

УДК 614.846.63:004.94

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОТВЕТСТВЕННЫХ УЗЛОВ ЦИСТЕРН ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ДВИЖЕНИИ

С. Г. КОРОТКЕВИЧ, В. В. КИСЛИЦКИЙ

Университет гражданской защиты Министерства
по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь
Минск, Беларусь

Введение. Одним из определяющих факторов в борьбе с пожарами является своевременное прибытие аварийно-спасательных подразделений, которое во многом зависит от наличия современной и надежной техники. К основным транспортным средствам специального назначения относится пожарная автоцистерна, количество которых в подразделениях МЧС в 2022 г. составило 2027 единиц, из них 61,8 % смонтировано на шасси Минского автомобильного завода (МАЗ). Проведенный анализ показал, что часто встречающейся причиной ремонтов пожарных автомобилей является нарушение сварных соединений элементов металлоконструкции резервуаров цистерны. Одним из путей решения данной проблемы является научно-обоснованное проектирование резервуаров цистерн, а также исследование уровня напряжений, возникающих в наиболее ответственных узлах при различных условиях эксплуатации пожарных автомобилей, что является сложной технической задачей.

Основная часть. Объектом исследований выбраны наиболее распространенные модели цистерн объемом 8 м³ пожарных автомобилей на шасси МАЗ-6317. Для оценки напряженного состояния конструкций цистерн, возникающего при различных режимах и условиях движения пожарных автомобилей, предложена новая расчетная методика, основанная на двухэтапном подходе, включающем экспериментальное установление максимальных значений ускорений, возникающих под действием инерционных нагрузок в конструкциях цистерн, и разработку адаптированных к режимам движения пожарных автомобилей 3D конечно-элементных моделей.

Конструкции цистерн пожарных автомобилей включают расположенные внутри волноломы и элементы, повышающие их прочность (ребра жесткости), дно цистерн опирается через демпфирующие элементы на два лонжерона. Разработанные их конечно-элементные модели содержат более 300 000 элементов и узлов. Для проведения исследований были определены основные режимы движения пожарных автомобилей к месту возникновения чрезвычайных ситуаций: режим № 1 – движение по прямому участку асфальтированной дороги; режим № 2 – движение по грунтовой дороге категории VI-б [1]; режим № 3 – движение по прямому участку асфальтированной дороги с последующим замедлением двигателем для вхождения в левый поворот на 90°; режим № 4 – экстренное торможение до полной остановки.

Для каждого режима движения пожарных автомобилей заданы гидравлическое давление на стенки цистерны с учетом вектора действующей силы (по осям XYZ) и плотности жидкости, а также установленное экспериментально

максимальное значение ускорения, возникающего под действием инерционных нагрузок в конструкции [2].

Расчет 3D конечно-элементных моделей цистерн пожарных автомобилей в программном комплексе ANSYS позволил исследовать характер формирования и распределения полей напряжений, возникающих в конструкциях, а также установить наиболее нагруженные соединения элементов резервуаров (рис. 1).

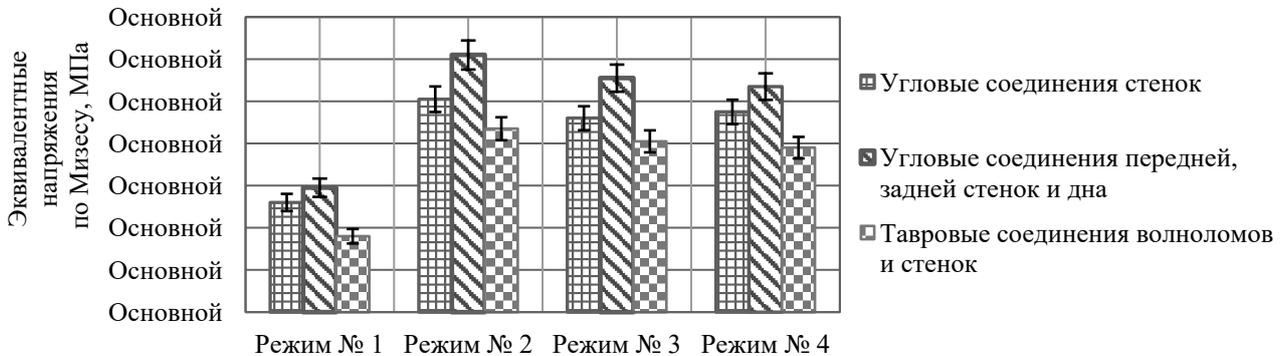


Рис. 1. Зависимости эквивалентных напряжений, возникающих в наиболее нагруженных соединениях резервуара серийной цистерны объемом 8 м³, от режимов движения пожарных автомобилей на шасси МАЗ-6317

Источник: собственная разработка

Анализ полученных результатов расчета позволил установить, что наибольшие эквивалентные напряжения по Мизесу в конструкциях резервуаров цистерн объемом 8 м³ пожарных автомобилей на шасси МАЗ-6317 возникают при моделировании режима движение по грунтовой дороге категории VI-б. При этом, максимальные значения эквивалентных напряжений по Мизесу составляют $\sigma_{\text{экв.}} = 137...176$ МПа.

Заключение. В работе представлены результаты применения разработанной расчетной методики, позволяющей проектировать элементы и узлы конструкций резервуаров цистерн пожарных автомобилей. Особенностью методики является учет эксплуатационных нагрузок, характеризующих особенности режимов движения пожарных автомобилей к месту ликвидации чрезвычайных ситуаций. На основании результатов исследований получены новые зависимости, связывающие уровень напряжений, возникающих в областях угловых и тавровых соединений резервуаров цистерн объемом 8 м³, с режимами движения пожарных автомобилей МАЗ-6317.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобильные дороги = Ауґтамабільныя дарогі : СН 3.03.04-2019. – Введ. 26.12.19 (с отменой ТКП 45-3.03-19-2006 (02250)). – Минск : Минстройархитектуры, 2020. – 55 с.
2. **Короткевич, С. Г.** Экспериментально-теоретическое исследование напряженно-деформированного состояния цистерн пожарных автомобилей в процессе их эксплуатации / С. Г. Короткевич, В. А. Ковтун // Механика. Исследования и инновации. – 2021. – Вып. 14. – С. 112–118.