

Колосов Д.Л., к.т.н.; Бабченко В.В., студент

(Государственный ВУЗ "Национальный горный университет", г. Днепропетровск, Украина)

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛИМЕРНОГО РЕЗЕРВУАРА БОЛЬШОЙ ЕДИНИЧНОЙ ЕМКОСТИ

Исследовалось напряженно-деформированное состояние полиэтиленового цилиндрического резервуара (бочки) емкостью 20 м^3 с высотой образующей $h = 4,5 \text{ м}$ и диаметром основания $d = 2,4 \text{ м}$ для двух вариантов её установки: 1-й случай – бочка установлена на сплошное жесткое основание; 2-й случай – бочка установлена на плиту OSB, которая в свою очередь опирается на деревянные брусья с шагом укладки 500 мм . Геометрическое моделирование производилось с использованием универсального пакета SolidWorks [1], а для прочностного расчета использовался метод конечных элементов, реализованный в пакете программ COSMOSWorks [2]. В связи с тем, что наиболее опасные напряжения возникают в области стыковки стенок и дна, моделировалась только нижняя часть бочки (высотой 2 м). При моделировании были заданы следующие граничные условия закрепления:

- для случая №1 при закреплении дна бочки использовались граничные условия, запрещающие перемещение точек дна в трёх координатных направлениях. Нагрузка на вертикальную стенку моделировалась как давление, изменяющаяся по линейному закону и увеличивающаяся от верхнего сечения бочки в направлении дна. Нагрузка на дно принималась постоянной и равномерной по всей площади;

- для случая №2 перемещение опорных поверхностей брусьев было ограничено по трем координатным направлениям. Разбивка модели на элементы осуществлялась таким образом, что точки брусьев имели общие узлы с точками плиты. В свою очередь плита имела общие узлы с поверхностью дна бочки, что обеспечивало совместность деформаций и моделировало силы трения. Силовое нагружение бочки осуществлялось также, как и в первом случае.

В результате расчета были получены диаграммы перемещений и эпюры эквивалентных напряжений по четвертой теории прочности (рис. 1-2).

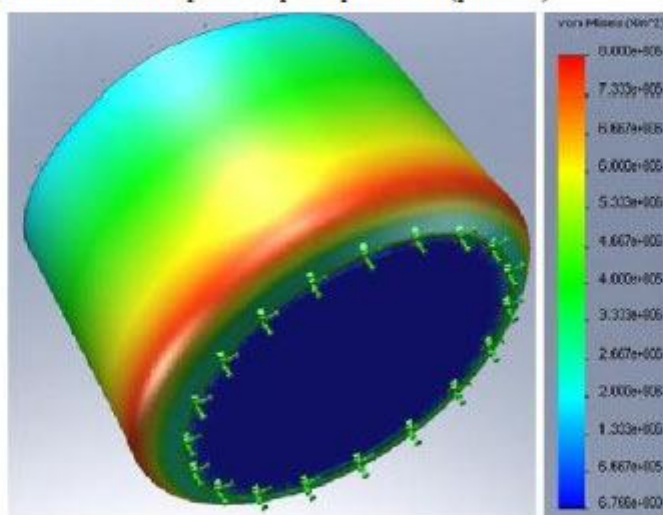


Рисунок 1 – График эквивалентных напряжений по Мизесу, возникающих в стенках и дне резервуара для случая его установки на сплошное жесткое основание

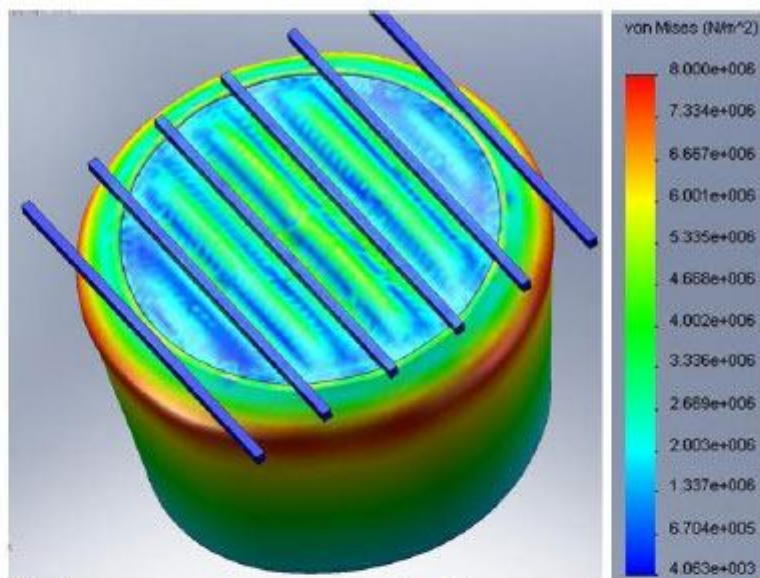


Рисунок 2 – График эквивалентных напряжений по Мизесу, возникающих в стенках и дне резервуара для случая его установки на брусья с промежуточной плитой OSB (плита условно не показана)

На эпюрах напряжений согласно помещенной шкале красным цветом обозначены наибольшие напряжения, возникающие в пластиковой бочке. Как видно из рисунков это придонные зоны в области соединения стенок с дном бочки. Из сравнения двух вариантов видно, что значения максимальных напряжений практически не отличаются. При этом максимальные напряжения для заданных геометрических размеров (толщина стенки 16 мм, толщина дна 6 мм) составляют примерно половину от величины допускаемых напряжений (предела текучести).

Из сравнения напряженно-деформированного состояния дна рассматриваемых вариантов видно, что во втором варианте дно оказывается более нагруженным, чем в первом варианте, где материал дна работает только на сжатие. Во втором случае увеличение напряжений в днище бочки связано с тем, что в данном случае наряду со сжимающими нагрузками, дно работает на изгиб. Однако эти напряжения от изгиба оказываются в 2 раза меньше, чем максимальные напряжения в придонной области и, следовательно, не являются опасными.

Выводы. Установка бочки на деревянных брусках с шагом 500 мм при опирании на брусья через плиту OSB не приводит к сколь-нибудь существенному увеличению напряжений в стенках и дне бочки. Таким образом, установка бочки на брусья через промежуточную плиту OSB не может вызвать опасных напряжений, приводящих к разрушению бочки.

Перечень ссылок

1. Прохоренко В.П. SolidWorks. Практическое руководство. – М.: Бином-Пресс, 2004. – 448 с.;
2. Алямовский А.А. SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 432 с.