



Рисунок 2 – Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу в конструкции цистерны пожарного автомобиля на шасси МАЗ-6317: 1 – угловое сварное соединение пенобака к передней стенке; 2 – угловое сварное соединение нижней и передней стенки; 3 – угловое сварное соединение передней и боковых стенок; 4 – угловое сварное соединение поперечных волноломов к боковым стенкам

Моделирование проводилось в программном комплексе ANSYS. Программные настройки учитывают физико-механические характеристики материалов, применяемых в конструкции цистерны. Граничными условиями для статического прочностного анализа принято закрепление цистерны по нижней части лонжеронов с учетом демпфирующих элементов. Для каждого режима движения принято гидростатическое давление на стенки цистерны с учетом вектора действующей силы (по осям XYZ) и плотности жидкости, а также заданы максимальные значения ускорений, возникающих на поверхности стенок цистерны под действием инерционных нагрузок, которые получены экспериментально с использованием измерительного оборудования.

Разработанные новые конечно-элементные модели цистерн позволили исследовать характер формирования напряженно-деформированного состояния и уровень механических напряжений в конструкции, что обеспечило в комплексе с проведенными теоретическими и экспериментальными исследованиями разработку защищенных патентами модернизированных конструкций цистерн пожарных автомобилей с высокой эксплуатационной надежностью [3–5].

#### Список литературы

- 1 Ковтун, В. А. Особенности формирования напряженно-деформированного состояния угловых сварных соединений цистерн при движении пожарного автомобиля / В. А. Ковтун, С. Г. Короткевич, В. А. Лодня // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2020. – № 2. – С. 59–67.
- 2 Ковтун, В. А. Компьютерное моделирование и исследование напряженно-деформированного состояния конструкций цистерн пожарных автомобилей / В. А. Ковтун, С. Г. Короткевич, В. А. Жаранов // Вестник ун-та граждан. защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2, № 1. – С. 81–90.
- 3 Kovtun, V. Damage features of tanks of fire trucks and strength assessment of their welded joints / V. Kovtun, S. Korotkevich, Y. Pleskachevsky // Mechanics of Machines, Mechanisms and Materials. – 2021. – № 1 (54). – С. 15–20.
- 4 Пожарная цистерна : полез. модель ВУ 11787 / В. А. Ковтун, С. Г. Короткевич, В. Н. Пасовец. – Оpubл. 30.10.2018.
- 5 Цистерна пожарного автомобиля: полез. модель ВУ 12486 / В. А. Ковтун, С. Г. Короткевич. – Оpubл. 28.02.2021.

УДК 624.21/8

## НОВЫЕ СПОСОБЫ УКРЕПЛЕНИЯ ОТКОСОВ МОСТОВ

*А. А. КРУПСКИЙ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Для укрепления конусов мостов и откосов земляного полотна используются железобетонные плиты, которые хорошо работают на сжатие, но становятся хрупкими и непрочными при растяжении. Растягивающие напряжения так же, как и пластическая усадка во время отверждения, приводят к трещинам, которые поглощают воду, что в конечном счете приводит к коррозии металлической арматуры и существенной потере монолитности бетона при разрушении металла.

Решить проблему, связанную с хрупкостью бетона при растяжении и коррозией металлической арматуры, возможно с использованием композитных материалов. Геосинтетические материалы уже давно зарекомендовали себя в области решения сложных инженерных задач. Геосинтетики включают в себя широкий спектр материалов, в группу которых входят:

- геосетки;
- георешетки;

- нетканые материалы – фильтры;
- геотекстиль-дорнит;
- геоячейки;
- композитные материалы из полиэтилена, полипропилена, арамида или полиэфира.

При помощи этих материалов решаются очень важные задачи:

- повышение устойчивости откосов;
- противоэрозионная защита;
- предотвращение образования трещин в дорожном полотне;
- укрепление слабых оснований;
- строительство насыпей с откосами, при этом откосы могут быть как пологими, так и повышенной крутизны.

**Геосетка** – геосинтетический плоский полимерный рулонный материал с сетчатой структурой, образованный эластичными ребрами из высокопрочных пучков нитей, скрепленными в узлах прошивочной нитью, переплетением, склеиванием, сплавлением или иным способом, с образованием ячеек, размеры которых больше образующих сетку ребер, обработанных специальными составами для улучшения свойств и повышения их стабильности.

**Георешетки** – один из видов геосинтетиков, который представляет собой двух- или трехмерную сотовую структуру, изготовленную из полос полиэфирного иглопробивного полотна или полиэтиленовых и полипропиленовых лент, скрепленных между собой сварными швами высокой прочности. При растяжении в рабочей плоскости образуется устойчивый горизонтально и вертикально каркас, предназначенный для армирования заполняющих ячейки георешетки грунтов, грунтощебня, щебня, песка и других строительных материалов.

**Геотекстиль** (англ. *geotextile*) – один из видов геосинтетиков; геоткань (тканое полотно), а также нетканое полотно, изготавливаемые иглопробивным, термоскрепленным (каландрирование) или гидроскрепленным способами из полипропиленовых и/или полиэфирных нитей – из одной бесконечной нити (мононить), либо из обрезков 5–10 см (штапель). Смесовые волокна подразумевают включение полушерстяных или хлопчатобумажных нитей.

Тканой разновидностью геотекстиля является геоткань, изготавливаемая из стеклянных или полиэфирных волокон. Геоткань характеризуется разрывной нагрузкой до 1000 кН/м<sup>2</sup>. При ее изготовлении из волокон вначале формируются нити толщиной 1–3 мм, из которых затем изготавливается ткань.

**Композитный материал (КМ), композит** – многокомпонентный материал, состоящий, как правило, из пластичной основы (матрицы), армированной наполнителями, обладающими высокой прочностью, жесткостью и т. д. Сочетание разнородных веществ приводит к созданию нового материала, свойства которого количественно и качественно отличаются от свойств каждого из его составляющих. Варьируя состав матрицы и наполнителя, их соотношение, ориентацию наполнителя, получают широкий спектр материалов с требуемым набором свойств. Многие композиты превосходят традиционные материалы и сплавы по своим механическим свойствам и в то же время они легче. Использование композитов обычно позволяет уменьшить массу конструкции при сохранении или улучшении её механических характеристик.

*Вывод: геоматериалы начинают вытеснять железобетонные плиты, так как они имеют большие преимущества:*

- долговечность использования, ведь современные материалы данного типа могут использоваться более 120 лет без единых нареканий. Главное для этого – правильно провести монтажные работы;
- использование при их создании только натуральных компонентов, которые полностью безвредны для людей, животных и природы;
- устойчивость к воздействию окружающей среды, прочность, они не вступают во взаимодействие с химическими веществами, а также с легкостью принимают необходимую структуру;
- экономичность, ведь обладая уникальными свойствами, они имеют относительно небольшую стоимость. Геоматериалы достаточно доступны в цене, поэтому и получили широкое распространение по всему миру.

#### Список литературы

1 **Кацубо, П. А.** Перспективы развития технологий покрытий автомобильных дорог / П. А. Кацубо, Р. Ю. Долманюк, В. В. Петрусевич // Научная дискуссия современной молодежи: актуальные вопросы, достижения и инновации : сб. ст. IX междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : МЦНС «Наука и просвещение», 2019. – С. 15–17.