

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО БАЛЛОНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Верещака С.М., Жигилий Д.А.

Решение вопросов надежности и технологичности изготовления баллонов высокого давления для компрессоростроения, снижение их удельной массы и габаритов, по-прежнему, остается актуальной задачей. Один из подходов к решению этой задачи - применение комбинированных баллонов.

Сочетание относительно жесткой металлической оболочки и оболочки, изготовленной методом намотки высокопрочных волокон (стеклянных, борных, углеродных), пропитанных эпоксидным связующим, позволяет снизить удельную массу комбинированных баллонов по сравнению со стальными баллонами, примерно, на 50%.

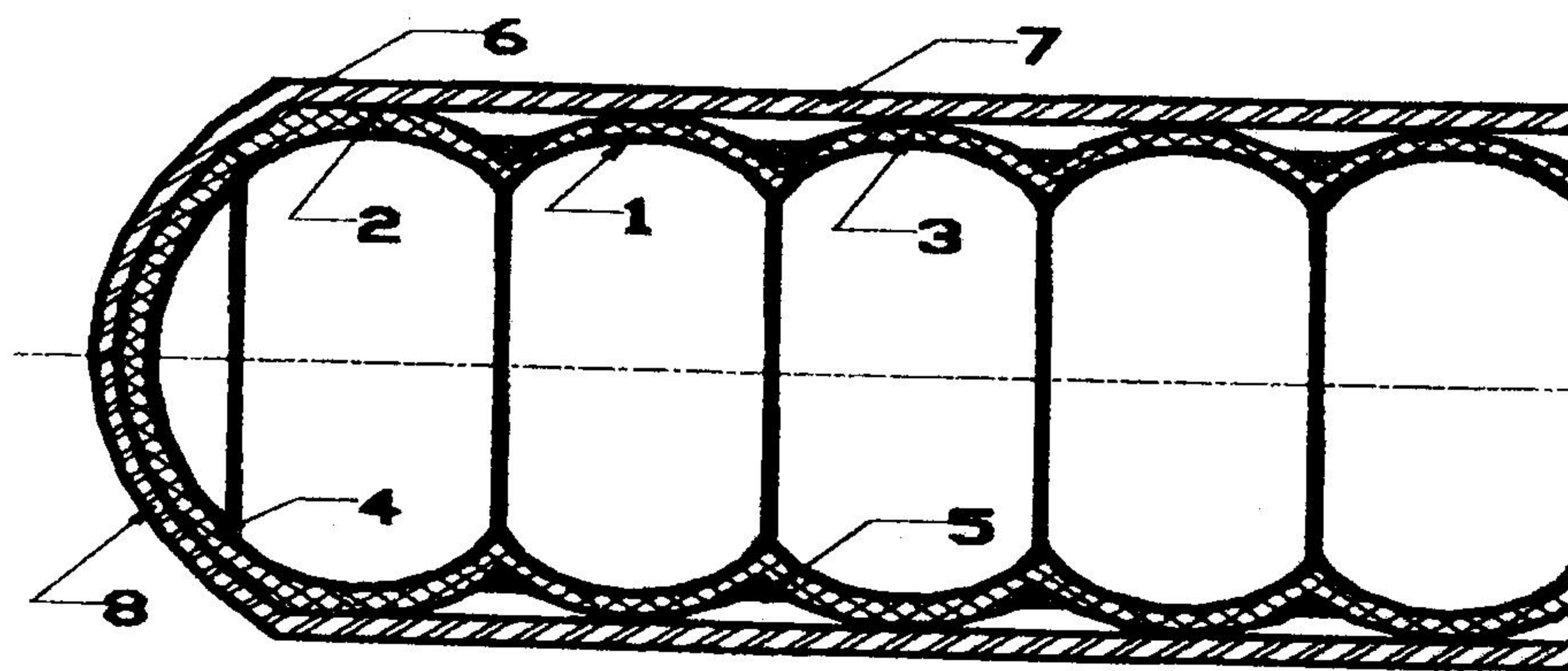
При работе указанных комбинированных баллонов из-за существенного различия модулей упругости материала одни слои оболочки, как правило, оказываются перегруженными, другие недогруженными. Кроме того, стеклопластиковые части баллона должны быть покрыты дополнительным защитным слоем из высокопрочного пластика или металла. Указанные причины снижают надежность таких конструкций, увеличивают удельную массу баллонов и усложняют технологию их изготовления. Поэтому при создании конструкций облегченных газовых баллонов особое внимание уделяется выбору их оптимальной геометрической формы, что позволяет в сочетании с применением новых композиционных материалов исключить возможность появления значительных изгибных деформаций стенок баллона и обеспечивает условие их равнопрочности.

В данной работе решена задача определения напряженно-деформированного состояния (НДС) усовершенствованной конструкции многослойного баллона (рис.1) и выбора оптимальной геометрической формы и рационального сочетания физико-механических свойств материала отдельных слоев, что позволит создать условия равнопрочной работы стенок баллона по толщине, повысить его работоспособность, эксплуа-

тационные показатели и надежность.

Анализ результатов расчета НДС рассматриваемой конструкции комбинированного баллона давления заявляемой конструкции показывает, что величину окружных и продольных напряжений можно заметно уменьшить путем замены цилиндрической части баллона набором тороидальных сегментов. Как известно, при действии внутреннего давления в цилиндрических оболочках возникают растягивающие напряжения, максимальные из которых направлены в окружном направлении. В случае безмоментного состояния величина окружных напряжений в два раза больше продольных. Кроме того, путем варьирования углов армирования отдельных слоев составной тороидальной оболочки удастся достичь выполнения условий равнопрочной работы материала рассматриваемой конструкции. Жесткость составной тороидальной оболочки в радиальном направлении обеспечивается устройством усиливающих шпангоутов из углепластика в местах стыка сегментов. Указанные шпангоуты практически исключают появление нормальных перемещений вдоль экватора отдельных тороидальных сегментов. Деформативность несущей стеклопластиковой оболочки в продольном направлении устраняется жесткой вдоль оси баллона стальной защитной оболочкой.

На рисунке изображено сечение комбинированного баллона в продольном направлении.



Комбинированный баллон давления содержит внутреннюю полиэтиленовую оболочку 1, несущую стеклопластиковую оболочку 2, цилиндрическая часть которой выполнена в виде набора тороидальных сегментов 3. В торцевых участках несущей стеклопластиковой оболоч-

ки 2 расположены формирующие детали сферических днищ 4. Торoidalные сегменты 3 усилены в местах их стыка шпангоутами 5, выполненными из углепластика. Кроме того, несущая стеклопластиковая оболочка 2 защищена с внутренней стороны полиэтиленовой оболочкой 1, а с наружной — стальной обшивкой 6, которая состоит из круговой цилиндрической оболочки 7 и сферических днищ 8, контактирующих со сферическими днищами 4 несущей стеклопластиковой оболочки 2.

Расчёт НДС проводился на базе программного комплекса ANSYS 7.0. Конечно элементная модель включает порядка 4000 8-ми узловых элементов PLANE82, что позволяет получить более точные результаты для смешанных четырёхугольно-треугольных автоматических разбивок и позволяет смягчить нерегулярность разбивки без потери точности. При этом 8-ми узловой элемент имеет хорошо совместимые картины перемещения и, следовательно, подходит для криволинейных границ. Для моделирования анизотропии физико-механических характеристик материала баллона были введены дополнительные системы координат ортотропных элементов.

Как показали проведенные расчеты, рассматриваемая конструкция комбинированного баллона давления позволяет заметно уменьшить величину окружных и продольных напряжений, достичь выполнения условий равнопрочной работы материала рассматриваемой конструкции, что значительно повышает ее работоспособность и эксплуатационные показатели.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПРОЧНОСТИ И ЖЕСТКОСТИ ДВУХОПОРНОЙ БАЛКИ, НАГРУЖЕННОЙ СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ СИЛАМИ

Федорченко Т.Г., Зябка Я.А.

Для элементов конструкций и деталей машин важное значение имеет не только прочность, но и жесткость. Значительные прогибы валов приводят к нарушению зацепления в зубчатой передаче, недопустимым перекосам колец подшипников, что способствует преждевременному изнашиванию зубьев и быстрому выходу из строя подшипников. Если бал-