

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДКРЕПЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ КОТЛА ВАГОНА-ЦИСТЕРНЫ

А. В. ПУТЯТО, И. И. АРХУТИК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время имеется два пути продления срока службы грузового вагона: по Техническому решению и путем проведения капитального ремонта с продлением срока службы (КРП). При продлении срока службы путем проведения КРП для каждой модели (типа) вагона разрабатываются Технические условия (ТУ). В общих чертах продление через КРП включает следующие этапы: разработка ТУ на КРП, включающие соответствующую конструкторскую документацию по модернизации (в т.ч. усилению) конструкции вагона, изготовление опытного образца вагона, проведение испытаний опытного образца (в т.ч. оценка ресурса). В зависимости от результатов испытаний время эксплуатации вагона продляется на срок до 16 лет. ТУ на КРП вагона-цистерны для перевозки нефтепродуктов предусматривается усиление котла кольцевыми шпангоутами между консольными опорами и креплением котла к раме в средней части на расстоянии $l = 1825$ мм.

В настоящем докладе представлено решение задачи определения рационального места расположения подкрепляющих шпангоутов, геометрических характеристик их поперечного сечения, а также линейных размеров по критерию максимального запаса потери устойчивости при условии обеспечения требуемой прочности котла вагона.

Выполненные ранее исследования [1] показали, что для любого размера l , определяющего расстояние установки шпангоута относительно поперечной плоскости симметрии котла, максимальные значения внешнего критического давления $P_{кр}$ для оболочки котла достигаются при выборе момента сопротивления W_{y1} поперечного сечения шпангоута в пределах от 6 до 9 см³, поскольку до значения момента сопротивления $W_{y1} = 6$ см³ коэффициент запаса устойчивости оболочки котла интенсивно возрастает, а при значении $W_{y1} > 9$ см³ практически не изменяется. Также указано, что при установке шпангоутов на расстоянии $l = 1,47$ м значение критического давления максимально, и тем самым котел имеет максимальный коэффициент запаса устойчивости.

Практика расчетов на устойчивость оболочек котлов вагонов цистерн, а также случаи потери устойчивости их в эксплуатации свидетельствуют о том, что последняя имеет место в областях верхнего и среднего листов цилиндрической части котла. Такой эффект объясняется, во-первых, меньшей толщиной среднего и верхнего листа (9 мм) по сравнению с толщиной броневых (нижнего) листа равной 11 мм; во-вторых наличием в средней части броневых листа жесткой связи котла с рамой. В связи с чем, предлагается выполнять подкрепление котла шпангоутами, имеющими незамкнутую конструкцию (рисунок 1).

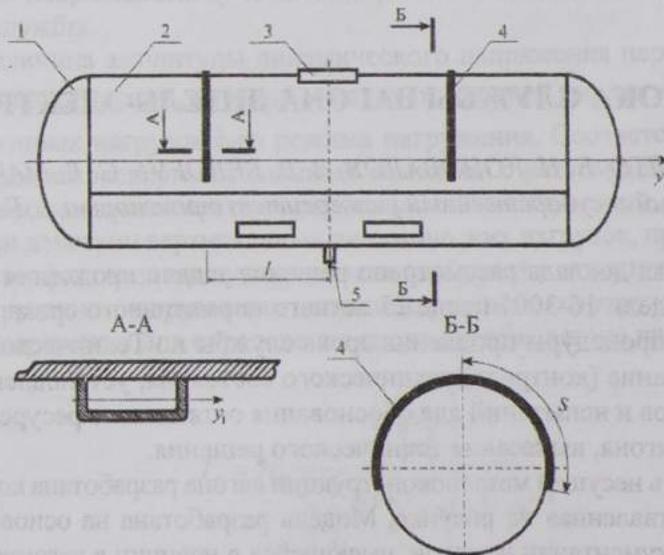


Рисунок 1 – Схема котла с подкрепляющими элементами

На рисунке 2 приведены зависимости $P_{кр}$ от полудлины шпангоутов S с различными моментами сопротивления поперечного сечения W_{y1} . Установлено, что полученные зависимости качественно идентичны.

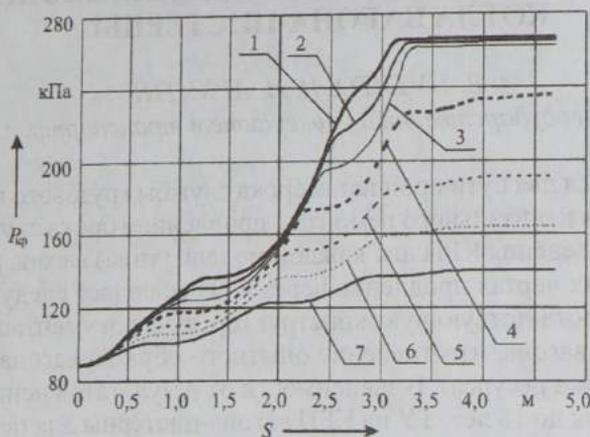


Рисунок 2 – Зависимость $P_{кр}$ от S для различных значений W_{y1} при $\delta_4 = 9$ мм и $\delta_5 = 11$ мм: 1 – $W_{y1} = 13,8$ см³; 2 – $W_{y1} = 11$ см³; 3 – $W_{y1} = 8,52$ см³; 4 – $W_{y1} = 6,46$ см³; 5 – $W_{y1} = 4,75$ см³; 6 – $W_{y1} = 3,68$ см³; 7 – $W_{y1} = 2,75$ см³

Установлено, что градиент критического давления $dP_{кр}$, определяемый по формуле $dP_{кр} = \frac{P_{кр}^{i-1} - P_{кр}^i}{S^{i-1} - S^i}$, принимает максимальные значения для любых значений W_{y1} при полудлине S равной 3,2–3,3 м.

Таким образом, предложен вариант повышения несущей способности котла вагона при проведении КРП путем установки на равных расстояниях относительно поперечной плоскости симметрии подкрепляющих незамкнутых наружных шпангоутов. Установлено, что полудлина шпангоутов должна составлять 3,2–3,3 м, что приводит к обеспечению наиболее высокого значения коэффициента запаса устойчивости цилиндрической оболочки котла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Путьято, А. В. Теория и практика совершенствования конструкций кузовов вагонов с учетом взаимодействия с перевозимыми грузами / А. В. Путьято. – Гомель: БелГУТ, 2011. – 295 с.

УДК 629.463.3

ПРОДЛЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ВАГОНА ДИЗЕЛЬ-ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

А. В. ПУТЯТО, Е. Н. КОНОВАЛОВ, В. В. БЕЛОГУБ, С. В. МАКЕЕВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящих материалах доклада рассмотрено решение задачи продления срока службы вагона дизель-электростанции модели 16-3001 после 25 летнего нормативного срока эксплуатации. Задача решена путем реализации процедуры продления срока службы по Техническому решению, которая предусматривает обследование (контроль) технического состояния, установление и выполнение необходимого объема расчетов и испытаний для обоснования остаточного ресурса и возможного срока продления эксплуатации вагона, вынесение технического решения.

Для расчета на прочность несущей металлоконструкции вагона разработана конечно-элементная модель кузова и рамы, представленная на рисунке. Модель разработана на основе использования комплекта конструкторской документации на вагон, имеющейся в наличии в вагонном депо Молодечно, а также с учетом фактических значений толщин конструктивных элементов, определенных по результатам ультразвуковой толщинометрии вагона № 53700100 после 25 лет эксплуатации (рисунок 1).