

Общество с ограниченной ответственностью
Производственно-промышленное предприятие
«Ярпожинвест»

Утверждаю:

Генеральный директор

ООО ПП «Ярпожинвест»

Воронов А.О.



Расчёт на прочность
баллонов сварных стальных
диаметром от 110 мм до 375 мм на давление 1,6 МПа (16,3 кгс/см²)
производства ООО ПП «Ярпожинвест»

г. Ярославль, 2015

Содержание

1. Анализ конструктивной схемы корпусов	3
2. Методика расчета	3
3. Расчет статической прочности цилиндрических обечаек.....	5
4. Расчет усталостной прочности цилиндрических обечаек.....	6
Заключение.....	7
Список литературы.....	8
Приложение	9

1 Анализ конструктивной схемы корпусов

Баллоны сварные стальные порошковых огнетушителей производства ООО ППП «Ярпожинвест» с рабочим давлением 1,6 МПа (16,3 кгс/см²) с наружным диаметром от 110 мм до 375 мм.

Минимальное значение предела прочности для стали 08ПС, из которой изготовлены баллоны - 3987 кгс/см².

Наиболее слабым местом по прочности являются цилиндрические обечайки, поэтому в дальнейшем расчёты относятся именно к этой части корпусов баллонов.

2 Методика расчёта

Расчёт на прочность цилиндрических обечаек, нагруженных внутренним избыточным давлением P .

При этом окружные напряжения σ_o :

$$\sigma_o = \frac{PD_o}{2S};$$

где P – рабочее давление, кгс/см²;

D_o – диаметр обечайки, см;

S – толщина обечайки, см;

$$D_o = D_n - 2 * S;$$

где D_n – наружный диаметр, см;

и меридиальные напряжения σ_m :

$$\sigma_m = \frac{PD_o}{4S};$$

где P – рабочее давление, кгс/см²;

D_o – диаметр обечайки, см;

S – толщина обечайки, см

Как известно, предельные состояния по образованию пластических деформаций или по разрушению в рамках силовых критериев описываются несколькими классическими гипотезами прочности (1,2):

- наибольших нормальных напряжений;
- наибольших линейных деформаций;
- наибольших касательных напряжений;

- энергии формоизменения.

Две первые, как правило, используются для расчётов прочности элементов из хрупкого и малопластичного материалов. Для описания образования пластических деформаций или вязкого статического разрушения пластичных конструкционных металлических материалов при двухосном растяжении чаще используют последнюю гипотезу, что было реализовано и в нашем случае.

В приложении к двухосному напряженному состоянию, какое реализуется в баллонах давления, гипотеза энергии формоизменения имеет следующий вид:

$$\sigma_{\text{пр}} = \frac{\sqrt[3]{3}PD_0}{4S} = \{\sigma_T, \sigma_B\};$$

где $\sigma_{\text{пр}}$ – приведенное (эквивалентное) напряжение, кгс/см²;

σ_T, σ_B – предел текучести или прочности при одноосном напряжении, кгс/см².

Толщина стенки S была рассчитана в соответствии с ГОСТ 14249-89. Расчёты производятся при соблюдении равенства и с учетом:

$$S \geq S_p + C;$$

По ГОСТ 14249-89 п 2.3:

$$S_p = \frac{PD_0}{2[\sigma]\varphi_p - P};$$

где C – прибавка для компенсации минусового допуска, см;

S_p – расчётная толщина стенки обечайки, см;

φ_p – коэффициент прочности сварного шва.

$$C = C_1 + C_2 + C_3;$$

т.к. толщина стенки известна, то согласно ГОСТ Р 54522-2011 C_2 и C_3 можно не учитывать.

$$C_1 = C_{11} + C_{12};$$

где C_{11} – для прямых труб и обечаек, подтверждающихся на предприятии изготовителе механической обработке;

C_{12} – для деталей, деформирование которых при изготовлении не приводит к ослаблению стенки заготовки.

Допускаемое внутреннее избыточное давление $[P]$ в случаях расчета по предельным нагрузкам и для условий испытаний рассчитано по формуле:

$$[P] = \frac{2[\sigma]\varphi_p(S - C)}{D_o + (S - C)};$$

3 Расчёт статической прочности цилиндрических обечаек

Контрольные расчёты сварных баллонов с заданными выше характеристиками проведены на основе анализа напряжённо-деформированного состояния оболочек цилиндрической части корпусов. Толщина стенки цилиндрической части корпуса баллонов и величина допускаемого внутреннего давления рассчитывалась по формулам (5,6) соответственно. Величины испытательного и расчётного давлений выбраны согласно требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (ТР ТС 032/2013) (6)

Как видно из расчётов допускаемое внутреннее избыточное давление из условий прочности $[P]$ выше соответствующих значений расчётного давления (Под расчётным давлением для элементов сосудов следует понимать давление, на которое проводится их расчет на прочность). Согласно ГОСТ Р 54522-2011.

4 Расчёт усталостной прочности цилиндрических обечаек

Поскольку баллон в нагрузках с количеством циклов нагружения от давления менее 10^3 за весь срок эксплуатации, расчёт на усталостную прочность не проводится в соответствии с ГОСТ 14249-89.

Заключение

Таким методом расчёта показано, что корпуса баллонов порошковых огнетушителей с рабочим давлением 1,6 МПа (16,3 кгс/см²) и с наружными диаметрами от 110 мм до 375 мм в части прочности соответствует требованиям ТУ 4854-011-21703266-2015, и приложения 2 технического регламента Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (ТР ТС 032/2013) и имеют запас прочности в пределах от 3,463 до 4,138.

Список литературы

- 1 ГОСТ 14249-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчёта на прочность.
- 2 ГОСТ Р 54522-2011. Сосуды и аппараты высокого давления. Нормы и методы расчёта на прочность. Расчет цилиндрических обечаек, днищ, фланцев, крышек. Рекомендации по конструированию
- 3 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (ТР ТС 032/2013).
- 4 Гусенков А.П., Москвитин Г.М., Хорошилов В.Н. Малоцикловая прочность оболочечных конструкций. М., Наука, 1989, 254с.
- 5 Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Расчёты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность. М., Изд-во «Машиностроение», 1985, 224с.
- 6 Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трёх томах. Том. 1. М., Изд-во «машиностроение». 1968, 832с.