РЕЗЕРВУАР С ДВОЙНОЙ СТЕНКОЙ

Рыбина М.А.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (603950, Нижний Новгород), е-mail: ooaxis@yandex.ru

В последнее время перспективной тенденцией при строительстве новых или расширении действующих складов нефти и нефтепродуктов (резервуарных парков) является применение резервуаров типа «стакан в стакане». Наличие кольцевой защитной стенки резервуара позволяет удержать продукт в случае аварии или нарушения герметичности основного внутреннего резервуара, сократить площадь обвалования, либо вообще избавиться от него, снизить последствия при вскипании и выбросе нефтепродукта, так как выброшенный таким образом нефтепродукт попадёт большей частью в кольцевой зазор. В условиях нормальной работы дополнительный наружный корпус никак не используется и это в значительной мере снижает эффективность его устройства. Но возможен вариант включения дополнительного защитного корпуса в работу основного резервуара на восприятие внутреннего гидростатического давления или как дополнительный элемент, повышающий его устойчивость. В этом случае внугренний и наружный резервуары заполнены продуктом и включены в работу. Внутренний резервуар испытывает гидростатическое давление с двух сторон, в результате чего происходит уравновешивание взаимно направленных сил. Стенка основного резервуара испытывает меньшие кольцевые напряжения, что позволит уменьшить ее толщину. Уменьшение толщины стенки внутреннего резервуара позволит использовать при монтаже метод рулонирования, который ограничивается толщиной листов, сворачиваемых в рулоны 16-18 мм. Трудоемкость монтажа, общие затраты на сооружение резервуара, сроки возведения снижаются, качество сварных швов и надежность резервуаров по сравнению с полистовым методом монтажа повышаются.

Ключевые слова: резервуар «стакан в стакане», двойная стенка, уменьшение гидростатического давления

TANK WITH DOUBLE WALL

Rybina M.A.

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Construction (603950, Nizhny Novgorod), e-mail: ooaxis@yandex.ru

Recently, a promising trend in the construction of new or expansion of existing oil and petroleum depots (tank farms) is the use of tanks of the "glass in glass". The presence of the annular protective wall of the tank allows to keep the product in the event of an accident or violation of basic integrity of the inner tank, to reduce the area of the bund, or get rid of it all, to reduce the consequences of boiling oil and release, as thus thrown petroleum will fall mostly into the annular gap. In normal operation, an additional outer shell is not used and it significantly reduces the efficiency of its devices. But there is an additional option to include the protective cover to the work of the main tank on the perception of internal hydrostatic pressure or as an additional element, which increases its resistance. In this case, the inner and outer tanks filled with product and included in the work. The inner tank hydrostatic pressure tests on both sides, resulting in a one-directional balancing forces. The wall of the main tank experiences less hoop stresses, thereby reducing its thickness. The reduction of the wall thickness of the inner tank allow to use the method of rolling of the installation, which is limited to thick sheets rolled up 16-18 mm. The complexity of the installation, the total cost of the construction of the reservoir, construction time is reduced, the quality of the welds of tanks and reliability compared to the sheet-mounting method increased.

Keywords: reservoir "glass in glass", double wall, reducing the hydrostatic pressure

В последнее время перспективной тенденцией при строительстве новых или расширении действующих складов нефти и нефтепродуктов (резервуарных парков) является применение резервуаров типа «стакан в стакане» (рис. 1).

Наличие кольцевой защитной стенки резервуара позволяет удержать продукт в случае аварии или нарушения герметичности основного внутреннего резервуара, сократить площадь обвалования, либо вообще избавиться от него, снизить последствия при вскипании и выбросе нефтепродукта, так как выброшенный таким образом нефтепродукт попадёт большей частью в кольцевой зазор. В условиях нормальной работы дополнительный наружный корпус никак не используется и это в значительной мере снижает эффективность его устройства [2].

В методических указаниях Днепропетровского ПГАСА «Возможная тематика для студенческих исследовательских работ» был предложен вариант включения дополнительного защитного корпуса в работу основного резервуара на восприятие внутреннего гидростатического давления или как дополнительный элемент, повышающий его устойчивость [1].

Внутренний и наружный резервуары заполнены продуктом и включены в работу. Внутренний резервуар испытывает гидростатическое давление с двух сторон, в результате чего происходит уравновешивание взаимно направленных сил. Стенка основного резервуара будет испытывать меньшие кольцевые напряжения, что позволит уменьшить ее толщину. Уменьшение толщины стенки внутреннего резервуара позволит использовать при монтаже метод рулонирования, который ограничивается толщиной листов, сворачиваемых в рулоны 16-18 мм [3, 4, 5]. Трудоемкость монтажа, общие затраты на сооружение резервуара, сроки возведения снижаются, качество сварных швов и надежность резервуаров по сравнению с полистовым методом монтажа повышаются.

Конечно-элементная модель резервуара по рис. 2 с единым днищем определена как система с признаком 5 - система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X, Y, Z и поворотами вокруг этих осей. Возможные перемещения узлов конечно-элементной расчетной схемы ограничены внешними связями в четырех диаметрально противоположных точках, запрещающими перемещения по направлениям yz, в двух точках и по направлениям xz в остальных двух точках. Коэффициент упругого основания C_1 =500000 кH/м³ (для внутренних и наружных колец железобетона). Модель позволяет учитывать включение в работу всей конструкции при действии гидростатического давления.

Полученные в ходе расчета на наиболее невыгодные загружения при действии избыточного и гидростатического давлений результаты показали:

- 1. При загружении обоих резервуаров стенка внутреннего испытывает меньшие кольцевые напряжения (рис. 3). Это позволяет добиться уменьшения толщины нижних поясов стенки корпуса;
- 2. При загружении только внутреннего резервуара внешний резервуар не работает, а основной растянут (рис. 4, а);
- 3. При загружении только внешнего резервуара, его стенки растянуты, а внутренний сжат: в нижней части больше, в верхней меньше (рис. 4, б).

Кроме того, одной из особенностей расчетной модели является обязательное заполнение внутреннего и внешнего резервуаров. Разница между заполнением резервуаров должна быть контролируема и составлять не более 3 м. В противном случае, стенки резервуаров будут испытывать напряжения, превышающие расчетные, что приведет к аварии.

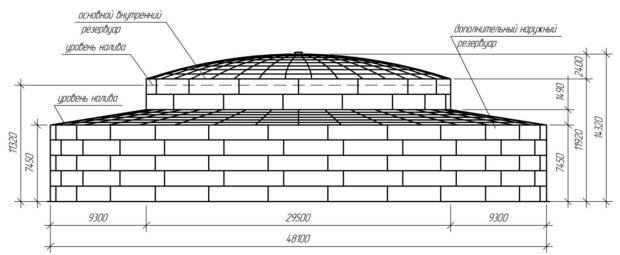


Рис. 1. Геометрическая схема резервуара с двойной стенкой

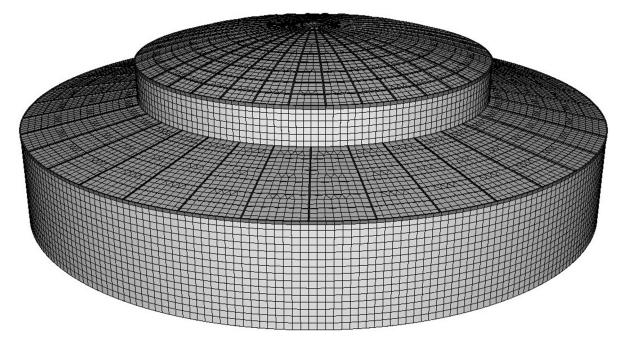


Рис.2. Конечно-элементная модель резервуара с двойной стенкой

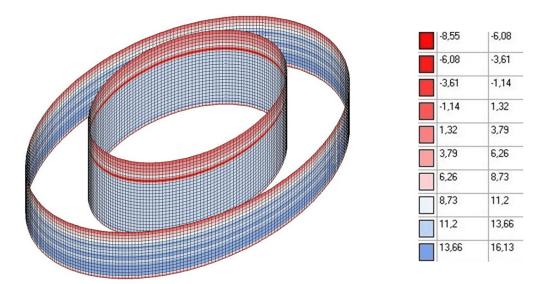


Рис.3. Распределение равнодействующих напряжений в стенках внутреннего и внешнего резервуаров

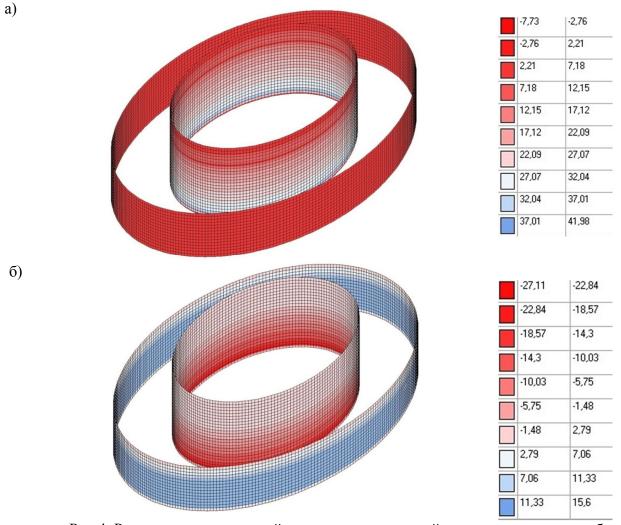


Рис.4. Распределение равнодействующих напряжений при исключении из работы одного из резервуаров: a — напряжения в стенках внутреннего и внешнего резервуаров при заполнении только внутреннего резервуара; δ — напряжения в стенках внутреннего и внешнего резервуаров при заполнении только внешнего резервуара

Литература

- 1 Ашкинази, М.И. Возможная тематика для студенческих исследовательских работ [Электронный ресурс] / М.И. Ашкинази, Е.А. Егоров, В.М. Сырцев, П,П, Шабанов. Днепропетровск: ПГАСА, 2004.
- 2 Демёхин, Φ . В. Проблемы обеспечения пожарной безопасности резервуаров с защитной стенкой [Электронный ресурс] / Φ .В. Демёхин, А.А. Цой Санкт-петербургский университет ГПС МЧС России. С. 34-40.
- 3 Лапшин, А.А. Конструирование и расчет ветикальных цилиндрических резервуаров низкого давления [Текст]: учеб. пособие / А.А. Лапшин, А.И. Колесов, М.А. Агеева; Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. Н.Новгород: ННГАСУ,2009.
- 4 Лессиг, Е.И. Листовые металлические конструкции [Текст] / Е.Н. Лессиг, А.Ф. Лилеев, А.Г. Соколов. М.: Стройиздат, 1970.
- 5 Сафарян М. К. Проектирование и сооружение стальных резервуаров для нефтепродуктов [Текст] / М.К. Сафарян, О.М. Иванцов. М.: Гостоптехиздат, 1961.