

# ТИПОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА (ТТК)

## МОНТАЖ РЕЗЕРВУАРОВ

### 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Типовая технологическая карта разработана на монтаж резервуаров.

Резервуары относятся к категории листовых конструкций с прочноплотными швами. Резервуары предназначены для хранения нефти, нефте- и химпродуктов, а также других жидких и некоторых сыпучих веществ. Существует много типов и конструкций резервуаров и газгольдеров, различающихся как по форме, так и по объему (например, газгольдеры габаритные, шаровые, каплевидные и т.д.). Габаритные газгольдеры и резервуары (или цистерны) представляют собой цилиндрические баллоны диаметром 3,3 м, со сферическими или плоскими днищами. Такие резервуары изготовляют в целом виде или из двух-трех частей. Монтаж их очень прост и заключается в установке резервуара на опоры с помощью кранов или накаткой по наклонной плоскости. Наиболее распространены во всем мире резервуары вертикальные стальные (РВС) объемом до 200 тыс. м<sup>3</sup>. В нашей стране разработаны типовые проекты стальных резервуаров объемом от 100 до 100 тыс. м<sup>3</sup>. По способу изготовления и монтажа конструкции резервуаров разделяются на рулонизируемые и нерулонизируемые.

Широко применяется рулонная технология изготовления листовых конструкций различного назначения - резервуаров, газгольдеров, силосов, бункеров и др. Такая технология создает условия для индустриализации строительства листовых конструкций при минимальных затратах на их изготовление, транспортирование и монтаж. Чаше всего рулонную технологию применяют при изготовлении резервуаров и газгольдеров. Конструкции рулонных резервуаров изготовляют на специализированных заводах концерна "Стальконструкция" в основном по типовым проектам.

Широко приняты следующие конструктивные схемы рулонизируемых резервуаров: I - резервуары малого и среднего объемов с коническими крышами; II - резервуары большого объема со сферическими крышами; III - резервуары с плавающими крышами; IV - резервуары траншейного типа для подземного хранения продукта (Рис.1). Резервуары I и II типов могут быть оборудованы понтоном, уменьшающим испарение хранимого продукта. Сущность рулонной технологии изготовления заключается в том, что отдельные листы вертикальной стенки корпуса резервуара сваривают на заводе-изготовителе в одно полотнище, ширина которого равна высоте резервуара, а длина - длине развертки стенки резервуара.

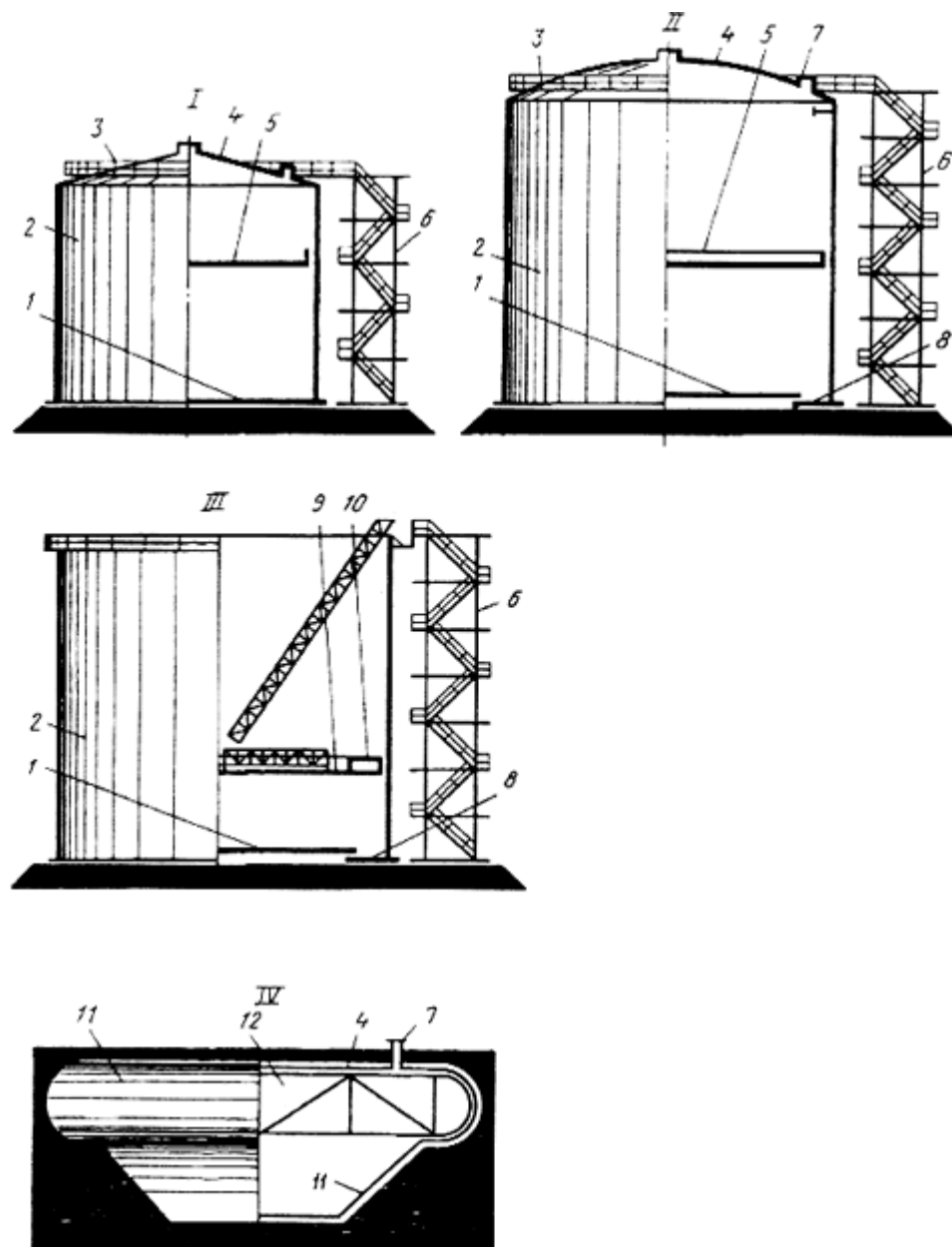


Рис.1. Конструктивные схемы рулонизируемых резервуаров:

тип I - резервуары малого и среднего объема с коническими крышами;

тип II - резервуары большого объема со сферическими крышами;

тип III - резервуары с плавающими крышами;

тип IV - резервуары траншейного типа для подземного хранения продукта;

1 - днище;

2 -стенка резервуара;

3 -рабочая площадка;

4 -крыша;

5 - понтон;

6- лестница;

7 -элемент оборудования,

8 -окраинный элемент;

9 -плавающая крыша;

10- короб плавающей крыши;

11 - оболочка;

12 -ферма

Автоматическую сварку полотнища производят на специальном двухъярусном механизированном стане (рис.2), по мере сварки полотнище резервуара сворачивается в рулон, подобный рулону толя (обязательно габаритный).

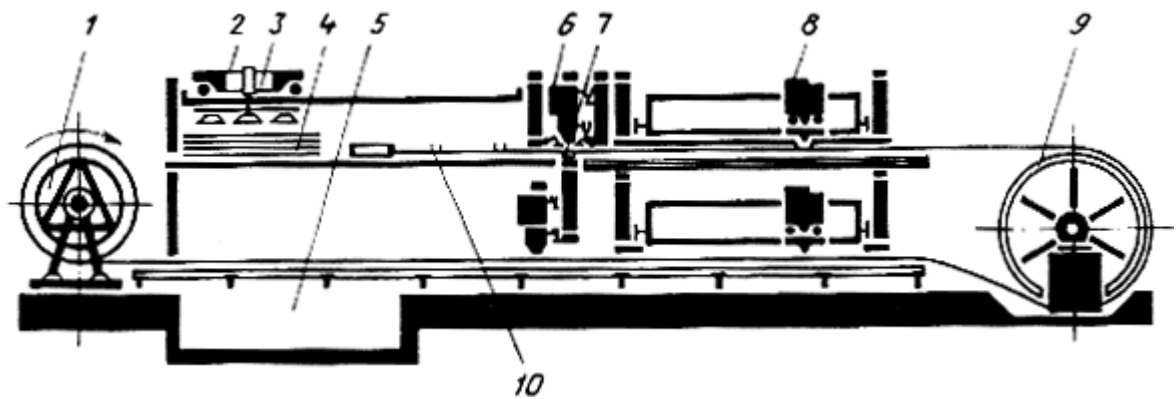


Рис.2. Схема механизированного стана:

1 - сворачивающее устройство;

2 -кран-раскладчик;

3- вакуумные захваты,

4- пакет листов;

5 - приямок рентгеноконтроля,

6-сварочная головка для сварки поперечного шва;

7 -медная подкладка;

8 -сварочная головка для сварки продольных швов;

9- кантовочный барабан;

10 -механизмы сдвижки листов в продольном и поперечном направлениях

В такой рулон могут сворачиваться сваренные полотнища вертикальной стенки корпуса резервуара, ломаного или круглого очертания днища (рис.3), центральные части плавающих крыш и понтонов. На один рулон может быть накручено от одного до четырех полотнищ (например, днища). Сворачивают полотнища на специальный каркас для рулонирования, конструкция которого обеспечивает получение качественной цилиндрической формы рулона и сохранность этой формы при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и транспортировании.

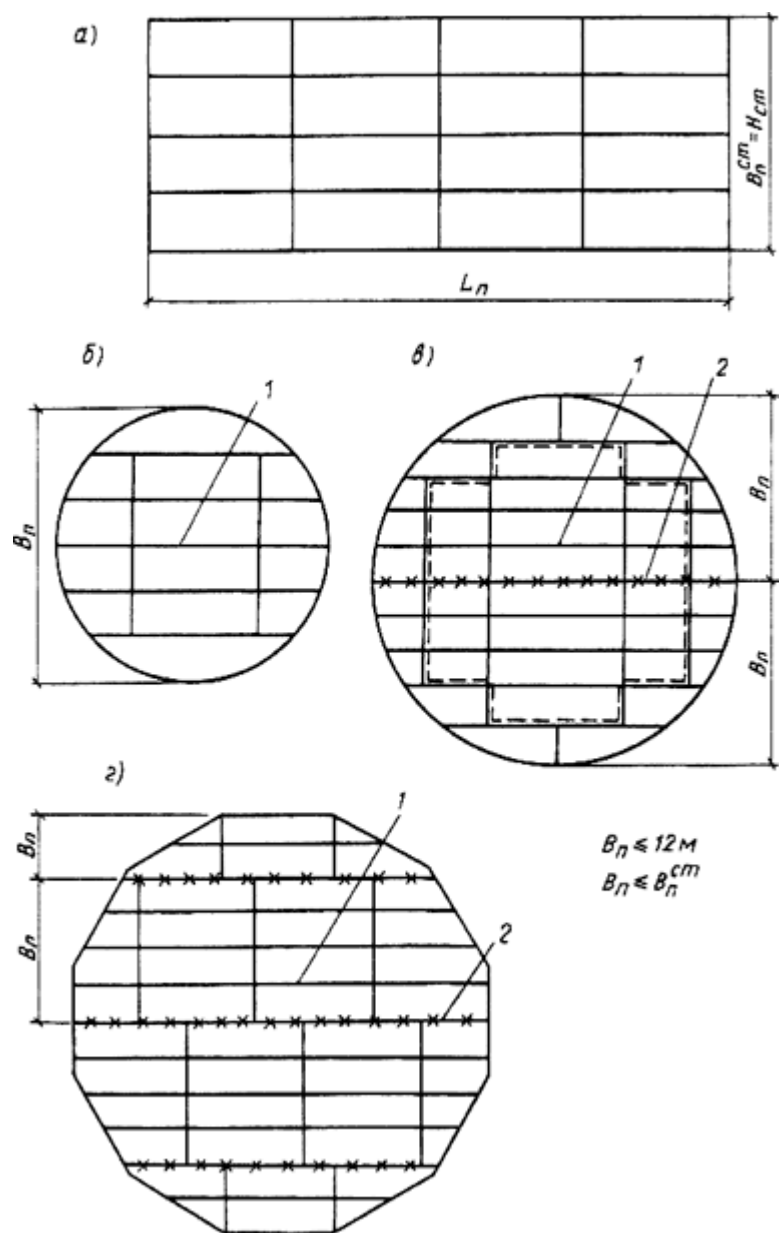


Рис.3. Рулонизируемые конструкции резервуара:

а - рулонизируемое полотнище стенки;

$L_n$  - длина полотнища стенки;

$B_n^{cm}$  - ширина полотнища стенки;

$H_{cm}$  - высота полотнища стенки;

б, в - рулонизируемые полотнища дна круглого очертания;

$B^*$  - ширина полотнища днища;

1 - заводской сварной шов;

2 -монтажный сварной шов;

г -рулонизируемое полотнище днища ломаного очертания

Более рационально использование в качестве каркаса для рулонирования шахтной лестницы или центральной стойки резервуара. Конечная кромка навернутого полотнища закрепляется к рулону с помощью приваренных удерживающих планок, которые обеспечивают надежную упаковку рулона. Масса рулона в зависимости от объема резервуара может достигать 60-65 т.

Рулонная технология изготовления принята в нашей стране основной при сооружении цилиндрических резервуаров, при котором стенки, днища, центральные части плавающих крыш и понтонов изготавливают и поставляют на монтажную площадку в виде рулонированных полотнищ, а покрытия, короба понтонов и плавающих крыш, кольца жесткости и другие конструкции - укрупненными элементами.

Таблица1

### Основные габаритны имассатиповых резервуаров

| Объем резервуара,<br>$\text{м}^3$ | Диаметр стенки, мм | Высота стенки, мм | Общая масса, т | Масса с понтоном,<br>т |
|-----------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|------------------------|
| 100                               | 4730               | 5960              | 7,8            | 9,88                   |
| 200                               | 6630               | 5960              | 10,4           | 13,16                  |
| 300                               | 7580               | 7450              | 13             | 16,76                  |
| 400                               | 8530               | 7450              | 14,7           | 18,76                  |

|       |       |       |        |        |
|-------|-------|-------|--------|--------|
| 700   | 10430 | 8940  | 20,94  | 26,71  |
| 1000  | 10430 | 11920 | 23,93  | 33,24  |
| 2000  | 15180 | 11920 | 48,72  | 57,19  |
| 3000  | 18980 | 11920 | 71,02  | 81,41  |
| 5000  | 20920 | 14900 | 104,3  | 114,76 |
| 10000 | 28500 | 17880 | 224,53 | 241,67 |
| 20000 | 39900 | 17880 | 428,21 | 465,44 |

Таблица2

### Резервуары стальные траншейного типа

| Объем, м <sup>3</sup> | Размеры в плане,<br>мм |       | Общая масса, т |
|-----------------------|------------------------|-------|----------------|
|                       | ширина                 | длина |                |
| 2000                  | 21200                  | 27200 | 102,15         |
| 4800                  | 21200                  | 51200 | 182,44         |
| 10000                 | 27200                  | 75200 | 346,84         |

## 2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Все резервуары монтируют на песчаном основании, диаметр которого должен быть на 1,4 м больше диаметра днища. Для отвода атмосферных осадков основание устраивают на 0,4-0,5 м выше уровня земли с откосами по краям не круче 1:1,5. От разрушения откосы предохраняют каменной отмосткой.

Днища типовых резервуаров любого объема и стенки резервуаров объемом до 30 тыс. м<sup>3</sup> изготавливают в виде рулонов; стенки резервуаров объемом более 30 тыс. м<sup>3</sup> - отдельными листами.

Обычно рулонированные конструкции транспортируются на четырехосных железнодорожных платформах грузоподъемностью 60 т. Разгружают рулоны с железнодорожной платформы в зависимости от массы и высоты рулона, а также наличия грузоподъемных средств следующими способами: с помощью грузоподъемного крана (при этом учитывается положение центра тяжести рулона, обозначенное на рулоне заводом-изготовителем) или тракторов. При разгрузке тракторами железнодорожную платформу закрепляют тормозными башмаками. Устанавливают две разгрузочные балки, а под край платформы подставляют специальные поддерживающие стойки. Рулон обматывают по центру тяжести несколькими ветками тормозного каната, закрепленного к удерживающему трактору. На расстоянии 500-800 мм от торца со стороны толстых листов рулон обматывают несколькими витками другого каната, закрепленного к тяговому трактору, который располагается в стороне от пути скатывания рулона. После снятия элементов крепления рулона к платформе тяговым трактором рулон плавно накатывают на разгрузочные балки, а удерживающий трактор тормозит его при самопроизвольном скатывании по балкам (рис.4).



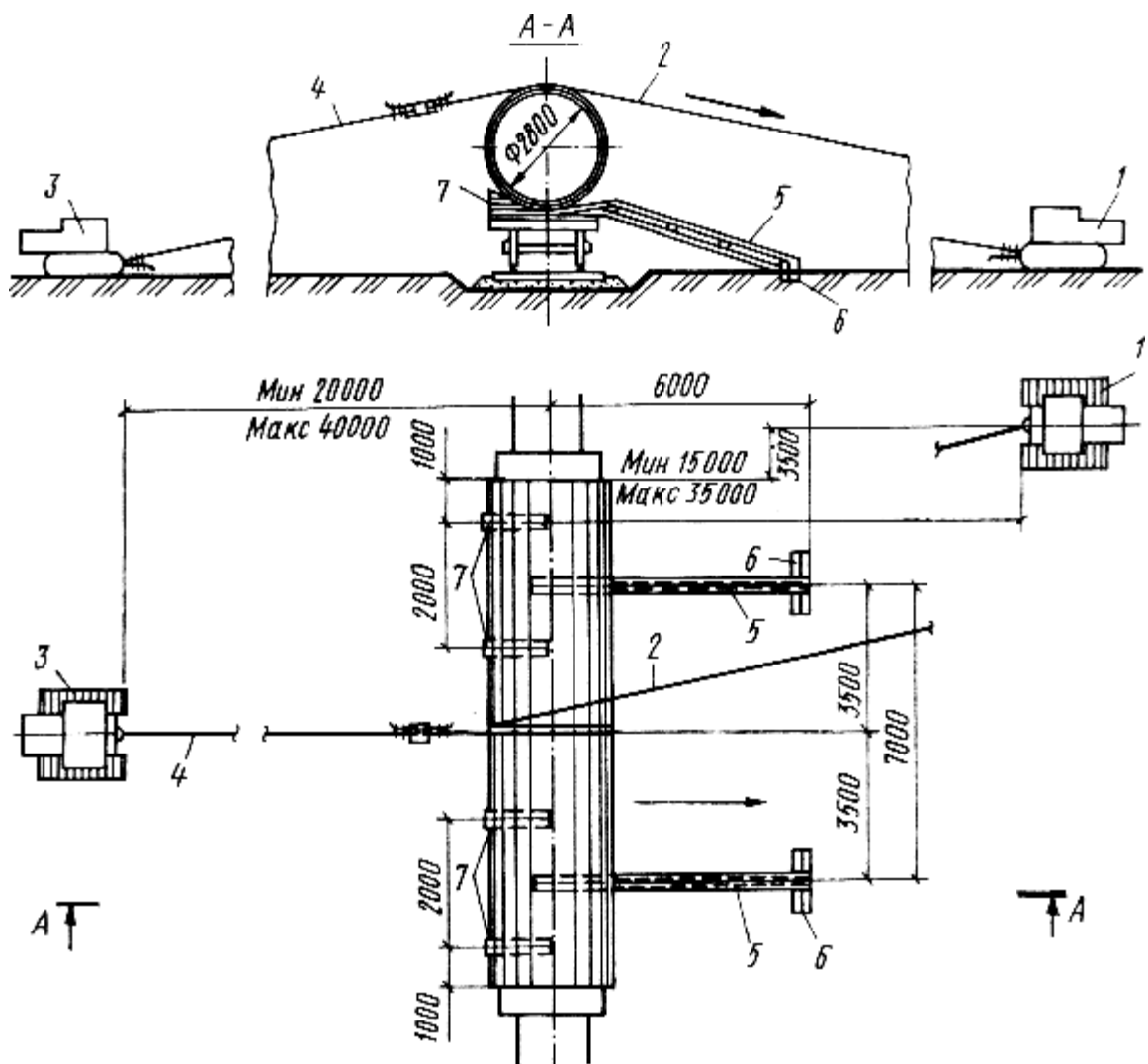


Рис.4. Разгрузка рулона с железнодорожной платформы

- 1- тяговый трактор;
- 2- тяговая ветвь каната;
- 3 -тормозной трактор;
- 4 -тормозная ветвь каната;
- 5 - разгрузочные балки;
- 6 -подкладки из полушпал;
- 7 - деревянный страховочный клин

Разгружать с железнодорожной платформы рулоны массой свыше 50 т и высотой более 12

м необходимо с помощью трех тракторов. Транспортировать рулоны можно и автотранспортом. В этом случае могут применяться прицепы грузоподъемностью 60 т, оборудованные поворотной седловиной, совместно с двухколесным прицепом - роспуском грузоподъемностью 25 т, а также прицеп с удлиненной платформой (ЧМЗАП-5530) или трейлеры.

Для разгрузки рулонов с железнодорожных платформ устанавливают земляную насыпь или эстакаду (металлическую или деревянную), но чаще используют две разгрузочные балки, как описано выше.

От места разгрузки к месту монтажа рулоны перевозят автотранспортом или на санях зимой, а в отдельных случаях и летом в условиях бездорожья. При небольших расстояниях и наличии ровной поверхности возможна перекатка рулона тракторами (рис.5). Направление вращения рулона при перекатке должно быть противоположно направлению его сворачивания при изготовлении, так как только при этом условии обеспечивается целостность планок, предохраняющих рулон от упругого раскручивания.

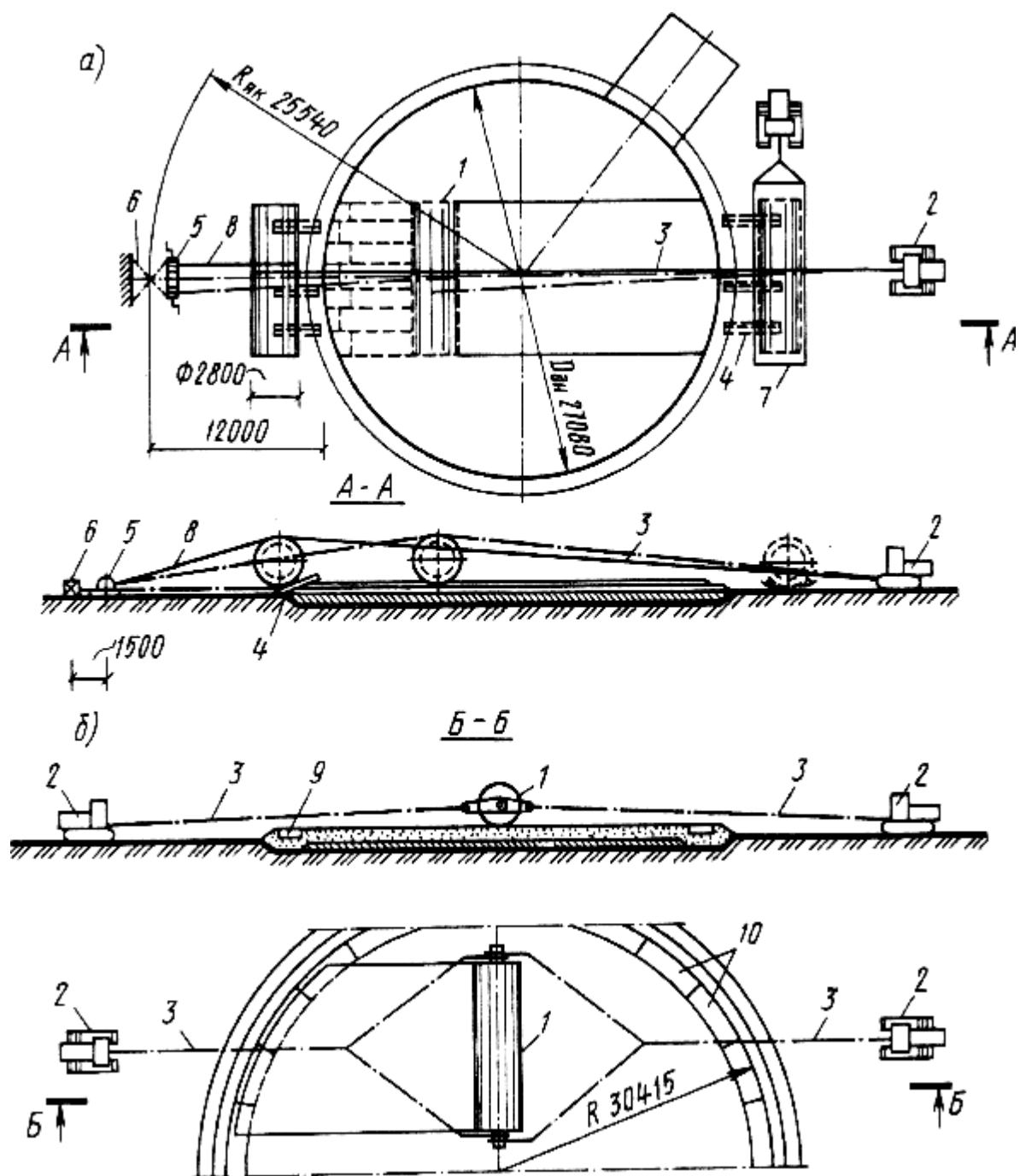


Рис.5. Схема монтажа днища:

а -одним трактором и лебедкой;

б -двумя тракторами,

1 - рулон с тремя полотнищами днища;

2 -трактор;

3 -тяговый канат;

4 -деревянные брусья для накатки рулона на основание;

5 - тормозная лебедка;

6- якорь;

7 - сани для перевозки рулона;

8- тормозной канат;

9 -бетонное кольцо;

10 -окрайки днища

Днища резервуаров объемом до  $2000 \text{ м}^3$  и диаметром до 12 м полностью сваривают на заводе-изготовителе и сворачивают в рулон, который перекатывают на основание так, чтобы середина рулона располагалась по оси основания.

Днища резервуаров большего объема, диаметр которых превышает 12 м, и которые по этой причине не могут быть погружены целиком на платформу длиной 13,66 м, выполняют из нескольких частей, укладываемых одна на другую при сворачивании в рулон.

Рулон с днищем, состоящим из двух частей, располагают на основании так, чтобы первая половина днища, составляющая внешнюю оболочку рулона, заняла после разворачивания проектное положение. При этом вторая половина днища окажется на первой.

Перед разворачиванием рулон скрепляют петлей из каната, конец которого закрепляют на тракторе или лебедке, используемых для перекатки рулона на основание.

Планки, скрепляющие рулон, перерезают кислородом и, ослабляя петлю каната, позволяют рулону разворачиваться. Если самопроизвольного (под действием упругих сил) разворачивания рулона полностью не произошло, дальнейший разворот производят тем же трактором или лебедкой.

Когда рулон будет полностью развернут, к середине круговой кромки верхнего полуднища приваривают скобу, к которой закрепляют конец каната для перемещения второй половины днища трактором или лебедкой в проектное положение.

Далее собирают под сварку стык двух половин днища, выполняемый всегда внахлестку. Его закрепляют прихватками от центра днища к краям с предварительным плотным прижатием обоих полотнищ друг к другу.

Если днище монтируют из трех полотнищ, последовательно свернутых в рулон, то после разворачивания в проектное положение первого полотнища рулон с двумя оставшимися вновь грузят на сани и трактором перемещают так, чтобы можно было развернуть в

проектное положение второе полотнище. Затем последний рулон снова грузят на сани и перевозят на другую сторону основания для разворачивания третьего полотнища (рис.5, б).

Следующим этапом является монтаж стенки резервуара, также свернутой в рулон на заводе-изготовителе. При наличии на площадке стрелового крана необходимой грузоподъемности (гусеничного или на пневмоходу) рулон стенки разгружают на днище. В случае отсутствия крана рулон трактором или лебедкой перекачивают на днище по брускам (из шпал или бревен), скрепленным строительными скобами. Чтобы обеспечить сохранность днища от повреждения и возможность подведения под рулон опорного шарнира для подъема рулона из горизонтального в вертикальное положение, необходимо между рулоном и днищем иметь зазор 450-500 мм за счет увеличения высоты накаточных путей.

Рулон располагают на днище так, чтобы низ его находился недалеко от края, а свободная (замыкающая) кромка - сверху. Это позволяет с помощью крана уложить рулон вдоль замыкающей кромки и приварить к ней временную (монтажную) стойку жесткости с лестницей для подъема монтажников на верх стенки резервуара. Затем на днище укладывают стальной лист - поддон (толщиной 6- 8 мм), на который рулон стенки будет опираться после его установки в вертикальное положение. Поддон способствует сохранению сварных швов днища и нижней кромки рулона от повреждения при его разворачивании. Более толстый поддон из-за большой жесткости не гарантирует сохранности сварных нахлесточных соединений днища.

Совместное движение рулона и поддона при разворачивании обеспечивают уголки-ограничители, которые приваривают к поддону по окружности с таким расчетом, чтобы после подъема рулона эти уголки оказались внутри него. Подъем рулона из горизонтального положения в вертикальное осуществляют методом поворота при помощи шевра аналогично подъему башен.

Специальный шарнир, привариваемый к днищу и закрепляемый к рулону стяжным хомутом, обеспечивает поворот рулона и предохраняет его нижнюю кромку от повреждения. Во избежание удара рулона по днищу после прохождения мертвой точки (положение, при котором центр тяжести рулона и ось опорного шарнира совпадают по вертикали) к верхней кромке рулона крепят тормозную оттяжку из каната, другой конец которой закрепляют на барабане лебедки или за трактор. По достижении рулоном положения, близкого к мертвой точке, оттяжку натягивают. После прохождения критической точки рулон опускают на поддон тормозной оттяжки. Возможен подъем рулона краном. Однако при массе рулона 300 т и высоте 12 м требуются краны большой грузоподъемности, которые не всегда могут быть на площадке.

Целостность днища при работе крана сохраняют путем устройства настила из шпал.

Для предупреждения перегрузки крана рулон необходимо стропить снизу. При повороте рулона, усилие, приходящееся на крюк крана, определяют из условия равенства моментов (рис.6):

$$Pa = Qb$$

откуда

$$Q = P a / b$$

где:

$Q$  - усилие, приходящееся на край крана, кН;

$P$  - масса рулона, кН;

$a$  - расстояние от центра тяжести рулона до точки его поворота, м;

$b$  - расстояние от точки строповки рулона до точки его поворота (длина рулона), м.

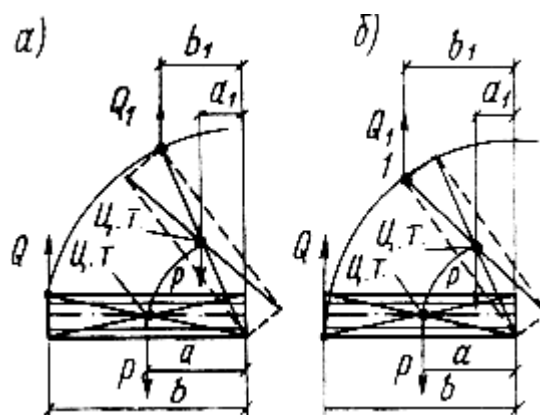


Рис.6. Усилия, приходящиеся на кран при подъеме рулона:

а - строповка рулона сверху;

б - строповка рулона снизу

При строповке рулона сверху (рис.6, а) в каждый из моментов поворота рулона  $a = 0,5b$ , следовательно, исходя из формулы  $Q = 0,5P$

В случае строповки рулона снизу (Рис.6, б) плечо  $a$  при повороте рулона уменьшается быстрее плеча  $b$ , благодаря чему  $Q$  снижается.

При строповке рулона снизу грузоподъемность крана все время больше усилия, приходящегося на крюк, что является основным условием безопасности подъема. При строповке рулона за верх грузоподъемность крана на заключительном этапе подъема становится меньше усилия, приходящегося на кран, т.е. приводит к перегрузке крана, а это недопустимо.

Установленный на поддоне рулон обвязывают петлей из каната и с помощью трактора

смещают к краю днища в такое положение, при котором замыкающая кромка с закрепленной на ней стойкой жесткости и лестницей заняла бы свое проектное положение. Для этого на днище после его сварки размечают центр, из которого проводят окружность радиусом, равным наружному радиусу нижнего пояса стенки резервуара. По намеченной окружности равномерно, с интервалом около 1 м приваривают уголки, служащие упорами стенки при разворачивании рулона. Далее, не ослабляя петли из каната, пользуясь лестницей, расположенной на стойке жесткости, разрезают кислородом планки, сдерживающие рулон от раскручивания. Верх стойки предварительно раскрепляют в радиальном направлении двумя расчалками. Плавное ослабление петли, рулону дают возможность развернуться под действием упругих сил, возникающих при его сворачивании. Свободную наружную кромку рулона прижимают к упорному уголку и прихватывают сваркой к днищу.

Дальнейшее разворачивание производят принудительно. Для этого на высоте 0,5 м от днища к рулону приваривают скобу и закрепляют к ней свободный конец тягового каната от трактора или лебедки. По мере разворачивания стенку рулона прижимают к упорным уголкам и закрепляют прихватками к днищу снаружи и изнутри. Скобу для крепления тягового каната периодически срезают и приваривают на новое место, так как с одной ее установки возможно развернуть менее половины длины витка или около 3 м (диаметр рулона 2,8 м).

Во избежание самопроизвольного сворачивания рулона при переносе тягового каната между развернутой частью стенки и наверху рулона вставляют стальной клиновой упор, перемещаемый вручную по днищу.

Одновременно с разворачиванием рулона стенки на верхней ее кромке краном устанавливают элементы кольца жесткости и щиты покрытия, фиксирующие цилиндрическую форму верха резервуара. До установки кольца жесткости устойчивость верхней кромки развернутой части стенки и правильную ее форму обеспечивают парой расчалок (Рис.7).

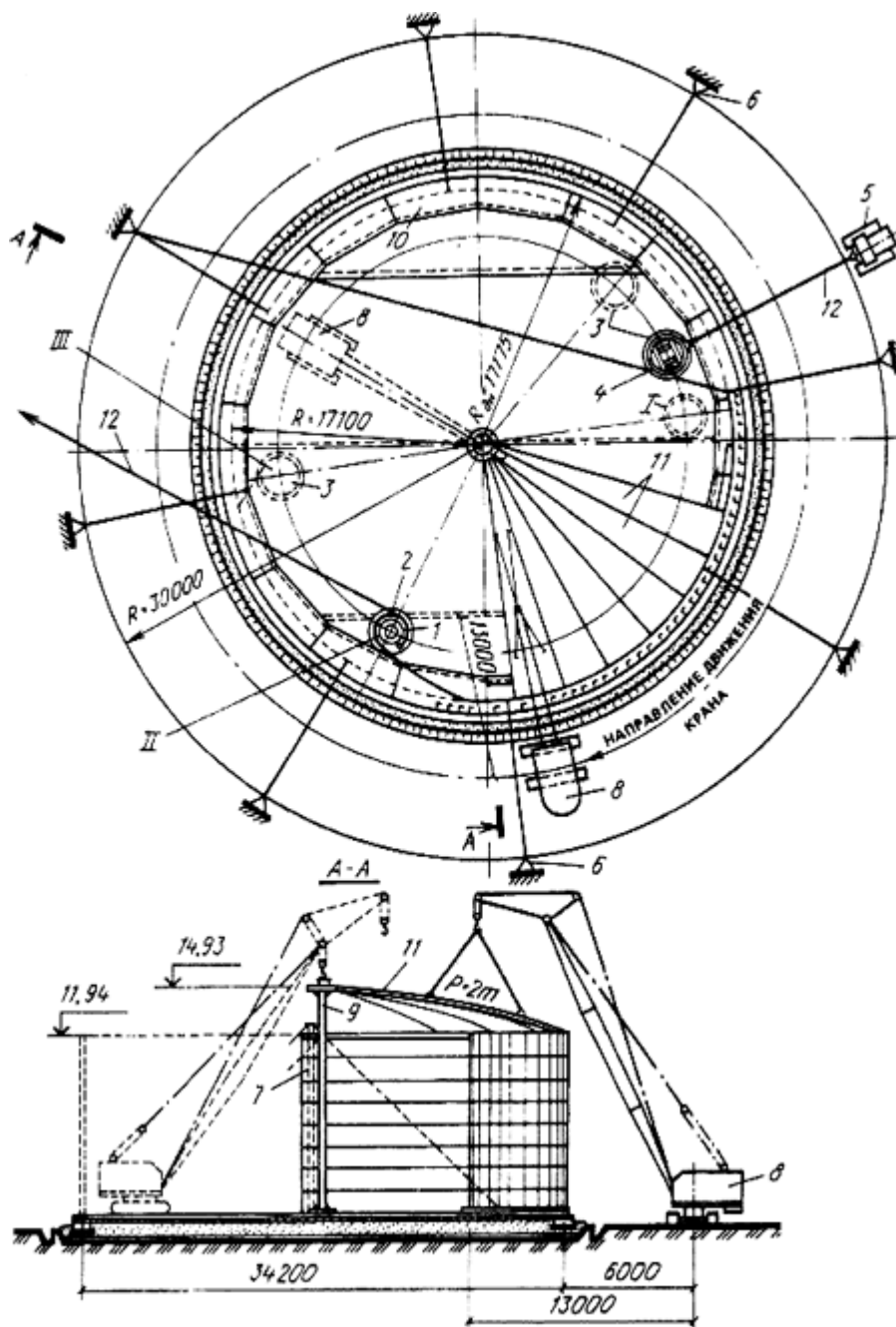


Рис.7. Схема разворачивания рулона стенки резервуара:

- I - начальное положение рулона N 1;
- II - промежуточное положение рулона N 1;
- III - начальное положение рулона № 2;
- 1 - разворачиваемый рулон N 1;



- 2- поддон;
- 3- разворачиваемый рулон N 2;
- 4 -шахтная лестница;
- 5 - трактор;
- 6 -якоря для расчаливания стенок резервуара;
- 7 - стойка жесткости с лестницей;
- 8 -гусеничный кран;
- 9 -центральная стойка;
- 10 -кольцо жесткости;
- 11 -щиты покрытия;
- 12 -тяговый канат

Каждый щит покрытия имеет форму сектора круга и состоит из двух радиальных балок с распорками между ними и приваренного к ним листового настила.

Для монтажа щитов в центре резервуара устанавливают временную (при сферическом покрытии) или постоянную (при плоском покрытии) опору, на верху которой закрепляют круглой формы седло, называемое *короной*, и предназначенное для опирания вершины каждого щита.

Перед установкой замыкающего щита необходимо вывести из резервуара шахтную лестницу, служившую каркасом последнего рулона стенки. Для этого первоначально срезают уголки-ограничители с поддона и вытаскивают его. Нижнюю замыкающую (свободную) кромку рулона временно прихватывают к днищу и срезают сварные швы, которыми вертикальная кромка рулона была закреплена к стойкам каркаса шахтной лестницы. Освободившуюся лестницу извлекают краном через проем в покрытии. Монтажный стык стенки обычно сваривают внахлестку. Для этого ее нижнюю кромку освобождают от прихватки к днищу и подтягивают к начальной кромке стенки, плотно прижимают их друг к другу по всей высоте с помощью стяжных приспособлений, после чего устанавливают замыкающий щит кровли.

Далее раскружаливают покрытие (только сферическое), вынимают через корону временную опору, укладывают и приваривают центральный щит кровли.

В ходе разворачивания рулонной стенки и щитов покрытия проверяют отклонение стенки от вертикали, которое не должно превышать 90 мм по всей ее высоте.

Испытание резервуаров производят в несколько стадий.

В ходе выполнения монтажных работ испытывают на плотность монтажные сварные соединения днища, стенки и кровли. Поскольку доступ к сварным швам днища со стороны основания невозможен, их испытывают на плотность вакуум-аппаратом, представляющим собой металлическую коробку размером 250х350х700 мм без дна. Верхнюю крышку выполняют из прозрачного материала (армированного или органического стекла) для возможности в ходе испытаний наблюдения за швами. На одной из малых боковых стенок аппарата варивают штуцер для подключения воздушного рукава к вакуум-насосу. Снизу к стенкам аппарата по периметру прикрепляют полоску губчатой резины, обеспечивающей его плотное прилегание к поверхности днища даже в местах нахлесточных соединений. Перед испытанием все швы очищают от грязи, шлака, окалины, а затем обильно смачивают мыльным раствором.

Во время испытания внутри аппарата вакуум-насосом создают разрежение в пределах 50-60 гПа.

Вследствие разрежения через имеющиеся в швах неплотности внутрь аппарата начинает проходить воздух, вызывающий образование хорошо заметных мыльных пузырей, по которым и обнаруживают дефектные места. Эти участки сварных швов вырубают, заваривают и вновь испытывают.

Монтажные сварные швы стенки и кровли резервуаров испытывают на плотность (герметичность) керосином. Обладая высокой капиллярностью (большой силой поверхностного натяжения), керосин проникает через мельчайшие неплотности. До испытания сварные швы снаружи закрашивают на ширину 100-150 мм меловым раствором, после высыхания которого остается тонкий слой мела. Опрыскивание стыковых швов и введение керосина под нахлестку выполняют с противоположной стороны не менее двух раз в интервалом 10 мин. При наличии в швах дефектов на поверхности, покрытой мелом, появляются хорошо видимые темные пятна просочившегося керосина. Продолжительность испытания 4 ч при положительной температуре и 8 ч - при отрицательной температуре окружающего воздуха.

Кроме того, замыкающий монтажный шов стенки в местах его пересечения с горизонтальными швами (резервуары вместимостью 2000-20000 м<sup>3</sup>, сооружаемые из рулонных заготовок) просвечивают проникающими излучениями. Длина каждого снимка должна быть не менее 240 мм. Взамен просвечивания разрешается (при толщине стали 10мм и более) производить контроль ультразвуком с последующим просвечиванием участков швов с признаками дефектов.

Заключительным этапом является гидравлическое испытание с целью проверки плотности соединений и прочности сооружения в целом.

При гидравлическом испытании резервуар постепенно заполняют водой на высоту, предусмотренную проектом, внимательно наблюдая за его осадкой и состоянием сварных соединений. Если в процессе испытаний обнаруживают течь из-под края днища, необходимо воду слить полностью, а при обнаружении трещин в швах стенки - воду сливают до уровня ниже выявленного дефекта. После устранения дефектов испытания продолжают.

Одновременно с гидравлическим испытанием проверяют плотность сварных соединений кровли сжатым воздухом. Для этого закрывают все люки кровли, вследствие чего при наполнении резервуара водой давление воздуха внутри него повышается. Сварные швы кровли смачивают мыльным раствором и дефектные участки отмечают по местам появления пузырей.

Резервуар считается выдержавшим испытание, если в течение 24 ч после его заполнения водой на поверхности стенки или по краям днища не появятся течи и уровень воды не понизится. Перед проведением испытаний весь персонал, принимающий в них участие, должен пройти инструктаж. На все время испытаний устанавливают границу опасной зоны с радиусом не менее двух диаметров резервуара, внутри которой не допускается нахождение людей, не связанных с испытанием. Контрольные приборы (манометры, термометры) располагают за пределами опасной зоны или в безопасных укрытиях.

Гидравлическое испытание рекомендуется производить при температуре не ниже +5 °С. При испытании в зимних условиях необходим подогрев или непрерывная циркуляция воды во избежание ее замерзания в трубах и задвижках, а также обмерзания стенок резервуара. На резервуар, выдержавший испытания, составляют паспорт.

Давление внутри резервуаров постоянного объема в связи с периодическим их наполнением и опорожнением, а также из-за колебаний температуры окружающего воздуха изменяется. При повышении давления часть нефтепродуктов в виде паров выходит через предохранительный клапан наружу и таким образом теряется. При понижении давления через тот же предохранительный клапан внутрь резервуара подсасывается воздух, который насыщается парами нефтепродукта и при очередном повышении давления вновь выбрасывается в атмосферу. Такое "дыхание" приводит к потере до 7 % хранимых продуктов.

При отсутствии дыхательных клапанов неизбежно или образование высокого вакуума внутри резервуара при его опорожнении, или значительное повышение давления при его наполнении, что может привести к разрушению кровли и выходу резервуара из строя. Этому недостатка лишены новые типы резервуаров - с плавающими крышами, в которых крыша из листа толщиной 4-5 мм закреплена по наружной кромке к кольцевому стальному коробу-понтону.

Благодаря понтону крыша плавает на поверхности нефтепродукта, поднимаясь и опускаясь по мере заполнения резервуара.

Герметичность зазора между понтоном и стенкой (200- 800 мм в зависимости от диаметра резервуара) обеспечивает специальный затвор различной конструкции.

Типовой резервуар вместимостью 50000 м<sup>3</sup> имеет следующие конструктивные характеристики: диаметр - 60,7 м, высота стенки - 18 м, масса конструкции - 850т, длина монтажных сварных швов - свыше 5000 м.

Монтаж конструкций начинают с укладки отдельных элементов (окраек) наружного контура днища на предварительно размеченное песчаное основание с бетонным кольцом по периметру стенки. В середине основания устанавливают небольшой бетонный фундамент и закрепляют на нем по центру резервуара конец рулетки с лентой длиной 50 м для

последующей разметки мест установки всех элементов резервуара. В местах опирания стенки радиальные стыки между крайками сваривают встык. Затем на крайки наносят две кольцевые риски, определяющие положение стенки и края днища.

Рулоны днища разворачивают двумя тракторами, расположенными по обе стороны от рулона (Рис.5, б).

Сборку полотнищ днища выполняют на прихватках. После разворачивания всех рулонов на днище закатывают рулоны плавающей крыши. Затем приступают к сборке первого пояса стенки, которую монтируют полистовым методом (рис.8).

В каждом из девяти поясов стенки высотой по 2 м имеется лист меньшей длины, чем остальные, который устанавливают последним. Припуск (150мм) по длине компенсирует предельные отклонения в размере периметра резервуара и допусков при изготовлении всех листов стенки. Замыкающую вертикальную кромку этого листа обрезают и обрабатывают под сварку после его установки в проектное положение, Временное взаимное крепление отдельных листов стенки обеспечивают сборочными приспособлениями типа I.

После окончания сборки, контроля вертикальности листов, горизонтальности верхней кромки и зазора в стыках выполняют сварку всех вертикальных стыков первого пояса, а затем - кольцевого (уторного) шва сопряжения стенки с днищем. Далее полностью сваривают крайки между собой, днище с окраинами (кольцевой шов) и последними - полотнища днища между собой.

Одновременно на первом поясе размечают и вырезают отверстия, устанавливают и приваривают люки-лазы. Перед разворачиванием (раскаткой) рулонов плавающей крыши проверяют плотность швов днища вакуум-аппаратом, а уторного и вертикальных стыков первого пояса стенки - керосином.

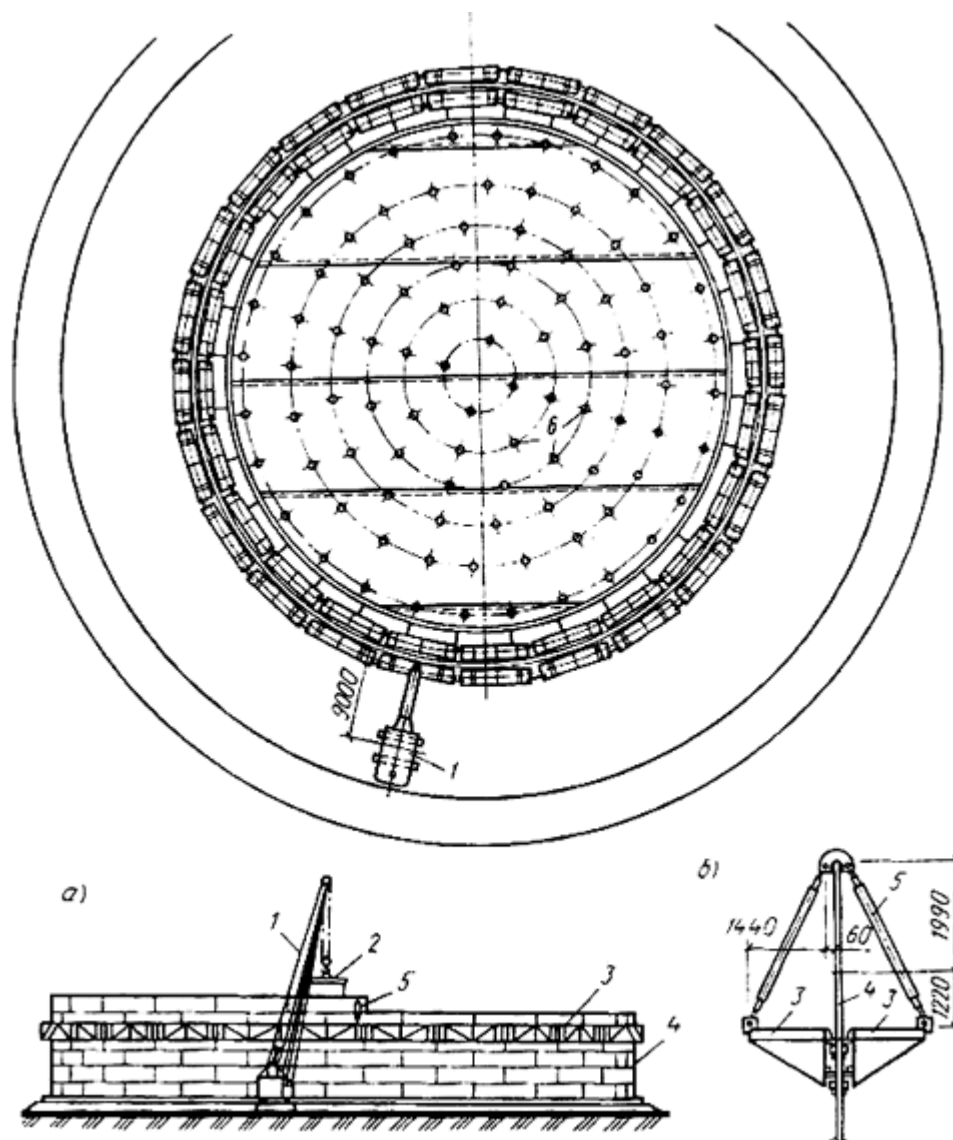


Рис..8. Схема монтажа резервуара вместимостью 50 000 м<sup>3</sup> с плавающей крышей  
полистовым методом:

*а* -монтаж 6-го пояса стенки;

*б* -временное закрепление свободной кромки листа;

1 - монтажный кран;

2- траверса;

3 -кольцевые подмости;

4 -стенка резервуара;

5 - инвентарные распорки;

6 - места установки стоек крыши

Вслед за раскаткой рулонов и сборкой полотнищ крыши укладывают на днище, выверяют и сваривают между собой кольцевые элементы понтона, к которому приваривают наружную кромку крыши.

На крыше размечают места, вырезают отверстия и приваривают патрубки для установки опорных стоек, предназначенных для фиксации крайнего нижнего положения крыши при эксплуатации резервуара, которое должно обеспечивать возможность прохода под крышу для осмотра и ремонта, а также для очистки днища от грязи. Затем резервуар наполняют водой на высоту 1800 мм, в патрубки заводят стойки, которые нижним концом опирают на днище через приваренные к нему толстые подкладки, а верхние - болтами через фланцы крепят к патрубкам крыши. После слива воды крыша оказывается подвешенной к стойкам, что позволяет осуществлять снизу подварку ее потолочных швов.

Второй и все последующие пояса стенки резервуара собирают аналогично первому гусеничным краном МКГ-25 (или другим соответствующих параметров) параллельно со сборкой и сваркой плавающей крыши.

Для установки листов и сборки их стыков применяют стальные кольцевые подмости (рис.8), секции которых длиной по 6м закрепляют с помощью выпусков в скобах, приваренных к листам стенки. Эти подмости являются не только рабочим местом монтажников и сварщиков, но также и кольцом жесткости, необходимым для устойчивости стенки резервуара в период монтажа. Они позволяют избежать применения расчалок, создавая благоприятные условия для свободного передвижения монтажного крана вокруг резервуара.

После установки девятого пояса на нем монтируют горизонтальное кольцо жесткости, фиксирующее цилиндрическую форму и обеспечивающее общую устойчивость стенки в процессе эксплуатации. Все сварные швы проверяют на плотность керосином, а все вертикальные стыковые соединения первого и второго поясов и 50% соединений второго, третьего и четвертого поясов преимущественно в местах пересечения этих соединений с горизонтальными и все стыковые соединения окраек днищ в местах примыкания к ним стенки резервуара - просвечиванием проникающим излучением. Резервуар испытывают наливом воды на заданную проектом высоту.

### **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 1.

Таблица1

| Технические требования                                                                                           | Предельные отклонения, мм для резервуаров и газгольдеров объемом, куб. м. | Водонапорных башен         | Контроль (метод, объем, вид регистрации) |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------|-------------|
|                                                                                                                  | 100-700                                                                   |                            | 10000-50000 и всех газгольдеров          |             |
| 1                                                                                                                | 2                                                                         | 3                          | 4                                        | 5           |
| 1. Отклонение отметки центра основания:<br>при плоском основании;<br>с подъемом к центру;<br>с уклоном к центру; | 0 + 20<br>0 + 40<br>0 - 40                                                | 0 + 30<br>0 + 50<br>0 - 50 | 0 + 50<br>0 + 60<br>0 - 60               | -<br>-<br>- |
| 2. Отклонение отметок поверхности                                                                                |                                                                           |                            |                                          |             |



|                                                                                     |    |    |            |   |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------------|---|--|
| периметра<br>основания,<br>определяемых в<br>зоне расположения<br>окрайков          | 10 | 15 |            |   |  |
| 3. Разность отметок<br>любых несмежных<br>точек основания                           | 20 | 25 | -          | - |  |
| 4. Отклонение<br>отметок<br>поверхности<br>кольцевого<br>фундамента                 | -  | -  | 8          | - |  |
| 5. Разность отметок<br>любых несмежных<br>точек кольцевого<br>фундамента            | -  | -  | 15         | - |  |
| 6. Отклонение<br>ширины кольцевого<br>фундамента                                    | -  | -  | + 50; 0    | - |  |
| 7. Отклонение<br>наружного<br>диаметра<br>кольцевого<br>фундамента                  | -  | -  | + 60; - 40 | - |  |
| 8. Отклонение<br>толщины<br>гидроизоляционн<br>о слоя на бетонном<br>кольце в месте | -  | -  | 5          | - |  |

|                                                                                                                                                                                     |        |        |        |                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|---------------------------------------|
| расположения<br>стенки резервуаров                                                                                                                                                  |        |        |        |                                       |
| 9. Отклонение<br>расстояний между<br>разбивочными<br>осями фундаментов<br>под ветви опор:<br>смежных;<br>любых других                                                               | -<br>- | -<br>- | -<br>- | 3<br>5                                |
| 10. Разность<br>отметок опорных<br>поверхностей<br>колонн                                                                                                                           | -      | -      | -      | По табл. 10.3                         |
| 11. Отклонение<br>центра опоры в<br>верхнем сечении<br>относительно<br>центра в уровне<br>фундаментов при<br>высоте опоры, м:<br>до 25;<br>св. 25                                   | -<br>- | -<br>- | -<br>- | 25<br>0,001 высоты, но не<br>более 50 |
| 12. Отклонение<br>отметок опорного<br>контура<br>водонапорного бака<br>от горизонтали до<br>заполнения водой:<br>смежных точек на<br>расстоянии до<br>6 м;<br>любых других<br>точек | -<br>- | -<br>- | -<br>- | 5<br>10                               |

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

сварки).

По окончании сборки кольца окрайков необходимо проверять:

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

5. Днища резервуаров и газгольдеров из отдельных листов с окрайками надлежит собирать в два этапа: сначала окрайки, 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 крайков 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 2 (СНиП 3.03.01-87).

Таблица2

| Технические требования                                              | Предельные отклонения, мм | Контроль (метод, объем, вид регистрации)                            |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                   | 2                         | 3                                                                   |
| <b>Днище</b>                                                        |                           |                                                                     |
| 1. Отклонение отметок наружного контура в зависимости от резервуара |                           | Измерительный, каждый резервуар, геодезическая исполнительная схема |
| 2. Высота хлопунов при диаметре днища:                              | 150                       | То же                                                               |
| до 12 м (предельная площадь хлопуна 2 м <sup>2</sup> );             | 180                       |                                                                     |
| св. 12 м (предельная площадь хлопуна 5 м <sup>2</sup> )             |                           |                                                                     |

|                                                                                                                  |    |                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Стенка</b>                                                                                                    |    |                                                                                               |
| 3. Отклонение внутреннего диаметра на уровне днища:                                                              |    | Измерительный, не менее трех измерений каждого                                                |
| до 12 м включ.;                                                                                                  | 40 | резервуара, геодезическая исполнительная схема                                                |
| св. 12 м                                                                                                         | 60 |                                                                                               |
| 4. Отклонение высоты при монтаже:                                                                                | 20 | Измерительный, не менее трех измерений каждого резервуара, геодезическая исполнительная схема |
| из рулонных                                                                                                      | 25 |                                                                                               |
| заготовок высотой,                                                                                               | 30 |                                                                                               |
| м, до:                                                                                                           |    |                                                                                               |
| 12;                                                                                                              |    |                                                                                               |
| 18;                                                                                                              |    |                                                                                               |
| из отдельных листов                                                                                              |    |                                                                                               |
| <b>Плавающая крыша и понтон</b>                                                                                  |    |                                                                                               |
| 5. Разность отметок верхней кромки наружного вертикального кольцевого листа коробов плавающей крыши или понтона: |    | То же                                                                                         |
| для соседних коробов;                                                                                            | 30 |                                                                                               |
| для любых других                                                                                                 | 40 |                                                                                               |
| 6. Отклонение направляющих                                                                                       |    | Измерительный, каждая                                                                         |

|                                                                                                                                                  |    |                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| плавающей крыши или понтона от вертикали на всю высоту в радиальном и тангенциальном направлениях                                                | 25 | направляющая, геодезическая исполнительная схема                                                       |
| 7. Отклонение зазора между направляющей и патрубком плавающей крыши или понтона (при монтаже на днище)                                           | 20 | То же                                                                                                  |
| 8. Отклонение наружного кольцевого листа плавающей крыши или понтона от вертикали на высоту листа                                                | 10 | Измерительный, не менее чем через 6 м по периметру наружного листа, геодезическая исполнительная схема |
| 9. Отклонение зазора между наружным вертикальным кольцевым листом короба плавающей крыши или понтона и стенкой 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<br/>стационарная</b>                                                          |    |                                                                                          |
| 11. Разность<br>отметок смежных<br>узлов верха<br>радиальных балок и<br>ферм на опорах | 20 | Измерительный,<br>каждая балка или<br>ферма,<br>геодезическая<br>исполнительная<br>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 проектному; 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 окраек 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.

## **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 изоляций 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.