

СБОРНЫЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ЕМКОСТИ ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКА

В.М. Асташкин, Д.А. Маликов

Достоинством сборных емкостей по сравнению с изготавливаемыми на месте в полевых условиях является лучшее качество стеклопластика, быстрота возведения и отсутствие потребности в мобильном сложном специальном оборудовании. Стенка сборных вертикальных цилиндрических емкостей выполняется из отдельных сегментов, соединяемых на монтаже между собой продольными швами. Анализ работы обычно применяемого фланцевого соединения сегментов и причин имеющихся случаев разрушения таких емкостей выявил ряд недостатков фланцевых соединений, которые могут быть устранены лишь частично. Кардинально улучшить конструкцию емкостей, создав более благоприятное напряженное состояние в зоне стыка сегментов, можно применив их соединение на накладках или внахлестку. Это устраняет изгибающие моменты в зоне стыка и позволяет повысить прочность стеклопластика за счет изготовления сегментов намоткой.

Ключевые слова: вертикальные емкости цилиндрические, сборные, стеклопластик.

Стеклопластик оправдал себя в условиях применения для изготовления емкостей под различные жидкости, в том числе агрессивные [1].

Исходя из условий транспортировки, оболочку стенки вертикальных стеклопластиковых емкостей диаметром более 3,6 м обычно изготавливают на месте в полевых условиях намоткой на неподвижную оправку [1]. Может быть применен и метод изготовления оболочек вертикальной мокрой намоткой стеклоткани на короткую вращающуюся оправку с циклической сдвижкой оболочки вверх и ее подращиванием снизу до получения ее необходимой длины. При этом последовательность операций следующая: наматывается и отверждается первая секция оболочки, она сдвигается по оправке вверх, далее без отрезки ткани продолжается намотка следующей секции, при этом образуется монолитный стык между наращиваемой и подращиваемой секциями [2, 3].

Альтернативой изготавливаемых на месте емкостей является выполнение их сборными. Достоинством сборных емкостей является лучшее качество стеклопластика, быстрота возведения и отсутствие потребности в мобильном сложном специальном оборудовании. Недостатком является наличие стыков элементов.

Стенка сборных вертикальных цилиндрических емкостей выполняется из отдельных сегментов (верблей), соединяемых на монтаже между собой продольными швами. Крышки емкостей – выпуклые, днище – плоское, на песчаной подушке около 25 мм. Сборные элементы крышки и днища соединяют бандажированием стыков.

Отдельные сегменты изготавливаются, как правило, контактными формованием ручной выкладкой стекловолоконного материала по форме с его пропиткой полимерным связующим, либо напылением. Традиционное соединение сегментов 1 между собой – вертикальным фланцем 2 по их отбортовке (рис. 1а) с соединением болтами 3 с гайками 4 и герметизацией шва внутренним бандажом 6.

От действия гидростатического давления в стенке емкости в окружном направлении возникают большие растягивающие усилия, которые должен воспринять вертикальный стык сегментов. Считалось, что распределение усилий между бандажом и стягивающими фланец болтами идет поровну. При этом не учитывалась разная податливость бандажа и болтового соединения, последняя обусловлена изгибом фланца 2 и смятием стеклопластика под шайбами 5. Анализ причин имеющихся случаев разрушения таких емкостей показал, что податливость бандажа значительно ниже, чем болтового соединения, поэтому именно бандаж берет на себя большую часть усилия и возможно его разрушение от разрыва или скалывания по шву при формовке. А после этого все усилие передается на фланцевое соединение и происходит его разрушение от изгиба, вызванного несовпадением оси болта и осевой линии стенки. Эти исследования были проведены нами после разрушения в 2001 году емкости под электролит диаметром 4,5 м и объемом 125 м³. После этого весь парк таких емкостей был усилен стяжными

кольцами. Исследования напряженного состояния стеклопластиковых емкостей диаметром 7,8 м и объемом 250 м³, изготовленных итальянской фирмой BETA SERVATOI S.R.L. (г. Парма), также с сопряжением сегментов стенки на продольных фланцах, показало, что они тоже нуждаются в усилении. Для этого выполнялись прорези в фланцах и этой зоне наформовывались кольцевые стеклопластиковые бандажи.

Уменьшить величину изгибающего фланец момента можно за счет выполнения внутренней поверхности сегментов в зоне кромок с выгибом внутрь оболочки [4], что уменьшает величину эксцентриситета e (рис. 1б). Подобный эффект достигается также за счет ниш 7 под болты 3 (рис. 1в).

Для усиления стенки и разгрузки стыков сегментов используют также следующий прием [1]. Отбортованные кромки сегментов стыкуют, изнутри накладывается бандаж. После сборки корпуса емкости в кромках делают прорезы и на наружную поверхность в эти прорезы наматывают по спирали непрерывный стальной трос.

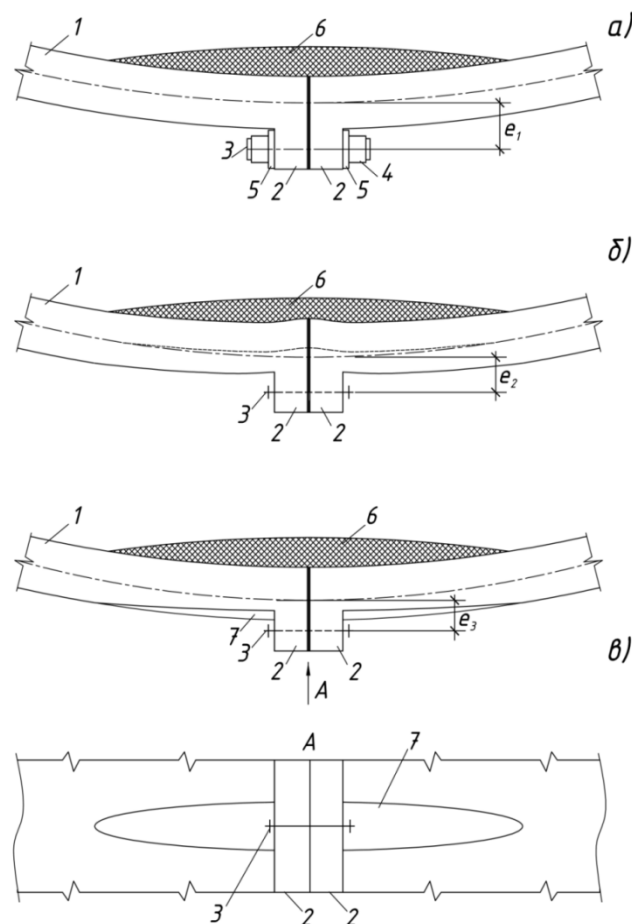


Рис. 1. Варианты фланцевого сопряжения сегментов стенки сборной вертикальной емкости

Кардинально улучшить конструкцию емкостей, создав более благоприятное напряженное состояние в зоне стыка сегментов, можно исключив фланцевые соединения сегментов на накладках [5, 6].

В этом случае (рис. 2) сборная цилиндрическая оболочка состоит из сегментов 1, выполненных из стеклопластика и образованных разрезкой оболочки по образующей. Продольные кромки 2 сегментов 1 выполнены гладкими, без выступов, и сопряжены между собой с образованием продольного стыка 3. На стыке 3 установлены накладки 4, соединенные с кромками 2 сегментов 1 радиально установленными дискретными связями 5, например болтами или винтами с потайной головкой 9. Между накладкой 4 и кромкой 2 сегментов 1 нанесен клеевой состав 6. Для повышения прочности и герметизации на стык 3 изнутри оболочки наложен бандаж 7 из стеклопластика.

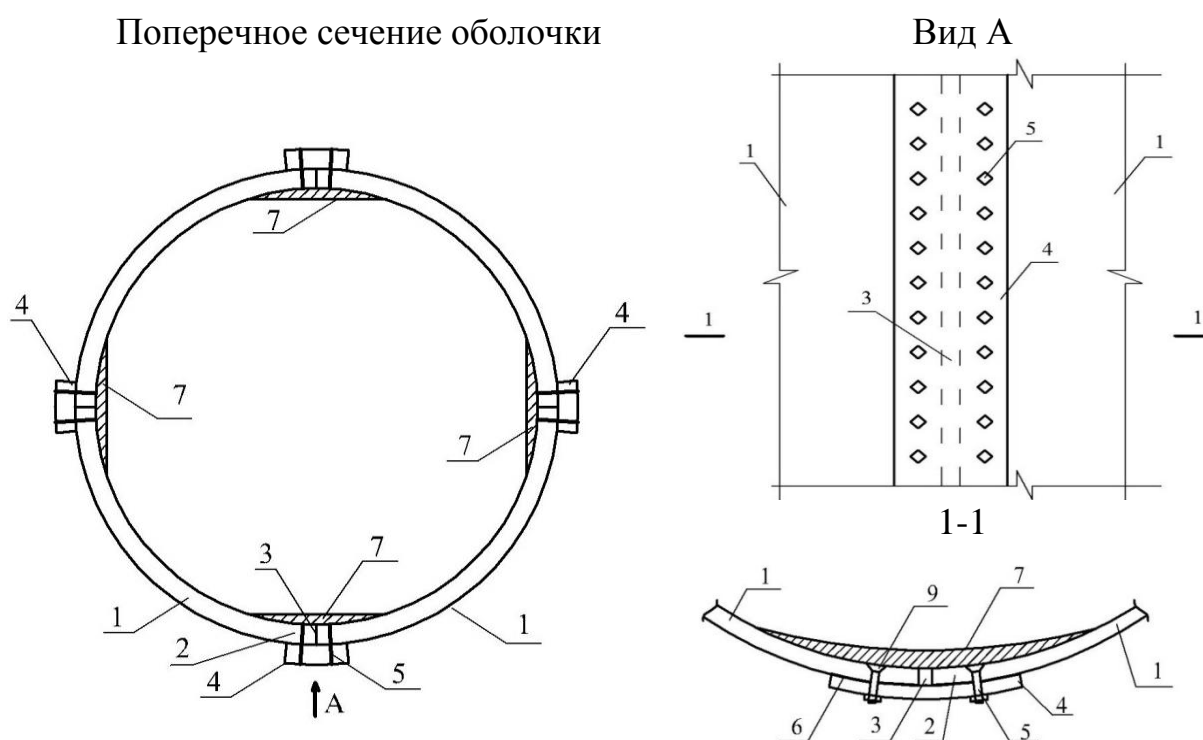


Рис. 2. Сопряжения сегментов стенки
сборной вертикальной емкости на накладках

Отсутствие у сегментов 1 фланцев упрощает конструкцию оболочки и снижает ее материалоемкость, а радиально установленные связи 5 обеспечивают прижим кромок сегментов к накладке 4, что исправляет их деформации. При этом устраняется уступ в стыке, в результате внутренний бандаж получается ровный. Податливость клеевого соединения накладки 4 с сегментом 1 практически совпадает с податливостью бандажа 7, в результате усилия между ними распределяются поровну и в месте стыка не воз-

никает изгибающего момента. Отсутствие фланцев позволяет изготавливать сегменты методом намотки (рис. 3), установка для этого [7] включает в себя опорное основание 1, на котором закреплены стойки 2 с приводом вращения. На стойках 2 установлена составная оправка 3, образованная выпуклыми формообразующими элементами 4 и 5. Раскладчик 6 стеклоткани 7 перемещается вдоль оправки. Стеклоткань 7 пропускается через пропиточную ванну 8 и наматывается на составную оправку 3. После намотки и разрезки по стыку элементов 4 и 5 получаются гладкие сегменты стенки вертикальной емкости. Все это упрощает технологический процесс, повышает производительность и улучшает физико-механические характеристики материала, которые при изготовлении намоткой по сравнению с ручной выкладкой стеклоткани выше на 20 %, [8], а по сравнению с напылением – выше в 2 раза [9]. Это позволяет снизить материалоемкость оболочки за счет уменьшения ее толщины.

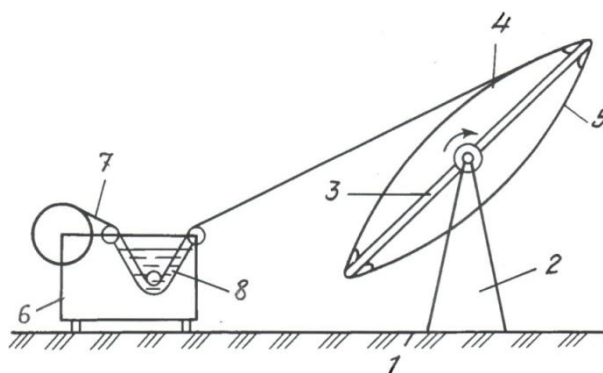


Рис. 3. Схема изготовления намоткой сегментов стенки сборной вертикальной емкости

Еще один вариант сборной емкости с соединением сегментов на накладках показан на рис. 4 [6].

В случае соединения сегментов на накладках на стыке сегментов 1 снаружи оболочки установлены с разрывами между собой короткие накладки 2. Разрывы накладок 2 по всем стыкам выполнены на одних уровнях и в разрывах установлены круговые бандажи 5. Длины накладок 2 и их разрывы, как правило, выполнены с переменным шагом согласно эпюре окружных усилий в оболочке.

Цилиндрические оболочки, собранные из сегментов 1, устанавливаются на днище 6, имеющее наружный уступ, и герметизируются наружной зачеканкой 7 и внутренним бандажом 8. Для установки крышки на верхней части сегментов сформирован раструб 9.

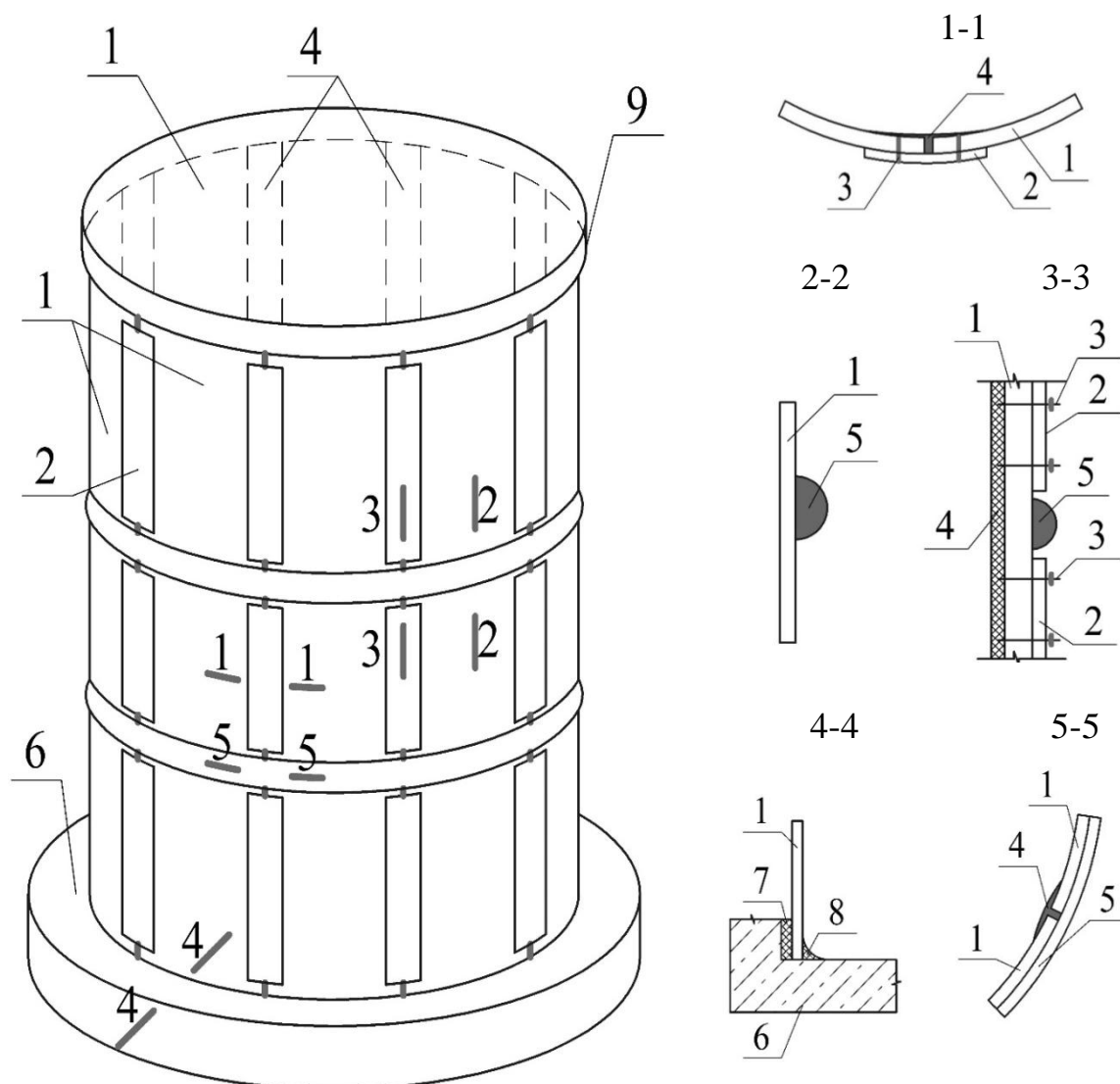


Рис. 4. Сборная вертикальная емкость

При работе оболочки под внутренним давлением окружающие усилия воспринимаются совместно клеевым соединением наклейки 2 с кромками сегментов 1, внутренним бандажом 4 и круговыми бандажами 5, за счет чего такая оболочка имеет повышенную прочность.

Вместо соединения сегментов с наклейками можно применить их соединение внахлестку [10].

Из анализа изложенного следует, что для сборных вертикальных емкостей наиболее целесообразным является стык сегментов с применением накладок или внахлестку.

Библиографический список

1. Маллинсон, Дж. Применение изделий из стеклопластиков в химических производствах / Дж. Маллинсон; пер. с англ.; под ред. В.И. Альперина, С.М. Перлина. – М.: Химия, 1973. – 240 с.

2. Асташкин, В.М. Методы реконструкции и ремонта дымовых труб / В.М. Асташкин, Д.А. Маликов, М.В. Мишнев // Вестник ЮУрГУ. Серия: «Строительство и архитектура». – 2012. – № 38 (297). – Вып. 15. – С. 14–18.

3. Мишнев, М.В. Основные принципы технологии изготовления и возведения дымовых труб из полимерных композиционных материалов способом вертикальной намотки с подрачиванием / М.В. Мишнев, В.М. Асташкин, Д.А. Маликов, А.С. Королев, Ф.А. Зырянов // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 3. – URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1837>.

4. Патент на ПМ 30912 РФ, МПК F16 L 9/22, E 04 H 7/02. Сборная цилиндрическая оболочка из композиционного материала / В.М. Асташкин, В.А. Пазушан, Д.А. Громов. – Заявлено 31.01.2003; опубл. 10.07.2003, Бюл. № 19. – 5 с.

5. Патент на ПМ 115033 РФ, МПК F16L 9/00. Сборная стеклопластиковая цилиндрическая оболочка / К.А. Горелый, Е.В. Малютин, А.З. Хананнов и др. – Заявл. 23.11.2011; опубл. 20.04.2012, Бюл. № 11. – 6 с.

6. Патент на ПМ 147985 РФ, МПК F16L/9/00. Сборная стеклопластиковая цилиндрическая оболочка / С.Б. Шматов, В.М. Асташкин, С.Ю. Ветохин и др. – Заявл. 22.07.2014; опубл. 20.11.2014, Бюл. № 32. – 7 с.

7. Патент 2051037 РФ, МПК В 29 С 43/20. Способ изготовления выпуклых изделий из стеклопластика и устройство для его осуществления / В.М. Асташкин, В.А. Пазушан, М.В. Асташкин. – Заявлено 04.12.91; опубл. 27.12.95, Бюл. № 36. – 6 с.

8. Дымовые трубы и элементы газоотводящих трактов из полимерных композиционных материалов: монография / В.М. Асташкин, В.С. Жолудов, А.З. Корсунский и др.; под ред. Б.В. Гусева и К.А. Горелого. – Челябинск: «Абрис-принт», 2011. – 155 с.

9. Руководство по проектированию, расчету и методам контроля газоходов и ванн из бипластмасс / В.М. Асташкин, С.Г. Иванов, Н.С. Кувшинов, В.В. Продайко; под ред. В.М. Асташкина. – М.: ЦБНТИ ММСС СССР, 1979. – 122 с.

10. Сборные стеклопластиковые резервуары производства ЗАО «Трайденис». – URL: www.traidenis.com.

[К содержанию](#)