

Тема: Резервуары, назначение и конструкция

Задание для студентов

1. Ознакомиться с теоретическим материалом
2. Ознакомиться с видеоматериалом по ссылкам:

Резервуары, все о резервуарах	https://www.youtube.com/watch?v=W8wpcO33TV8&feature=emb_logo
Как устроен резервуар для хранения нефти	https://www.youtube.com/watch?v=6-W5dvhFu2g&feature=emb_logo
Резервуар стальной вертикальный для дренажной воды	https://www.youtube.com/watch?v=ol_t-tHGwGA&feature=emb_logo

3. Составить конспект лекции (объем 3-4 страницы).
4. Изобразить конструкцию цилиндрического вертикального резервуара (рисунок 1)
5. Ответить на контрольные вопросы в **письменном** виде
6. Предоставить **конспект лекции и ответы** на контрольные вопросы в электронном виде на проверку в течение трех дней со дня выдачи задания .

С уважением, *Гнатюк Ирина Николаевна*.

При необходимости вопросы можно задать по телефону: 072-136-54-46
Работы отправлять на электронную почту ira.gnatyuk60@inbox.ru

ЛЕКЦИЯ

Тема: Резервуары, назначение и конструкция

Цель: Ознакомить студентов с

План

1. Конструкция и назначение резервуаров
2. Вертикальные цилиндрические резервуары
 - 2.1 Оптимальные размеры
 - 2.2 Особенности сварки
3. Горизонтальные цилиндрические резервуары
4. Шаровые резервуары
5. Каплевидные резервуары

Теоретические сведения

Резервуарами называются сосуды, предназначенные для хранения жидких материалов.

Вертикальные цилиндрические резервуары

Применяются для хранения нефти. Основные конструктивные элементы (рисунок 1):

Плоское днище лежит на песчаном основании и испытывает незначительное сжатие. Поэтому его толщина определяется не по условиям прочности, а назначается конструктивно.

При $D \leq 18$ м толщина листов днища принимается $s = 4$ мм;

при $D = 18 \dots 25$ м $s = 5$ мм,

при $D > 25$ м $s = 6$ мм.

Цилиндрический корпус резервуара является его главным рабочим элементом, воспринимающим давление находящейся в нем жидкости. Состоит из отдельных поясов.

Покрытия резервуаров имеют коническую форму с уклоном 1:20 и воспринимают нагрузку от веса снега, от собственного веса и веса людей, которые могут на нем находиться.

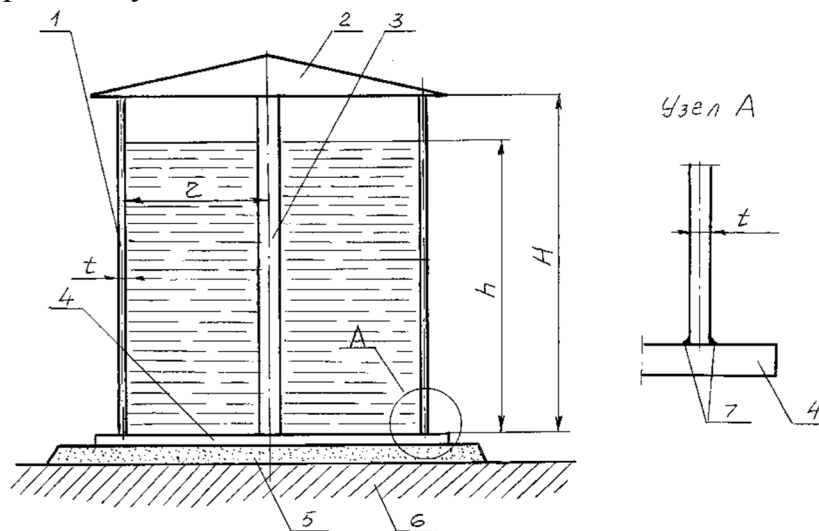


Рисунок 1 - Цилиндрический вертикальный резервуар

- 1 - корпус
- 2 - покрытие
- 3 - опора стойки
- 4 - плоское днище
- 5 - песчаная основа
- 6 - поверхность грунта
- 7 - сварные швы

Листы покрытия работают как пластинки, опертые по контуру на элементы каркаса. Нагрузка, приходящаяся на них, сравнительно небольшая и поэтому их толщина обычно мала. Для настила применяются листы

толщиной 2,5 мм. Элементы каркаса покрытия опираются на корпус резервуара (иногда применяется для их опоры еще средняя вертикальная стойка) и, воспринимая нагрузку от листов, работают как свободно опертые балки.

Оптимальными являются размеры вертикального цилиндрического резервуара такие, при которых вес днища и покрытия вдвое меньше веса корпуса.

При этом формулы для определения оптимального значения высоты резервуара с постоянной толщиной стенки имеет вид:

$$H_{\text{опт}} = \sqrt[3]{\frac{V \Delta^2}{\pi s^2}};$$

Здесь V —емкость резервуара;

s —толщина стенки;

Δ — сумма толщин днища и приведенной толщины покрытия с учетом каркаса;

$[\sigma]$ —допускаемое напряжение,

γ — удельный вес жидкости.

Оптимальная высота больших резервуаров (до 10 000 м³) составляет около 12 м.

Полученное оптимальное значение высоты резервуара следует округлить до ближайшего размера, кратного ширине листов.

Удельный расход стали в вертикальных резервуарах уменьшается с увеличением объема резервуара. Поэтому вертикальные резервуары следует строить наибольшей емкости, возможной при данных условиях.

Расчет вертикальных цилиндрических резервуаров производится по предельному состоянию.

Формула для определения толщины стенки имеет следующий вид:

$$s = \frac{n\gamma(H-y)r}{mR_p^{\text{св}}},$$

где s — толщина пояса цилиндрического корпуса;

H — высота корпуса;

y — расстояние нижней кромки листа от днища;

n — коэффициент перегрузки, принимаемый для гидростатического давления равным 1,1;

m —коэффициент условий работы, принимаемый для корпуса резервуара равным 0,8;

$R_p^{\text{св}}$ —расчетное сопротивление сварного стыкового шва при растяжении;

γ — удельный вес жидкости.

Особенности сварки вертикальных резервуаров

Все соединения листов в поясе осуществляют **встык**.

Соединение поясов между собой осуществляют **встык** или **внахлестку**.

При соединении встык стыки листов смежных поясов следует располагать в одну линию, так как это обеспечивает удобство автоматической сварки.

При соединении внахлестку пояса располагаются разбежку; расстояние между этими стыками принимается равным половине длины листа

Монтажный стык полотнищ днища осуществляют **внахлестку**, поскольку после раскатки рулонов днища на песчаном основании их сварка с обратной стороны невозможна.

Преимущество - удельный расход стали в вертикальных резервуарах уменьшается с увеличением объема резервуара.

Недостаток - несущая способность верхних листов корпуса, расположенных в слабо нагруженной зоне, используется недостаточно полно.

Горизонтальные цилиндрические резервуары (цистерны)

Горизонтальные цилиндрические резервуары имеют несколько больший удельный расход металла (на единицу емкости) по сравнению с вертикальными цилиндрическими резервуарами, но при сравнительно небольших объемах являются экономически целесообразными. Они имеют весьма широкое применение на небольших нефтебазах отдельных предприятий.

Днища горизонтальных резервуаров бывают

- плоскими (типовыми),
- коническими (при давлении до 2ат),
- сферическими (при давлении более 2ат)

Выбор типа днища зависит от величины расчетного давления, диаметра резервуара и технологических условий. При высоких давлениях (более 2 атм) применяются сферические днища. При одинаковой толщине днища и корпуса радиус сферического днища по условиям равнопрочности может быть равен диаметру корпуса резервуара.

Для снижения местных напряжений в сварном шве, прикрепляющем днище к корпусу, целесообразно в штампованных днищах устраивать отбортованный поясok шириной не менее 60 мм, сопрягаемый со сферой по радиусу

$$r' = \left(\frac{1}{7} \div \frac{1}{7,5} \right) r,$$

где r — радиус сферической части днища.

В местах передачи на оболочки сосредоточенных нагрузок необходимо устраивать кольца жесткости.

Надземные горизонтальные резервуары устанавливаются на опоры. При этом цилиндрическая оболочка резервуара под действием веса жесткости и собственного веса работает на изгиб как пространственная балка. Опорные кольца жесткости двух-опорного горизонтального

резервуара воспринимают сдвигающие усилия, передаваемые оболочкой, работающей на гидростатическое давление и реактивные давления от опор.

Преимущества:

- простота их конструктивной формы,
- возможность серийного изготовления,
- удобство транспортировки

Недостаток - большой удельный расход металла (на единицу емкости) по сравнению с вертикальными цилиндрическими резервуарами

Расчет горизонтальных цилиндрических резервуаров (при полном заполнении жидкостью) производится по схеме балки, свободно опертой по концам, нагруженной равномерно распределенной, нагрузкой интенсивностью

$$q = \gamma \pi r^2,$$

где γ — удельный вес жидкости.

По такой же расчетной схеме может быть, учтено и действие собственного веса горизонтального резервуара.

При этом интенсивность равномерно распределенной нагрузки от собственного веса балки с кольцевым поперечным сечением

$$q_1 = 2\pi r s \gamma_m,$$

где γ_m — удельный вес металла.

Шаровые резервуары

Применяют для хранения сжиженных газов и продуктов нефтепереработки (бензин, керосин, дизельное топливо) и жидкой продукции химических производств, которые необходимо хранить под значительным давлением.

Для этих условий шаровые резервуары оказываются рентабельными при емкости 400—1000 м³.

Устанавливаются на железобетонных колоннах.

Окрашиваются в **белый** цвет для уменьшения перегрева резервуара.

Шаровые резервуары собирают при помощи сварки из отдельных выгнутых (вальцованных или штампованных) лепестков.

Схемы раскроя:

- а) параллельно-меридиональная,
- б) экваториально-меридиональная,
- в) меридиональная,
- г) «футбольная»

Наиболее распространены схемы **а** и **б**

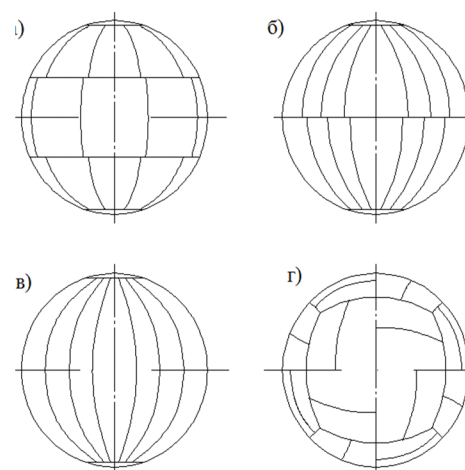


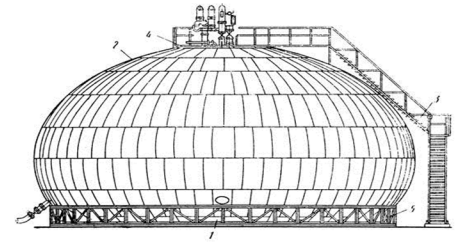
Рисунок 2 - Схемы раскроя сферы

4. Каплевидные резервуары

Имеют форму, которую принимает круглая капля жидкости, покоящаяся на несмачиваемой горизонтальной плоскости под действием сил поверхностного натяжения.

Применяются ограниченно (для хранения нефтепродуктов с высокой упругостью паров). Опираются на мягкий грунт.

Так же, как и шаровые резервуары, собираются из штампованных лепестков,



которые имеют переменный радиус кривизны в вертикальной плоскости. Широкого распространения не получили из-за высокой себестоимости.

Контрольные вопросы

1. Как определить диаметр цилиндрического резервуара, если известны его объем и высота?
2. Как производится сварка отдельных листов в поясе цилиндрического резервуара?
3. Запишите формулы для определения оптимальных значений толщины стенки и высоты цилиндрического резервуара
4. Какие схемы раскроя шарового резервуара являются наиболее распространенными и почему?
5. С какой целью резервуарам придают каплевидную форму?