

Таким образом, проведен анализ напряженно-деформированного состояния стальных вертикальных резервуаров при эксплуатационных условиях нагружения и дефектах. Получены К-тарировочные функции первых поясов резервуаров, учитывающие изменение геометрических параметров поверхностной трещины в процессе эксплуатации и конструктивные особенности резервуаров. Использование полученных К-тарировочных функций позволяет повысить точность расчета КИН для поверхностных трещин различной формы в плане по сравнению с традиционным методом расчета на 10 – 20 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по безопасности вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов. – Сер. 03. – Вып. 69. – М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013. – 240 с.

**УДК 622.692**

### **РАЗГРУЖАЮЩЕЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КАННЕЛЮРНОЙ СТЕНКИ РЕЗЕРВУАРА И ВАНТОВОГО ПОКРЫТИЯ**

**М. А. Глазков, Л. Е. Землеруб, В. А. Климова**

*ФГБОУ ВПО «Самарский государственный технический университет»,  
Самара, Россия*

Недостатками конструкций вертикального стального цилиндрического резервуара (РВС, РВСП) являются работа стенки на растяжение при заполнении резервуара и относительно большой расход материала на сооружение стенки для обеспечения достаточной прочности конструкции. Кроме того, уторный узел (соединение стенки резервуара с крайкой днища с помощью сварки тавровым швом) в таком резервуаре работает как «пластический шарнир», а консоль крайки испытывает напряжения близкие к пределу текучести материала. Для компенсации напряжений, возникающих от изгибающего момента при опорожнении резервуара, днище резервуара и основание под ним приходится сооружать в виде конуса. Увеличение объема, а соответственно и диаметра резервуара приводит к снижению устойчивости стенки резервуара, а также вызывает ряд трудностей

при устройстве покрытия. Проблему крыш для резервуаров больших размеров пытаются решить с помощью плавающих крыш или алюминиевых конструкций стационарных крыш и понтонов. Однако данные виды покрытий не всегда выдерживают нагрузки, что приводит к возникновению аварийных ситуаций.

В работе рассматривается конструкция вертикального стального резервуара со стенкой каннелюрного типа (РВС-К) и висячим покрытием.

Стенка такого резервуара состоит из стальных листов, обращенных выпуклостью внутрь резервуара. Кольцевой участок стенки, состоящий из листов одинаковой толщины, называется поясом стенки резервуара, при этом высота пояса равна ширине одного листа. Каннелюрная панель представляет собой вертикальный участок стенки. Высота панели равна суммарной высоте поясов, а ширина панели – длине хорды дуги листа. Место стыка панелей называются ребрами стенки каннелюрного резервуара. С внутренней стороны стыка каннелюрных панелей приварена накладка шириной 400 мм. Накладка образует с панелями трехгранную балку, увеличивающую жесткость конструкции. При заполнении резервуара продуктом стеновые панели сжимаются за счет распора, возникающего в поперечном направлении от гидростатического давления. В меридиональном направлении такая стенка вследствие большой жесткости работает как балка, имеющая две или более опор. опрокидывающие усилия в ребрах стенки, возникающие от гидростатического давления жидкости внутри резервуара, снижаются за счет натяжения вантового покрытия.

В соответствии с расчетами выбрано вантовое покрытие комбинированного типа с вертикальными жесткими распорками и зигзагообразной канатной решеткой с внутренним и внешним опорными кольцами. Благодаря решетке, покрытие становится геометрически неизменяемым, увеличивается общая жесткость, что позволяет применять различные виды кровельных настилов, а вертикальные распорки позволяют достичь требуемого радиуса кривизны покрытия. Кровля выполняется из стальных или алюминиевых листов, перспективны резиноканевые и композиционные материалы. Итак, у покрытий подобной конструкции большие преимущества по причинам малого веса, относительной легкости монтажных работ и большого спектра применимых кровель.

Для оптимизации геометрии конструкции в программном комплексе ANSYS был выполнен ряд расчетов напряженно-деформированного состояния резервуара с учетом пластического деформирования материала при различных размерах и расположении колец жесткости.

Результаты расчетов показывают, что такая конструкция позволила переместить максимальные напряжения в стенке из зоны уторного узла на середину высоты стеновых панелей, причем сами стеновые панели работают на сжатие, а кольцо жесткости, установленное на середине высоты панелей, работает на растяжение. В зоне уторного узла отсутствует так называемый «пластический шарнир», все элементы конструкции упруго деформируются, напряжения элементов намного ниже предела текучести. Кроме того, места максимальных напряжений находятся вне контакта с продуктом, что позволит сократить сроки ремонта, увеличить межремонтный период. Днище у такого резервуара плоское – без конуса.

Анализ технических характеристик показал перспективность его применения ввиду очевидных преимуществ перед используемыми ныне:

- гарантированное увеличение прочности и устойчивости резервуара, достаточные для эксплуатации в сейсмоопасных районах;
- повышение безопасности в случае аварийной ситуации;
- уменьшение площади застройки;
- увеличенная срока службы и межремонтных периодов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абовский, Н.П. Управляемые конструкции и системы : учеб.-метод. комплекс / Н.П. Абовский, А.В. Максимов. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 149 с.
2. Горелов, А.С. Неоднородные грунтовые основания и их влияние на работу вертикальных стальных резервуаров / А.С. Горелов. – СПб. : ООО «Недра», 2009. – 220 с.
3. Павилайнен, В.Я. Расчет оболочек в многоволновых системах / В.Я. Павилайнен. – Л. : Стройиздат, 1973. – 134 с.