

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина»

Кафедра промышленного, гражданского строительства
и экспертизы недвижимости

Презентация по дисциплине «Спецкурс по проектированию металлических конструкций»

На тему: «Газгольдеры»

Руководитель:

Карлова Е.В.

Студенты:

Акуленко А.А.

Илларионова А.А.

Немошкало А.А.

Солодовник А.В.

Группа:

СТ-460034 (ПГС-2)

Екатеринбург, 2019



Газгольдеры

Газгольдеры предназначены для хранения, смешивания и регулирования расхода и давления газов. Их включают в газовую сеть между источником получения газа и его потребления. Они применяются для хранения природного и искусственного газа на металлургических, коксохимических и газовых заводах, в химической и нефтяной промышленности, в городском хозяйстве.

Классификация газгольдеров



Газгольдеры низкого давления

- Стальные газгольдеры применяются для длительного или кратковременного хранения газов, не вызывающих интенсивной коррозии металла. К газам, сильно агрессивным по отношению к металлу, относятся сероводород при концентрации около 0,01 и влажности свыше 75%, фтористый водород при концентрации 0,0005 - 0,001 и влажности около 60—75%, окись азота при концентрации 0,001—0,005 и влажности 75%, хлористый водород при концентрации свыше 0,001 и влажности более 75%, хлор при концентрации более 0,01 и влажности 75% и ряд других газов, при хранении которых необходимо применять специальные меры антикоррозийной защиты (нержавеющие стали, обкладка пластиком и др.). Остальные газы можно хранить в стальных газгольдерах, применяя обычные способы антикоррозийной защиты.

Газгольдеры низкого давления

Каждый из описанных выше типов газгольдеров имеет свои преимущества и недостатки.

Сравнение необходимо начать с наиболее распространенной в промышленности группы газгольдеров низкого постоянного давления и переменного объема.

Наиболее распространенный тип газгольдеров этой группы—мокрые газгольдеры с вертикальными направляющими.

Они хорошо освоены строительством монтажом и удобны в эксплуатации, однако для их строительства требуется больше металла, чем для винтовых мокрых газгольдеров.

- 
- Винтовые мокрые газгольдеры по затратам стали экономичнее, чем обычные мокрые газгольдеры с вертикальными направляющими, в среднем на 15%. Экономия стали может быть достигнута при сооружении винтовых мокрых газгольдеров емкостью от 6000 м³ и выше. Винтовые газгольдеры емкостью менее 6000 м³ не дают заметного преимущества в затратах стали при строительстве, но количество и вес механических деталей (роликов) уменьшается примерно в 2 раза, что в свою очередь влечет к уменьшению эксплуатационных расходов.

График расхода металла и капиталовложений при строительстве

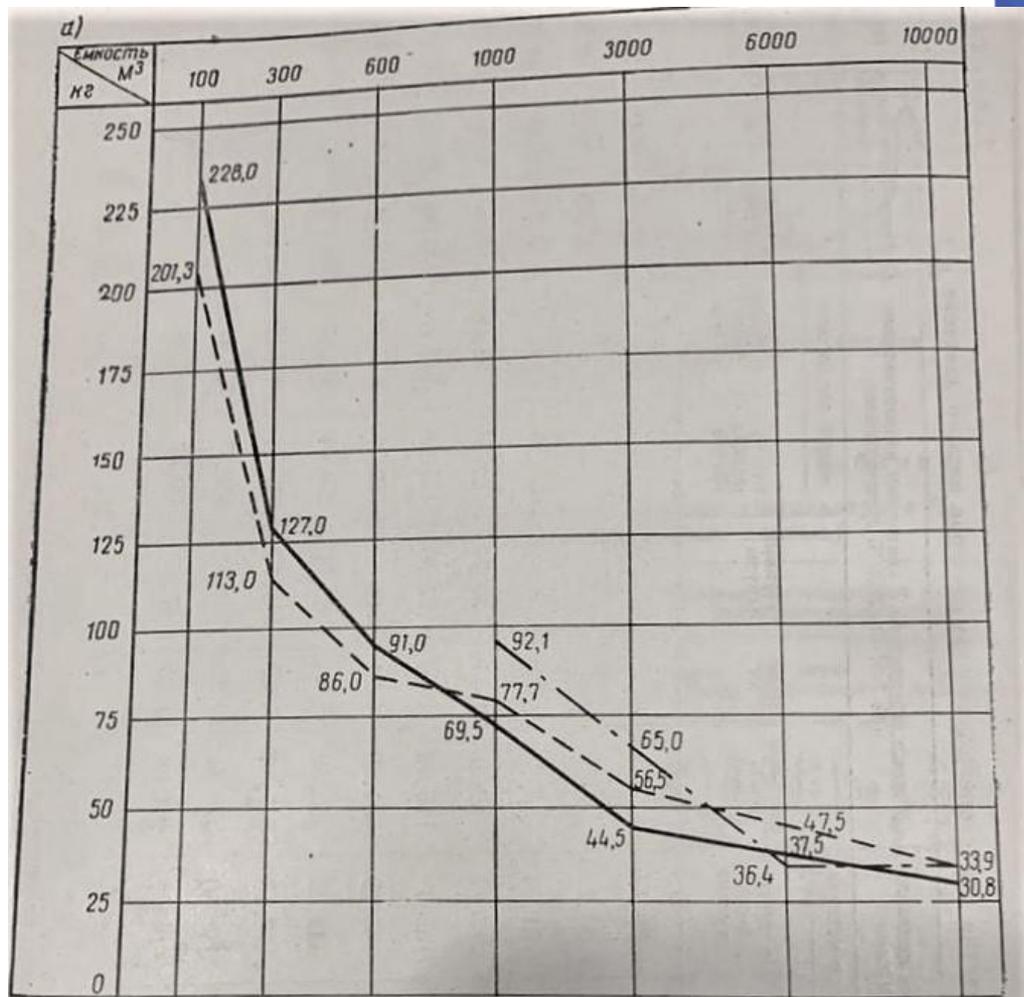
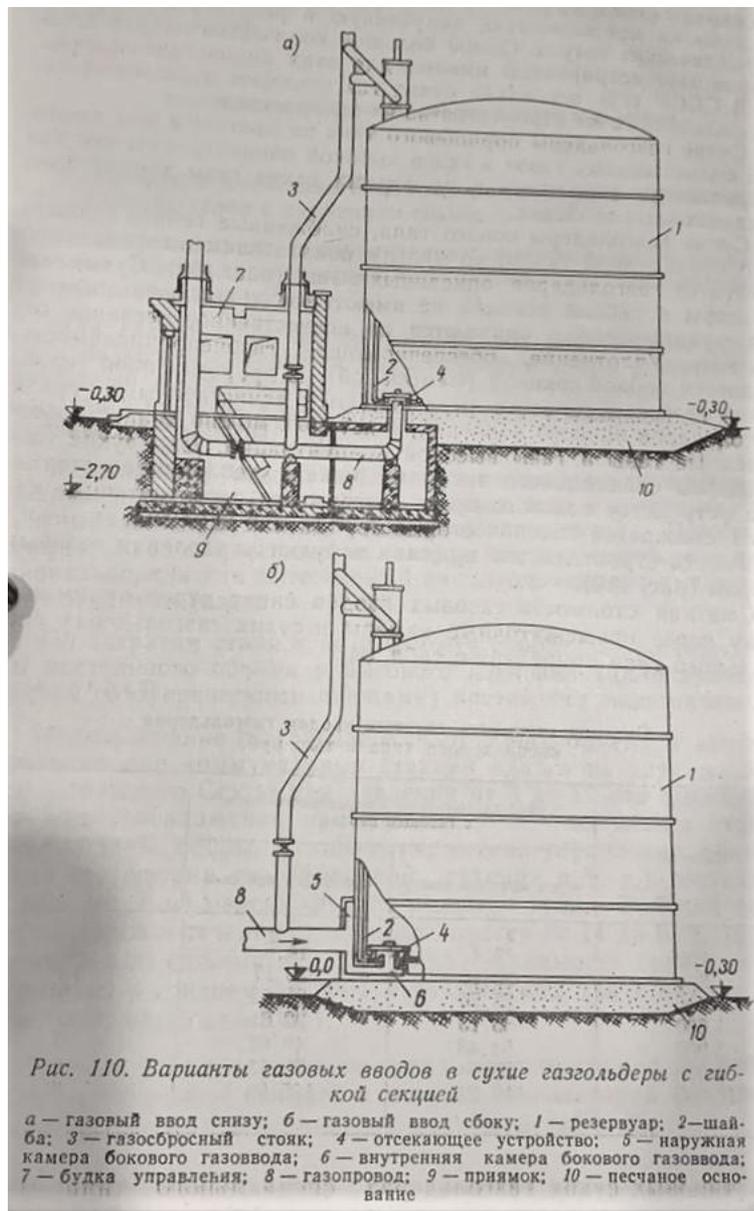


Рис. 107. Графики расхода металла и капиталовложений при строительстве
 а — расход металла с учетом веса чугунных грузов; б — капиталовложения; — — — — направляющими; - . - . - мокрый

График расхода без учета веса чугунных грузов

- Затраты стали на сухие газгольдеры поршневого типа являются самыми низкими по сравнению с затратами стали на газгольдеры других типов.





- При устройстве газового ввода сбоку через промежуточные камеры снижается сметная стоимость, так как исключается необходимость строительства приямка.

Сметная стоимость газовых вводов газгольдеров

Емкость	Сухие газгольдеры специального типа с газовым вводом		Экономия в %
	через приямок внизу	сбоку без приямка	
100	17,4	14,5	20
300	23,18	20,17	15
600	28,76	26,32	9
1 000	33,13	32,61	2
3 000	54,48	49,61	9
6 000	78,54	73,63	6
10 000	110,09	105,06	5

- В типовых сухих газгольдерах специального типа максимальное давление газа принято равным 400 мм.вод.ст., но оно может быть увеличено до 1000 мм.вод.ст.. При этом увеличиваются сечения элементов несущего каркаса шайбы и количество бетонных грузов.

Газгольдеры постоянного объема высокого давления

- Газгольдеры постоянного объема рационально используются для хранения газов с давлением свыше 0,7 ати. Наиболее широко распространены вертикальные и горизонтальные газгольдеры постоянного объема на газгольдерных станциях крупных городов. Для газгольдеров постоянного объема рационально применять низколигированную и высокопрочную сталь, дающие значительный экономический эффект. Опоры газгольдера целесообразно выполнять в виде стальных стоек, опирающихся на отдельные фундаменты.

Выбор марок сталей и условий их поставки

- При выборе марок сталей и назначении условий их поставки следует учитывать ряд факторов, определяющих требования, которым должен удовлетворять материал конструкций газгольдеров
- Газы, хранимые в газгольдерах, нередко агрессивны по отношению к стали. Они вызывают коррозию металлов, особенно при некоторой влажности, что неизбежно в мокрых газгольдерах. Необходимо также обеспечивать герметичность газгольдера, так как просачивание газа сквозь соединения листов оболочки, помимо утечки нередко дорогого газа, может повлечь за собой его воспламенение и взрыв. Кроме того, газгольдеры могут строиться в районах с суровым климатом, причем расчетная температура может опускаться ниже -40°C .

- Оболочки газгольдеров являются ответственными листовыми конструкциями и должны изготавливаться из стали, которая должна иметь:

достаточно высокие прочностные характеристики (временное сопротивление, предел текучести, относительное удлинение и др.);

химический состав, обеспечивающий надежную свариваемость;

хорошую сопротивляемость хрупкому разрушению при низких температурах (низкое значение температуры порога хладноломкости).

Этим требованиям вполне удовлетворяет малоуглеродистая мартеновская сталь ВСт. 3 для сварных конструкций, поставляемая по подгруппе В ГОСТ 380-60. В зависимости от степени раскисления эта сталь может быть спокойной, полуспокойной или кипящей.

Влияние химических элементов на свойства стали

Элемент	Временное сопротивление	Предел текучести	Относительное удлинение	Ударная вязкость	Свариваемость	Коррозионная стойкость	Хладноломкость
Углерод	++	+	--	-	-	0	0
Кремний	+	+	-	--	-	-	0
Сера	-	-	0	-	0	0	0
Фосфор	++	+	--	--	-	+	++
Марганец	+	+	-	+	0	+	0
Никель	+	+	0	+	0	+	0
Хром	+	+	0	+	0	+	0
Ванадий	+	+	-	0	+	+	0
Молибден	+	+	-	0	+	+	0
Титан	+	+	0	-	+	0	0
Алюминий	0	0	0	-	0	0	0
Медь	0	0	0	0	0	++	0

Обозначения: ++ сильно увеличивает;
 + увеличивает;
 -- сильно уменьшает;
 - уменьшает;
 0 не оказывает заметного влияния.

Применение низколигированной стали

- При строительстве газгольдеров в районах с расчетной температурой ниже -40°C оказывается целесообразным применение для листовых конструкций низколигированной стали.
- Возможно также применение низколигированных сталей и по конструктивным соображениям, причем в этом случае необходимо обосновать решение технико-экономическим подсчетом.

Сварка листовых конструкций газгольдеров

В настоящее время листовые конструкции газгольдеров изготавливаются, как правило, рулонированными, из горячекатаной или холоднокатаной стали. Почти всем требованиям отвечает рулонная сталь.

- Сталь рулонная горячекатаная поставляется по ГОСТ 8597-57 шириной 200-2300 мм и толщиной 1,2-10 мм.
- Сталь рулонная холоднокатаная – по ГОСТ 8596-57 шириной 200-2300 мм и толщиной 0,2-4 мм.

При применении рулонной стали отпадает забота об обеспечении прочности основных вертикальных сварных швов, так как на рулонной полосе их делать не нужно.

Рулонная сталь мало применяется для изготовления газгольдеров, потому что края листа имеют гофры и закаливаются в результате неравномерного остывания листа после проката. Средняя асть остывает медленнее, чем наружная.

- Сварка листовых конструкций выполняется двух видов:
- С повышенным методом контроля сварных швов, причем сварные швы равнопрочны основному металлу
- С нормальными методами контроля сварных швов, без повышения расчетных характеристик сварных швов

Наиболее ответственными сварными швами в оболочке газгольдера являются вертикальные стыки листов оболочки. Эти стыки из низколигированной стали повышенной прочности сваривают автоматической сварной с применением проволоки и флюсов.

При сварке горизонтальных стыков необходимы плотно-прочные сварные швы, причем контроль за качеством может быть нормальным, а расчетные сопротивления сварных швов не повышаются.

Механические свойства наплавленного металла сварных швов (при электродах диаметром более 2,5 мм)

Электрод	Временное сопротивление в кг/мм ²	Относительное удлинение в %	Ударная вязкость в кг/см ²	Примечание
Э-42	42	18	8	Для сварки малоуглеродистых и низколегированных сталей
Э-42А	42	22	14	
Э-50	50	16	6	Для сварки среднеуглеродистых и низколегированных сталей
Э-50А	50	20	13	
Э-55	55	20	12	

Газгольдеры высокого давления

Газгольдеры постоянного объема и переменного давления

1. Общие сведения

- Газгольдеры постоянного объема и высокого давления отличаются от мокрых и сухих газгольдеров неизменяемостью геометрического объема и значительным давлением газа. Увеличение объема хранимого газа в газгольдерах постоянного объема происходит в результате возрастания давления газа при неизменном объеме сосуда
- Газгольдеры постоянного объема и высокого давления широко применяются в химической и металлургической промышленности, но особенно распространены на газгольдерных станциях городов, на которые подведены магистрали природного газа. Несколько сотен газгольдеров постоянного объема, собранных на ограниченной территории газгольдерной станции, в состоянии (в часы малого расхода) хранить резерв газа, исчисляемый сотнями тысяч кубометров, и отдавать его в часы пик (рис. 1).



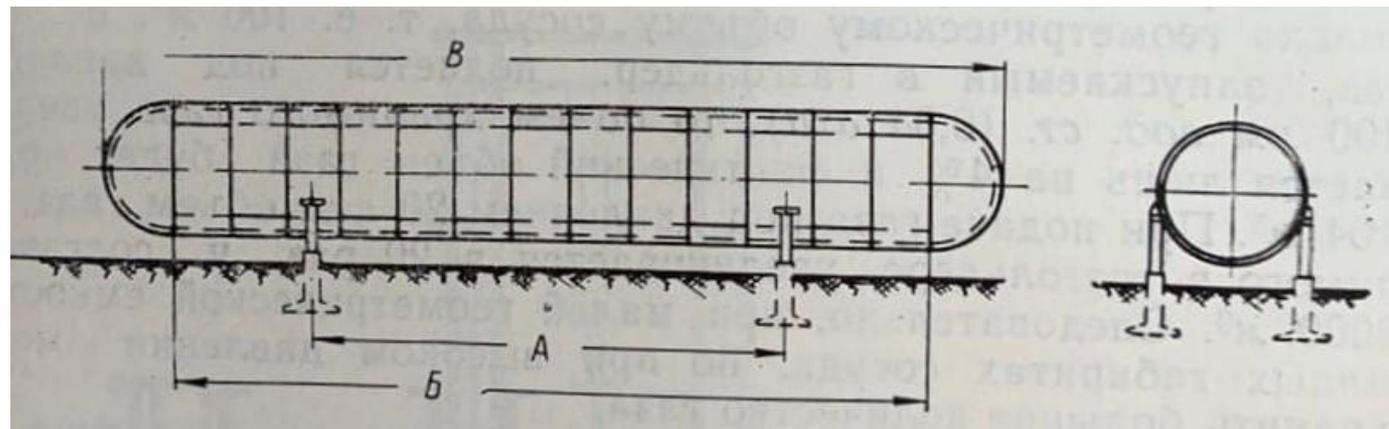
Рис. 1. Общий вид газгольдерной станции

Газгольдеры постоянного объема и переменного давления

1. Общие сведения

- Распространенные в промышленности СССР газгольдеры постоянного объема имеют обычно цилиндрическую форму полусферическими днищами (рис. 2). Геометрические размеры, давление газа и конструкции таких газгольдеров унифицированы ГОСТ 5172-63, которым предусмотрены следующие емкости газгольдеров: 50, 100, 175 и 270 м³. Внутренний диаметр всех газгольдеров, независимо от объема, равен 3200 мм.
- Длина цилиндрической части различна для каждой емкости, но кратна ширине листов 2000 или 2400 мм, применяемых для корпусов газгольдеров. Такие газгольдеры являются габаритными и могут быть перевезены железнодорожным транспортом в законченном виде. Давление газа в газгольдерах принято равным 2,5; 4; 6; 8; 10; 12,5; 16 и 20 атм.

Рис. 2. Общий вид горизонтального газгольдера постоянного объема



Газгольдеры постоянного объема и переменного давления

1. Общие сведения

- Газгольдеры могут быть расположены в горизонтальном или вертикальном положении на специальных стойках фундаментах (рис. 3). Листы газгольдера сваривают в стык, причем они должны иметь строганные кромки.
- Оболочки газгольдеров должны изготавливаться из следующих марок стали:

а) «В Ст. 3 по ГОСТ 380-60, мартеповская (спокойная, по подгруппе В) для сварных конструкций с дополнительными гарантиями загиба в холодном состоянии, согласно п. 19, (д), и ударной вязкости при температуре - 20°C, согласно п. 19 (и), а также предельного содержания химических элементов, согласно пп. 15 и 16 ГОСТ 380-60;

б) сталь низколегированная 15ХСНД (НЛ-2) по ГОСТ 5058-57*; 09Г2С(М); 10Г2СІ(МК); 16ГС(ЗН) по ГОСТ 5520-62 для сварных конструкций с дополнительными гарантиями загиба в холодном состоянии ударной вязкости при отрицательной температуре (в зависимости от технологических требований и места установки газгольдера).

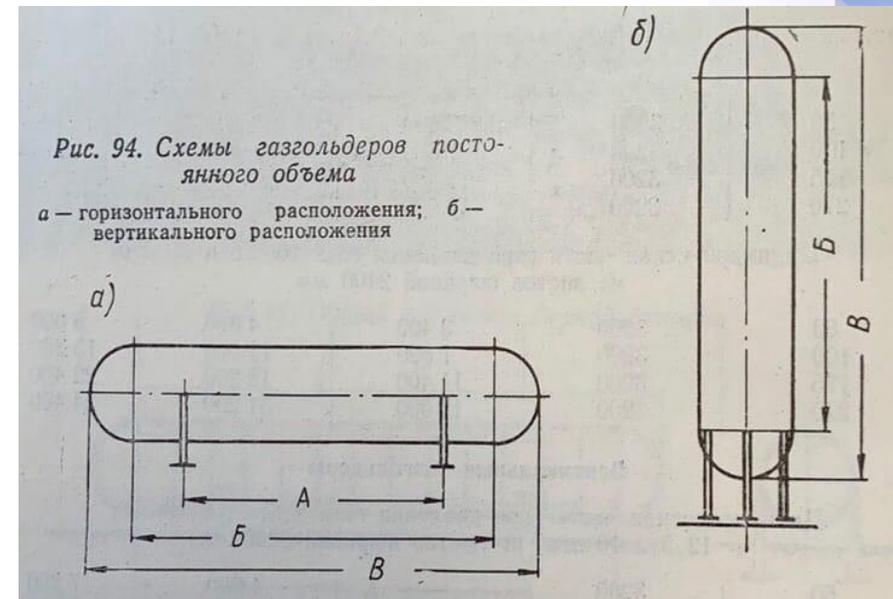


Рис. 3. Схемы газгольдеров постоянного объема
а – горизонтального расположения; б – вертикального расположения

Газгольдеры постоянного объема и переменного давления

1. Общие сведения

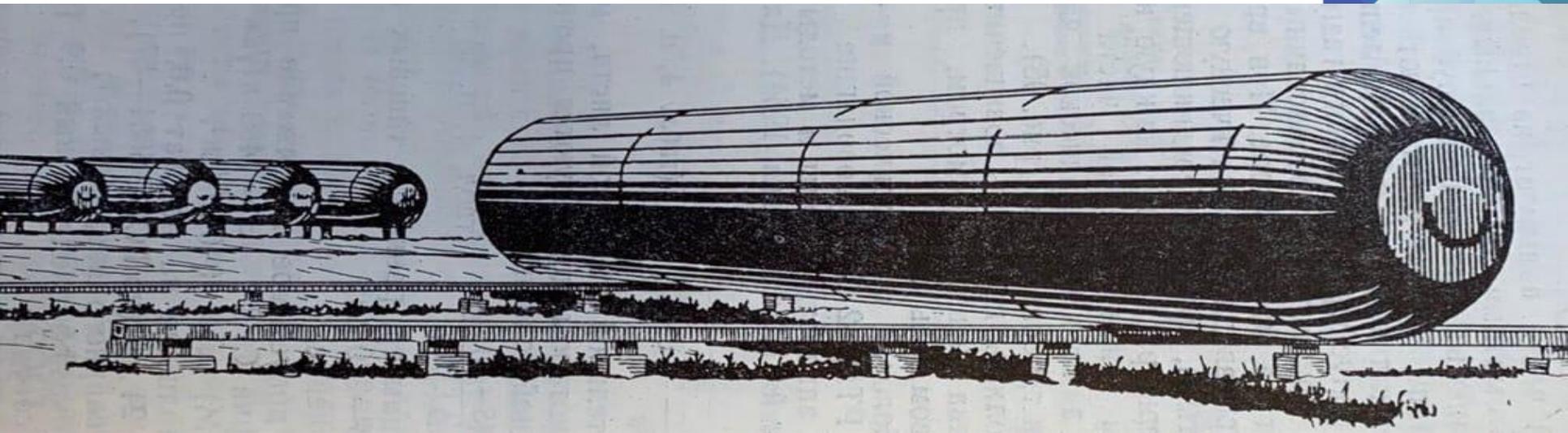


Рис. 4. Монтаж горизонтальных газгольдеров постоянного объема способом накатки по балочному пути

- Для сварки оболочек газгольдера должны применяться материалы, обеспечивающие механические свойства наплавленного металла сварного шва по ГОСТ 9467-60 (при сварке стальных конструкций из стали марки ВСт.3 (спокойная) не ниже механических показателей электродов Э-42, при сварке стальных конструкций из низколегированных сталей - электродов Э-50 и Э-55).
- Изготовление газгольдеров постоянного объема производится на заводах металлических конструкций по определенной технологии.

Газгольдеры постоянного объема и переменного давления

1. Общие сведения

- Для цилиндрической части корпуса

$$S = \frac{p_p D}{2\sigma\eta\varphi - p_p} + c + c_0 + c$$

- Задавшись исполнительной толщиной листа, можно определить давление, при котором используются прочностные характеристики листа данной толщины:

$$[p] = \frac{2(S - c)\sigma\eta\varphi}{D + S - c},$$

где D - внутренний диаметр, равный в типовых проектах по ГОСТ 5172-63-320 см;

p_p - расчетное давление;

σ - номинальное допустимое напряжение при $t=20^\circ\text{C}$ *: для стали марки Ст.3 $\sigma = 1490 \text{ кг/см}^2$, для стали марки 09Г2С(М) $\sigma = 1840 \text{ кг/см}^2$;

c - прибавка к толщине на недокат 0,8, при толщине листов от 8 до 24 мм (по ГОСТ 5681-57);

φ - коэффициент сварного шва, равный 1;

η - поправочный коэффициент, равный 0,9 (как для необогреваемого сосуда);

S - исполнительная толщина цилиндрической оболочки.

Газгольдеры постоянного объема и переменного давления

1. Общие сведения

- Толщину листа оболочки сферической части корпуса определяют по формуле

$$S = \frac{p_p D}{4\sigma\eta k\varphi z - p_p} \times \frac{D}{2h} + c + c_0 + c_1.$$

- Зная исполнительную толщину листа, можно определить давление, при котором используются прочностные характеристики листа данной толщины:

$$[p] = \frac{8(S_1 - c)\varphi k\sigma\eta z}{D + 2\frac{h}{D}(S_1 - c)} \times \frac{h}{D},$$

где S_1 - исполнительная толщина сферической оболочки днища;

h - высота выпуклой части (внутренняя);

k - конструктивный коэффициент для глухих днищ, при внутреннем давлении $k=1$;

z - коэффициент неукрепленного отверстия в днище; $z=1$;

c - прибавка к толщине на недокат, равная 0,8 мм, и на вытяжку при штамповке, равная 2,8 мм;

c_0 - прибавка на округление;

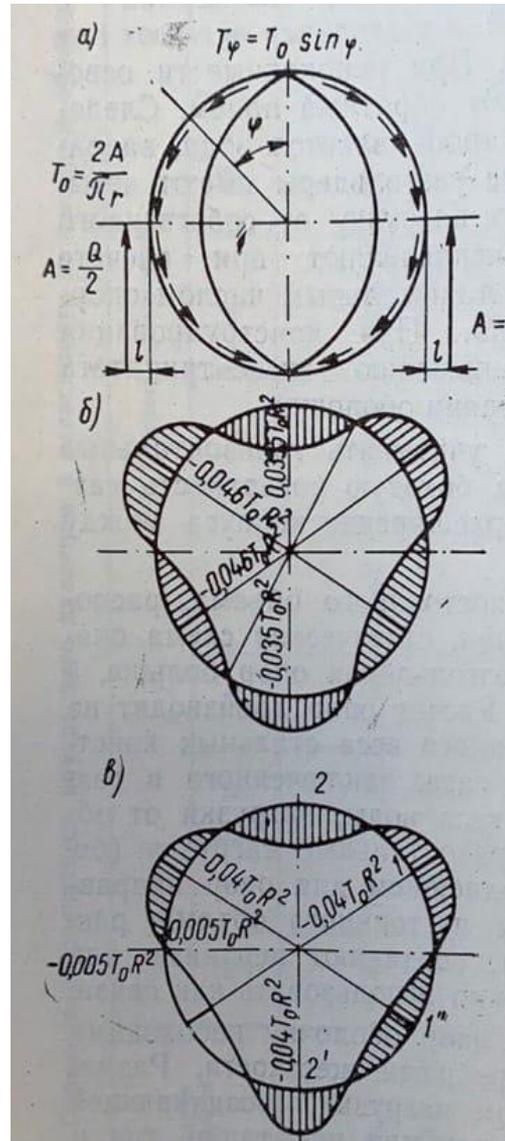
c - прибавка дополнительная;

η - поправочный коэффициент 0,9.

Газгольдеры постоянного объема и переменного давления

2. Опоры газгольдеров постоянного объема

- При расчете опор необходимо учитывать горизонтальные нагрузки от ветрового давления на боковую поверхность газгольдера, а также температурное расширение корпуса между опорами.
- При расчете опор газгольдера постоянного объема, расположенного в вертикальном положении, статическая схема оказывается более сложной. В этих газгольдерах опор больше, а между ними располагаются связи. Расчет опор производят на вертикальные нагрузки (от собственного веса стальных конструкций, веса фактического объема газа, заключенного в газгольдере под высоким давлением, веса воды, нагрузки от обслуживающего персонала) и на горизонтальные нагрузки (боковое давление ветра в наименее выгоднейшем для опор направлении). Вертикальные газгольдеры постоянного объема, расположенные группами (батареями), соединяют верхними или средними площадками, которые



Если нагрузку, приходящуюся на одно кольцо жесткости, обозначить через Q , то максимальное значение касательных усилий в оболочке

$$T_0 = \frac{Q}{\pi R}; T_\psi = T_0 \sin \psi$$

$$= \frac{Q}{\pi R} \sin \psi.$$

Рис. 5. Эпюры изгибающих моментов в опорном кольце газгольдера постоянного объема;
 а – расчетная схема опорного кольца;
 б – эпюра изгибающих моментов при установке опор без эксцентриситета;
 в – эпюра изгибающих моментов при установке опор с эксцентриситетом

Газгольдеры высокого давления

Шаровые газгольдеры

1. Общие сведения

- Шаровые газгольдеры также относятся к газгольдерам постоянного объема и высокого давления газа (обычно превышающего 0,7 атм). Они широко используются в химической и азототуковой отраслях промышленности для хранения искусственных газов, находящихся как в газообразном, так и в сжиженном состоянии. По своей статической схеме шаровой газгольдер является наиболее рациональным из всех типов газгольдеров и требует минимальных затрат стали.
- Шаровые газгольдеры широко распространены за рубежом. Для изготовления их оболочки за рубежом используют высокопрочные стали с высокими значениями временного сопротивления. В Америке для шаровых газгольдеров применяют сталь марки Т-1 с временным сопротивлением 73 кг/мм^2 , во Франции и ФРГ - сталь с временным сопротивлением 52 кг/мм^2 .
- В некоторых зарубежных странах строят шаровые газгольдеры емкостью $5000 - 10\,000 \text{ м}^3$ и более; максимальная емкость шарового газгольдера, построенного во Франции (г. Шинон) равна $87\,000 \text{ м}^3$

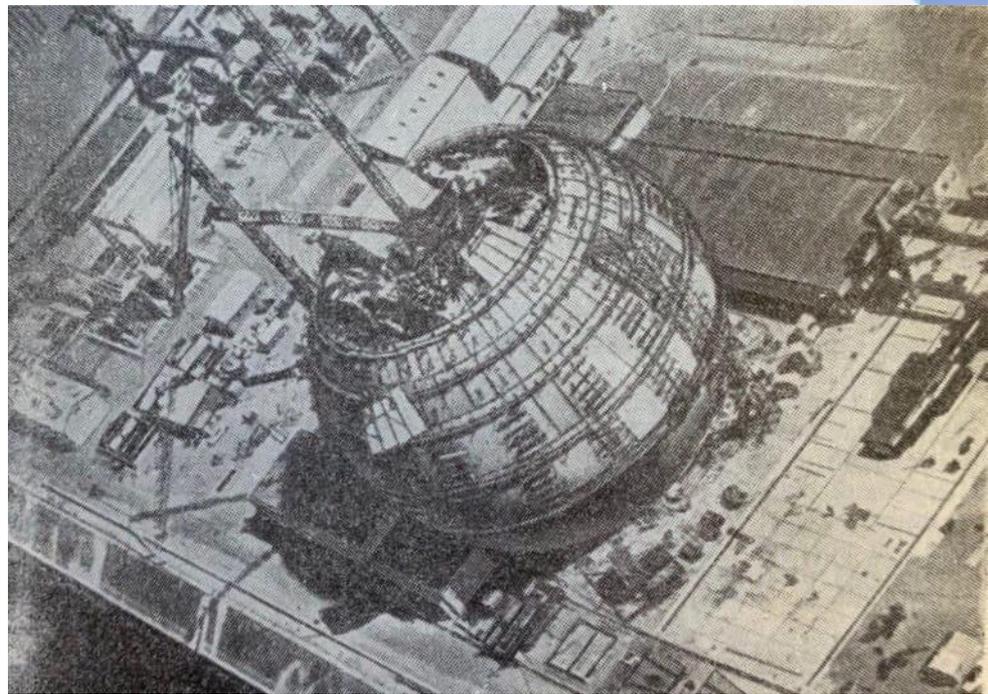


Рис. 6. Строительство шарового газгольдера емкостью $87\,000 \text{ м}^3$ в г. Шинон (Франция)

Шаровые газгольдеры

1. Общие сведения

- В практике проектирования и строительства применяются разнообразные конструкции и системы опор газгольдеров. Большим распространением за рубежом пользуется система опирания, состоящая из отдельных стоек-колонн, прикрепленных к шару по экватору (рис. 7). Нередко применяют систему опор в виде цилиндрического стакана, на верх которого опирается шаровая поверхность (рис. 8).

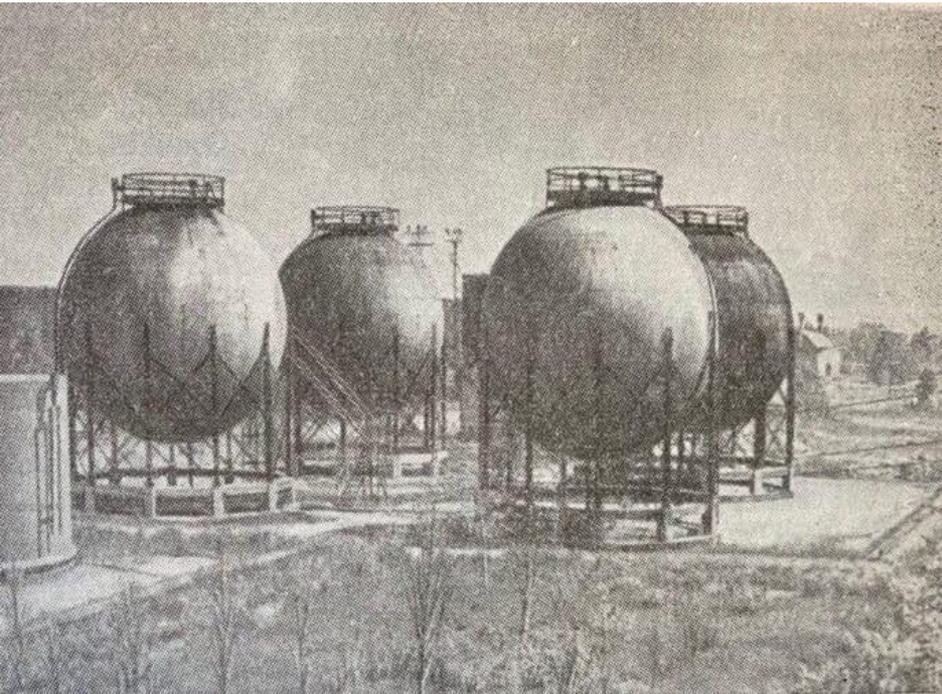


Рис. 7. Общий вид шаровых газгольдеров с опиранием на стойки, расположенные в экваториальной части сферы

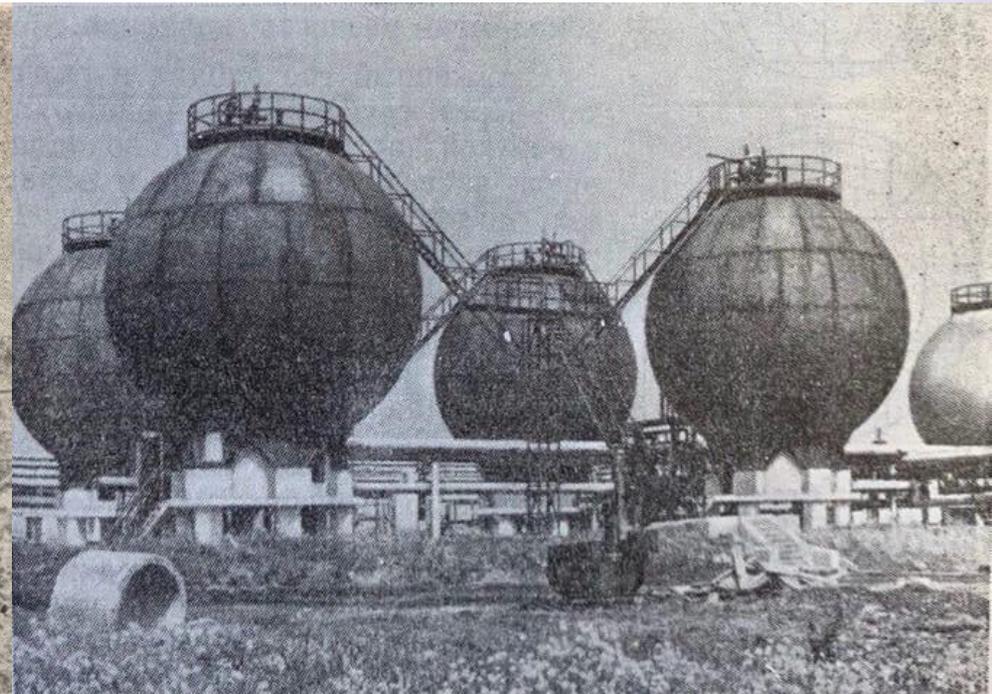


Рис. 8. Шаровые газгольдеры с цилиндрическими опорами

Шаровые газгольдеры

1. Общие сведения

- Основным критерием рациональности проектирования шарового газгольдера являются затраты стали на изготовление оболочки. Оболочка состоит из отдельных лепестков, раскроенных в экваториально-меридиональном направлении (система апельсиновых долек) (рис. 9). При раскрое некоторая часть стальных листов поступает отходы, сокращение которых является одной из важных задач. Кроме того, необходимо стремиться к наименьшей протяженности сварных швов.
- Опыт проектирования шаровых оболочек показывает экономичность применения широких и недлинных листов, что позволяет использовать до 85% площади листа (в газгольдерах емкостью 600 м³), в то время как при применении листов длиной 7000 мм и выше используется только 50-55% площади.
- Оболочка шаровых газгольдеров выполняется из низколегированной стали марки 09Г2С(М) или марки 16ГС (ЗН) по ГОСТ 5520-62 с дополнительной гарантией ударной вязкости при отрицательной температуре.

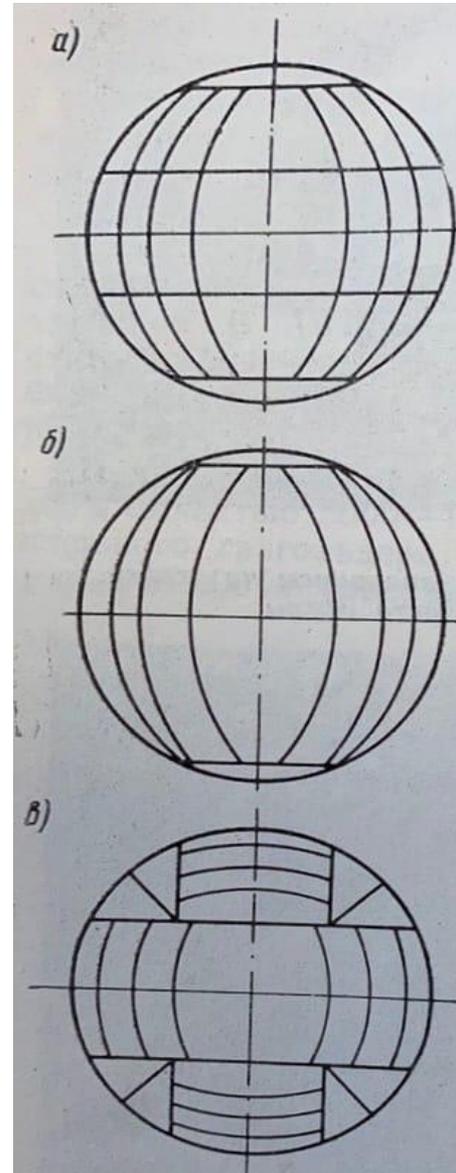


Рис. 9. Схемы раскладки листов и лепестков на шаровой поверхности
а - трехпоясная меридиональная;
б - двухпоясная меридиональная;
в - однопоясная смешанная

Шаровые газгольдеры

1. Общие сведения

- Сталь по ГОСТ 10885-64 может быть поставлена горячекатаная или термически обработанная (после закалки, нормализации или стабилизирующего отжига).
- Применение двухслойной стали должно быть обосновано, поскольку ее стоимость довольно высока и превышает стоимость малоуглеродистой стали (например, стали ВСт. 3) примерно в 5 раз.
- Трубчатые опоры выполняют из горячекатаных труб - сталь 20 мартеновская спокойная по ГОСТ 8731-58 или по ГОСТ 1050-60 с содержанием кремния в пределах 0,17- 0,22%. Механические характеристики стали должны соответствовать требованиям ГОСТ 8781-58.
- Ручную сварку (воротников, усилений, патрубков из низколегированной стали) производят электродами Э-50А по ГОСТ 9467-60. Опорные конструкции (стойки, связи) на заводе и при монтаже сваривают электродами Э-42А по ГОСТ 9467-60.
- Оболочку резервуара рассчитывают на давление газа или на совместные нагрузки от наполняющего газгольдер продукта (сжиженного газа) и на давление газа (в газовой

Шаровые газгольдеры

2. Показатели расхода стали

- $$\frac{Q}{\vartheta_r k_3 p} = \frac{Q}{\vartheta_3 p} \text{ кг/м}^3,$$

где Q - абсолютный расход стали на оболочку в кг;

ϑ_r - геометрическая емкость оболочки в м³;

k_3 - коэффициент заполнения оболочки продуктом ($\vartheta_r k_3$ есть полезный объем ϑ_3);

p - величина внутреннего давления в газовом пространстве, которая является в данной формуле величиной безразмерной и показывает число избыточных атмосфер.

- Для оболочки определенной формы (шар, цилиндр с заданным соотношением длины к диаметру и др.) без конструктивных добавок и при одинаковых методах расчета такой показатель является величиной постоянной, не зависящей ни от размеров емкости, ни от величины внутреннего давления.

Шаровые газгольдеры

3. Расчет оболочки шарового газгольдера

- Шаровой газгольдер может быть использован также для хранения сжиженных газов. В этом случае давление в максимально нагруженной нижней точке оболочки складывается из максимального заданного давления газа над залитым продуктом (сжиженный газ или быстроиспаряющиеся жидкости) и гидростатического давления этой жидкости с учетом высоты заполнения и удельного веса жидкости.
- Оболочка рассчитывается на прочность, на давление газа или газа и жидкости по безмоментной теории.
- Расчет оболочки на прочность по безмоментной теории производится по формуле

$$\delta = \frac{pnr}{2R_1 m \varphi} + C,$$

где δ - толщина оболочки;

p - нагрузка на верхнюю или нижнюю точку оболочки в кг/см^2 (определяется или как давление газа, или как суммарное давление газа и гидростатическое давление жидкости);

n - коэффициент перегрузки, равный 1,2;

m - коэффициент условия работы, равный 0,65;

r - внутренний радиус газгольдера в см;

φ - коэффициент прочности сварного шва, равный 0,65;

C - надбавка к толщине на недокат, равная 0,8 мм, и на вытяжку при штамповке, равная 2,8 мм (РТН 42-62);

$$R_1 = [\sigma]_в, k_1 k_2,$$

Здесь $[\sigma]_в$ - временное сопротивление стали принятой марки;

k_1 - коэффициент однородности стали;

k_2 - коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние, равный 1.

Шаровые газгольдеры

3. Расчет оболочки шарового газгольдера

- Критическое напряжение и критическое давление находят по формулам

$$\sigma_{кр} = k \frac{E\delta}{r} ; p_{кр} = 2k \frac{E\delta^2}{r^2} ,$$

где δ - толщина оболочки в см;

r - внутренний радиус в см;

k - коэффициент, установленный экспериментально и равный 0,1.

- Допускаемый вакуум определяют по формуле

$$p_{доп} = \frac{2\sigma_{кр} k_2 m_3 \delta}{rn} ,$$

где k_2 – коэффициент однородности материала;

m_3 – коэффициент условий работы, равный 0,65;

n – коэффициент перезагрузки, равный 1,2.

Шаровые газгольдеры

4. Изготовление и монтаж шаровых газгольдеров

- На заводе металлических конструкций изготавливают отдельные лепестки, из которых на монтаже собирается шаровая оболочка газгольдера (рис. 10).
- Монтаж шарового газгольдера начинается подготовительными работами по нулевому циклу и фундаментам. По окончании подготовительных работ на месте шарового газгольдера устанавливают манипулятор, представляющий собой разборную конструкцию (рис. 11 и 12).

Краном укладывают предварительно укрупненные лепестки на манипулятор, из которых собирается полный шар. При вращении роликов шар поворачивается в нужном направлении, а стоящие сверху манипулятора сварочные автоматы сваривают стыки между лепестками.

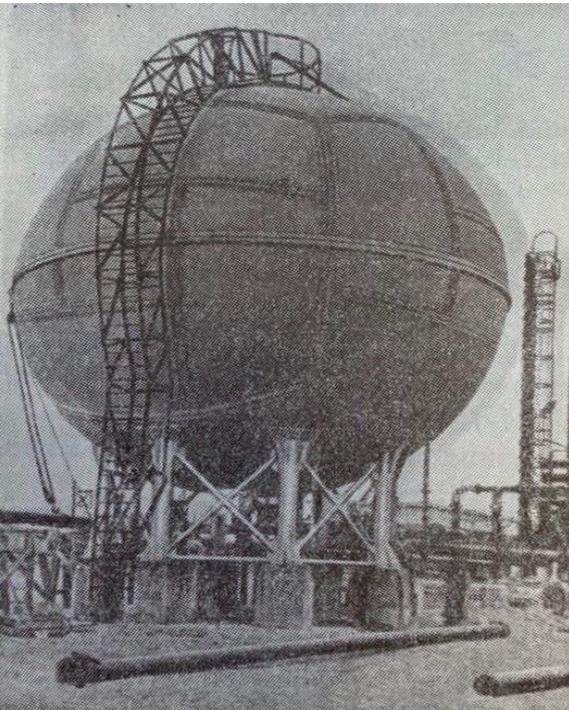


Рис. 10. Клепанный шаровой резервуар с катучей лестницей



Рис. 11. Манипулятор-вращатель для монтажной сварки шарового резервуара

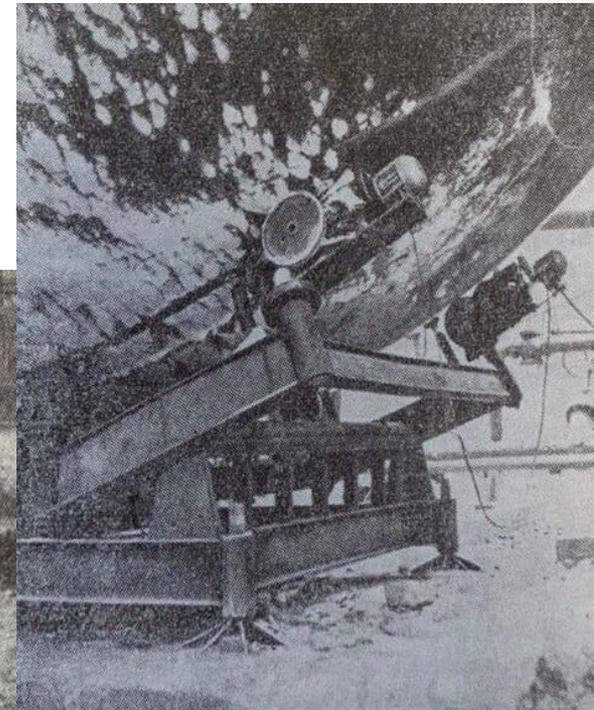


Рис. 12. Узел манипулятора-вращателя

Мокрые газгольдеры

Мокрые газгольдеры

Применение:

хранения газов, допускающих увлажнение из-за испарения воды, но не вызывающих интенсивной коррозии стали;

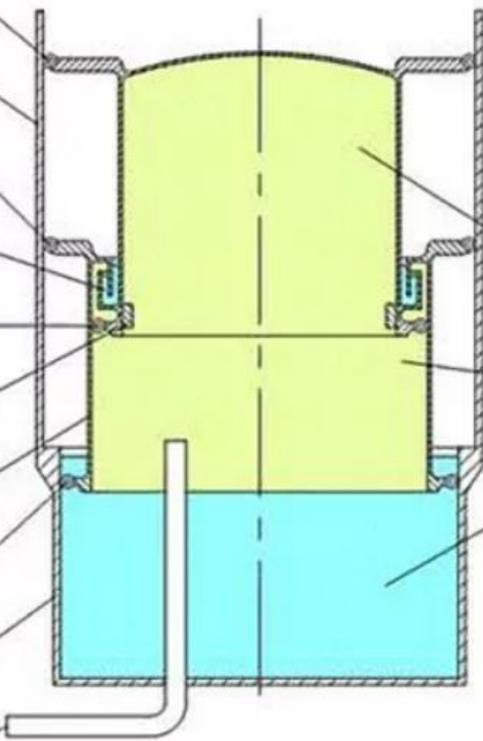
Исполнение:

опираются на кольцевой железобетонный (обычно сборно-монолитный) фундамент. В середине кольцевого фундамента устраивается песчано-грунтовое основание.

Они имеют объемы в основном до 50 000 м³, хотя построены газгольдеры объемом 200 000 м³ 400 000 м³.

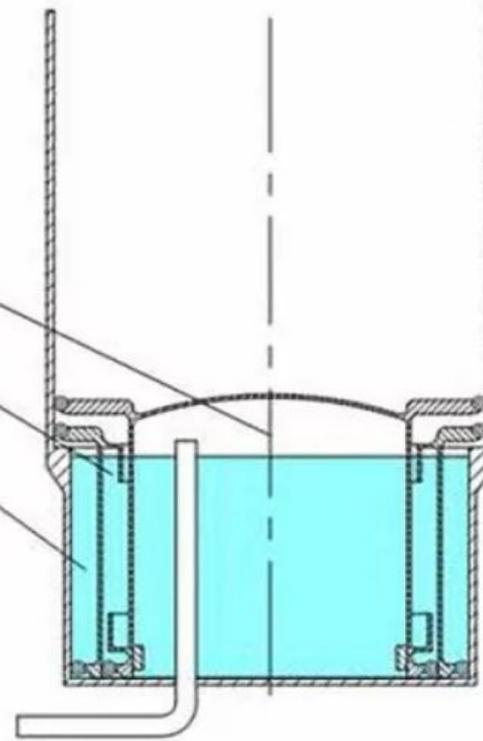
ГАЗГОЛЬДЕР В
ЗАПОЛНЕННОМ СОСТОЯНИИ

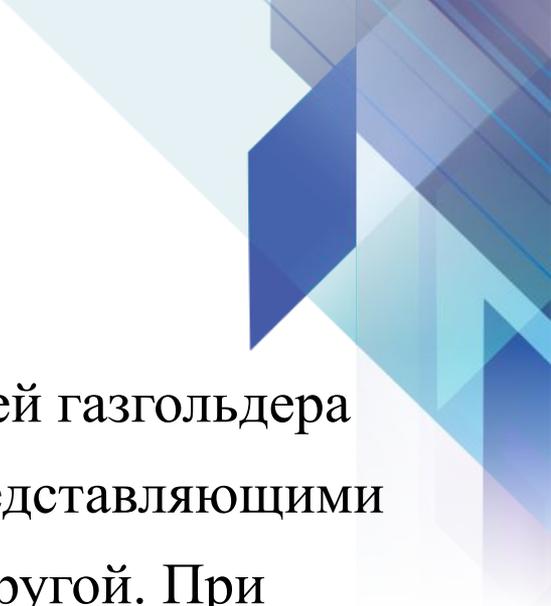
- ВЫРАВНИВАЮЩИЕ РОЛИКИ КОЛОКОЛА (8)
- ВНЕШНИЕ НАПРАВЛЯЮЩИЕ (4)
- ВЫРАВНИВАЮЩИЕ РОЛИКИ КОЛОКОЛА (9)
- ГИДРОЗАТВОР (6)
- ВЫРАВНИВАЮЩИЕ РОЛИКИ КОЛОКОЛА (10)
- ДОП. ГРУЗ КОЛОКОЛА (7)
- ВНУТРЕННИЕ НАПРАВЛЯЮЩИЕ (5)
- ВЫРАВНИВАЮЩИЕ РОЛИКИ КОЛОКОЛА (11)
- ВНУТРЕННИЕ НАПРАВЛЯЮЩИЕ (5)
- ЗАКАЧКА / ОТКАЧКА ГАЗА



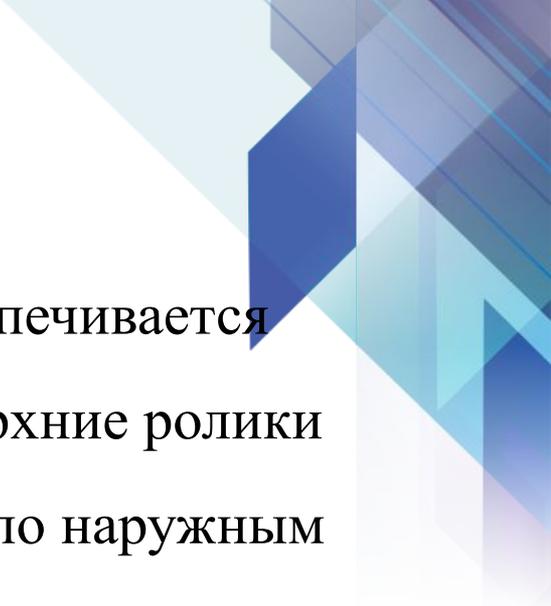
ГАЗГОЛЬДЕР В
ОПОРОЖНЕННОМ СОСТОЯНИИ

- КОЛОКОЛ (1)
- ТЕЛЕСКОП (2)
- РЕЗЕРВУАР (3)





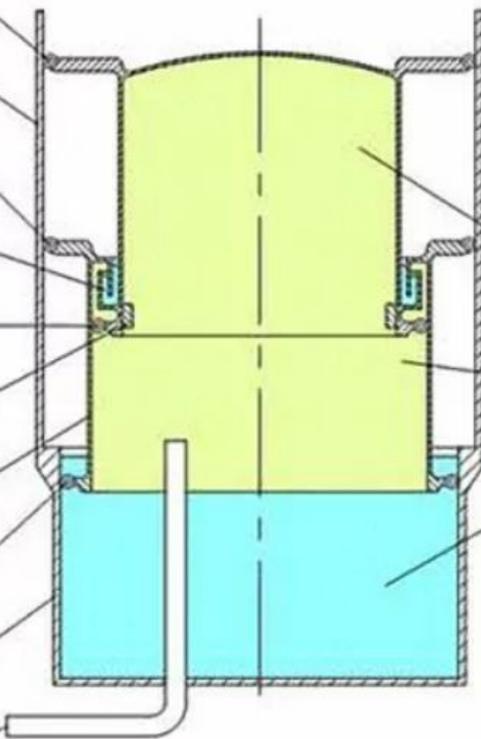
Непроницаемость соединения движущихся частей газгольдера обеспечивается гидравлическими затворами, представляющими собой два кольцевых желоба, входящих один в другой. При заполнении порожнего газгольдера газом колокол поднимается, зачерпывает воду нижним желобом и захватывает им верхний желоб телескопа. Таким образом колокол вместе с телескопами поднимается до верхнего положения.



Плавность движения колокола и телескопов обеспечивается вертикальными направляющими и роликами. Верхние ролики каждого звена крепятся к консолям и двигаются по наружным направляющим стойкам каркаса, а нижние скользят по внутренним направляющим стойкам, приваренным к оболочке нижерасположенного звена. Наружные направляющие крепят к стенке резервуара и соединяют между собой ригелями с переходными площадками и диагональными связями.

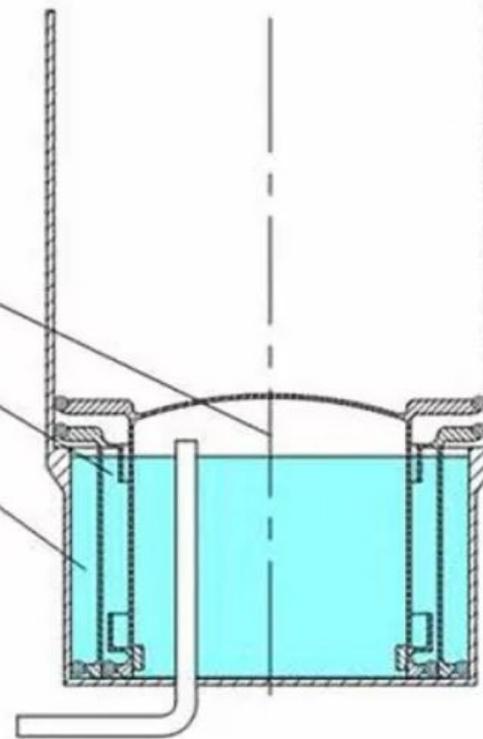
ГАЗГОЛЬДЕР В
ЗАПОЛНЕННОМ СОСТОЯНИИ

- ВЫРАВНИВАЮЩИЕ РОЛИКИ КОЛОКОЛА (8)
- ВНЕШНИЕ НАПРАВЛЯЮЩИЕ (4)
- ВЫРАВНИВАЮЩИЕ РОЛИКИ КОЛОКОЛА (9)
- ГИДРОЗАТВОР (6)
- ВЫРАВНИВАЮЩИЕ РОЛИКИ КОЛОКОЛА (10)
- ДОП. ГРУЗ КОЛОКОЛА (7)
- ВНУТРЕННИЕ НАПРАВЛЯЮЩИЕ (5)
- ВЫРАВНИВАЮЩИЕ РОЛИКИ КОЛОКОЛА (11)
- ВНУТРЕННИЕ НАПРАВЛЯЮЩИЕ (5)
- ЗАКАЧКА / ОТКАЧКА ГАЗА



ГАЗГОЛЬДЕР В
ОПОРОЖНЕННОМ СОСТОЯНИИ

- КОЛОКОЛ (1)
- ТЕЛЕСКОП (2)
- РЕЗЕРВУАР (3)



Важные пометки

- При проектировании технологической части газгольдеров учитывается, что нормальная скорость опускания или поднятия подвижных звеньев по вертикали не должна превышать 1,5 м в минуту.
- Если газгольдер строится в районе лёссовидных просадочных грунтов, необходимы специальные мероприятия по укреплению грунтов или разработка специального проекта на конструкции фундамента и основания.
- Для создания заданного давления газа в газгольдере собственного веса конструкций может оказаться недостаточно. В таких случаях применяют специальную пригрузку из верхних бетонных и нижних чугунных грузов, располагаемых на крыше колокола по его периметру и внизу колокола. В отдельных случаях возможна замена нижних чугунных грузов бетонными. Газгольдер должен быть оборудован грозозащитными устройствами.

Утепление газгольдера и подогрев воды

Вода в резервуаре и газгольдере должна сохранять температуру не ниже 5°C

В качестве утепления по периметру газгольдера предусматривается кирпичная стена $b=280$ мм, на расстоянии 1 м от резервуара.

Варианты антикоррозионных покрытий:

- **Вариант I**
Внутренняя поверхность крыши-колокола автоматически покрывается защитной жидкостью (распылением). Внутренние и наружные поверхности резервуара покрыты лаком № 177 в два слоя и краской АЛ-177 в два слоя. Защитная жидкость может применяться при хранении любых газов, кроме кислорода.
- **Вариант II**
Внутренние поверхности колокола и телескопов покрываются свинцовым суриком на натуральной олифе в два слоя; внутренняя поверхность резервуара — лаком этиноль на свинцовом сурике; наружная поверхность резервуара — перхлор-виниловым лакокрасочным покрытием (грунт—эмаль—лак)— всего восемь слоев.
- **Вариант III**
Внутренние поверхности покрываются свинцовым суриком на натуральной олифе; наружные поверхности — железным суриком на натуральной олифе в два слоя.
- **Вариант IV**
Все внутренние и наружные поверхности газгольдера окрашиваются восемью слоями перхлорвиниловых лакокрасочных покрытий (грунт—эмаль—лак).

- Стальные резервуары делают наземными;
- железобетонные резервуары целесообразно заглубить в землю полностью или на часть высоты;
- В отдельных случаях встречаются резервуары двухступенчатые;

Днище в резервуаре делают плоским из листового металла, целиком опирающимся на песчаное основание.

Для лучшего стока воды и счистки днище резервуара имеет подъём к центру, равный $(1/75) \cdot d$ резервуара.

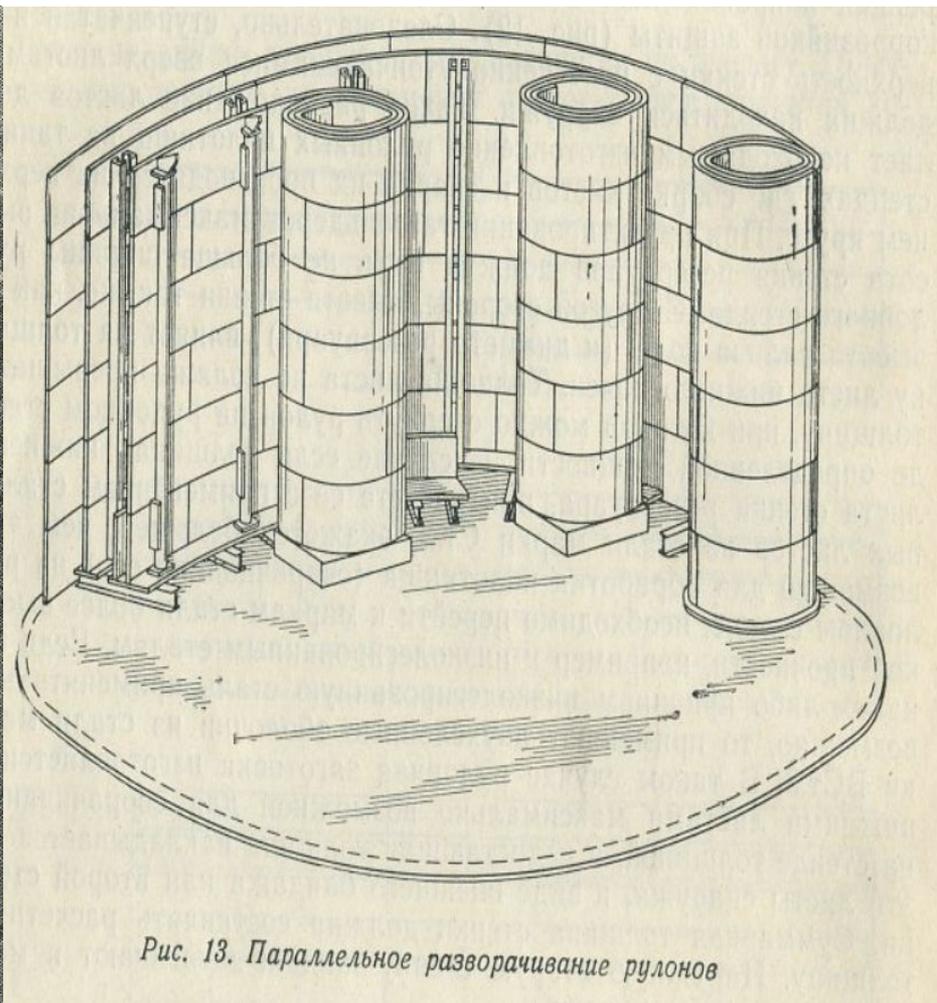
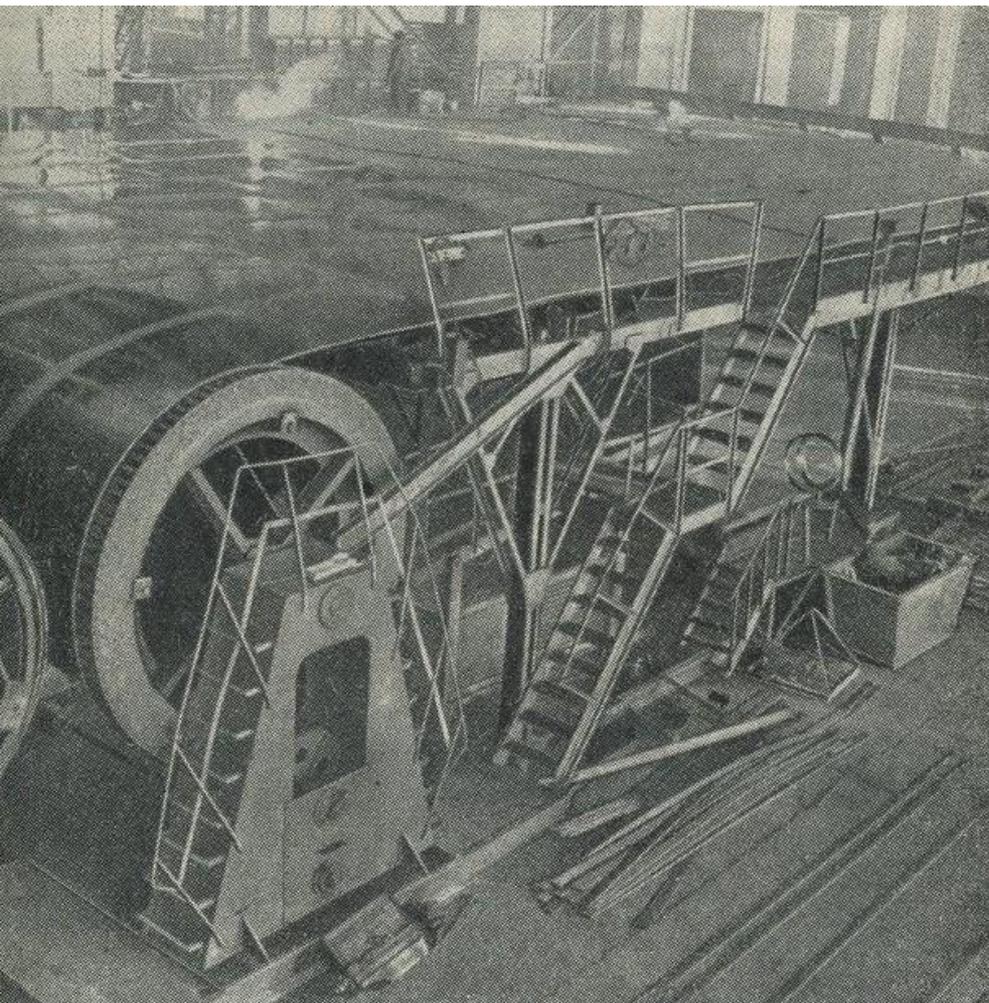
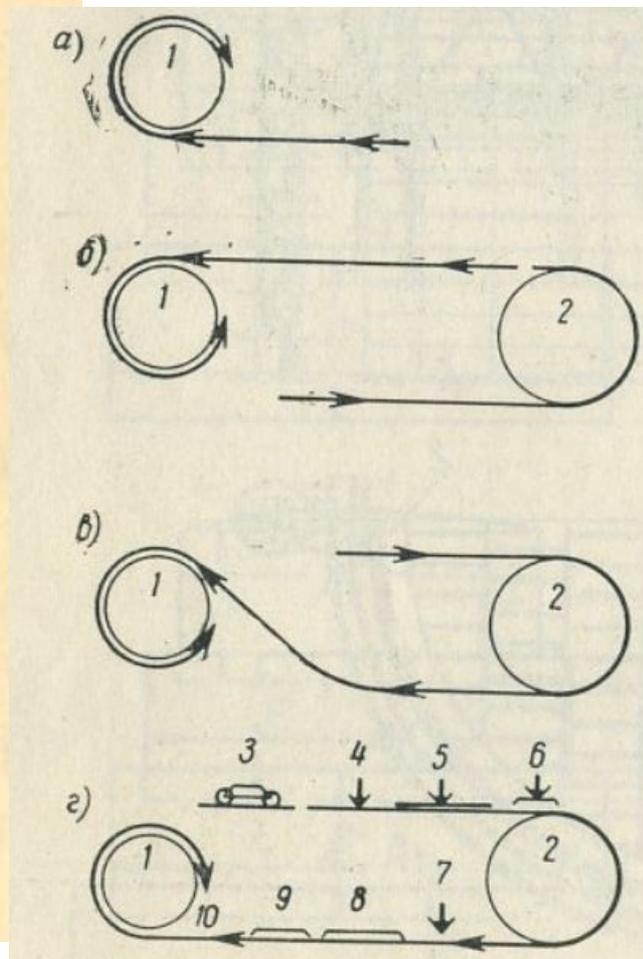


Рис. 13. Параллельное разворачивание рулонов

Рис. 10. Принципиальная схема рулонирования (Н — ширина)

а — одноярусная со сборкой внизу, $H=12,9$ м; б — двухъярусная со сборкой внизу, $H=14,8$ м; в — двухъярусная со сборкой вверху, $H=14,8$ м; г — двухъярусная со сборкой вверху, $H=18$ м; 1 — барабан со сворачивающим устройством; 2 — направляющий барабан; 3 — тележка с пневмозахватами; 4 — сварка поперечных швов; 5 — сварка продольных швов; 6 — участок внешнего осмотра; 7 — подварка поперечных швов; 8 — подварка продольных швов; 9 — контроль исправленных швов; 10 — грунтовка



$$\delta = \frac{(P + \gamma h) \times r \times n}{R_{\phi} \times m},$$

Где: δ - толщина листа в поясе стенки резервуара в см;

r - внутренний радиус резервуара для данного пояса стенки в см;

P - давление газа в кг/см²;

γ - объемный вес воды при =4°C, равный 1 т/м, или 0,001 кг/см³;

h - глубина налива воды, соответствующая центру тяжести трапеции эпюры давлений воды на участке высоты пояса рассчитываемой стенки в см (разрешается в запас прочности принимать положение центра тяжести на высоты пояса стенки);

n - коэффициент перегрузки, принимаемый для воды в резервуаре и равный 1,1;

m - коэффициент условий работы, принимаемый для резервуара и равный 0,8;

R – расчетное сопротивление, принимаемое для стали или для сварного шва;

ϕ - коэффициент сварного шва (при повышенных методах контроля сварных швов $k=1$, т. е. его прочность равна прочности металла).

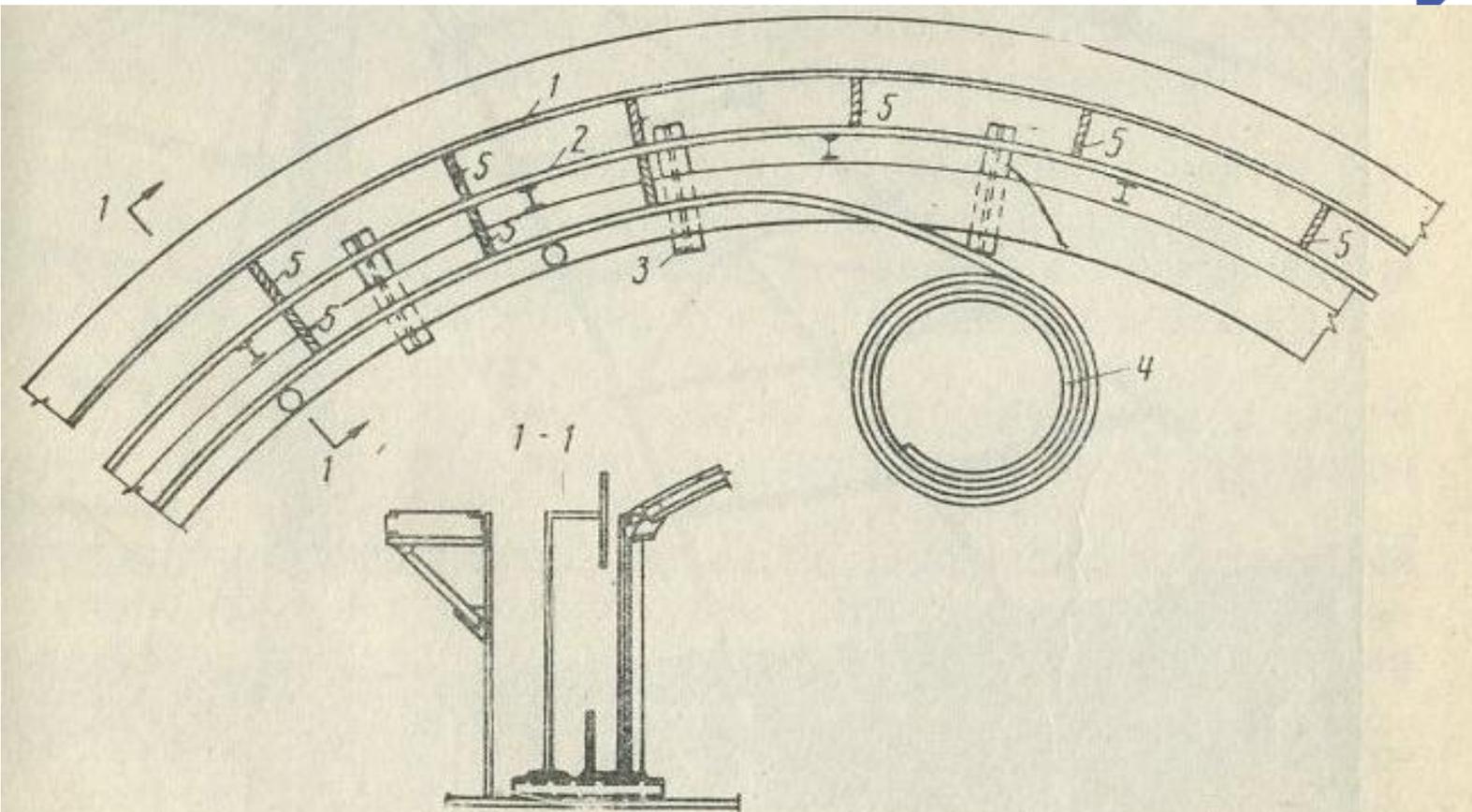


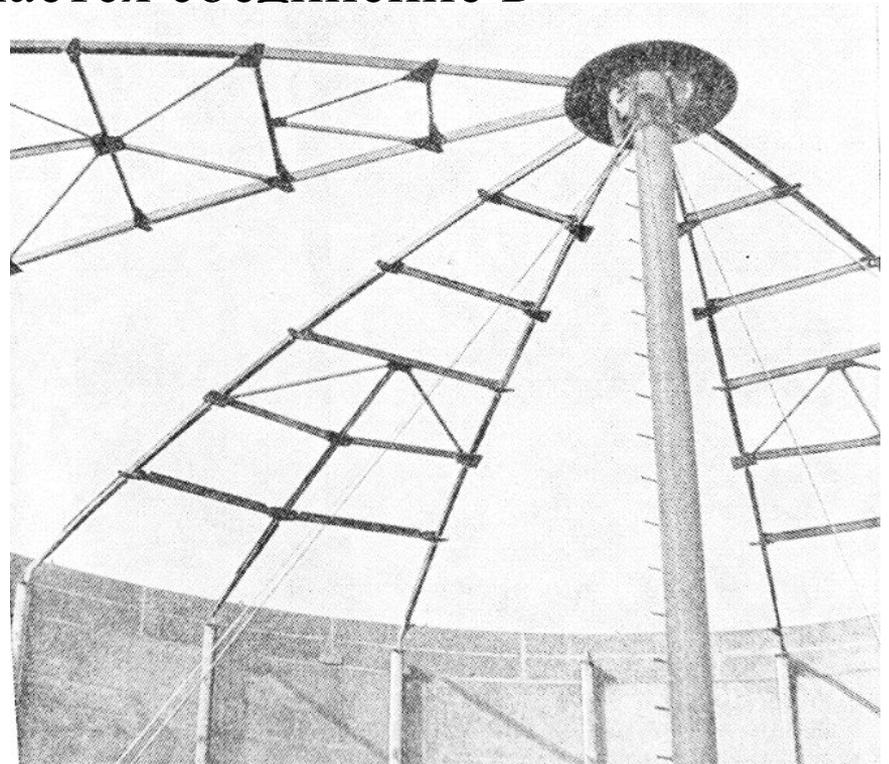
Рис. 15. Разворачивание стенки колокола

1 — стенка резервуара; 2 — стенка телескопа; 3 — подкладная балка; 4 — рулонная заготовка; 5 — распорка, фиксирующая зазор между стенками

- Вертикальные стыки верхних и нижних несущих поясов стенки сваривают в стык.

Листы оболочки из тонких листов соединяют по-разному:

- Вертикальные стыки оболочки – в стык;
- Горизонтальные стыки так же рекомендуется делать сваренными в стык, но разрешается соединение в нахлестку.



Радиус сферы купола назначается из условия:

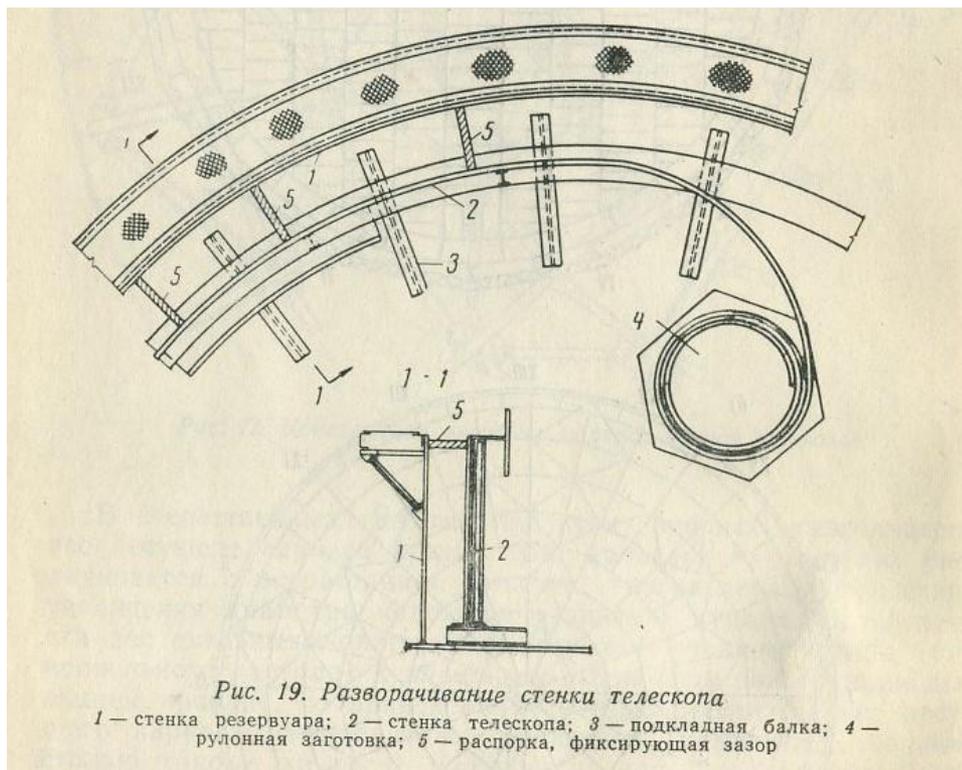
$$f \approx \frac{D_k}{15};$$

Радиус сферы:

$$R_{сф} = \frac{D_k^2 / f^2}{2f} = \frac{D_k^2 / 4}{2D_k / 15} + \frac{D_k^2 / 15}{2D_k / 15} = 1,908 \times D_k$$

Телескоп

Телескоп представляет собой полый цилиндр без дна и крыши. Конструкция цилиндра состоит из основного несущего каркаса и обшивки (тонколистовая сталь 3-4 мм).



Направляющие газгольдера

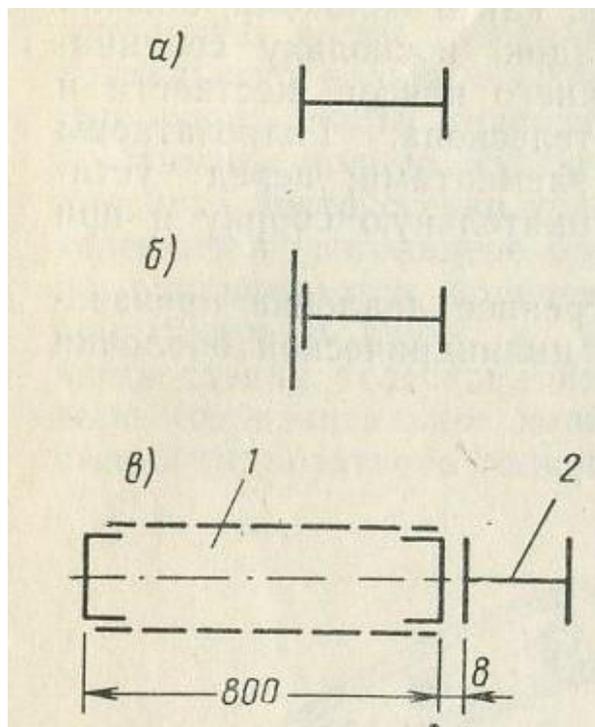


Рис. 20. Сечение вертикальных направляющих

а — из двутавра; б — из двутавра с усилением; в — решетчатая направляющая: 1 — ферма; 2 — ездовая балка

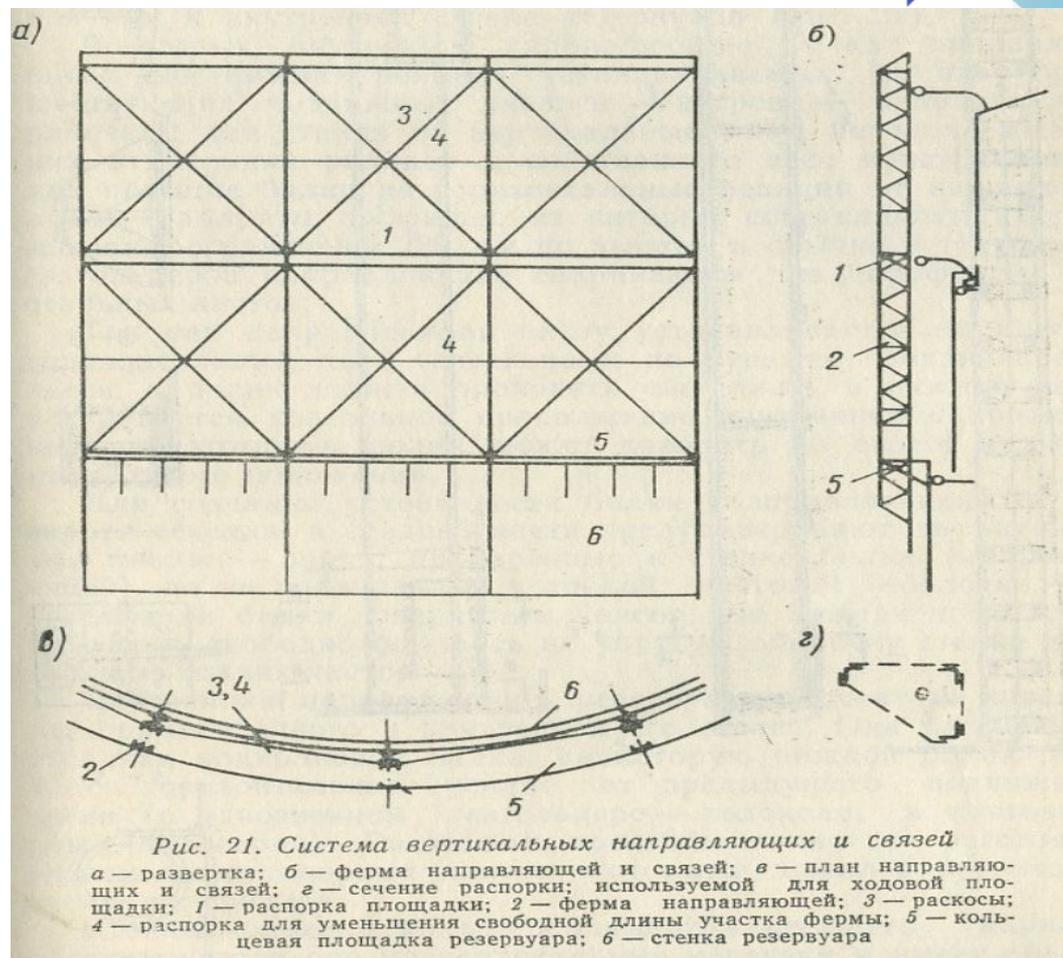
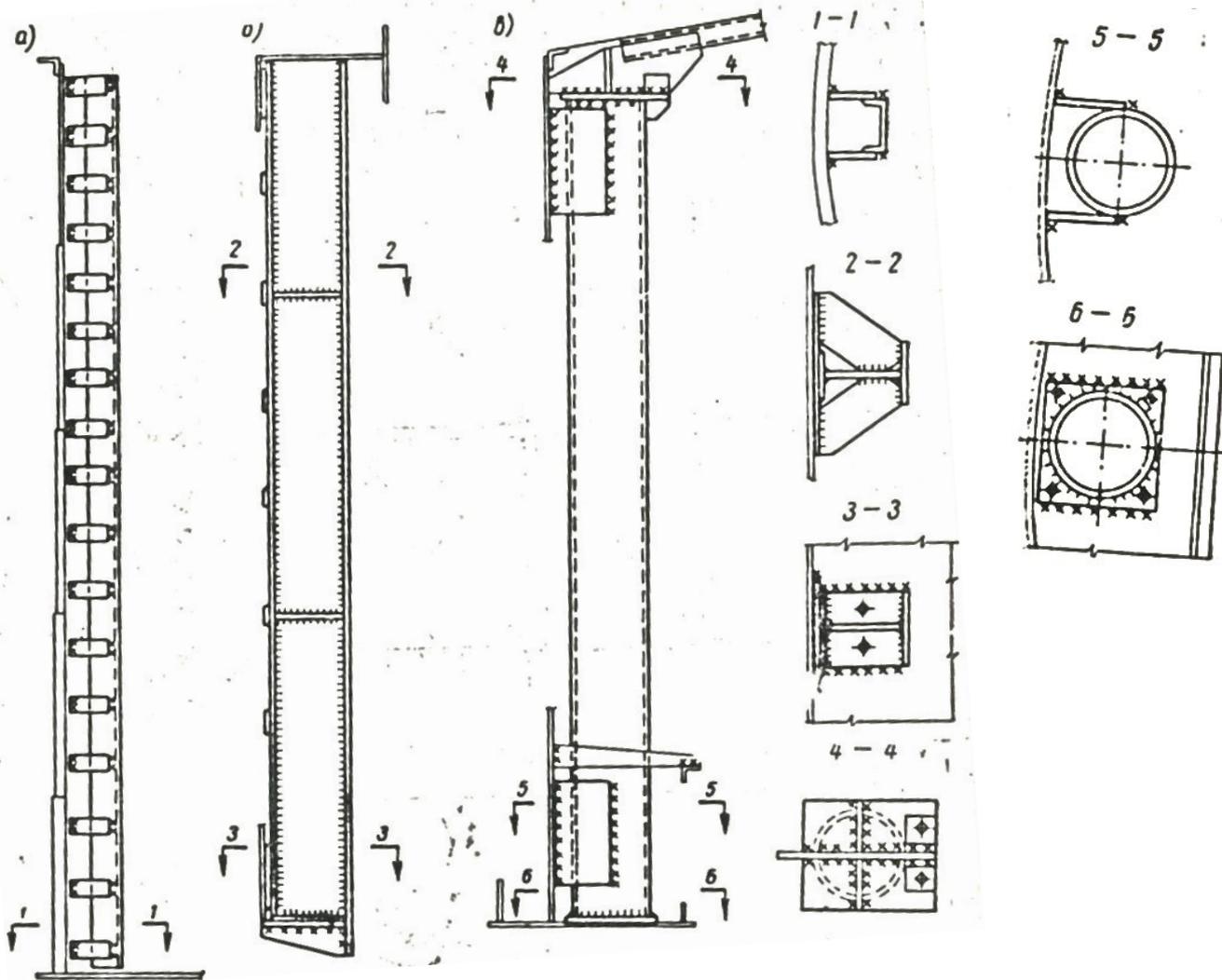


Рис. 21. Система вертикальных направляющих и связей

а — развертка; б — ферма направляющей и связей; в — план направляющих и связей; г — сечение распорки, используемой для ходовой площадки; 1 — распорка площадки; 2 — ферма направляющей; 3 — раскосы; 4 — распорка для уменьшения свободной длины участка фермы; 5 — кольцевая площадка резервуара; 6 — стенка резервуара

Внутренние направляющие газгольдера



$$M = \frac{pl}{5}, \text{ или } M = \frac{pl}{6}$$

Значения коэффициентов перегрузки и расчетных коэффициентов условий работы мокрых газгольдеров низкого давления

Наименование	Величина
Коэффициенты перегрузки n	
Рабочее давление газа	1,2
Собственный вес конструкций	1,1
Давление воды (для резервуара)	1,1
Полезная нагрузка на обслуживающие площадки и лестницы	1,2
Ветровая нагрузка	1,2
Снеговая нагрузка на колоколе	1,4
Коэффициенты условий работы m	
Для корпуса резервуара	0,8
» внешних направляющих (колонн)	0,9
» сжатых основных элементов (стропила) купола колокола	0,9
» сжатого пояса жесткости купола колокола (периферийного)	0,9
Для элементов из одиночных неравнобоких уголков и профилей, крепящихся односторонне (узкой полкой)	0,75

Крыша колокола

Толщина листов оболочки сферической кровли колокола:

$$\delta = \frac{pr}{R_{\varphi}} \times \frac{n}{m}$$

Конструктивно принимают:

Толщина для листов кровельного настила $\delta = 2,5—8$ мм;

Толщина для листов оболочки стенки колокола $\delta = 3—4$ мм.

Ширина верхнего пояса стенки:

$$b \leq 40\delta$$

Растягивающие усилия в кольце:

- $$g = \frac{pr}{2} \times n,$$

$$g = \frac{pr_k}{2} \cos \alpha \times n,$$

$$g = \frac{pr_{сф}}{2} \sin \alpha \times n,$$

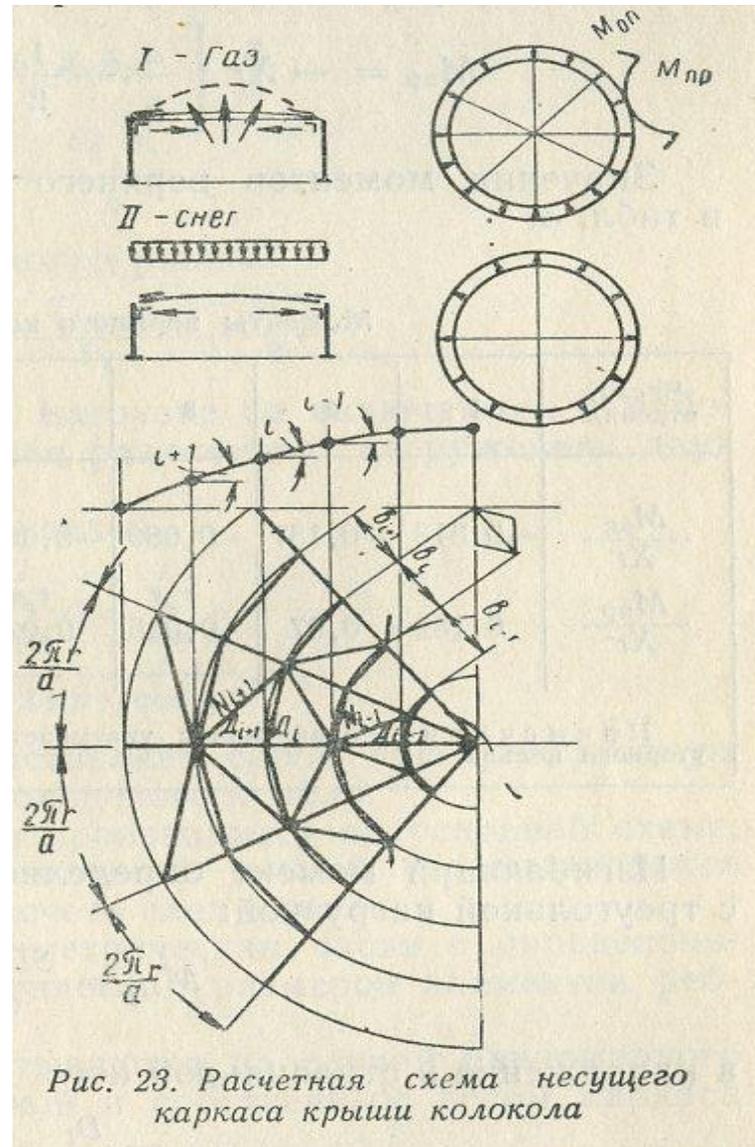


Рис. 23. Расчетная схема несущего каркаса крыши колокола

Реакции стропил определяются из равенства деформаций уторного кольца и стропил по формуле:

- $$X = \frac{pr_{сф}r_{к}cos\alpha}{(ar_{к}/\pi) + 2EF\Delta_{1x}} \times \frac{n}{m}$$

Снеговая нагрузка

СП 20.13330 2017 “Нагрузки и воздействия”

Снеговую нагрузку (S) определим по п. 10.1. Нормативное значение снеговой нагрузки:

$$S_0 = c_e \times c_t \times \mu \times S_g.$$

- Принимаем коэффициент учитывающий снос снега с покрытий зданий c_e в соответствии с п. 10.5-10.9;
- Принимаем $c_t = 0.8$ в соответствии с п. 10.10;
- Коэффициент μ принимаем согласно указаниям приложения Б.11 (3 вида нагружения);
- Нормативное значение веса снегового покрова снегового района S_g определяется в соответствии с п. 10.2.

Ветер

Ветровую нагрузку на кровлю следует собрать в соответствии с разделом 11.1 СП 20.13330.2017:

$$\omega = \omega_m + \omega_g, \text{ кПа};$$

- Нормативное значение средней составляющей основной ветровой нагрузки

$$\omega_m = \omega_0 \times k(z_b) \times c, \text{ кПа};$$

- ω_0 - нормативное значение ветрового давления (см. 11.1.4, таблица 11.1);
- $k(z_b)$ - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z (таблица 11.2);
- c - аэродинамический коэффициент (прил. В.1.4.);
- Нормативное значение пульсационной составляющей основной ветровой нагрузки ω_g на эквивалентной высоте Z необходимо определять следующим образом (п.11.1.8):

$$\omega_g = \omega_m \times \xi(z_b) \times \nu, \text{ кПа};$$

- ω_m - определяется в соответствии с 11.1.3;
- $\xi(z_b)$ - коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по таблице 11.4 или формуле (11.6) для эквивалентной высоты z (см. 11.1.5);
- ν - коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра (см. 11.1.11, таблица 11.6).

Расчёт вертикальных направляющих

Давление роликов вызывает в горизонтальных кольцах растягивающее усилие прямо пропорциональное радиальному давлению ролика.

$$D = \frac{R_1}{2 \sin \frac{\beta}{2}}$$

Напряжение в элементах горизонтального кольца:

$$\sigma = \frac{D_{max}}{F} \pm \frac{M}{W}$$

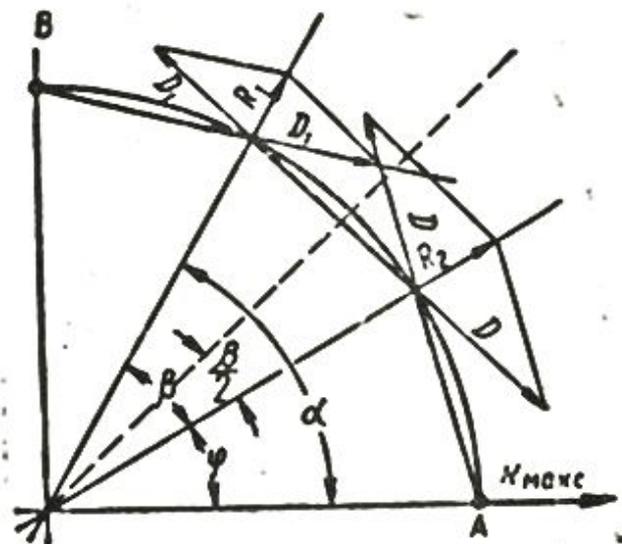


Рис. 27. Усилия в горизонтальном кольце направляющих

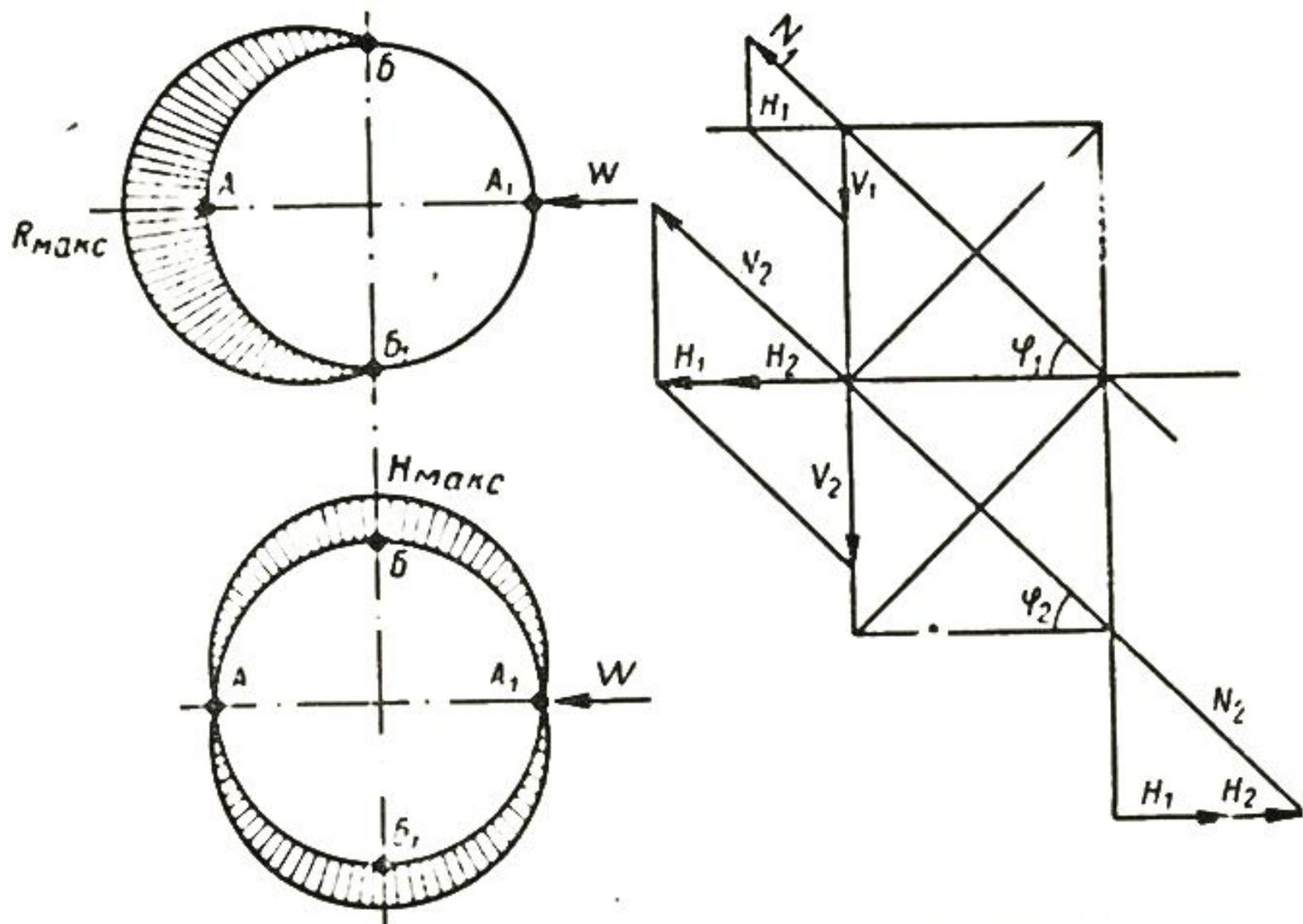


Рис. 28. Определение усилий в конструкциях направляющих и связях

- $$N_1 = \frac{H}{\cos\varphi} = + \frac{2P_1}{a\cos\varphi_1}$$

$$V_1 = -N\sin\varphi_1 = Htg\varphi_1 = -\frac{2}{a}Ptg\varphi_1$$

Складывая разницы усилий в узле 2 найдём:

$$N_2 = \frac{H_1 + H_2}{\cos\varphi_2} = + \frac{2 \times (P_1 + P_2)}{a\cos\varphi_2}$$

$$V_2 = -N_2\sin\varphi_2 = (H_1 + H_2) \times tg\varphi_2$$

$$= -\frac{2}{a}tg\varphi_1 \times (P_1 + P_2)$$

При проверке на местный момент: $M = \frac{Pl}{5}$

- Общая проверка сечения направляющей

$$\sigma = \frac{1}{m} \left(\frac{M_{max}}{W} + \frac{V}{F_{\varphi}} \right)$$

- Устойчивость в плоскости действия сил, совпадающих с наибольшей жесткостью сечения

$$\frac{N}{F \varphi_{уст}} \leq mR$$

- Устойчивость из плоскости действия момента

$$\frac{N}{F c_{\varphi}} \leq mR$$

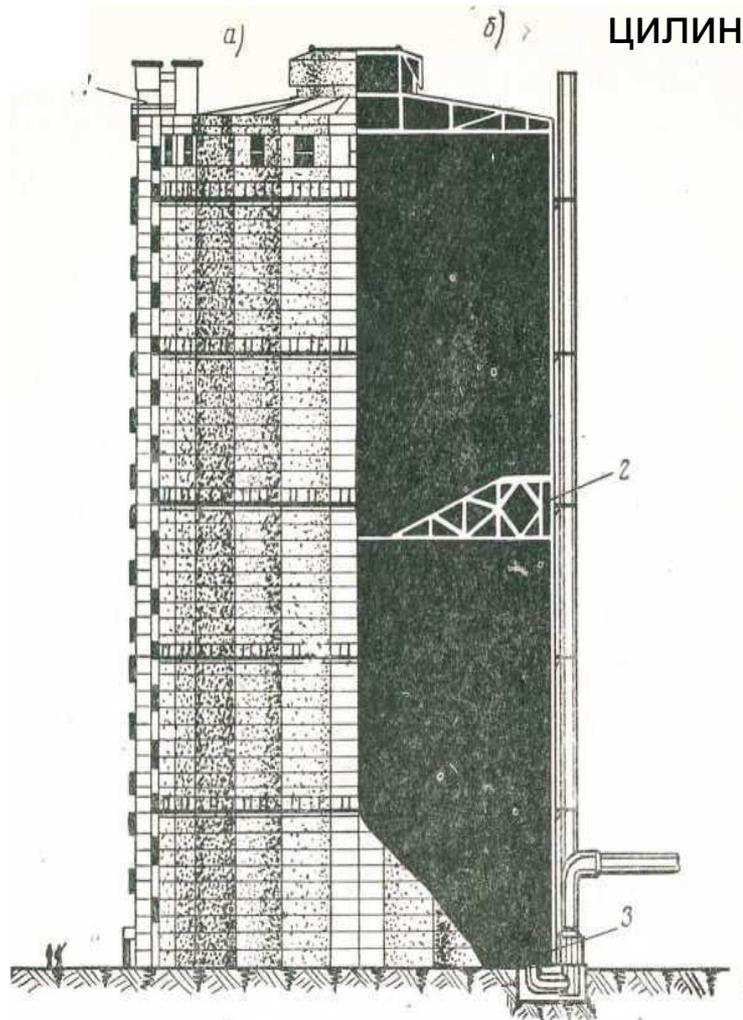
- $\varphi_{уст}$ - коэффициент понижения несущей способности сжатого элемента при внецентренном сжатии;
 φ - коэффициент продольного изгиба при сжатии;
 c – коэффициент влияния момента на устойчивость (из пл. действия момента).

Сухие газгольдеры

На первый взгляд сухие газгольдеры имеют много преимуществ по сравнению с мокрыми. Они не требуют устройства водяного резервуара и устройств для подогрева воды в зимнее время, в результате малого веса конструкции значительно облегчается выполнение фундамента. Сухие газгольдеры оказываются более экономичными по расходу стали на 1 м^3 хранимого газа, кроме того, хранимые газы не увлажняются, как в мокрых газгольдерах.

Конструкции сухих газгольдеров различаются между собой в основном формой корпуса и типом уплотняющего затвора.

Газгольдеры типа МАН имеют многогранный корпус, типа «Клённе» — цилиндрический



Сухой многогранный газгольдер типа МАИ емкостью 180 000 м³

а — фасад; б — разрез; 1 — верхняя площадка наружных лестницы и подъемника; 2 — многогранная шайба; 3 — насосная перекачки смазки

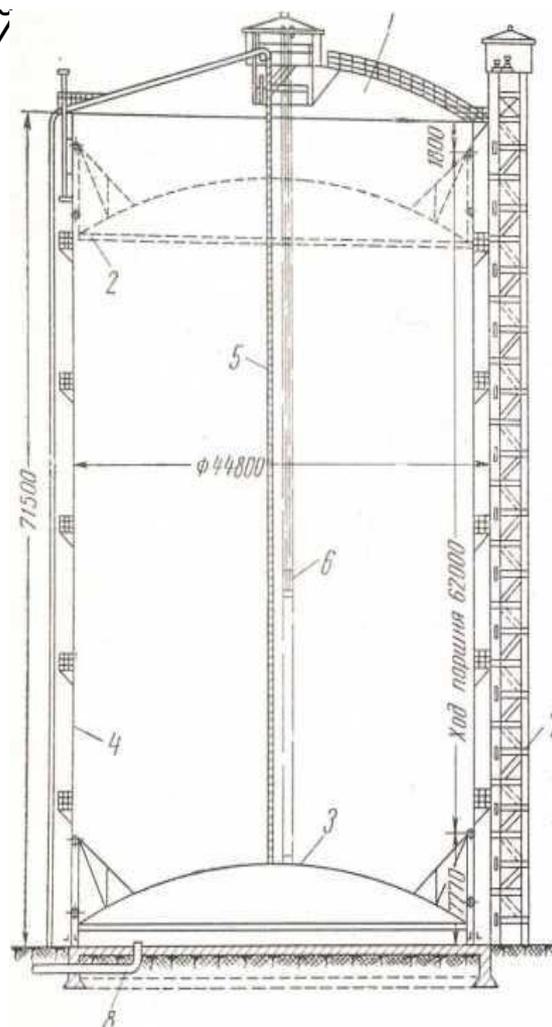


Рис. . Схема сухого цилиндрического газгольдера емкостью 100 000 м³ (размеры в мм)

1 — площадка фонаря; 2 — шайба в верхнем положении; 3 — шайба на опорах; 4 — обшивка $\sigma = 5$ мм; 5 — цепная лестница; 6 — подъемная клетка; 7 — наружный подъемник; 8 — подвод газа

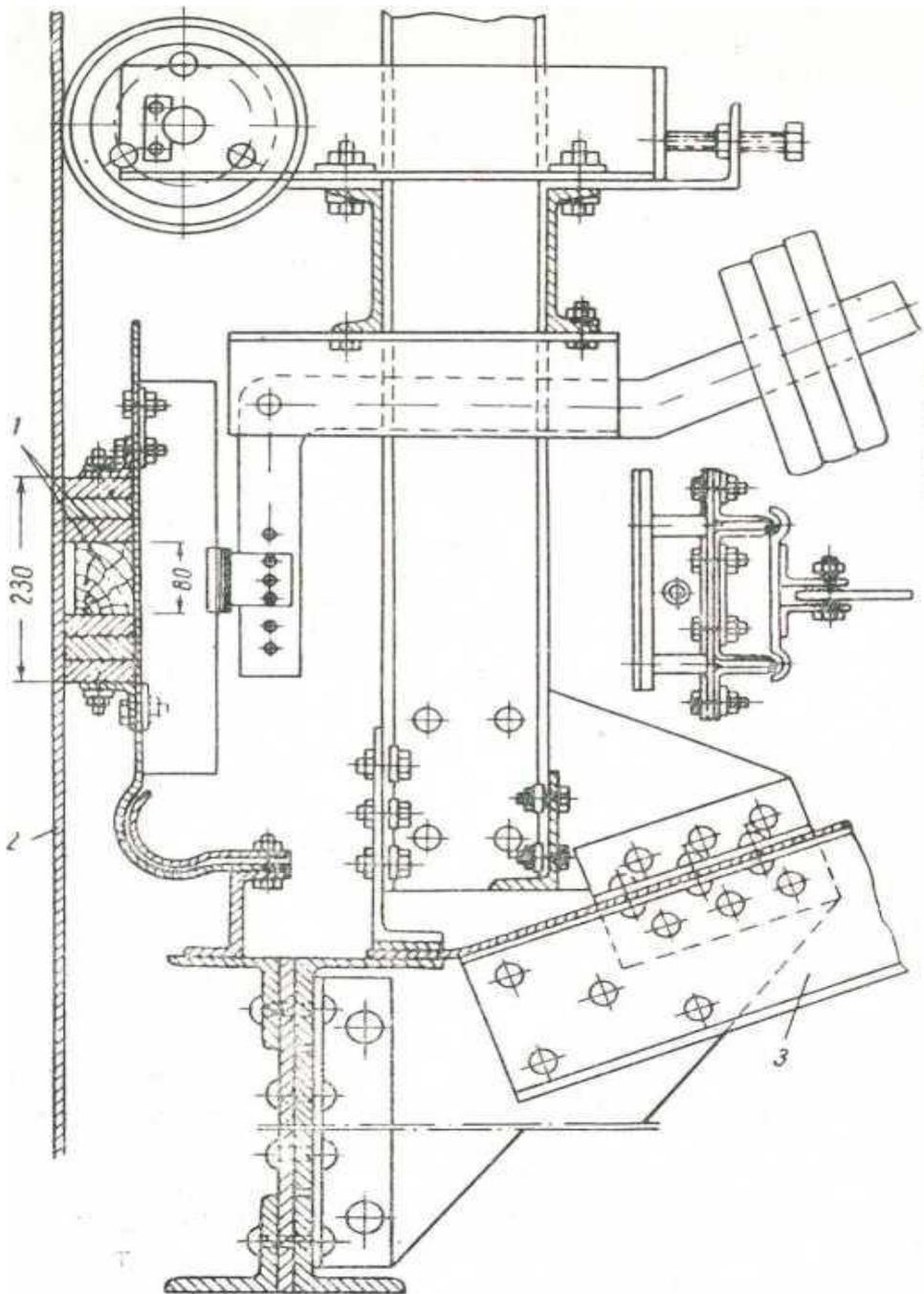


Рис. . Поперечный разрез затвора сухого газгольдера
1 — кольцо уплотнения; 2 — стенка корпуса газгольдера;
3 — купол поршня

В сухих газгольдерах емкостью 50—100 тыс. m^3 вес поршня с догрузкой составляет несколько сот тонн, а при большей емкости (например, 200 тыс. m^3 и более) может превышать тысячу г. При столь большом весе малейший перекося поршня может повлечь за собой заклинивание и аварию.

Для предупреждения таких аварий поршень снабжен двумя рядами роликов, один из которых расположен несколько выше уплотняющего затвора, а другой — по верхней площадке конструкции поршня.

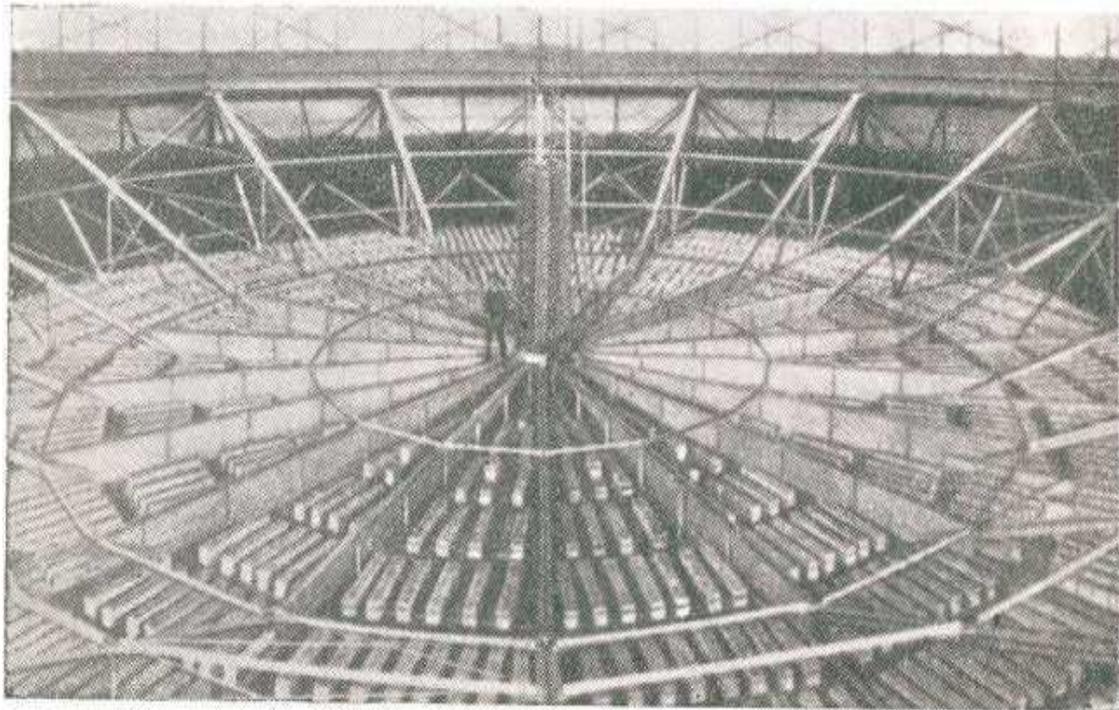
В газгольдерах с многогранным корпусом стальные ролики катятся по колоннам из двутавровых балок, расположенным в углах многогранника.

В газгольдерах с цилиндрическим корпусом ролики расположены по окружности через несколько метров, причем ролики эти представляют собой склеенные диски из букового дерева с разным направлением слоев древесины. Ролики катятся по корпусу газгольдера.

Среди сухих газгольдеров также различают две группы:

1. сухие газгольдеры с поршневым способом действия;
2. сухие газгольдеры с мембранным способом действия (с гибкой секцией).

Поршень представляет собой стальной диск, усиленный сверху стропильными фермами. В частности, в многогранном газгольдере имеется 20 балок жесткости и на каждой из них сверху треугольная ферма. По краю поршня расположено решетчатое пространственное раскосного типа кольцо жесткости. В нижней части, т. е. по краю диска, расположен уплотняющий жидкостной затвор, а несколько выше — нижний ряд стальных роликов. На верхней площадке кольца жесткости также расположен ряд стальных роликов. Во время движения поршня ролики катятся по внутренней поверхности накладок



Ввиду того что вес стальных конструкций поршня недостаточен для создания необходимого давления газа, поршень догружается бетонными грузами, располагаемыми строго симметрично между радиальными балками — ребрами жесткости поршня.

Рис. . Расположение догрузки на поршне многогранного сухого

Монтаж сухих газгольдеров поршневого типа

Монтаж стальных конструкций сухих газгольдеров производится в определенной последовательности.

Работы начинают с монтажа днища, затем собирают первый нижний пояс корпуса и выставляют стойки. После этого навешивают несколько поясов обшивки корпуса. Одновременно монтируют конструкции поршня газгольдера, а над ним — конструкции крыши газгольдера.

На крыше устанавливают два небольших деррик-крана,двигающихся по кольцевому рельсу, уложенному по краю смонтированной крыши газгольдера. Для равновесия всей системы деррики должны передвигаться, располагаясь все время на противоположных концах диаметра.

Сборку и клепку обшивки корпуса газгольдера производят на несколько поясов выше затвора поршня.

Конструкции сухих газгольдеров поршневого типа

Сухой газгольдер имеет цилиндрический корпус, цилиндрический поршень и стальную кровлю.

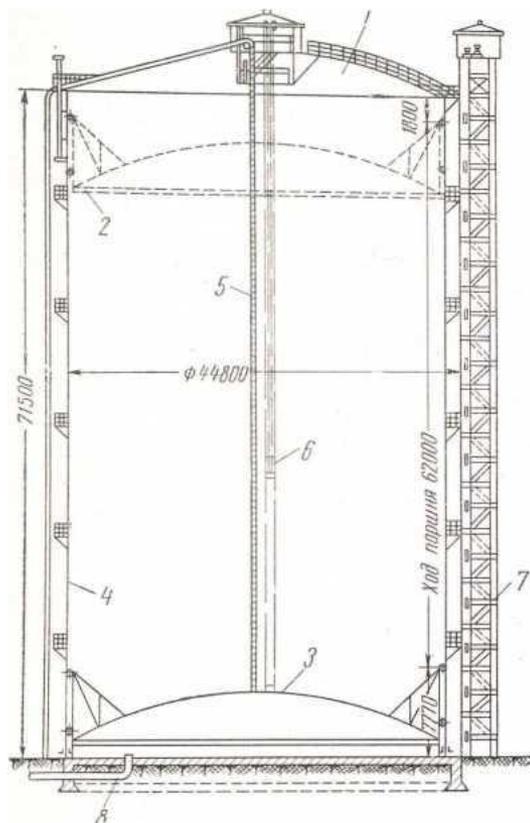


Рис. Схема сухого цилиндрического газгольдера емкостью 100 000 м³ (размеры в мм)

1 — площадка фонаря; 2 — шайба в верхнем положении; 3 — шайба на опорах; 4 — обшивка $\sigma = 5$ мм; 5 — цепная лестница; 6 — подъемная клеть; 7 — наружный подъемник; 8 — подвод газа

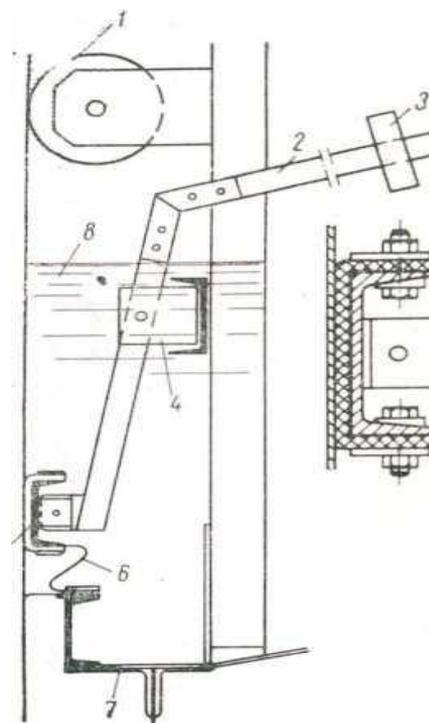


Рис. 70. Поперечный разрез затвора с жидкостным уплотнением отечественной конструкции системы ВДК для сухих газгольдеров с цилиндрическим корпусом 1 — выравнивающий ролик; 2 — рычаг; 3 — противовес; 4 — опора рычага; 5 — прижимное эластичное кольцо; 6 — фартук; 7 — днище поршня; 8 — газгольдерное масло



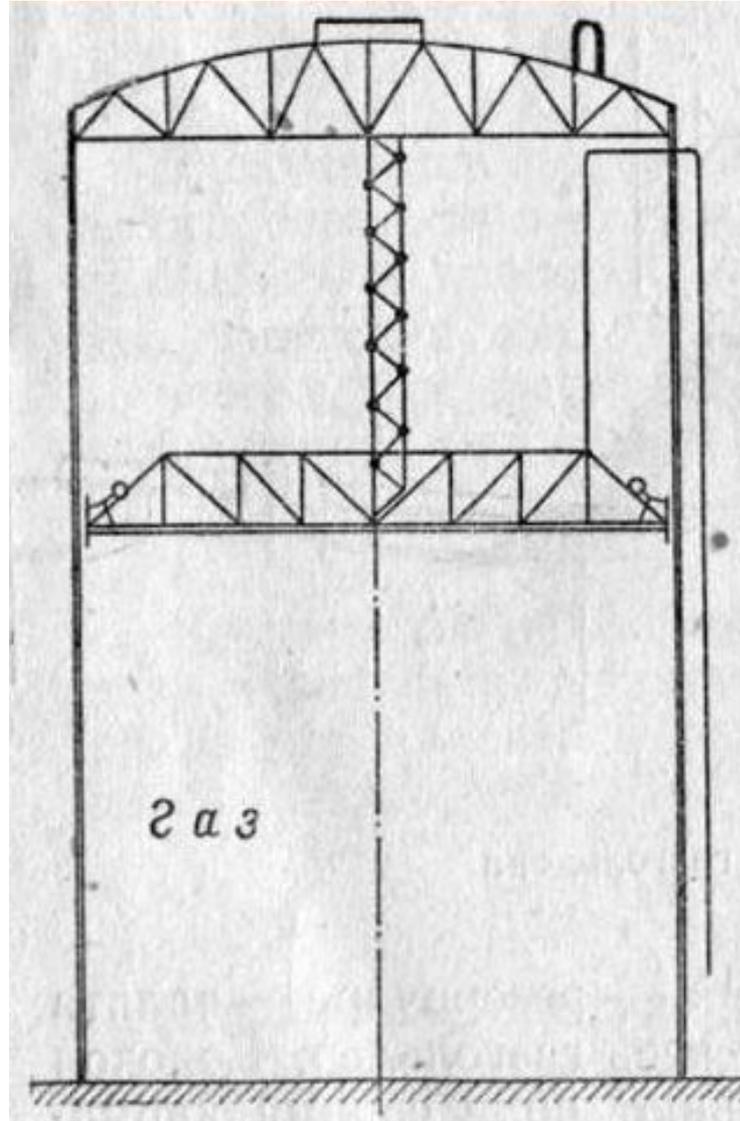
Уплотняющее устройство сухого газгольдера отечественной конструкции представляет собой прижимное кольцо, составленное из отрезков швеллеров с прикрепленным к нему мягким уплотнением из 10—14 слоев хлопчатобумажной ткани. Это уплотнение контактирует со стенкой корпуса. Снизу к уплотняющему кольцу крепится фартук, другой конец которого прикреплен к конструкции поршня.

Для создания более надежной газонепроницаемости затвор, образованный цилиндрическим кольцом, фартуком и стенками корпуса и поршня, заливается газгольдерным маслом, замерзающим при довольно низкой температуре.

В сухих газгольдерах поршневого типа невозможно хранить газы высокой концентрации, так как они загрязняются в результате соприкосновения с газгольдерным маслом или консистентной смазкой, покрывающей внутренние стенки резервуара; в этом случае нарушаются кондиционные качества газа.

Сухие газгольдеры поршневого типа недостаточно безопасны при эксплуатации и трудоемки при изготовлении и монтаже.

Основным недостатком сухих газгольдеров поршневого типа является сложность, трудоемкость и высокая стоимость эксплуатации.



В последнее время получают распространение сухие газгольдеры с гибкой секцией (мембраной). Шайба, как и поршень в сухом газгольдере, перемещается по высоте в стальном цилиндрическом корпусе, но уплотнение между шайбами и стенками вместо жидкостных контактных затворов осуществляется гибкой секцией (мембраной), изготовленной из капроновой ткани, покрытой с двух сторон бутилкаучуком или наиритом.

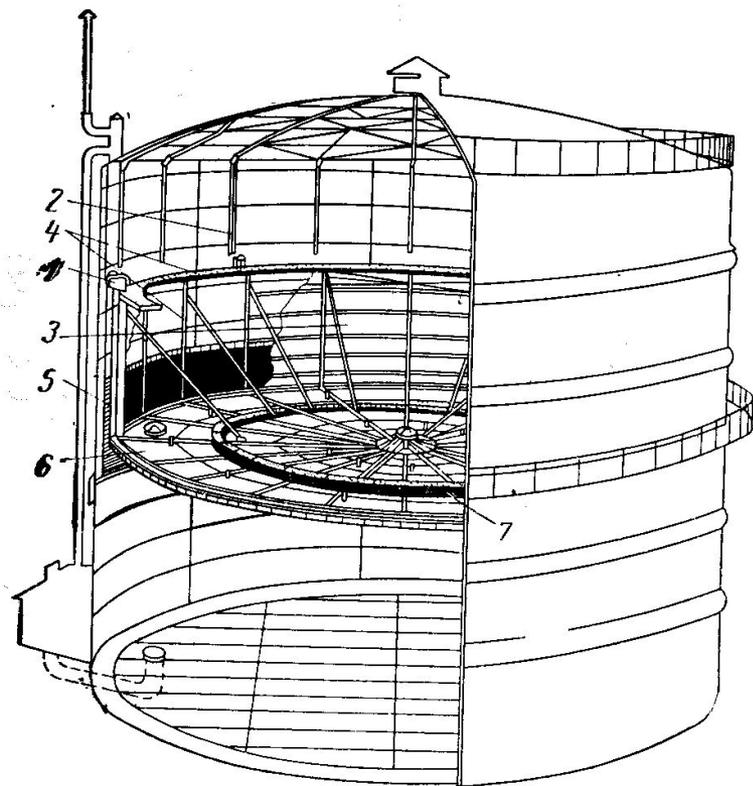


Рис. . Конструктивная схема сухого газгольдера с гибкой секцией

1 — ролики выравнивающей системы; 2 — тросы; 3 — защитная стенка шайбы; 4 — каркас шайбы; 5 — гибкая секция из прорезиненной ткани; 6 — нижний листовый настл; 7 — пригрузка из бетонных грузов

Конструкции сухих газгольдеров с гибкой секцией

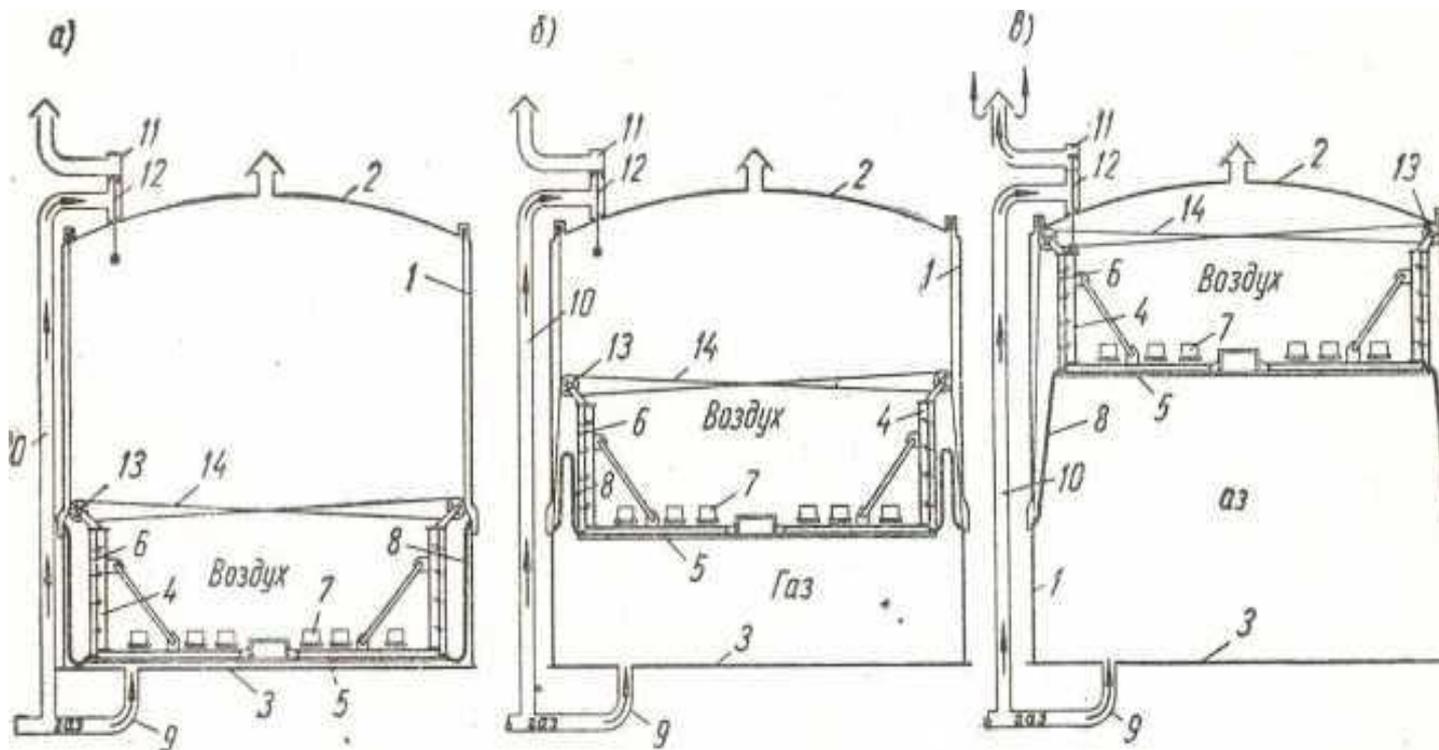
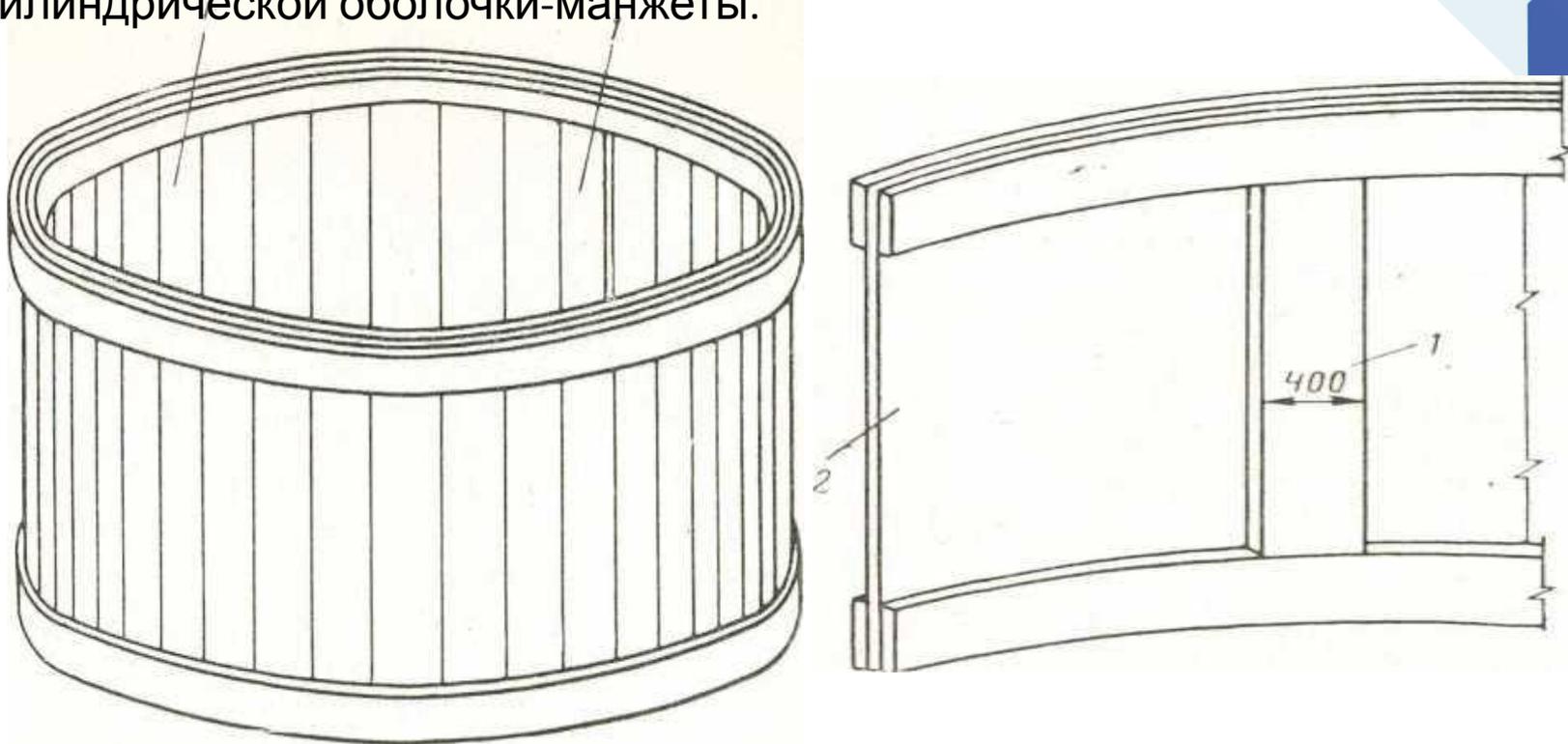


Рис. . Схема работы газгольдера с гибкой секцией

а — газгольдер пустой; б — газгольдер наполнен газом наполовину; в — газгольдер наполнен газом; / — стенка резервуара; 2 — кровля резервуара; 3 — днище резервуара; 4 — каркас шайбы; 5 — днище шайбы; 6 — защитная стенка шайбы; 7 — пригрузка из бетонных грузов; 8 — гибкая секция из прорезиненной ткани; 9 — газо- вввод; 10 — стояк газосброса; 11 — коробка газосброса; 12 — шток газосброса; 13 — ролики выравнивающей системы; 14 — канаты выравнивающей системы

Гибкую секцию сухого газгольдера специального типа изготавливают из специальной прорезиненной ткани, она имеет вид готовой цилиндрической оболочки-манжеты.



*Рис. . Общий вид готовой секции из прорезиненной ткани
1 — предохранительная полоса; 2 — внутренняя сторона цилиндрической заготовки;
предохранительная полоса приклеивается с внутренней стороны заводской
цилиндрической заготовки*

Цилиндрическая оболочка имеет по верхнему и нижнему периметру отбортовку, которая делается сгибом полотнищ, накладкой дополнительной полосы склейки и последующей прессовкой и вулканизацией. Полученная утолщенная часть, присоединяясь к стальным конструкциям газгольдера на болтах, сжимается соединительными накладками и создает нужное уплотнение.

Определение геометрических размеров сухого газгольдера

Расположение мест закрепления гибкой секции по отношению к низу и верху шайбы определяют конструктивным путем. Необходимо определить высоту закрепления гибкой секции над дном шайбы a и высоту закрепления гибкой секции к стенке резервуара b (по отношению к верху шайбы), а также положение верха шайбы от верха стенки корпуса h_{σ} .

Далее определяют составную часть высоты шайбы x :

$$x = \frac{H - h_{\sigma} - l_1 - a - b}{3}$$

где l_1 — высота подкладных опорных балок под шайбой.

Высота шайбы

$$h_{ш} = x + a + b.$$

Расстояние между верхним и нижним положениями шайбы

$$h_1 = x - a - b.$$

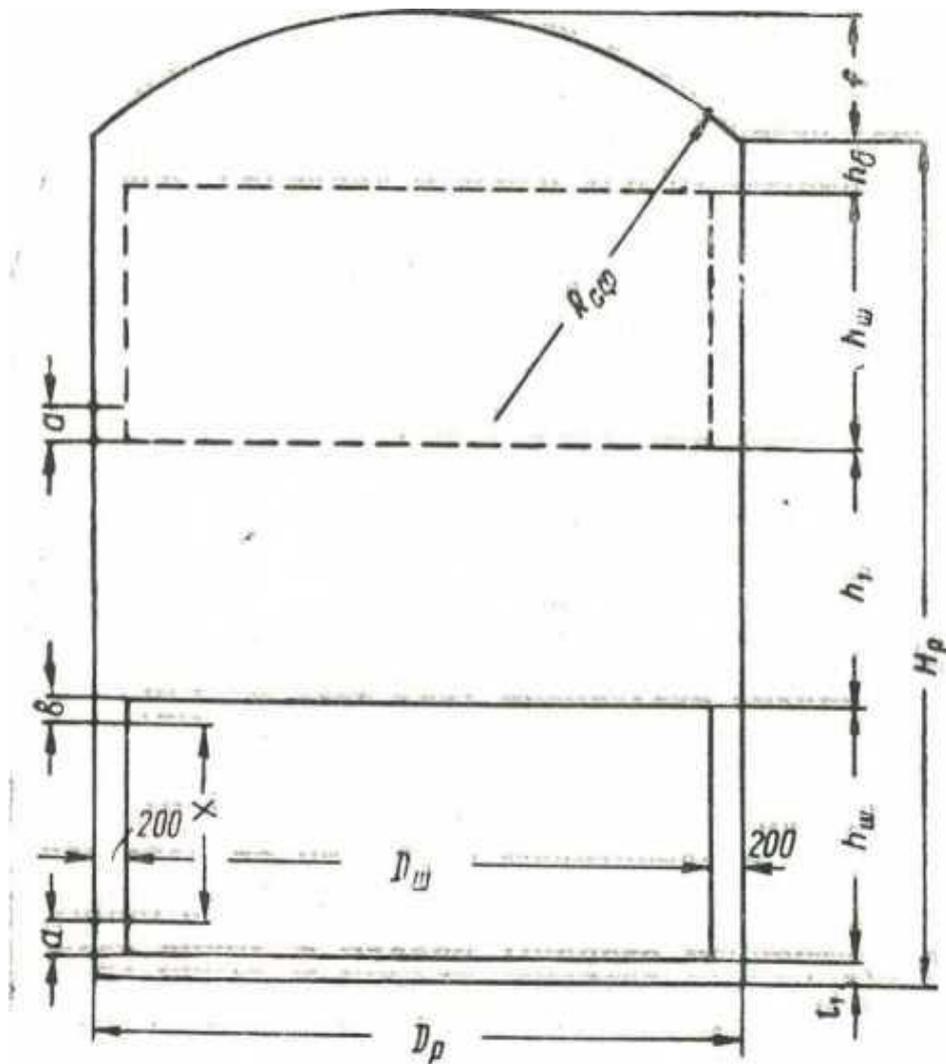


Рис. .
Геометрическая
схема сухого
газгольдера с гибкой
секцией

Высота газового
пространства

$$H_{г.п} = h_{ш} + h_1$$

Диаметр резервуара
газгольдера

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi H_{г.п}}}$$

где V —заданный номинальный объем газгольдера в м^3 .

Оболочка резервуара работает на 3 вида нагрузок:

а) в зоне газового пространства, составляющего приблизительно 70% всей высоты стенки снизу, оболочка работает на растяжение от давления газа на внутреннюю -стенку резервуара;

б) стенка работает на вертикальные нагрузки (реакции от опирающихся на стенку стропил, передающих давление от снега, от веса оборудования, расположенного на кровле, от полезной нагрузки на кольцевой площадке -на крыше и площадке обслуживания и от ветра на кровлю);

в) стенка работает на горизонтальные нагрузки от давления ветра на стенку резервуара.

Усилия в оболочке от внутреннего давления газа проверяются по

формуле:

$$R\phi \geq \frac{npr}{\delta t}; \quad \delta = \frac{pr}{R\phi t},$$

где p — рабочее давление газа в $\text{кг}/\text{см}^2$;

r — радиус резервуара в см ;

δ — толщина листов стенки в см ;

R — расчетное сопротивление в $\text{кг}/\text{см}^2$;

ϕ — коэффициент прочности шва;

t — коэффициент условия работы ($t = 0,9$);

n — коэффициент перегрузки (для газа $n=1,2$).

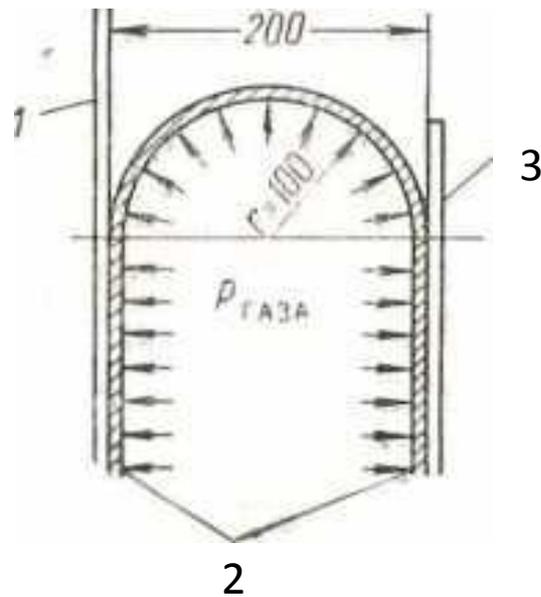


Рис. 88. Схема нагрузок на гибкую секцию сухого газгольдера 1 — резервуар; 2 — гибкая секция; 3 — стенка шайбы

На кровлю сухого газгольдера воздействуют нагрузки: от собственного веса кровли, от снега, от давления ветра и от веса оборудования. Давление с внутренней стороны кровли в сухих газгольдерах отсутствует. Кровлю рассчитывают аналогично кровле мокрых газгольдеров в части вертикальных нагрузок сверху.

Расчет гибкой секции

Гибкая секция является наиболее ответственным элементом сухого газгольдера. На прочность гибкой секции из прорезиненной ткани влияет много факторов: неоднородность материала ткани, ослабление в монтажных стыках, местное истирание ткани, разная толщина по всей площади полотнища, влияние низких температур окружающего воздуха и др. Это делает необходимым принимать большие запасы прочности ткани на растяжения.

Расчет ткани производится по формуле:

$$\sigma = \frac{pr}{\delta} \cdot \frac{n}{m},$$

где δ — толщина ткани ;

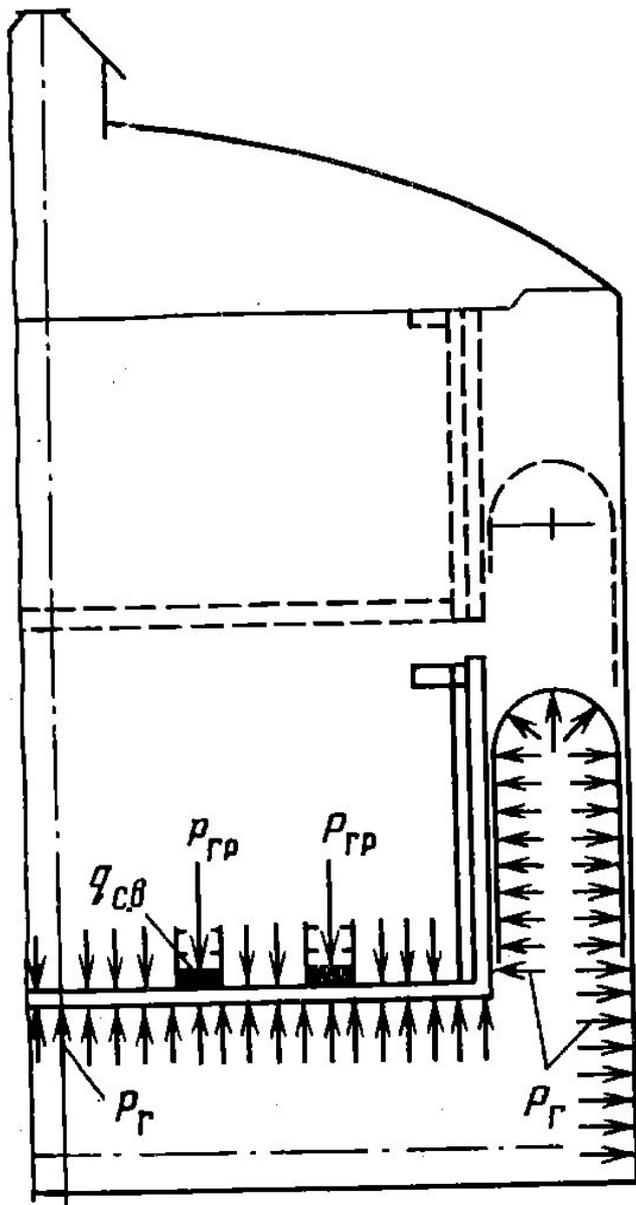
p —давление газа;

r — радиус гiba ткани;

n — коэффициент перегрузки;

m — коэффициент условия работы .

При заказе прорезиненной ткани для гибкой секции оговаривают прочность ткани на разрыв до 100 кг/см^2 .



Несущая конструкция защитной стенки представляет собой цилиндр с каркасом и прикрепленными к каркасу болтами с шагом в вертикальном направлении 700–1000 мм, а в горизонтальном – 500 мм. Кольцевой ригель стенки рассчитывают как двухшарнирную арку:

$$H = \frac{M_6}{f} = \frac{ql^2}{8f};$$

$$M_k = M_{к6} - H_y;$$

$$H_k = Q_{к6} \sin\varphi + H \cos\varphi;$$

$$Q_k = Q_{к6} \cos\varphi - H \sin\varphi,$$

где H – распор арки; M_k , H_k , Q_k – момент, нормальная сила и перерезывающая сила в точке к арки; $M_{к6}$ и $Q_{к6}$ – момент и поперечная сила в точке к простой балки; H_y – общая высота шайбы; q – давление газа.

Рис. . Схема нагрузок на шайбу сухого газгольдера с гибкой секцией

$P_{гр}$ – пригрузка; $q_{с.в}$ – собственный вес шайбы; P_r – горизонтальное давление

Несущий каркас днища шайбы рассчитывают в предположении, что весь диск шайбы опирается по периметру на несущий каркас вертикальной стенки, и рассчитывают балку, имеющую равный диаметру шайбы пролет. Положение грузов (они лежат по концентрическим окружностям) необходимо варьировать, так как, при некоторых положениях грузов (сдвигая их к середине в пределах возможной высоты штабеля из грузов), можно добиться уменьшения изгибающего момента в радиальных балках шайбы.

При определении сечения радиальной балки из двутавра необходимо включить в состав сечения балки лист днища шириной $16b$ по обе стороны от края нижних полок двутавра.

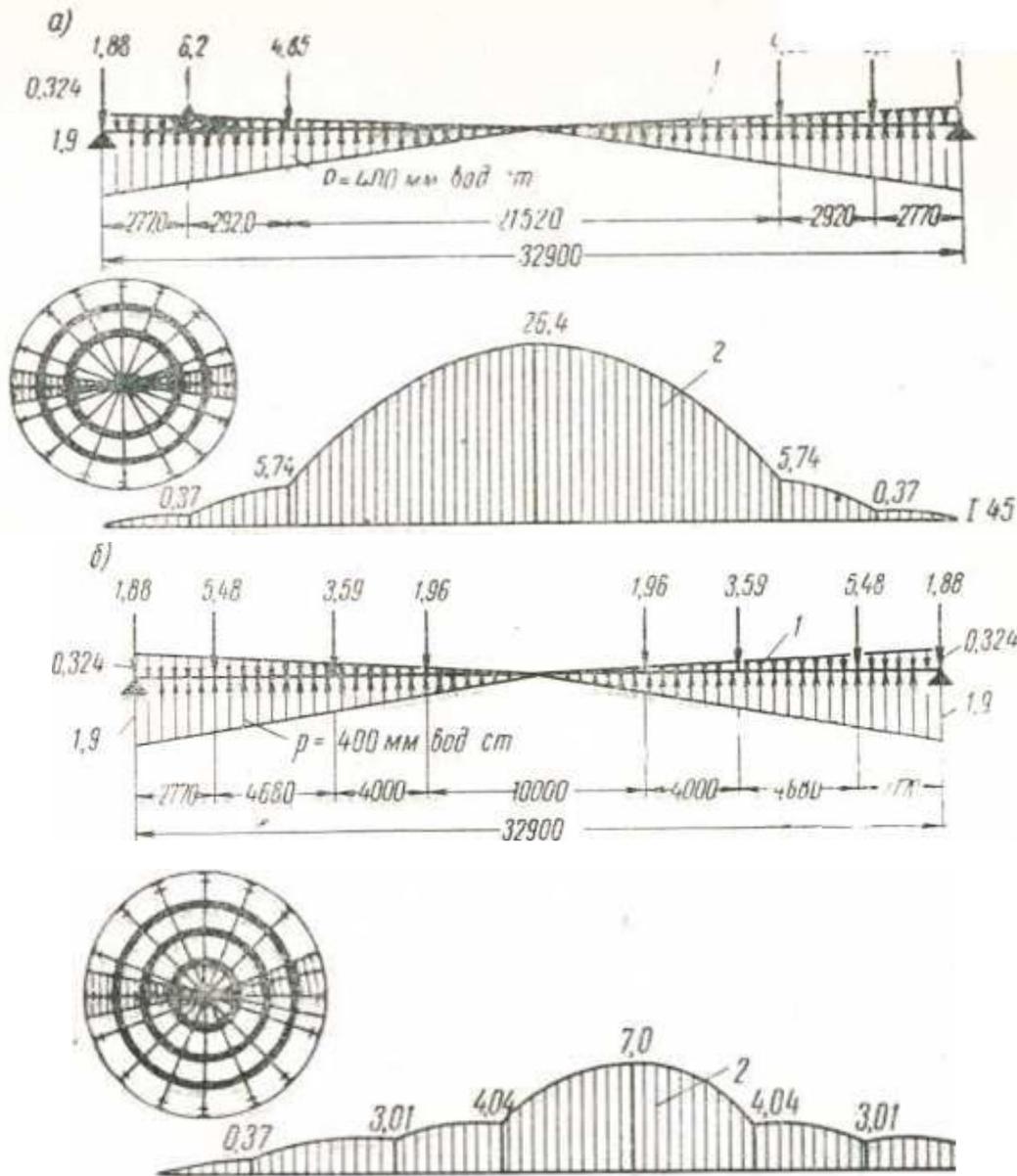


Рис. . Расчетная схема балок днища сухого газгольдера с гибкой секцией

а — при двух грузовых кольцах; б — при трех грузовых кольцах; 1 — расположение грузов (т); 2 — эпюра моментов (т/м)

Оборудование сухого газгольдера с гибкой секцией

Сухие газгольдеры с гибкой секцией, в зависимости от назначения в технологической цепи предприятия, могут иметь различные назначения.

Если газгольдер подключен на тупик газа, он имеет один газоввод и тогда через газгольдер проходит такое количество газа, которое лишь компенсирует разность между выработкой и потреблением в данный момент.

Газгольдер может быть подключен на проход газа; в таком случае делаются два газоввода. Газгольдер может выполнять роль смесителя и тогда количество газовых вводов тоже не менее двух.



Преимущества сухих газгольдеров с гибкой секцией перед всеми видами газгольдеров низкого давления значительны: достигается максимальная герметичность, создается возможность хранения обезвоженных газов; газ не соприкасается с воздухом, водой и маслами, сохраняя высокую чистоту; упрощается обслуживание и уменьшаются расходы при эксплуатации.



Спасибо за внимание!