояса.

После выполнения этих операций каждый лист корпуса вальцуют на листогибочных вальцах. Вальцовка производится по радиусу, равному внутреннему радиусу корпуса резервуара. Правильность вальцовки проверяется шаблоном. Свальцованные листы складываются в вертикальном положении или выпуклостью вниз на прокладках, располагаемых по концам листа.

К свальцованным листам первого пояса с внутренней стороны на уровне риски приваривают ослабленным швом ограничители 5 (рис.9), на которые устанавливают листы второго пояса. К днищу по риске наружного диаметра корпуса с внешней стороны прихватывают ограничители из уголка. Их назначение - фиксировать положение устанавливаемых листов первого пояса. Расстояние между ограничителями принимается 600-

1200 мм.

После установки всех листов первого пояса с внутренней стороны прихватывают планки 2(рис.9) для универсального стяжного приспособления. Первым листом первого пояса следует устанавливать тот лист, в который, согласно проекту, будет вварен прямо-раздаточный патрубок. Первый лист нужно устанавливать так, чтобы ось патрубка проходила приблизительно посередине листа, при этом вертикальные кромки листа должны быть удалены от швов окраек днища не менее чем на 500 мм.

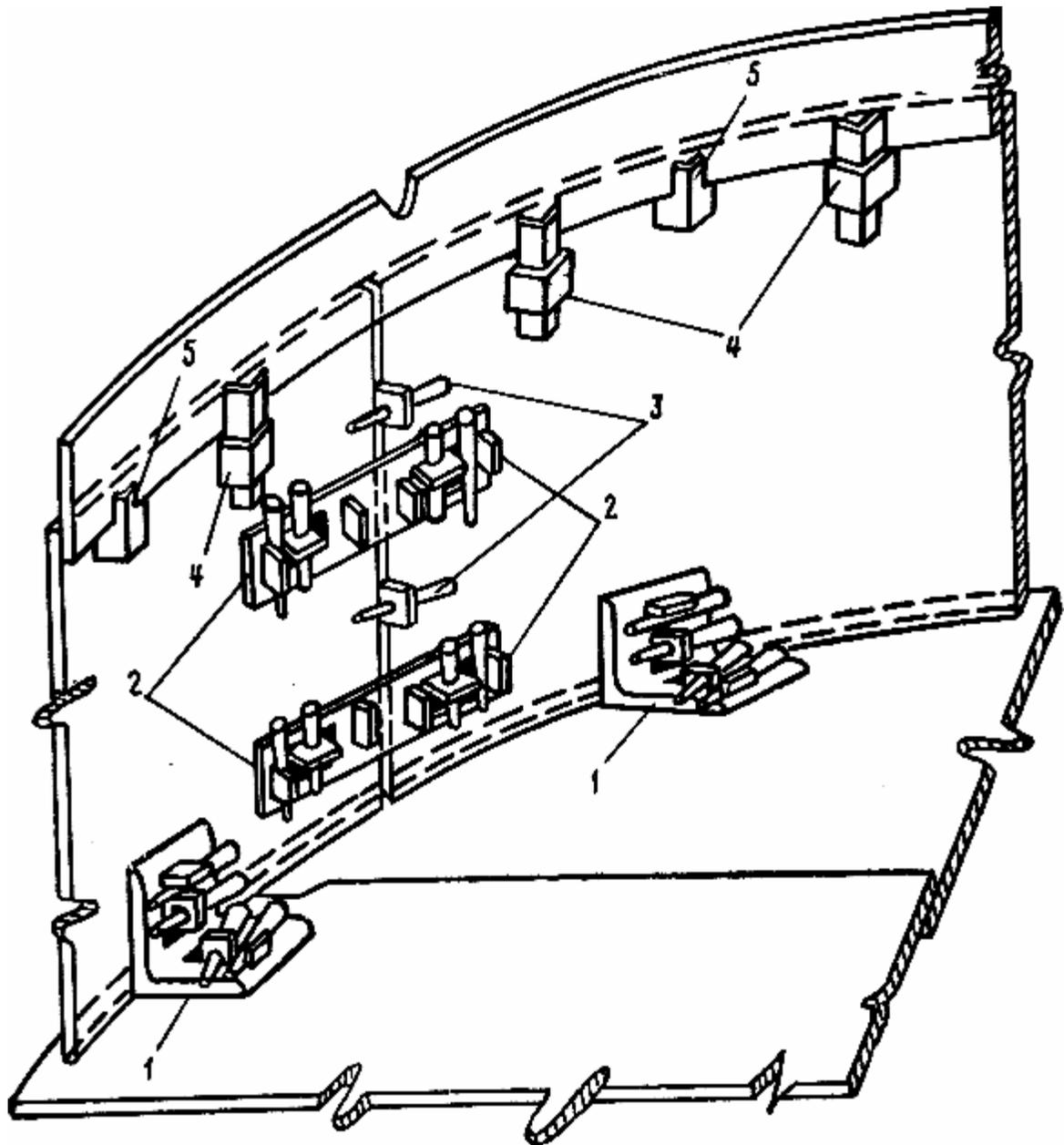


Рис.9. Вспомогательные крепежные приспособления:  
1 -угловое стяжное приспособление; 2 -сборочные планки; 3 - оправка; 4- прижимные

приспособления; 5 - ограничители

После первого листа устанавливают остальные листы первого пояса. Листы нижних поясов монтируют встык, для получения хорошего качества сварного шва между ними оставляют зазор в 2-3 мм. Замыкающий лист устанавливают внахлестку с первым листом, что позволяет компенсировать неточность сборки листов. Каждый установленный лист проверяют по отвесу.

Далее сваривают участки вертикальных швов первого пояса на высоту 200-300 мм от днища резервуара. Швы проваривают на полное сечение с обеих сторон листа. Когда заварены все участки вертикальных швов (кроме последнего), замыкающий лист, ранее установленный внахлестку, обрезают по кромке первого листа и прижимным приспособлением переводят в стыковое положение. После этого участок последнего вертикального шва также заваривают на высоту 200-300 мм. Потом сваривают поперечные крайки днища.

Затем следует приварить первый пояс к днищу резервуара. Этот шов называется уторным. Сварка ведется обычно по часовой стрелке двумя-тремя парами сварщиков. Каждая пара производит сварку уторного шва одновременно с внутренней и наружной стороны на некотором расстоянии друг от друга (для создания нормального теплового режима). Сваривают шов обратно-ступенчатым способом. Однако сначала можно заварить внутреннюю сторону, и затем - наружную.

После этого сваривают недоваренные ранее участки полос днища по длинной стороне и продольные крайки между собой, а крайки приваривают к полотнищу днища. Эти операции производятся в конце потому, что усадочные напряжения, возникающие при приварке первого пояса корпуса к крайкам, гасятся за счет перемещения окраек на полотнище днища. На этом сварку днища резервуара заканчивают, а стяжные приспособления срубают. Затем металлическими щетками швы зачищают до металлического блеска и тщательно осматривают. Обнаруженные дефекты исправляют, после чего приступают к испытанию днища.

Днище испытывается обычно вакуум-методом с помощью вакуум-камеры. При испытании этим способом очистка швов от шлака и льда имеет особо важное значение, так как испытание неочищенного шва не выявит дефектов. Перед испытанием шов должен быть покрыт мыльной эмульсией. При включении водокольцевого насоса под камерой создается вакуум и в дефектных местах шва появляются пузырьки мыльной эмульсии. Такие места отмечают мелом и после снятия вакуум-камеры исправляют.

Затем испытывают уторный шов: с наружной стороны его опрыскивают водным раствором мела, а с внутренней - керосином. Появление на меловой обмазке темных пятен сигнализирует о неплотности шва (сквозных порах, трещинах и т.д.).

Монтаж поясов корпуса резервуара следует производить с помощью крана. Если по каким-либо причинам невозможно обеспечить проезд вокруг резервуара, монтаж можно выполнять с помощью сборно-разборного металлического копра.

Перед началом монтажа второго пояса внутрь резервуара необходимо доставить центральную стойку, лебедку и т. п. Монтаж листов второго пояса практически можно начинать в любом месте. Их устанавливают вразбежку с листами первого пояса. Листы устанавливают на ограничители и фиксируют прижимными приспособлениями 4(рис.8) к листам первого пояса. К листам второго и следующих поясов на плазе приваривают вспомогательные крепежные приспособления (см. рис.9).

Если толщина металла не превышает 4 мм, кромки листов второго и следующих поясов под сварку не разделяют, так как они соединяются внахлестку.

После окончания монтажа второго пояса на него вразбежку устанавливают листы третьего пояса. После этого один из листов второго пояса снимают со стяжных приспособлений и ставят внутри резервуара, вблизи места его установки, на ребро. Образовавшийся проем (рис.10) выполняет назначение монтажного.

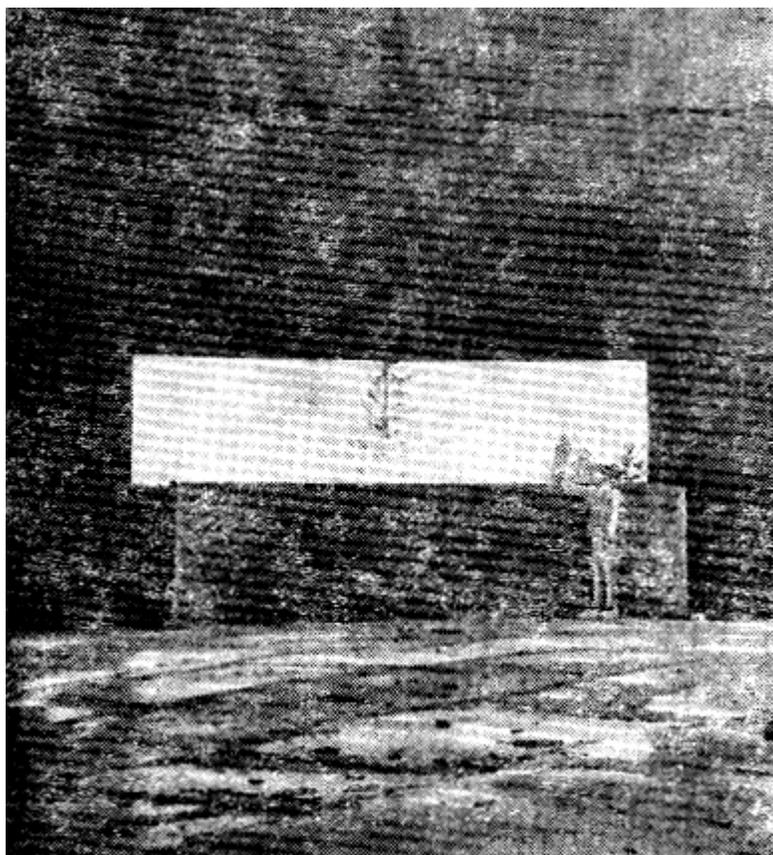


Рис.10. Монтажный проем в корпусе резервуара

Затем проверяют горизонтальность кромок листов третьего пояса, для чего в нескольких точках измеряют высоту резервуара от днища до верха листов третьего пояса. Далее с помощью отвеса проверяют вертикальность резервуара и производят расчаливание корпуса,

как минимум, в шести точках; после этого проверяют цилиндричность резервуара путем контрольных замеров диаметра в нескольких направлениях. Такая проверка производится после установки каждого следующего пояса, а расчаливание - через каждые два-три пояса.

После этого сваривают все вертикальные стыки первого и второго поясов и горизонтальный стык между первым и вторым поясом. Горизонтальный стык заваривается снаружи сплошным швом, а изнутри прерывистым; расстояние и длина шва определяются проектом.

Сварка вертикальных швов отстает от монтажа на один пояс, а сварка горизонтальных швов - на два пояса. Горизонтальный стык между поясами сваривается после того, как заварены вертикальные стыки обоих смежных поясов. Для сварки горизонтальных и вертикальных швов устанавливают переносные стремянки, на которые укладывают инвентарные подмости. Сварку необходимо организовывать таким образом, чтобы она не мешала монтажу.

Следующей операцией является приварка обвязочного уголка по наружному контуру верхнего пояса резервуара. Перед приваркой уголок вальцуется. К обвязочному уголку в последующем приваривается кровля резервуара.

После окончания монтажа и сварки верхнего пояса все швы корпуса испытываются керосином. Опрыскивание керосином производится с внутренней стороны, а водным раствором мела - с наружной, контроль качества стыков осуществляется с наружной стороны. При наличии дефекта на меловой обмазке образуются коричневые пятна.

**Монтаж перекрытия.** Перекрытия резервуаров могут быть различных конструкций. Рассмотрим монтаж перекрытия из ферм, опирающихся на корпус резервуара.

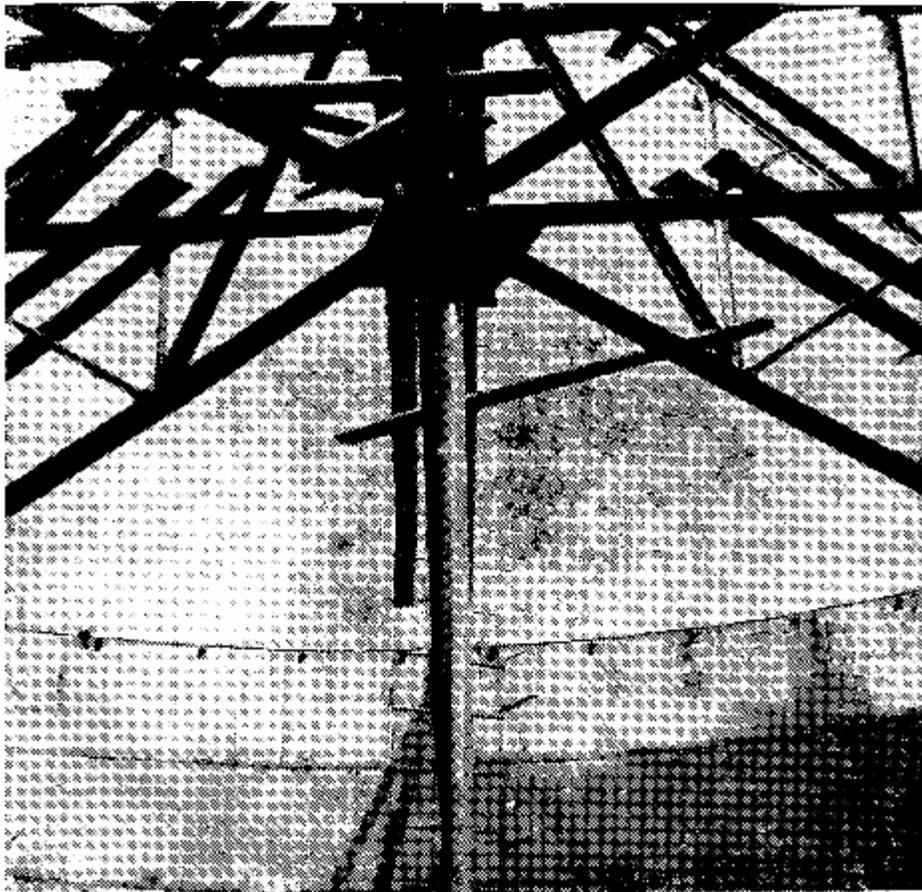


Рис. 11. Установка временной стойки

Монтаж начинается с приварки опорных столиков в местах опирания ферм на корпус. Далее, в центре резервуара на расчалках устанавливается временная стойка для поддержания центральной опорной стойки ферм перекрытия (рис. 15-10), а над опорными столиками корпуса по мере монтажа ферм устанавливается легкая инвентарная переносная мачта (рис.12).

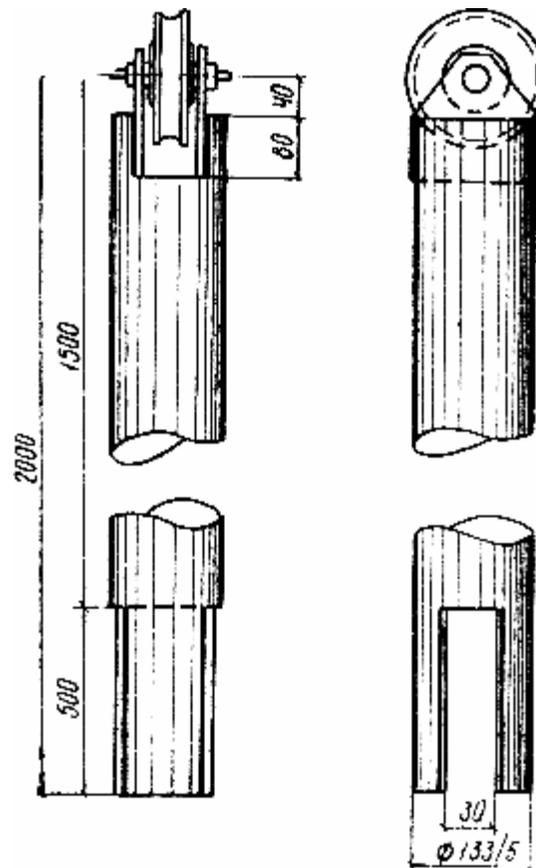


Рис.12. Инвентарная переносная мачта

Полуфермы монтируются с помощью лебедок. Тросы одной из них запасованы на блок переносной мачты, а другой - на временную стойку, которая примерно на 2 м выше верхнего пояса ферм. Монтаж начинается с любой пары полуферм и производится по схеме, указанной на рис.13. Монтаж полуферм попарно позволяет распереть верхний пояс и является самым простым способом ликвидации возможной неточности монтажа корпуса. Полуфермы крепятся к опорным столикам и центральной стойке вначале на временных болтах, а после выверки диаметров на постоянных болтах или сварке. Чтобы придать полуфермам жесткость из плоскости фермы, в некоторых случаях при подъеме и монтаже их усиливают деревянными брусками, демонтируемыми после окончания монтажа.

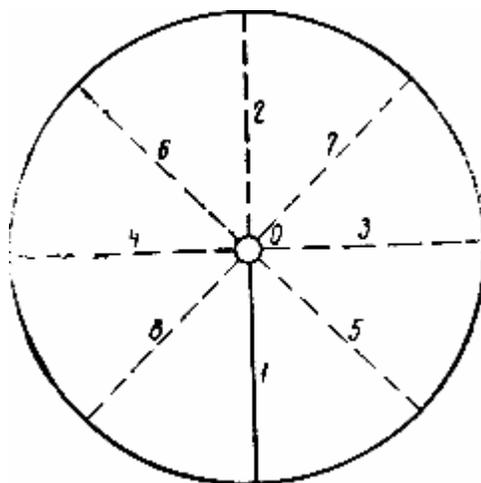


Рис.13. Схема очередности монтажа полуферм

Затем производят монтаж балок и связей перекрытия.

Перекрытие резервуаров полуфермами является неиндустриальным. Монтаж более индустриальных конструкций рассмотрен ниже.

**Монтаж настила кровли.** Настил кровли монтируется из листов толщиной 2-3 мм, поднимаемых на перекрытие обычно с помощью блока, установленного на временной стойке. После подъема листов и досок временного настила для прохода рабочих временная центральная стойка демонтируется.

Монтаж настила кровли начинается со средней полосы, причем ориентировка ее по отношению к приемо-раздаточному патрубку произвольна. Порядок сборки и сварки настила кровли в основном не отличается от порядка сборки и сварки днища. Различие состоит лишь в том, что сварка производится без стяжных приспособлений, так как металл полотнища и окраек кровли имеет незначительную толщину (обычно 2мм). Сборка листов ведется на электроприхватках. Сварка листов кровли производится аналогично сварке листов днища, т.е. вначале свариваются все поперечные швы, а затем продольные. Усадочные напряжения гасятся выпучиванием небольших участков листов, которое не играет такой роли, как при сварке днища. После окончания сварочных работ крайки обрезают, не доходя 20-30 мм до наружного края обвязочного уголка. Затем крайки кровли приваривают к обвязочному уголку.

В связи с незначительной толщиной металла кровли следует отрегулировать режим сварки во избежание прожогов. К швам настила кровли предъявляют требования плотности.

Полосы настила кровли должны быть заготовлены на плазе и подняты на перекрытие, что значительно ускоряет монтаж и сварку.

Прикрепление листов настила к несущим конструкциям перекрытия зависит от расчетного давления паров продукта в резервуаре. При расчетном давлении 20 мм вод. ст. осуществляют прихватку листов к конструкции перекрытия швами небольшой протяженности (30-50 мм). В

некоторых случаях листы прикрепляют электрозаклепками. При расчетном давлении до 200 мм вод. ст. прихватки часто делают на расстояниях, регламентированных проектом.

Для производства этой работы по нижнему поясу ферм прокладывают временный настил из досок. При невысоких резервуарах сварку можно выполнять с переносных лестниц.

После окончания сварочных работ все сварные швы настила кровли подлежат испытанию "керосином на мел" либо нагнетанием воздуха в резервуар. При этом плотность швов проверяется мыльным "раствором при избыточном давлении внутри резервуара 60-100 мм вод. ст.

Далее, через монтажный проем вытаскивают все вспомогательное оборудование, после чего в месте, предусмотренном проектом, врезают световой люк. Затем устанавливают лист монтажного проема, ранее снятый и оставленный внутри резервуара. Во время монтажа лист поддерживается талью, закрепленной на кронштейне, приваренном к третьему поясу. Сварку листа осуществляют по правилам сварки швов замкнутого контура. Выполненный сварной шов подлежит испытанию.

После окончания работ по закрытию монтажного проема в резервуар, в места, указанные в проекте, ввариваются приемо-раздаточный патрубок, перепускное устройство, сифонный кран и другое оборудование, согласно проекту. После этого резервуар считается подготовленным к испытанию на прочность.

### **3. Требования к качеству выполнения работ**

#### **Монтаж стальных конструкций**

##### **Общие положения**

1. Порядок осуществления контроля качества и приемки работ по монтажу стальных конструкций резервуаров должен осуществляться в соответствии с требованиями СНиП 3.03.01-87.

2. Контроль качества работ по монтажу включает проверку:

- качества конструкций и материалов, применяемых при монтаже;
- соблюдения технологии и последовательности выполнения монтажных работ;
- геометрических размеров и положения смонтированных частей сооружений;
- качества монтажных соединений.

3. Работы по монтажу конструкций следует производить по утвержденному ППР, в

котором наряду с общими требованиями должны быть предусмотрены последовательность монтажа конструкций; мероприятия, обеспечивающие требуемую точность монтажа, пространственную неизменяемость конструкций в процессе их укрупнительной сборки и монтажа в проектное положение; степень укрупнения конструкций и безопасные условия труда.

4. Конструкции и материалы, применяемые при монтаже, должны отвечать требованиям соответствующих стандартов, технических условий и рабочих чертежей.

5. До начала монтажа конструкций должны быть выполнены и приняты подготовительные и разбивочные работы, работы по наладке и приемке монтажных механизмов, а также работы по подготовке конструктивных элементов к монтажу.

### **Монтаж резервуарных конструкций**

1. Настоящие правила распространяются на монтаж и приемку конструкций:

- вертикальных сварных цилиндрических резервуаров для нефтепродуктов объемом до 50 тыс. м<sup>3</sup> и высотой стенки до 18 м;

- мокрых газгольдеров объемом до 30 тыс. м<sup>3</sup> с вертикальными направляющими;

- водонапорных башен с баками объемом до 3,6 тыс. м<sup>3</sup>.

2. До начала монтажа конструкций резервуаров и газгольдеров должны быть проверены и приняты:

- разбивка осей с обозначением центра основания;

- отметки поверхности основания и фундамента, соответствие толщин и технологического состава гидроизоляционного слоя проектным, а также степень его уплотнения;

- обеспечение отвода поверхностных вод от основания;

- фундамент под шахтную лестницу.

3. Предельные отклонения фактических размеров оснований и фундаментов резервуаров, газгольдеров и водонапорных башен от проектных не должны превышать величин, приведенных в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Технические требования	Предельные отклонения, мм для резервуаров и газгольдеров объемом, куб. м.	Водонапорных башен	Контроль (метод, объем, вид регистрации)		
	100-700				
1	2	3	4	5	6
1. Отклонение отметки центра основания: при плоском основании; с подъемом к центру; с уклоном к центру;	0 + 20 0 + 40 0 - 40	0 + 30 0 + 50 0 - 50	0 + 50 0 + 60 0 - 60	- - -	Измерительный, каждый резервуар и газгольдер, геодезическая исполнительная схема
2. Отклонение отметок поверхности периметра основания, определяемых в зоне расположения крайков	10	15			Измерительный (через каждые 6 м, но не менее чем в 8 точках), каждый резервуар, геодезическая исполнительная схема
3. Разность отметок любых несмежных точек основания	20	25	-	-	Измерительный, каждый резервуар, геодезическая схема
4. Отклонение отметок поверхности	-	-	8	-	Измерительный (через каждые 6 м,

кольцевого фундамента					но не менее чем в 8 точках), каждый резервуар и газгольдер, геодезическая исполнительная схема
5. Разность отметок любых несмежных точек кольцевого фундамента	-	-	15	-	Измерительный, каждый резервуар и газгольдер, геодезическая исполнительная схема
6. Отклонение ширины кольцевого фундамента	-	-	+ 50; 0	-	То же
7. Отклонение наружного диаметра кольцевого фундамента	-	-	+ 60; - 40	-	“
8. Отклонение толщины гидроизоляционного слоя на бетонном кольце в месте расположения стенки резервуаров	-	-	5	-	“
9. Отклонение расстояний между разбивочными осями фундаментов под ветви опор: смежных; любых других	-	-	-	3	Инструментальный, каждая водонапорная башня, геодезическая исполнительная схема
	-	-	-	5	

10. Разность отметок опорных поверхностей колонн	-	-	-	По табл. 10.3	То же
11. Отклонение центра опоры в верхнем сечении относительно центра в уровне фундаментов при высоте опоры, м: до 25; св. 25	-	-	-	25 0,001 высоты, но не более 50	“
12. Отклонение отметок опорного контура водонапорного бака от горизонтали до заполнения водой: смежных точек на расстоянии до 6 м; любых других точек	-	-	-	5 10	

4. При монтаже днища, состоящего из центральной рулонированной части и крайков, следует сначала собрать и сварить кольцо крайков, затем центральную часть днища. При монтаже резервуаров объемом более 20 тыс. м башен крайки следует укладывать по радиусу, превышающему проектный на 15 мм (величину усадки кольца крайков после сварки).

По окончании сборки кольца крайков необходимо проверять:

- отсутствие взломов и стыков крайков, прогибов и выпуклостей;
- горизонтальность кольца крайков.

5. Днища резервуаров и газгольдеров из отдельных листов с крайками надлежит собирать в два этапа: сначала крайки, затем центральную часть с укладкой листов полосами от центра к периферии.

6. По окончании сборки и сварки днища необходимо зафиксировать центр резервуара приваркой шайбы и нанести на днище разбивочные оси.

7. При монтаже рулонированных стенок следует обеспечить их устойчивость, а также не допускать деформирования днища и нижней кромки полотнища стенок. Развертывание рулонов высотой 18 м следует производить участками длиной не более 2 м, высотой менее 18 м - участками длиной не более 3 м.

Вертикальность стенки резервуара, не имеющего верхнего кольца жесткости, в процессе развертывания следует контролировать не реже чем через 6 м, а резервуара, имеющего кольцо жесткости, - при установке каждого очередного монтажного элемента кольца.

8. Стенку резервуара водонапорного бака из отдельных листов следует собирать поярусно с обеспечением ее устойчивости от действия ветровых нагрузок.

9. Суммарная масса грузов, предназначенных для обеспечения принятого в проекте давления газа, определяемая контрольным взвешиванием, и фактическая масса подвижных секций газгольдеров, определяемая по исполнительным чертежам, не должна расходиться с проектом более чем на 2 %.

10. Сварные соединения резервуаров, водонапорных башен следует проверять на проницаемость вакууммированием, керосином, давлением, методом цветной дефектоскопии.

Сварные соединения газгольдеров следует контролировать на герметичность избыточным внутренним давлением воздуха.

Контролю неразрушающими методами подлежат сварные соединения резервуаров для нефтепродуктов объемом от 2 до 50 тыс.м<sup>3</sup> и мокрых газгольдеров объемом от 3 до 30 тыс. м<sup>3</sup> :

- в стенках резервуаров из рулонных заготовок - все вертикальные монтажные стыковые соединения;

- в стенках резервуаров из листов - все вертикальные стыковые соединения I и II поясов и 50 % соединений III и IV поясов в местах примыкания этих соединений к днищу и пересечений с вышележащими горизонтальными соединениями;

- все стыковые соединения окрайков днищ в местах примыкания к ним стенок.

11. Предельные отклонения фактических геометрических размеров и формы стальных конструкций резервуаров для нефтепродуктов и баков водонапорных башен от проектных после сборки и сварки не должны превышать значений, приведенных в таблице 3.2 (СНиП 3.03.01-87).

Таблица 3.2

--	--	--

Технические требования	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1	2	3
<p style="text-align: center;"><b>Днище</b></p> <p>1. Отклонение отметок наружного контура в зависимости от резервуара</p> <p>2. Высота хлопунгов при диаметре днища: до 12 м (предельная площадь хлопунга <math>2 \text{ м}^2</math>); св. 12 м (предельная площадь хлопунга <math>5 \text{ м}^2</math>)</p> <p style="text-align: center;"><b>Стенка</b></p> <p>3. Отклонение внутреннего диаметра на уровне днища:  до 12 м включ.; св. 12 м</p>	<p style="text-align: center;">150</p> <p style="text-align: center;">180</p> <p style="text-align: center;">40</p> <p style="text-align: center;">60</p>	<p>Измерительный, каждый резервуар, геодезическая исполнительная схема</p> <p style="text-align: center;">То же</p> <p>Измерительный, не менее трех измерений каждого резервуара, геодезическая исполнительная схема</p>

<p>4. Отклонение высоты при монтаже: из рулонных заготовок высотой, м, до: 12; 18; из отдельных листов</p>	<p>20 25 30</p>	<p>Измерительный , не менее трех измерений каждого резервуара, геодезическая исполнительная схема</p>
<p><b>Плавающая крыша и понтон</b></p>		
<p>5. Разность отметок верхней кромки наружного вертикального кольцевого листа коробов плавающей крыши или понтона: для соседних коробов; для любых других</p>	<p>30 40</p>	<p>То же</p>
<p>6. Отклонение направляющих плавающей крыши или понтона от вертикали на всю высоту в радиальном и тангенциальном направлениях</p>	<p>25</p>	<p>Измерительный , каждая направляющая, геодезическая исполнительная схема</p>
<p>7. Отклонение зазора между направляющей и патрубком плавающей крыши или понтона (при монтаже на днище)</p>	<p>20</p>	<p>То же</p>
<p>8. Отклонение наружного кольцевого листа плавающей крыши или понтона от вертикали на высоту листа</p>	<p>10</p>	<p>Измерительный , не менее чем через 6 м по периметру наружного листа, геодезическая исполнительная схема</p>

9. Отклонение зазора между наружным вертикальным кольцевым листом короба плавающей крыши или понтона резервуара (при монтаже на днище)	10	То же
10. Отклонение трубчатых стенок от вертикали при опирании на них плавающей крыши	30	Измерительный, каждая стойка, геодезическая исполнительная схема
<b>Крыша стационарная</b>		
11. Разность отметок смежных узлов верха радиальных балок и ферм на опорах	20	Измерительный, каждая балка или ферма, геодезическая исполнительная схема

Перед монтажом резервуара его основание принимают по акту с проверкой: правильности разбивки осей; наличия обозначенного центра основания (в центре должен быть забит знак из трубы - 40 мм на глубину 500-600 мм); соответствия уклона основания проекту; обеспечения отвода поверхностных вод от основания; соответствия толщин и технологического состава гидроизолирующего слоя проекту; правильности устройства фундамента под шахтную лестницу.

Отклонение фактических размеров основания и фундаментов резервуаров от проектных не должны превышать следующих величин.

***Допускаемые отклонения при устройстве оснований резервуаров, мм***

Отклонение отметки центра основания от проектной при основании:

плоском - +30;

с подъемом к центру - +50;

с уклоном к центру - -50.

Отклонение от проекта отметок периметра основания, определяемых в зоне расположения окроек не реже, чем через 6 м, и не менее, чем в восьми точках - +10.

Разность отметок любых несмежных точек основания - не более 20 мм.

Отклонения от проекта отметок поверхности кольцевого фундамента, определяемых не реже, чем через 6 м, и не менее, чем в восьми точках - +5 мм.

Разность отметок любых несмежных точек кольцевого фундамента - не более 10 мм.

Отклонение наружного диаметра кольцевого фундамента от проектного - +50; -30 мм.

Отклонение толщины гидроизолирующего слоя на бетонном кольце в месте расположения стенки резервуара - не более 5 мм.

### **Испытание вертикальных резервуаров**

Испытания, проводимые по мере изготовления элементов резервуара при полистовом и рулонном способах монтажа, являются предварительными и производятся монтажной организацией без вызова комиссии. В случае монтажа резервуаров рулонным способом элементы резервуара испытываются как на заводе-изготовителе, так и на объекте. Завод-изготовитель сопровождает отгруженные элементы резервуара актами технической приемки, составленными по установленной форме.

Виды испытаний, производимых после окончания монтажа резервуара, в основном одинаковы независимо от способа монтажа.

**Испытание днища.** Плотность сварных швов днища при сдаче резервуара заказчику испытывается одним из двух методов: а) вакуум-методом (независимо от того, что этим методом производилось предварительное испытание) или б) методом химической реакции.

Если емкость резервуара не превышает 700 м<sup>3</sup>, разрешается испытывать швы днища керосином, но в этом случае днище на время испытания должно быть приподнято над основанием на шпальные клетки. Поскольку этот процесс является чрезвычайно трудоемким, он применяется крайне редко.

Испытание химическим методом (рис. 14) проводится по следующей технологии. Вначале обеспечивают полное отсутствие влаги под днищем резервуара. Влага может быть удалена подачей под днище сжатого воздуха или местным подогревом. После этого вокруг днища устраивают глиняный замок для создания герметичности под днищем в процессе испытания. В различных точках днища прожигают 6-10 контрольных отверстий диаметром 4-5 мм, которые замазывают мятой глиной. Все отверстия в обязательном порядке должны быть нанесены на схему днища с соответствующими привязками. Затем под днище по

трубопроводу подают сжатый воздух, с помощью которого создается давление 100-150 мм вод. ст. и днище несколько отделяется от гидроизолирующего слоя основания.

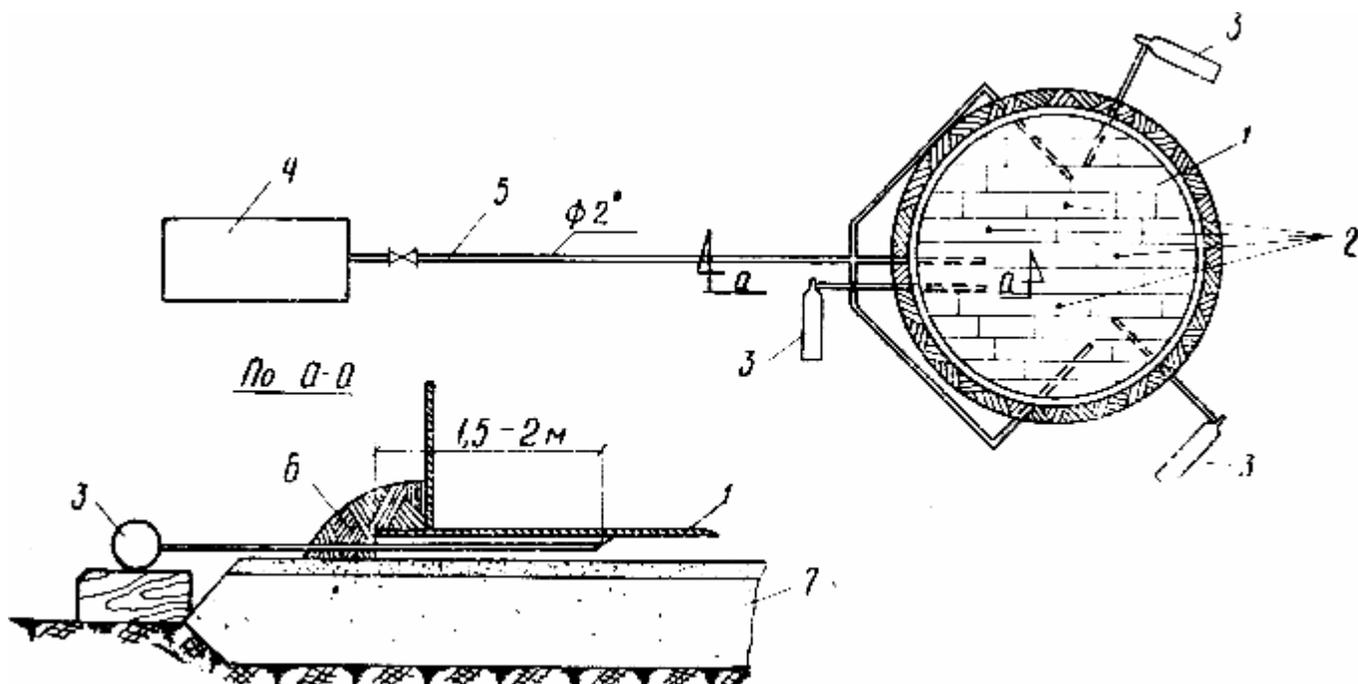


Рис. 14. Схема химического метода испытания днища:

1 - днище; 2 - контрольные отверстия; 3 - аммиачные баллоны; 4 - компрессор; 5 - трубопровод; 6 - глиняный замок; 7 - песчаная подушка

До производства работ по испытанию необходимо тщательно зачистить все швы на ширину 40 мм металлическими щетками. Зачистке подлежат и все места, в которых были приварены ограничители и другие вспомогательные приспособления, потому что эти места также испытывают.

Баллоны с аммиаком можно располагать вблизи резервуара (в случае наземных резервуаров) или на перекрытии резервуара вблизи светового люка (в случае полузаглубленных или заглубленных резервуаров). После выполнения всех подготовительных работ производится пуск аммиака под днище. В начале нагнетания аммиака баллоны устанавливаются в вертикальное положение, а по мере расходования его переводятся в горизонтальное положение. Имеющийся под днищем воздух создает благоприятные условия для распространения аммиака. Наличие аммиака определяется кратковременным открыванием контрольных отверстий. Если под днищем останется вода, аммиак обнаружен не будет, так как он поглотится водой.

После того, как члены комиссии проверили наличие аммиака под днищем резервуара, все швы с помощью кисти покрывают раствором фенолфталеина. Раствор состоит из 4 частей

фенолфталеина, 40 частей спирта-ректификата и 100 частей воды. В этом растворе фенолфталеин находится во взвешенном состоянии в виде хлопьев белого цвета, что придает раствору вид и консистенцию молока. Под воздействием аммиака, прошедшего через неплотности шва, раствор изменяет окраску на малиновую. Следует иметь в виду, что малиновый оттенок фенолфталеина может получиться и при шве, недостаточно очищенном от шлака, при попадании на него пепла от папиросы и т. д. Такие участки следует очистить и повторно покрыть фенолфталеином.

Возможны случаи изменения окраски вдоль всего шва. Они наблюдаются при промазке швов, выполненных незадолго до испытания. Если такие швы перед промазкой фенолфталеином протравить концентрированной азотной кислотой, покраснения не будет.

Обнаруженные действительные дефекты шва исправляют последовательно: вырубает дефектный участок, заваривают его вновь, шов очищают от шлака, протравливают азотной кислотой и промазывают фенолфталеином.

Испытав все швы, поочередно заваривают все контрольные отверстия, постепенно зачеркивая их на схеме, на которую они были предварительно нанесены. Перед заваркой последнего отверстия под днище добавляют аммиак. После его заварки все швы отверстий протравливают азотной кислотой и промазывают фенолфталеином.

Если результаты испытания днища удовлетворительны, составляется акт. Если же результаты неудовлетворительны, то производится повторное испытание после вырубки дефектных мест и последующей заварки.

Так как наличие аммиака в воздухе может вызвать несчастный случай, то во время испытания следует принимать меры предосторожности: внутри резервуара во время испытания должно находиться минимальное количество лиц, занятых испытанием. Возле люков-лазов должны дежурить 1-2 человека, в распоряжении которых имеются лестница и веревка. Лиц, находящихся внутри резервуара, и дежурный персонал необходимо обеспечить исправными противогазами. Перед пуском аммиака следует проверить надежность крепления резинового шланга к штуцеру. Из практики известны случаи, когда давлением аммиака был сорван шланг со штуцера, а это может вызвать отравление находящихся в резервуаре людей. При срыве шланга нужно немедленно закрыть вентиль на баллоне.

**Испытание корпуса.** Перед испытанием на плотность сварные швы корпуса должны быть очищены от шлака до металлического блеска. После очистки производят внешний осмотр швов и ликвидируют замеченные дефекты сварки. Затем с внутренней стороны корпуса швы обильно опрыскивают керосином. Швы считаются выдержавшими испытание на плотность, если в течение 12 час (а зимой в течение 24 час) на наружной стороне резервуара на меловой обмазке не будет обнаружено следов керосина. В течение этого времени нужно наблюдать за состоянием швов. Чтобы ускорить сроки испытания, в зимний период металл обычно подогревают до 50-60° С. В этом случае время испытания сокращается до 30 мин.

Вертикальные швы корпуса вместо опрыскивания керосином можно испытывать с помощью вакуум-камеры.

При монтаже корпуса резервуара емкостью более 2000 м<sup>3</sup> полистовым способом кроме

указанных выше испытаний производится выборочное испытание вертикальных швов корпуса физическими методами контроля. Этому виду испытания подлежат все вертикальные швы первого пояса, 50% вертикальных швов второго и третьего поясов и стыковые швы окраек днища в местах примыкания к корпусу. Для каждого шва заказчиком выбирается участок длиной на одну пленку (200-300 мм). Если шов не удовлетворяет техническим условиям, он бракуется. Дефектные участки шва надлежит вырубить и заварить повторно.

После окончания испытания составляется акт. При полистовой сборке к акту прикладывается схема развертки корпуса с нанесенными на ней сварными швами и клеймами сварщиков.

**Испытание кровли.** Испытание на плотность швов кровли и обвязочного уголка может быть произведено несколькими методами: а) опрыскиванием под давлением всех швов кровли керосином с нижней стороны, б) вакуум-методом, в) сжатым воздухом, нагнетаемым внутрь резервуара, заполненного водой на высоту не менее 1 м, до получения избыточного давления, превышающего расчетное на 10%. В процессе испытания сварные швы снаружи обмазываются мыльным раствором. Наличие дефектов в сварных швах определяется появлением мыльных пузырьков. В зимний период наиболее целесообразно испытывать сварные швы кровли путем опрыскивания керосином под давлением.

При отсутствии дефектов комиссия составляет акт.

**Испытание резервуара на прочность.** После испытания швов резервуара на плотность, производится гидравлическое испытание на прочность. В этом случае резервуар заливается водой на полную высоту при открытом световом люке. Резервуар считается выдержавшим испытание, если в течение 24 час на поверхности корпуса не появится течей и если уровень воды в резервуаре не будет снижаться. Мелкие дефекты (свищи, отпотины), обнаруженные во время испытания, подлежат исправлению и проверке на плотность керосином.

В процессе испытания следует вести постоянное наблюдение за появлением трещин и других дефектов. При обнаружении трещин в швах корпуса испытание должно быть немедленно прекращено и вода спущена до уровня: а) при обнаружении трещины в поясах от первого до шестого - на один пояс ниже расположения трещины; б) при обнаружении трещины в поясах от седьмого и выше - до пятого пояса.

Перед выпуском воды из резервуара после окончания испытания необходимо открыть световые люки, чтобы исключить возможность создания вакуума при опорожнении.

После испытания измеряют основные размеры и осадку резервуара по отдельным точкам периметра.

В соответствии с действующим СНиП отклонения высотных отметок при заполненных резервуарах емкостью 2000, 3000, 5000 и 1 000 м<sup>3</sup> не должны превышать: для двух соседних точек по контуру днища, находящихся на расстоянии 6 м, - 50 мм, а для диаметрально противоположных - 100 мм.

В резервуарах емкостью 700 и 1000 м<sup>3</sup> отклонения не должны превышать 75%, а в

резервуарах 100, 200, 300 и 400 м<sup>3</sup> - 50% указанных значений. При отклонениях, превышающих допустимые величины, основание под резервуар подлежит исправлению путем подбивки грунтом, применяемым для гидроизолирующего слоя.

Схема осадки по отдельным точкам прикладывается к акту на испытание резервуара.

## **4. Охрана окружающей среды и правила техники безопасности**

### **Техника безопасности**

#### **Общие требования**

Травмы при монтаже конструкций емкостных сооружений в большинстве случаев могут быть вследствие нарушения технологии монтажа, отступлений от правил техники безопасности, недостаточного знания этих правил. Несчастные случаи по причине отступления от правил техники безопасности наблюдаются:

на погрузочно-разгрузочных и транспортных работах;

при строповке, подаче и расстроповке сборных элементов;

при неправильном выборе монтажного крана, неправильной его установке и эксплуатации;

на сварочных работах;

при использовании монтажного инструмента и приспособлений, не соответствующих технологии монтажа, предусмотренной проектом;

при заделке стыков и торкретировании поверхности.

Поэтому до начала монтажа сооружения необходимо тщательно изучить проект производства работ (ППР), в котором приводятся мероприятия и решения, обеспечивающие безопасность труда на монтажных работах. В ППР должны быть конкретные указания о правилах строповки и применяемых грузозахватных приспособлениях, об опасных зонах, границах передвижения монтажного крана, об очередности и совмещении работ, о личных средствах защиты и спецодежде, режиме работающих, о специальных требованиях при монтаже в зимнее время, об освещенности рабочих мест в темное время суток.

Поскольку монтаж резервуаров и других емкостных сооружений ведется, как правило, на высоте более 1,5 м, они считаются высотными и к ним предъявляются все требования техники безопасности при высотных работах: обеспечение поясами, веревками и канатами, ограждение защитными настилами. Рабочие-монтажники ежегодно должны проходить медицинский осмотр. Рабочие с признаками заболевания нервной системы, психическими

расстройствами, так называемой "боязнью высоты" к монтажным работам на высоте, не допускаются. Машинисты кранов, строповщики, сигнальщики и сварщики должны пройти обучение по специальной программе и, сдав экзамен, получить специальное удостоверение, устанавливающее их квалификацию и вид работ, которые они могут выполнять. Монтажники со стажем работы менее года и имеющие разряд ниже третьего к работе на высоте не допускаются.

Вновь поступающие на монтажный участок рабочие должны пройти инструктаж по технике безопасности и инструктаж непосредственно на рабочем месте. Монтажная организация обязана обеспечить рабочих спецодеждой и спецобувью необходимых размеров, а также средствами индивидуальной защиты в соответствии с действующими нормами и характером выполняемых монтажных работ.

### **Монтаж конструкций**

Для безопасного ведения монтажных работ важно правильно подобрать и установить монтажный кран. При расположении крана на откосе котлована следует обязательно проверить степень его устойчивости в зависимости от характеристик грунта, глубины котлована и схемы передачи давления краном на грунт. Откос должен быть абсолютно устойчив при воздействии наибольших нагрузок от крана. Если в откосах котлована имеются трещины, угрожающие обвалом, необходимо до начала монтажа ликвидировать опасное положение.

Конструкции к месту установки следует подавать навстречу основному направлению перемещения монтажников, причем зона передвижения стрелы крана не должна перекрывать рабочие места монтажников. Перемещение кранов с грузом над работающими категорически запрещается. Рабочую зону крана требуется оградить и установить предупреждающие щиты, а согласно принятой технологии монтажа, работающие не должны находиться в зоне стрелы крана. Не рекомендуется в процессе работы часто изменять вылет стрелы крана, в связи с чем часто изменяются размеры рабочей зоны крана. Поэтому наиболее удачна технология монтажа при постоянном вылете стрелы и по возможности минимальном числе передвижек крана. В связи с этим надо тщательно продумать места расположения механизмов, места разгрузки транспорта, организацию складов и т.д.

Большое значение имеет правильное определение мест строповки при подъеме элементов. Стеновые панели и другие элементы необходимо стропить за монтажные петли и с таким расчетом, чтобы они подавались к месту установки в положении, близком к проектному. Для строповки следует использовать инвентарные стропы, оборудованные коушами и крюками с запирающимися приспособлениями.

К строповке сборных элементов допускаются рабочие не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и обучение, сдавшие экзамены и получившие удостоверение. Нельзя перепоручать свою работу по строповке элементов другому рабочему без разрешения бригадира или мастера. О всех замеченных неисправностях, представляющих опасность для монтажников, следует немедленно сообщать мастеру или прорабу.

Для подъема элементов, имеющих монтажные петли, следует применять двухконцевой захват. При монтаже плит покрытия больших размеров и больших тонких перегородок необходимо применять траверсы, учитывая, однако, что использование траверс требует повышенного внимания монтажников, особенно при монтаже емкостных сооружений, имеющих выступающие части в виде колонн, консолей и т.д.

При монтаже элементов, как правило, применяют полуавтоматические стропы, стропы с замком или стропы других типов, позволяющие производить расстроповку с земли или с рабочего места монтажников, а универсальные облегченные и другие стропы, при снятии которых монтажник должен находиться на месте зацепления, могут быть использованы лишь временно до замены их полуавтоматическими.

Монтируемое сооружение или его часть должны быть ограждены предупредительными знаками. В пределах ограждения нельзя выполнять никакие другие работы, кроме монтажных. При выполнении монтажных работ двумя кранами, расположенными с одной или с двух сторон емкостного сооружения, следует принимать меры, предотвращающие столкновение кранов или удары стрелами при поворотах.

Монтажники, принимающие или устанавливающие элементы резервуаров, должны работать с предохранительными поясами. Пояса и веревки необходимо испытывать и ежедневно перед работой осматривать.

Перед подъемом элементы следует очистить от грязи, снега и наледи. Сборные элементы и конструкции, засыпанные землей, снегом или примерзшие к земле, поднимать запрещается. Конструкции, перемещаемые краном, необходимо удерживать от раскачивания оттяжками. При подъеме элементов в горизонтальном положении следует применять парные оттяжки, прикрепляемые к обоим концам элемента.

Элементы, вес которых близок к предельной грузоподъемности крана для данного вылета стрелы, требуется поднимать в два приема: вначале элемент поднимают на высоту 10 см, а затем (после проверки в поднятом состоянии устойчивости и надежности тормозов крана) на полную высоту. Запрещается подтаскивать и волочить сборные элементы кранами или оставлять на продолжительное время элементы подвешенными на крюке крана. Вылет стрелы с подвешенным грузом разрешается изменять только в пределах грузоподъемности крана при данном вылете стрелы. При горизонтальном перемещении элемент должен быть поднят на высоту не менее чем на 0,5 м выше встречающихся на пути препятствий. При неправильном положении поднятого элемента его следует опустить и перестропить. Нельзя восстанавливать равновесие элемента с помощью оттяжек или веса своего тела. Поднимать и опускать элемент надо плавно, без рывков. При опускании необходимо следить, чтобы канаты не защемлялись грузом и легко снимались. Перед подъемом надо проверить габариты и вес устанавливаемых конструкций. При подъеме и установке элементов следует находиться на том месте и выполнять те операции, которые указаны бригадиром или мастером.

При монтаже сооружений башенным краном необходимо обеспечить правильное устройство и постоянную исправность подкрановых путей. Расстояние от подкранового пути до бровок котлованов и траншей должно быть определено расчетом. На концах подкрановых путей обязательно устраивают упоры, рассчитанные на восприятие удара крана, движущегося с предельным грузом. При сильном ветре более шести баллов (скорость 10-12 м/сек) работа кранов должна быть прекращена, а кран необходимо закреплять противоугонными

приспособлениями. При более сильном ветре (более 15 м/сек) необходимо дополнительно закрепить кран в соответствии с инструкцией данного типа кранов.

При монтаже элементов не следует снимать захватные приспособления до тех пор, пока элемент не будет установлен на место окончательно с полной выверкой. Захватные приспособления могут быть сняты с разрешения старшего монтажника. После их установки элементы передвигать запрещается.

При подъеме элементов необходимо пользоваться сигнализацией: звуковой или знаковой. Все сигналы машинисту крана, а также рабочим на оттяжках подает только бригадир монтажников. Рабочие, монтирующие конструкции, могут подавать только один сигнал немедленного прекращения работы крана, если продолжение работы может привести к аварии. На монтажной площадке заранее должен быть установлен порядок обмена сигналами между монтажниками и крановщиком.

## **Сварочные работы**

К выполнению сварочных работ могут быть допущены сварщики, прошедшие специальное обучение. Рабочее место сварщика должно быть хорошо организовано: устроены прочные подмости и люльки, обеспечена подача электродов, предусмотрена защита от дождя, ветра, снега. При работе на высоте не следует перегружать подмости вспомогательными материалами, кроме того, они должны иметь сплошной настил с бортовыми досками, чтобы предотвратить падение вниз инструментов и электродов.

Во время сварки, как сварщик, так и рядом работающие должны особо тщательно защищать глаза от действия яркого света электрической дуги, а также искр. В связи с этим нужно применять специальные шлемы и щитки.

Нельзя допускать к рабочему месту сварщика посторонних лиц. Сварочный кабель должен быть хорошо изолирован. Особую опасность представляет наличие плохо изолированного кабеля около рабочих канатов. При коротких замыканиях может произойти пережог каната и падение удерживаемой им конструкции.

## **ИНСТРУКЦИЯ**

### **по охране труда и технике безопасности при производстве электросварочных работ ручным способом**

#### **Общие указания**

1. Металлические части электросварочных аппаратов (корпусы сварочных трансформаторов, электросварочных генераторов и др.), а также зажимы вторичной обмотки сварочного трансформатора (проводник земля) должен быть заземлен до включения аппарата

в сеть.

Запрещается пользоваться заземлением одного аппарата для заземления другого.

2. Питание электрической дуги допускается только от сварочных трансформаторов, генераторов, выпрямителей. Питание от электрической сети не разрешается.

3. Включать в электросеть сварочные агрегаты следует только закрытыми рубильниками.

4. Включать в электросеть и отключать от нее сварочные аппараты, агрегаты должны электромонтеры. Запрещается эти операции производить сварщикам.

5. Сварка должна производиться с применением двух проводов. Провод с держателем, прямой, должен иметь надежную изоляцию. В качестве обратного (заземления) провода допускаются: стальные шины любого профиля достаточного сечения, сварочная плита и сама свариваемая конструкция.

Запрещается использование в качестве обратного провода (заземления) трубы сантехнических сетей, конструкций зданий и технологическое оборудование.

Запрещается использовать для сварки последовательное соединение металлических стержней, рельсов или других предметов.

### **Ручная электросварка**

а) сварочные аппараты, агрегаты, установленные на открытой площадке, должны быть закрыты навесами или брезентами;

б) также защищены от механических повреждений. Запрещается производить электросварочные работы под открытым небом во время дождя и грозы;

в) при сварке внутри металлических конструкций, котлов и резервуаров, а также в помещениях особо опасных персонал обязан иметь для работы: диэлектрические перчатки, галоши, резиновый коврик и резиновый шлем. Пользоваться металлическими щитками в таких случаях запрещается.

Переносные лампы должны быть 12 вольт;

г) запрещается производить какие-либо ремонты сварочных установок под напряжением;

д) запрещается производить сварочные работы на закрытых сосудах, находящихся под давлением котлов (котлы, баллоны трубопровода, сосуды, содержащие воспламеняющиеся вещества);

е) перед включением сварочного аппарата в работу требуется произвести проверку обмотки трансформаторов, состояние контактов, зануляющих проводов, исправность

изоляция рабочих проводов и защитных средств;

ж) без осмотра, а также при неисправных сварочных агрегатах, трансформаторах работать запрещается;

з) по окончании электросварочных работ электросварочный аппарат отключают от сети, после чего электродержатель отсоединяют от трансформатора и запирают в ящик на замок, обитый внутри асбестом;

и) сопротивление изоляции токоведущих сетей сварочной цепи должно быть не менее 0,5 м Ом, проверка изоляции 1 раз в 3 месяца, выдержка в течение 5 минут - 2000 в.;

к) каждый сварочный трансформатор, агрегат закрепляется за электросварщиком. Без разрешения участкового механика на чужом аппарате работать не разрешается.

### **Гидроизоляционные работы**

Места варки и разогревания мастики должны быть удалены от временных деревянных строений в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Котлы для варки мастики следует оборудовать металлическими, плотно закрывающимися крышками, причем верх котла должен иметь уклон в сторону, противоположную топке. Возле котлов размещают пенные огнетушители, сухой песок и металлические совковые лопаты.

Рабочие, занятые на варке, разогревании и переноске горячих мастик, до начала работ проходят соответствующий медицинский осмотр, а также должны быть проинструктированы мастером о способах разгрузки котлов об опасности попадания воды в котел (что может привести к выбросу горячей массы из котла), о способах варки и разогревания, порядке выгрузки и мерах предосторожности против воспламенения мастики, способах ее тушения.

Рабочие настилы и проходы, по которым доставляется мастика, а также рабочие места изолировщиков требуется поддерживать в чистоте. Ежедневно перед началом работ их должен осматривать мастер. При изолировочных работах необходимо использовать маски с очками и рукавицы для предохранения кожи лица и рук от попадания горячей мастики.

Материал подготовил Демьянов А.А.