

Подоплелов Евгений Викторович,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: uch_sovet@angtu.ru

Петрова Мария Олеговна,
студентка гр. ТМ-23, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: petrovamariaev@yandex.ru

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ ТОЛЩИНЫ СТЕНКИ РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ

Podoplelov E.V., Petrova M.O.

DIFFERENTIATED APPROACH TO SELECTING THE WALL THICKNESS OF AN OIL STORAGE TANK

Аннотация. Показана проблема проектирования крупногабаритных цилиндрических резервуаров. Акцентируется внимание на снижении металлоёмкости благодаря дифференцированному подходу к определению толщины стенок поясов боковой стенки.

Ключевые слова: резервуар, нефть, металлоёмкость, пояс, толщина.

Abstract. It is shown that the problem of the design of large cylindrical tanks. The attention is focused on the reduction of metal consumption, thanks to a differentiated approach to the definition of the wall thickness of the sidewall zone.

Keywords: tank, oil, metal consumption, the belt, thickness.

Для обеспечения бесперебойной работы нефтеперерабатывающих заводов необходим надёжно функционирующий резервуарный парк хранения нефти и нефтепродуктов достаточной ёмкости. При работе резервуара на боковую стенку действует прежде всего гидростатическое давление, избыточное давление от испарения продукта (до 200 мм. вод. ст.), а также снеговая и ветровая нагрузки. Снеговая нагрузка и ветровая нагрузки малы по сравнению с гидростатическим давлением [1].

В данной работе проведены исследования резервуара объемом 20 000 куб. м, имеющего диаметр $D=45,6$ м; высоту $H=11,92$ м; металлоёмкость 140515 кг. Боковая стенка аппарата имеет 8 сваренных между собой поясов толщиной $S_1 = 13$ мм; $S_2 = 11$ мм; $S_3 = S_4 = S_5 = S_6 = S_7 = S_8 = 10$ мм. Проведены расчеты значений напряжений в стенках поясов, работающих под воздействием гидростатического давления и давления паров. Давление для нижнего пояса определялось таким образом: гидростатическое давление $P_r = \rho_{ж} \cdot g \cdot H_{ж}$, где $\rho_{ж}$ – плотность нефти при 20 °С, g – ускорение свободного падения, $H_{ж} = 0,85 \cdot H$ – высота слоя жидкости, 0,85 – коэффициент заполнения резервуара, H – высота резервуара.

Расчетное давление с учетом давления испаряющихся паров определялось по формуле $P_p = P_{И} + P_{Г}$. Для каждого пояса рассчитывались напряжения

по следующей зависимости: $\sigma = P_p (S + D) / (2 \cdot S \cdot \varphi)$, где D – диаметр резервуара, φ – коэффициент прочности сварного шва.

С учетом взаимного влияния соединяющихся поясов определялись среднеарифметические значения напряжений для смежных поясов и полученные значения нанесены на эпюру (рис. 1).

Как показывает эпюра напряжений в стенке данного аппарата, нижние пояса имеют самые высокие напряжения. Если учесть дополнительно снеговую и ветровую нагрузки, то напряжения получатся близкими к предельно допустимым для данного конструкционного материала. Поэтому предложены толщины стенок поясов с более плавным изменением напряжений. Предлагаемые толщины поясов: $S_1 = 13$ мм; $S_2 = 12$ мм; $S_3 = 11$ мм; $S_4 = 10$ мм; $S_5 = 10$ мм; $S_6 = 8$ мм; $S_7 = 8$ мм; $S_8 = 6$ мм. Изменение напряжений при предложенных толщинах более плавное (рис. 2). При этом металлоёмкость предложенного варианта ниже на 9891 кг.

Таким образом, дифференцированный подход к выбору толщин стенок по высоте аппарата позволяет значительно экономить металл при изготовлении крупногабаритных резервуаров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Салькова, А.Г. Исследование металлоемкости цилиндрических резервуаров / А.Г. Салькова, Е.В. Подоплелов, Б.О. Кустов // Вестник Ангарского государственного технического университета. – 2015. – № 9. – С. 43–46.

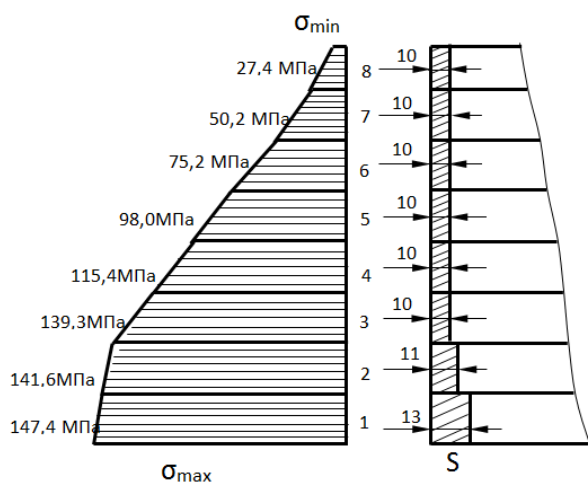


Рисунок 1 – Эпюра напряжений и толщины поясов стенки базового резервуара

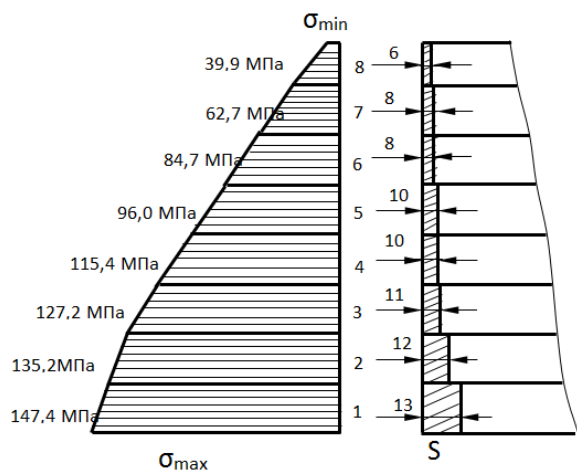


Рисунок 2 – Эпюра напряжений для предлагаемого варианта толщин поясов стенки резервуара