

Изобретение относится к конструкции комбинированных баллонов давления и может быть использовано при изготовлении легких баллонов для автомобилей, летательных аппаратов, перевозки сжатых газов.

Известен баллон, содержащий герметичную металлическую гофрированную обечайку, соединенную с эллиптическими или сферическими днищами и охваченную наружной оболочкой, выполненной из композиционного материала и закрепленной концевыми участками к днищам с помощью прижимных и упорных колец.

Нахлесточные соединения обечайки с днищами являются недостаточно прочными, и по ним могут происходить разрушения баллона, особенно при циклических нагружениях. Вследствие низкого модуля упругости композиционного материала имеет место недогружение оболочки под действием внутреннего давления, и обечайка проявляет склонность к разрушению задолго до исчерпания запаса прочности оболочки. Композиционный материал на порядок дороже стали, а формирование оболочки из него достаточно сложно, трудоемко и требует применения дефицитных компонентов.

Задачей изобретения является усовершенствование баллона путем улучшения соединений обечайки с днищами, изменения конструкции и материала оболочки, оптимизации толщин, создания необходимых предварительных напряжений в баллоне, что позволяет повысить его работоспособность, увеличить вместимость V , уменьшить массу m и показатель m/V , упростить технологию изготовления, снизить стоимость.

Указанная задача достигается тем, что в баллоне, содержащем металлическую обечайку, соединенную со сферическими или эллиптическими днищами и охваченную наружной оболочкой, стальные обечайка и днища сварены встык без усиления швов, а оболочка выполнена толщиной не превышающей 1,5 толщины обечайки, в виде кольцевых витков стальной проволоки прочностью не менее прочности обечайки. Более совершенным является баллон, прочность проволоки которого составляет 1,1 - 15,0 прочности обечайки и в обечайке которого созданы напряжения сжатия, не превышающие 0,5 расчетного напряжения от рабочего давления.

Сварные стыковые соединения без усилений (утолщений) швов обладают высокой прочностью при циклических нагружениях и обеспечивают герметичность корпуса. Они просты в выполнении. Это позволяет изготавливать обечайку и днища из листового проката, который выпускается в значительно более широких пределах размерного и марочного ассортиментов, более высоких точности и прочности, чем бесшовные трубы. Наружная оболочка в виде кольцевых витков проволоки усиливает обечайку в продольном сечении, а равенство модулей упругости стальных обечайки и проволоки обеспечивает равномерное их нагружение под действием внутреннего давления, благодаря чему достигается более высокая эффективность усиления, чем в прототипе. Дополнительное усиление происходит при создании в обечайке, предварительных напряжений сжатия в сочетании с применением более прочной проволоки. Это позволяет повысить рабочее давление, вместимость баллона, уменьшить толщину его стенки, массу, отношение массы к объему m/V .

Изготовление оболочки из проволоки проще, чем из композиционного материала, и весь баллон может быть выполнен из относительно недорогих и недефицитных сталей, что обеспечивает снижение в 1,4 - 1,7 раза стоимости его по сравнению с прототипом.

Усиливающее действие оболочки возрастает с увеличением ее толщины. При плотном прилегании друг к другу витков проволоки оболочки толщиной, равной 1,3 толщины обечайки, достигается равенство напряжений в продольном и поперечном сечениях обечайки, проволоке и днищах. С учетом неплотности прилегания витков проволоки, которая может достигать 10 - 15%, максимальная толщина оболочки составляет 1,5 толщины обечайки. Дальнейшее увеличение толщины оболочки является избыточным, т.к. напряжение в продольном сечении становится ниже, чем в поперечном сечении и днищах, работоспособность баллона практически не повышается, а происходит только увеличение его массы и стоимости. Выполнение оболочки из проволоки менее прочной, чем обечайка, нецелесообразно вследствие склонности к более раннему разрушению и необходимости дополнительного увеличения толщины оболочки. Более прочная проволока повышает запас прочности оболочки.

Предварительные сжимающие напряжения в обечайке созданы путем обжатия оболочкой. Для компенсации возникающих при этом растягивающих напряжений в проволоке, прочность последней должна быть увеличена по сравнению с прочностью обечайки в 1,1 - 15,0 раз. Проволоку, прочность которой ниже приведенных значений, применять нецелесообразно вследствие перенапряжения ее под рабочим давлением при допустимых колебаниях прочности 10%. Более высокое отношение прочностей невозможно, т.к. максимальная прочность стальных проволок составляет 5300 - 55500 МПа, минимальная прочность стали, используемой для корпусов баллонов, - 370 - 400 МПа, а

$$\frac{5550}{370} = 15,0$$

максимальное их отношение -

Оптимальное конструктивное решение баллона обеспечивает равновероятность разрушения его во всех сечениях под действием внутреннего давления, что в первом приближении достигается равенством коэффициентов запаса прочности. Повышение предварительных напряжений сжатия вызывает повышение запаса прочности обечайки. Максимальное сжимающее напряжение, при котором можно достичь равенства коэффициентов запаса прочности обечайки (в поперечном и продольном сечениях), днищ и проволоки, составляет - 0,5 расчетного напряжения от рабочего давления. Большие обжатия нецелесообразны ввиду нежелательного уменьшения коэффициента запаса прочности проволоки ниже коэффициента запаса прочности корпуса и опасности преждевременного разрушения оболочки, а за ней - обечайки.

На чертеже показан предложенный баллон.

Баллон содержит герметичный корпус, состоящий из стальных обечайки 1 и сферических или эллиптических днищ 2. Сварная или бесшовная обечайка сварена с днищами. Сварные соединения 3 выполнены стыковыми без усиления (утолщения) швов. По всей цилиндрической части корпус охвачен оболочкой 4 толщиной, не превышающей 1,5 толщины обечайки, в виде кольцевых витков стальной проволоки. Прочность которой не менее прочности обечайки. Если оболочка выполнена из проволоки прочностью, составляющей 1,1 - 15,0 прочности обечайки, то в последней целесообразно создать сжимающие напряжения, не превышающие 0,5 расчетного растягивающего напряжения от рабочего давления.

Под действием рабочего внутреннего давления в баллоне возникают растягивающие напряжения, которые обычно в продольном сечении обечайки 1 выше, чем в поперечном сечении и днищах 2. Оболочка 4, воспринимая на себя часть нагрузки, способствует снижению напряжений в продольном сечении обечайки 1, особенно с увеличением

толщины. В поперечном сечении оболочка 4 не испытывает нагружения и не оказывает усиливающего воздействия на обечайку 1. Поэтому при увеличении толщины оболочки до 1,3 толщины обечайки при плотном прилегании друг к другу витков проволоки или до 1,5 толщины обечайки при неплотности прилегания до 10 - 15% в продольном сечении обечайки и в проволоке напряжения снижаются до уровня в поперечном ее сечении. При дальнейшем увеличении толщины оболочки напряжения в продольном сечении обечайки и в проволоке становятся ниже, чем в поперечном сечении и днищах, т.е. последние становятся более слабыми элементами баллона, а толщина оболочки избыточной.

С подачей внутреннего давления при наличии в обечайке предварительно созданных напряжений сжатия происходит вычитание их из растягивающих напряжений; при этом в проволоке напряжения от натяжения и внутреннего давления суммируются.

Предложенная конструкция баллона отличается более рациональным использованием материалов (меньшая разность прочностей и коэффициентов запаса прочности в различных сечениях и элементах). Поэтому толщина, масса и m/V предложенного баллона в несколько раз меньше, чем у аналога. По сравнению с прототипом толщины оболочки и обечайки баллона предложенной конструкции также меньше; стоимость этих баллонов в 1,4 - 1,7 раза ниже. Обжатие обечайки оболочкой, выполненной в виде кольцевых витков проволоки, позволяет добиться более низких значений массы и m/V предложенного баллона, чем у прототипа.

