

Предварительно-напряженные
листовые металлические
конструкции

Выполнили студенты группы ПГС-2:
Толкачев, Баянов

Листовые металлические конструкции

Общая характеристика металлических листовых конструкций

Листовые конструкции представляют собой емкостные конструкции, состоящие из металлических листов и предназначенные для хранения, транспортирования, перегрузки и переработки жидкостей, газов и сыпучих материалов.

Металлические листовые конструкции:

- Резервуары для хранения жидкостей;
- Газгольдеры для хранения газов;
- Бункера и силосы для хранения и перегрузки сыпучих материалов;
- Трубопроводы большого диаметра для транспортирования газов, жидкостей и размельченных или разжиженных твердых веществ;
- Листовые конструкции доменных цехов и газоочисток;
- Дымовые и вентиляционные трубы;
- Специальные листовые конструкции химической и нефтезаводской аппаратуры;
- Барабанные вращающиеся печи для обжига твердых веществ;
- Линейные ускорители протонов и другие листовые конструкции физических установок.

Наземные резервуары для хранения жидкостей



Газгольдеры для хранения газов



Силос для хранения зерна



Трубопроводы большого диаметра





Вентиляционная труба



Барabanная вращающаяся печь для обжига керамзита





Основные особенности листовых конструкций по сравнению с другими металлическими конструкциями

- Швы листовых конструкций должны: удовлетворять требованиям не только прочности, но и плотности (непроницаемости), и качество их должно быть еще выше, чем в обычных строительных конструкциях. Сварные соединения выполняются встык, внахлестку и впритык. Наиболее целесообразно соединение встык
- Листовые конструкции представляют собой сплошные тонкостенные емкостные конструкции, что обуславливает их двухосное напряженное состояние, тогда как стержни сквозных строительных конструкций испытывают обычно одноосное напряженное состояние.
- В ограждениях различных оболочек листовых конструкций и в заземлении оболочек у колец жесткости и у днищ возникают локальные напряжения краевого эффекта, которые необходимо учитывать при проектировании.

- Листовые конструкции всегда совмещают функции несущих и ограждающих конструкций.
- Условия работы листовых конструкций весьма разнообразны: они могут быть надземными, наземными, полузаглубленными, подземными; могут воспринимать статическую и динамическую нагрузки, работать под низким, средним и высоким давлением, под вакуумом, под воздействием низких (от -254 до -40°C), средних (от -40 до $+200^{\circ}\text{C}$) и высоких (более $+200^{\circ}\text{C}$) температур, под воздействием нейтральных и агрессивных сред.
- Листовые конструкции характеризуются относительно большой протяженностью соединений, превышающей на одну тонну примерно вдвое протяженность швов обычных металлоконструкций.

-
- При изготовлении листовых конструкций применяются операции, не требующиеся при производстве обычных металлоконструкций: фасонный раскрой листового проката, изготовление рулонных заготовок, штамповка и т.д.
 - Для цилиндрических и шаровых листовых конструкций, работающих под высоким давлением, применяют крупноразмерные листы шириной до 3000 и длиной до 9000мм.
 - Возможность использования для специальных листовых конструкций не только стали, алюминия и алюминиевых сплавов, но и биметалла, меди, латуни, титана, никеля, металлопласта и других материалов.

- **Металлические предварительно напряженные конструкции** – это такие конструкции, в которых искусственным путем в период изготовления или монтажа создаются начальные напряжения или усилия, обычно обратного знака по отношению к усилиям от внешней нагрузки.

Предварительное напряжение листовых конструкций

- предварительное напряжение создается при помощи обмотки их высокопрочной проволокой или лентой с заданным напряжением, а также стягиванием бандажами для повышения несущей способности

Оболочки данных конструкций работают в основном на высокое внутреннее давление. Проволока навивается с заданным усилием, при этом оболочка получает предварительное сжатие, а проволока — растяжение. Под действием внутреннего давления они работают совместно с полным использованием несущей способности проволоки и оболочки.

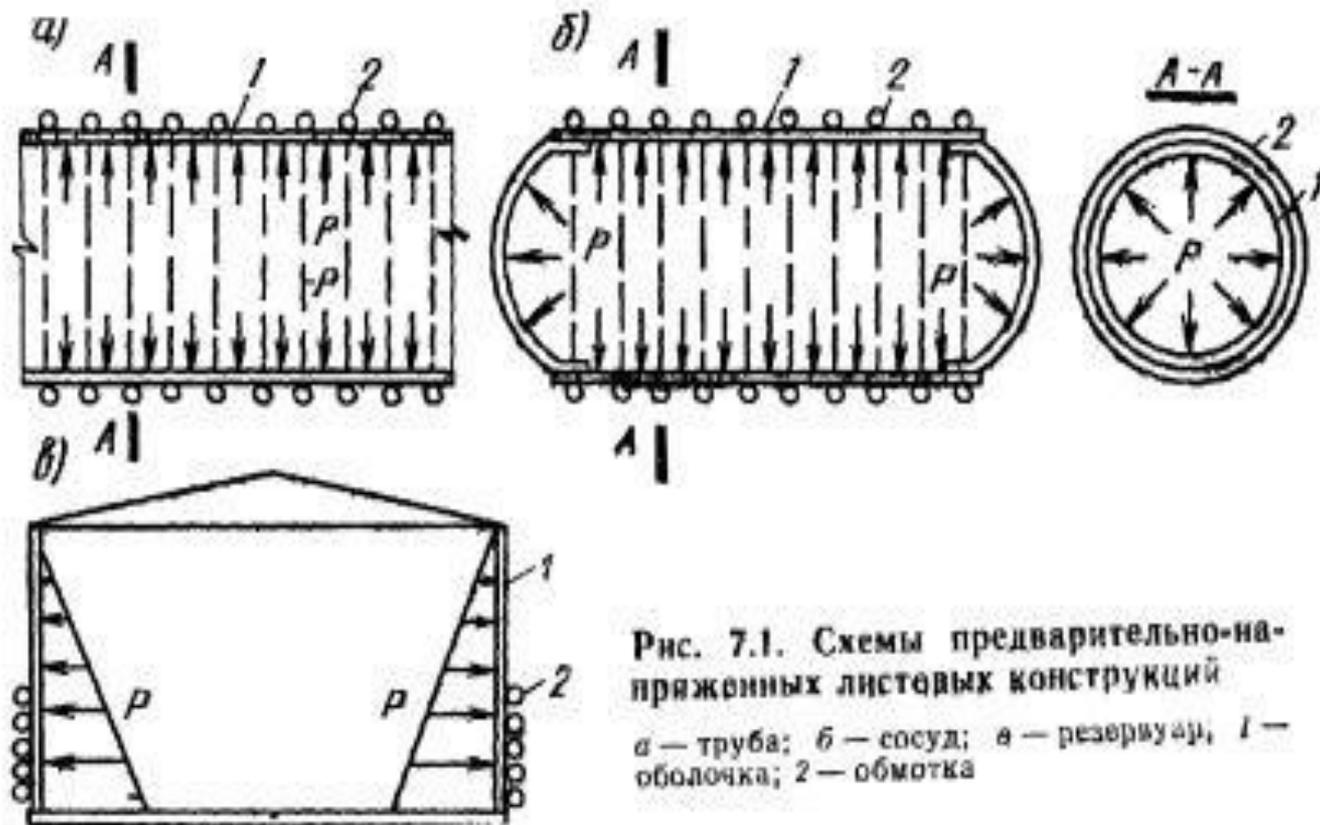


Рис. 7.1. Схемы предварительно-напряженных листовых конструкций
а — труба; б — сосуд; в — резервуар; 1 — оболочка; 2 — обмотка

В качестве обмотки могут применяться:

- Высокопрочная стальная проволока
- Высокопрочная стальная лента
- Стеклонити в один или несколько слоев

Навивка проволоки

Навивка проволоки производится тремя способами:

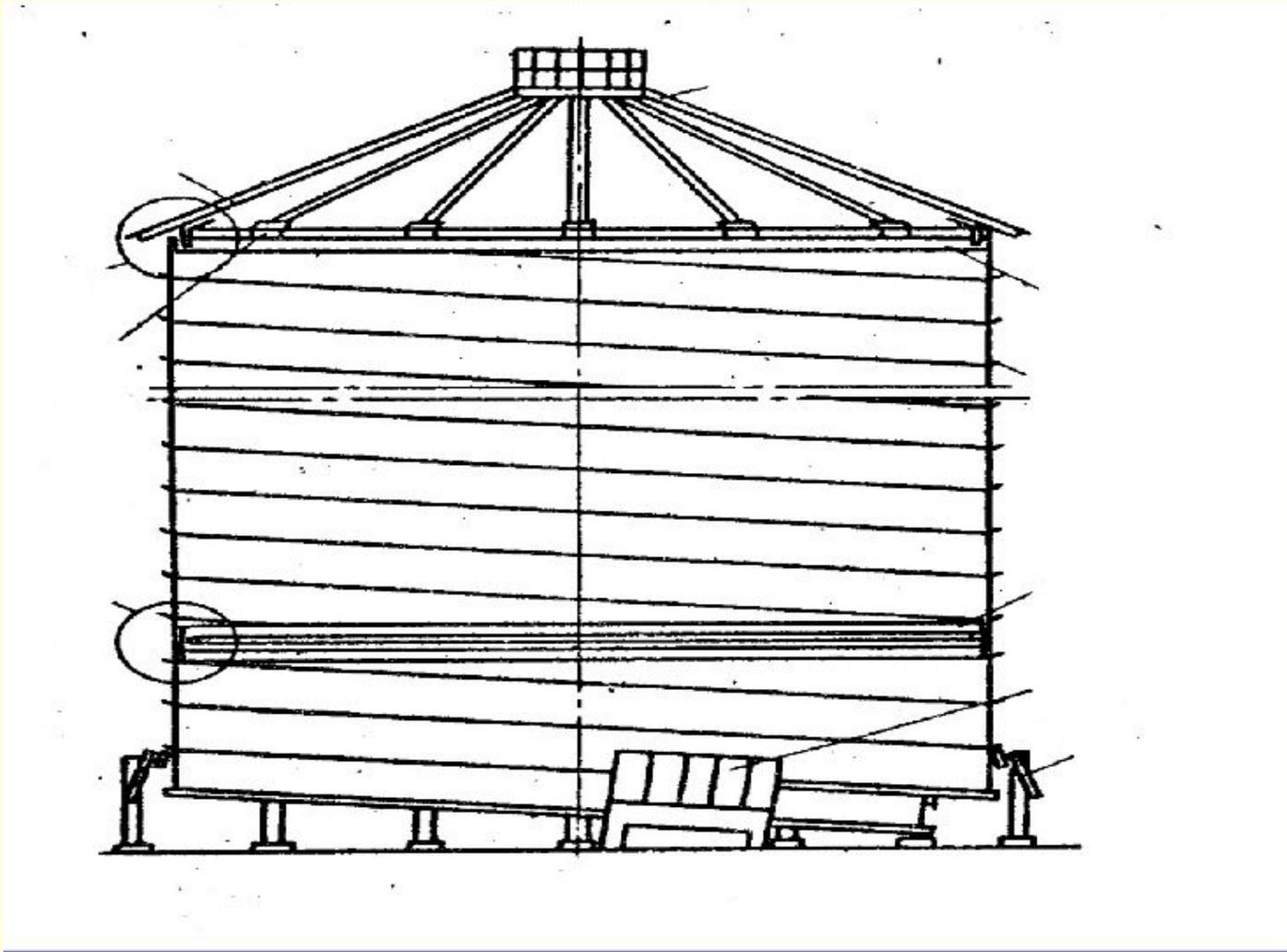
- Способ кольцевой навивки
- Способ спиральной навивки
- Навивка лентой

С помощью высокопрочной предварительно растянутой обмотки перераспределяют усилия в конструкции таким образом, чтобы разгрузить внутренний слой (сделать его более тонким) из менее прочного материала и в случае применения алюминиевых или титановых сплавов более дорогого материала.

Спиральная навивка

- При навивке напряженной арматуры по спирали уменьшаются не только кольцевые, но и продольные напряжения внутренней оболочки от расчетных нагрузок. Этот способ уместен для баллонов габаритных размеров, в которых одновременно могут быть преднапряжены и сферические днища. Внутренняя оболочка может служить как бы оправкой для навивки и иметь минимальную толщину, определяющуюся условием обеспечения устойчивости ее при навивке первого слоя и коррозионной стойкостью материала в случае агрессивной рабочей среды. Толщина обмотки при этом получается большой.

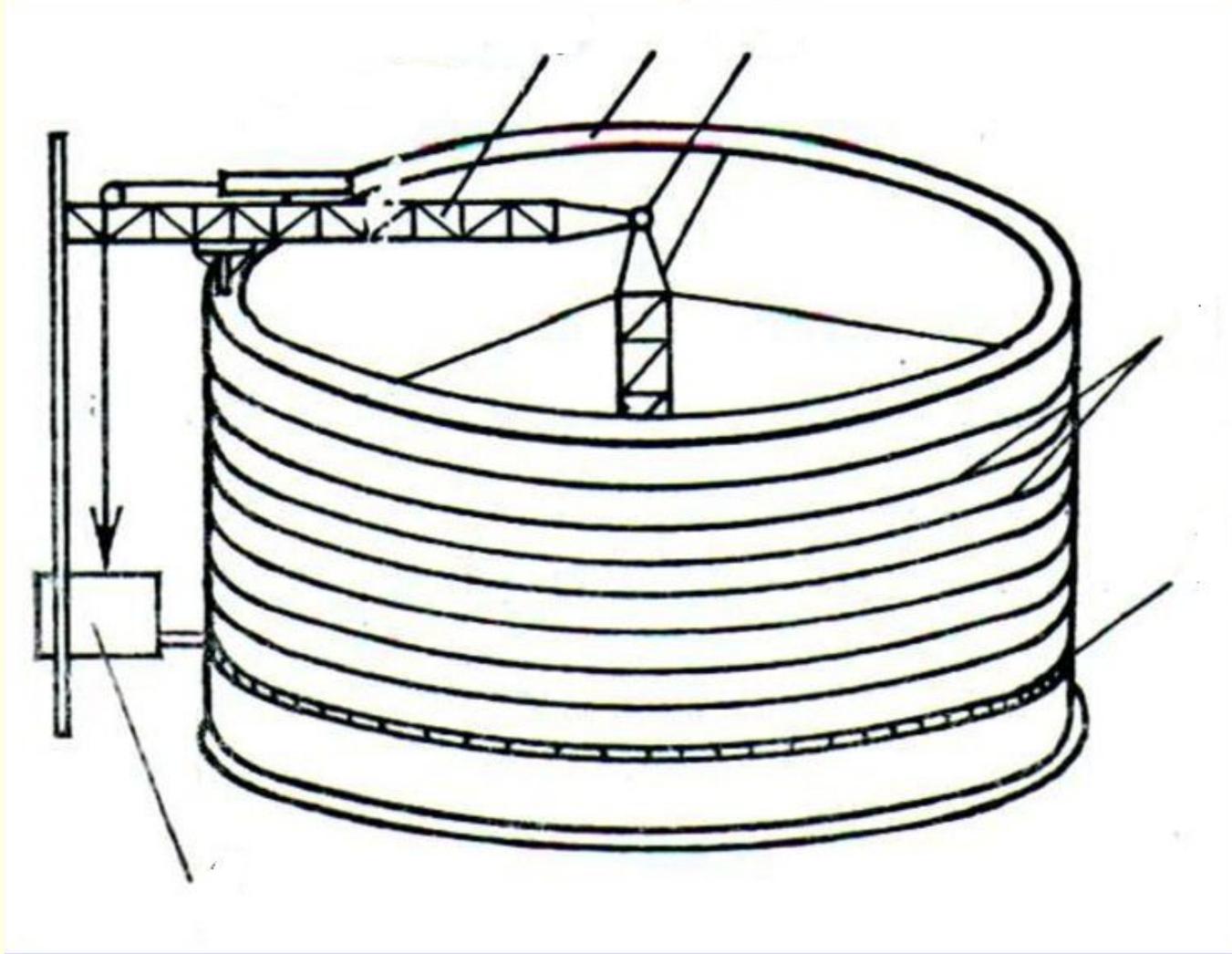
Спиральная навивка



Кольцевая навивка

- Технологически наиболее прост способ кольцевой навивки, когда витки укладываются вплотную один к другому или располагаются с некоторым шагом. Но тогда уменьшаются только кольцевые напряжения во внутренней оболочке. А так как в цилиндрическом сосуде при внутреннем давлении кольцевые напряжения в 2 раза больше продольных, то с помощью кольцевой обмотки можно получить равнопрочную в обоих направлениях конструкцию. В этом случае минимальная толщина оболочки определяется прочностью ее в продольном направлении, т.к обмотка в этом направлении не работает. Необходимая толщина обмотки получается значительно меньше, чем толщина оболочки. Сказанное позволяет сделать вывод, что кольцевой навивкой можно уменьшить вес внутренней оболочки в 2 раза. Большого эффекта можно достичь, если оболочка будет использована из материала с меньшим модулем упругости, чем у обмотки.

Кольцевая навивка



Навивка лентой

Еще один вариант кольцевой навивки – многослойная обмотка тонкостенного сосуда профилированной высокопрочной лентой. Специальный профиль ленты позволяет выпуклостям верхних слоев плотно входить в слои предыдущих. Витки ленты смежных слоев взаимоперекрываются на треть ширины витка. Это сделано для восприятия пакетом обмотки продольных усилий. Плотность пакета должна обеспечиваться предварительным нагреванием ленты до 700 градусов с быстрым ее охлаждением после укладки.

Основные возможности предварительного напряжения МЛК:

- Предварительное напряжение позволяет снизить металлоемкость и стоимость конструкции, а в ряде случаев и трудоемкость. Снижение расхода металла получается благодаря введению в работу высокопрочной обмотки. Снизить трудоемкость можно, уменьшив толщину стенок оболочки, что упрощает заготовку и сварку листов. Снижение массы металла и стоимости происходит в результате частичной замены листового металла меньшей прочностью высокопрочной обмоткой .