

УДК 621.778.2

Влияние локальных отклонений формы лейнеров на несущую способность металлокомпозитных баллонов

Имедадзе Григорий Александрович^(*)

imedadze@ya.ru

Аккуратов Игорь Леонидович

akkuratovigor1@gmail.com

ПАО «РКК «Энергия», Королёв, Московская обл., Россия

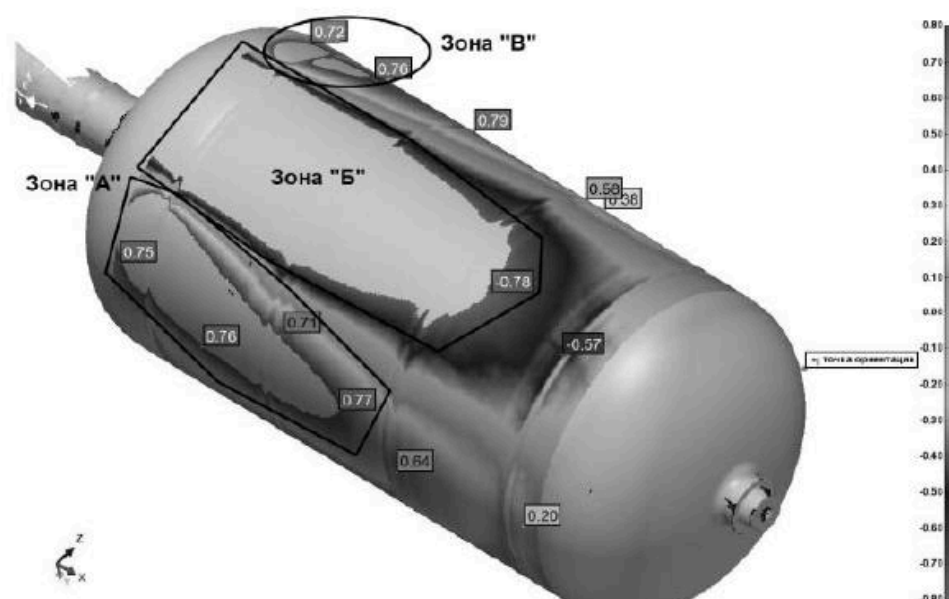
Аннотация. В докладе рассматривается проблема влияния на несущую способность металлокомпозитных баллонов давления отклонений формы тонкостенных сварных металлических лейнеров.

Ключевые слова: металлокомпозитный баллон, лейнер, геометрические несовершенства, несущая способность

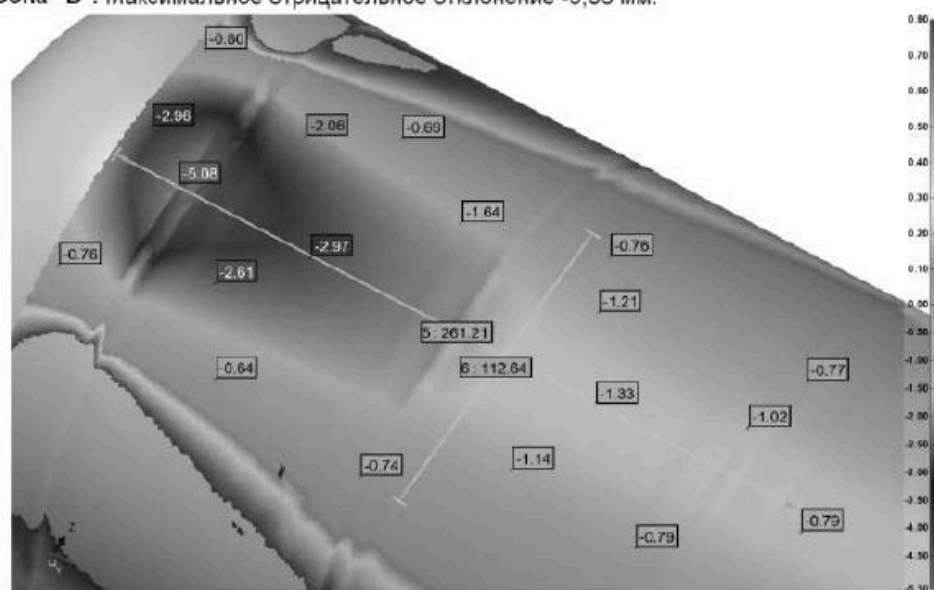
Введение. Конструктивно комбинированные баллоны высокого давления (КБВД) состоят из металлического лейнера, являющимся гермооболочкой, с нанесенной на нее силовой композитной оболочкой [1]. В процессе изготовления металлических лейнеров возможны появления дефектов в виде геометрических отклонения формы от требований, заложенных рабочей конструкторской документации (КД). Данные отклонения связаны с технологией изготовления гермооболочки, в частности из-за сварки [2]. Сама гермооболочка представляет собой тонкостенный сосуд, выполненный из нержавеющей стали, и состоящий из двух изотензoidных днищ и цилиндрической части, являющейся набором из трех цилиндров. Элементы конструкции лейнера соединены автоматической сваркой. Именно при сварке возможно образование геометрических отклонений формы, которые проявляются в виде локальных вмятин, выемок, выступов и выпуклостей.

Методы и материалы; результаты. В ходе проведения сканирования образцов гермооболочек были выявлены геометрические отклонения формы, которые представлены на рисунке. Несмотря на то, что в КД предусматриваются некоторые допустимые пределы отклонений, бывают случаи, когда на реальных образцах гермооболочек выявляются дефекты, превышающие пределы, установленных требованиями КД. В таблице приведены значения отклонения формы гермооболочек КБВД по сравнению с допустимыми предельными значениями, заложенных в КД.

Возникающие геометрические несовершенства, как видно из таблицы, влияют на несущую способность КБВД. Так, локальные вмятины и выпуклости создают концентрацию напряжений в зонах сопряжения металла и композита, что ведет к перераспределению нагрузок и снижению давления разрушения. Кроме того, несовершенства геометрии лейнера способны инициировать зоны отслоения композита в процессе термообработки намотанного пакета, в том числе из-за разницы коэффициентов термического расширения материалов металлического лейнера и композитной оболочки.



Зона "Б". Максимальное отрицательное отклонение -5,08 мм.



Результаты сканирования образца гермооболочки № 1

Влияние величины отклонений формы гермооболочек на давление разрушения КБ ВД

Образец гермооболочки	1	2	3
Максимальные значения отклонений, мм	+1,96	+1,32	+0,75
	-5,08	-1,91	-0,59
Предельные значения отклонений из КД, мм	-0,1		+0,2
Давление разрушения испытанное, кгс/см ²	660	720	810
Расчетное разрушающее давлени, кгс/см ²	500		

С учетом высокой стоимости изготовления металлических лейнеров и композитных баллонов в целом, проблема оценки допустимости использования оболочек с геометрическими несовершенствами имеет особую актуальность. В настоящее время некоторое количество лейнеров отбраковывается в связи со значительными превышениями отклонений формы, что приводит к существенным экономическим потерям. Если разработать научно обоснованные критерии допустимости дефектов и методы их количественной оценки, а также конструктивно-технологические способы компенсации геометрических отклонений металлической гермооболочки перед намоткой или в процессе намотки силовой композитной оболочки, то часть из этих изделий может сохранять достаточный уровень несущей способности для дальнейшего применения.

Заключение. Таким образом, актуальной научно-практической задачей является разработка методики оценки влияния геометрических несовершенств металлических гермооболочек на несущую способность металлокомпозитных баллонов высокого давления. Полученные результаты позволят не только глубже понять механизмы влияния дефектов, но и разработать практические критерии допуска лейнеров к намотке силовой композитной оболочки.

Список источников

- [1] Комков М.А., Тарасов В.А. *Технология намотки композитных конструкций ракет и средств поражения*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011, 400 с.
- [2] Васильев В.В., Мороз Н.Г. *Композитные баллоны давления. Проектирование, расчет, изготовление и испытания*. Москва, Машиностроение; Инновационное машиностроение, 2015, 373 с.