

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ
МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ:
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

*Сборник материалов
XVI международной научно-практической конференции молодых ученых*

15 апреля 2022 года

В двух томах

Том 1

Минск
УГЗ
2022

СЕКЦИЯ № 3 «ТЕХНОЛОГИИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ПОЖАРНАЯ, АВАРИЙНО–СПАСАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ»

<i>Абрамович А.О., Афанасьев Д.В., Смиловенко О.О.</i> Подъем пены при подслоном тушении пожаров в резервуарах	124
<i>Августинчик Е.В., Гудков А.А., Рева О.В.</i> Гальваносинтез композиционных медных покрытий с повышенной твердостью и коррозионной стойкостью	126
<i>Азарков А.В., Мамаев В.В.</i> Исследование влияния температуры и влажности на газовую обстановку пожарного участка шахты и достоверность ее контроля в зависимости от места отбора проб воздуха	128
<i>Андрушкевич А.С.</i> Анализ конструкций современных пожарных автоцистерн, применяемых для ликвидации чрезвычайных ситуаций в Республике Беларусь	130
<i>Андрющенко В.А., Загора А.В.</i> Определение состояния охраняемого объекта по данным разнородных датчиков статистическими методами	131
<i>Антонович А.А., Лахвич В.В.</i> Прицепная пожарная мотопомпа с производительностью насоса 70 л/с	133
<i>Бабеев В.В., Лахвич В.В.</i> Анализ эффективности использования жидкостных огнетушащих веществ	134
<i>Балачук В.Д., Молош Е.Ю., Смиловенко О.О., Лосик С.А.</i> Роботизированное устройство для выполнения разведывательных и аварийно-спасательных работ	136
<i>Бесков М.С., Елисеев И.Б., Войтенко О.В.</i> Организация тушения пожаров в современных пассажирских поездах	138
<i>Буланьков М.Н., Кобяк В.В.</i> О необходимости разработки методических рекомендаций по ликвидации чрезвычайных ситуаций малочисленными подразделениями МЧС Республики Беларусь	140
<i>Воробйов Д.О., Челленяк В.В., Коханенко В.Б.</i> Расчет напряженно-деформированного состояния пневматической шины по критерию усталостной прочности	141
<i>Гриневич У.В., Беляев Д.А., Разумник И.А.</i> Чрезвычайные ситуации на борту воздушного судна гражданской авиации	143
<i>Загора А.В., Феценко А.Б.</i> Моделирование рабочей зоны локальной RTLS-системы при наличии строительных препятствий	145
<i>Иванов С.В.</i> Усовершенствование конструкции штурмовой лестницы и ее размещение на пожарной автолестнице для успешного применения при спасении людей на высотах	147
<i>Кондакова Я.А., Навроцкий О.Д.</i> Вязкость спиртостойких пенообразователей	149
<i>Кохановский Е.И., Буйко Н.Ю., Журов М.М.</i> Распылитель жидкости импульсного действия для тушения пожаров	151
<i>Лямцев И.В., Кохановский Е.И., Журов М.М.</i> Теоретический расход воздуха для устройства подачи огнетушащего порошка	153
<i>Лямцев И.В., Шукуров К.Е., Журов М.М.</i> Эффективность подачи огнетушащих порошков	155
<i>Матвеев С.А., Сафонова Н.Л.</i> Модели атмосферной турбулентности, при которых возможно возникновение авиационных происшествий	157
<i>Медведева Д.А., Савченко А.В.</i> Особенности применения морской воды для получения гидрогеля и создание противопожарного барьера	159
<i>Михайлик В.А., Загора А.В.</i> Прогнозирование дальности УКВ радиосвязи в задачах обеспечения пожарно-спасательной службы	160
<i>Мороз М.И., Разумный В.В., Феценко А.Б.</i> Разработка вероятностной модели элемента ведомственной цифровой телекоммуникационной сети	162
<i>Неустроев В.Д., Поцелуйкин С.В., Сафонова Н.Л.</i> Классификация пожаров разлива нефтепродуктов	164
<i>Новиков Д.В., Сидоркин С.А., Лахвич В.В.</i> Использование твердой пены в ликвидации чрезвычайных ситуаций	166
<i>Остапов К.М.</i> Разработка установки пожаротушения гелеобразующими составами	168
<i>Остапов К.М.</i> Разработка комплексного устройства пожаротушения гелеобразующими составами с удлиненным стволом коленчатого типа	170
<i>Працужевич Н.В., Керимов Р.А.о., Смиловенко О.О., Мартыненко Т.М.</i> Совершенствование оборудования для аварийно-спасательных работ	172
<i>Разумный В.В., Мороз М.И., Феценко А.Б.</i> Расчет вероятности безотказной работы элемента ведомственной цифровой телекоммуникационной сети	174
<i>Скорупич И.С.</i> Исследование тактико-технических характеристик пеногенерирующих систем на сжатом воздухе	176
<i>Субоч Е.В., Смиловенко О.О., Лосик С.А.</i> Сравнение устройств для повышения проходимости аварийно-спасательной техники	178
<i>Твердохлебов С.В., Загора А.В.</i> Дальность мобильной радиосвязи системы Ip Site Connect в условиях города	180

Разработка методических рекомендаций позволит подразделениям с минимальным количеством личного состава выполнить поставленную боевую задачу в кратчайшие сроки, с наибольшим успехом и минимальным ущербом. Также существует возможность внедрения данных методических рекомендаций для руководства в работе добровольных пожарных формирований Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ МЧС Республики Беларусь № 1 от 04.01.2020. Боевой устав органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь по организации тушения пожаров. – Введ. 04.01.20. – Мн.: Министерство по чрезвычайным ситуациям, 2020. – 104с.
2. Беспалова, О.В. Отечественный и зарубежный опыт формирования и развития добровольной пожарной охраны / О.В.Беспалова, Д.С. Плотников // Электронный ресурс: <https://cyberleninka.ru/article/n/otechestvennyy-i-zarubezhnyy-opyt-formirovaniya-i-razvitiya-dobrovolnoy-pozharnoy-ohrany/viewer> – Дата доступа: 02.12.2021.
3. Мальшева, И.С. К вопросу деятельности добровольной пожарной охраны за рубежом / И.С. Мальшева, А.Г. Дробушко // Электронный ресурс: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-deyatelnosti-dobrovolnoy-pozharnoy-ohrany-za-rubezhom/viewer> – Дата доступа: 02.12.2021.

УДК 618.3.016

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ШИНЫ ПО КРИТЕРИЮ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ

Воробйов Д.О., Челленяк В.В.

Коханенко В.Б., кандидат технических наук, доцент

Национальный университет гражданской защиты Украины

Аннотация. В работе представлены расчеты напряженно-деформированного состояния пневматической шины по критерию усталостной выносливости на основании значений максимальных деформаций в локальных зонах ее внутренних слоев.

Ключевые слова: ресурс шины, слои брекера, каркас, усталостная выносливость, главные деформации, энергия деформации, цикл нагружения, базовое число циклов разрушения.

CALCULATION OF THE STRESS-STRAIN STATE PNEUMATIC TIRE BY FATIGUE STRENGTH CRITERION

Vorobyov D.O., Chellenyak V.V.

Kokhanenko V.B., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

National University of Civil Protection of Ukraine

Abstract. The paper presents calculations of the stress-strain state of a pneumatic tire according to the criterion of fatigue endurance based on the values of maximum deformations in local zones of its inner layers.

Keywords: tire life, breaker plies, carcass, fatigue endurance, principal strains, strain energy, loading cycle, basic number of failure cycles.

В качестве критерия определения пробега шины принята усталостная прочность материалов шины в зонах, где действуют максимальные деформации. Характерными зонами разрушения шины являются кромки брекера, где больше всего выявлено дефектов в эксплуатации. Напряженно-деформированное состояние (н.д.с.) шины характеризуется энергией деформации, поэтому ресурс шины до появления усталостных трещин между слоями брекера и каркаса можно определить по следующей зависимости:

$$L = 2\pi \cdot R_k \cdot 10^{-3} \cdot N, \text{ тыс. км} \quad (1)$$

где R_k – радиус качения, м; N – число циклов до разрушения.

Определить число циклов, при которых возникают усталостные трещины, можно по [1]:

$$N = N_B \cdot \left(\frac{k_u \cdot W_B}{W_P} \right)^{n_w}, \quad (2)$$

где N_B – базовое число циклов разрушений; W_B – энергия разрушений при базовом числе циклов, МПа; W_P – энергия деформации за цикл деформирования, МПа; n_w – коэффициент усталостной выносливости; k_u – коэффициент, учитывающий форму цикла нагружения.

Энергия деформации для плоско-напряженного состояния определяется выражением [2]:

$$W = \frac{1}{2} (\sigma_X \cdot \varepsilon_X + \sigma_Y \cdot \varepsilon_Y). \quad (3)$$

Напряжения в зонах по оси X и Y (рис. 1) определяются по формулам:

$$\sigma_X = \left[\frac{E}{(1-\mu^2)} \right] \cdot (\varepsilon_X + \mu \cdot \varepsilon_Y); \quad (4)$$

$$\sigma_Y = \left[\frac{E}{(1-\mu^2)} \right] \cdot (\varepsilon_Y + \mu \cdot \varepsilon_X), \quad (5)$$

где E – модуль Юнга резины; μ – коэффициент Пуассона резины; ε_X , ε_Y – главные деформации в меридиональном и экваториальном направлениях соответственно.

Подставляя 3 и 4 в выражение 5, получим энергию деформации за цикл:

$$W = \frac{1}{2} \left[\frac{E}{(1-\mu^2)} \right] \cdot (\varepsilon_X^2 + \varepsilon_Y^2 + 2 \cdot \mu \cdot \varepsilon_X \cdot \varepsilon_Y). \quad (6)$$

Величина главных деформаций зависит от множества эксплуатационных факторов: нагрузки на колесо, внутреннего давления воздуха в шине, состояния дорожного покрытия, температуры шины, влияния окружающей среды. С учетом основных эксплуатационных факторов главные деформации ε_X и ε_Y определяются по следующим зависимостям:

$$\varepsilon_X = k_D \cdot k_T \cdot k_C \cdot \varepsilon_{X0}; \quad (7)$$

$$\varepsilon_Y = k_D \cdot k_T \cdot k_C \cdot \varepsilon_{Y0}, \quad (8)$$

где ε_{X0} и ε_{Y0} – главные деформации, определенные при качении колеса по ровной поверхности при малой скорости движения; k_D – коэффициент, учитывающий скорость движения автомобиля и состояние дорожного покрытия; k_T – коэффициент, учитывающий температуру разогрева материала шины; k_C – коэффициент, учитывающий влияние окружающей среды. Учитывая выражения 1 – 8, зависимость для определения ресурса можно представить в следующем виде:

$$L = 2\pi \cdot R_K \cdot 10^{-3} N_B \cdot \left[\frac{2k_u \cdot (1-\mu^2) \cdot W_B}{k_D \cdot k_T \cdot k_C \cdot E \cdot (\varepsilon_{X0}^2 + \varepsilon_{Y0}^2 + 2\mu \cdot \varepsilon_{X0} \cdot \varepsilon_{Y0})} \right]^{n_w}, \text{ тыс. км} \quad (9)$$

Таким образом, для определения ресурса шины по критерию усталостной выносливости необходимо знать максимальные деформации в локальных зонах внутренних слоев. Эти деформации в работе [2] определялись экспериментальным путем, что сопровождается определенными трудностями. Избежать эти трудности возможно, используя взаимосвязь деформаций в элементах шины с их температурой [1].

ЛИТЕРАТУРА

- Larin, O. (2015). Probabilistic of fatigue damage accumulation in rubberlike materials. *Strength of Materials*, 47, 6, 849–858. DOI:10.1007/s11223-015-9722-3.
- В.Б. Коханенко, С.Ю. Рагимов, Т.В. Качур. Влияние конструкции шины на безопасность движения аварийно-спасательного автомобиля // *Вестник национального университета гражданской защиты Украины «Проблемы чрезвычайных ситуаций»* № 33 / Харьков НУГЗУ, 2021.