

6 Вольфович: Беларусь прикрывает свою южную границу от диверсионно-разведывательных групп, радикалов и оружия [Электронный ресурс] // БелТА. – Режим доступа : <https://www.belta.by/society/view/volfovich-belarus-prikryvaet-svoju-juzhnuju-granitsu-ot-diversionno-razvedyvatelnyh-grupp-radikalov-i-492008-2022/>. – Дата доступа : 16.11.2022.

7 Историческая политика в национально-государственном строительстве современной Беларуси / А. А. Коваленя [и др.] // Гісторыя і грамадазнаўства. – 2019. – № 4 (94). – С. 3–12.

8 **Минасян, С. В.** Мировой опыт принятия концепции национальной безопасности / С. В. Минасян // 21-й ВЕК [Электронный ресурс]. – 2006. – № 2 (4). – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/>. – Дата доступа : 16.11.2022.

9 **Баньковский, А. Л.** Основополагающие законодательные, доктринальные, стратегические, концептуальные документы в сфере национальной безопасности в зарубежных практиках на постсоветском пространстве, в странах ближнего и дальнего зарубежья / А. Л. Баньковский, Э. Г. Головки // Основные направления совершенствования системы национальной безопасности : тезисы докладов Междунар. науч.-практ. конф., г. Минск, 19 нояб. 2021 г. / ред. кол. С. Я. Аземша [и др.]. – Минск : Строймедиа-Проект, 2021. – С. 31–39.

10 **Коваленя, А. А.** Защита народа Беларуси – стратегический национальный интерес / А. А. Коваленя, П. Н. Муравейко, А. Л. Баньковский // Беларуская думка. – 2022. – № 10. – С. 4–13.

УДК 614.841.2.001.5

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ СОВРЕМЕННОГО АВТОМОБИЛЯ

В. Н. ПАСОВЕЦ, В. А. КОВТУН, Ш. ТАГИЕВ

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси, г. Минск

Пожары на автомобилях наносят значительный ущерб экономике, создают угрозу жизни и здоровью людей. В промышленно развитых странах пожары на автотранспортных средствах составляют 5–12 % от общего числа пожаров. При этом гибель людей на пожарах, связанных с автомобильным транспортом, достигает 6–15 % от общего количества погибших на пожарах [1].

Доля горючих материалов, применяемых при производстве легковых автомобилей с бензиновым двигателем, составляет 9–12 % от его общей массы и с каждым годом возрастает [2–4]. А современный грузовой автомобиль в среднем содержит 120–450 кг резинотехнических изделий, 120–200 кг дизельного топлива, 50–70 кг моторного и трансмиссионного масла, 4–6 кг пенополиуретана, 1,8–2,9 кг полиэтилена, 2,6–3,8 кг полихлорвинила, 2,5–3,4 кг картона, 9–10 кг искусственной кожи. При этом теплота сгорания дизельного топлива составляет $43,59 \text{ МДж}\cdot\text{кг}^{-1}$, моторного и трансмиссионного масла – $41\text{--}42 \text{ МДж}\cdot\text{кг}^{-1}$, резинотехнических изделий – $32\text{--}34 \text{ МДж}\cdot\text{кг}^{-1}$, пенополиуретана – $24,3 \text{ МДж}\cdot\text{кг}^{-1}$, полиэтилена – $47,14 \text{ МДж}\cdot\text{кг}^{-1}$, полихлорвинила – $14,31 \text{ МДж}\cdot\text{кг}^{-1}$, картона – $13\text{--}14 \text{ МДж}\cdot\text{кг}^{-1}$, искусственной кожи – $17\text{--}18 \text{ МДж}\cdot\text{кг}^{-1}$. Пожарная нагрузка грузового автомобиля находится в пределах 10300–14500 МДж [5, 6].

Большинство автомобилей полностью сгорают за время от 45 минут до часа без добавления каких-либо инициаторов горения. Широкомасштабное применение полимерных материалов привело к тому, что современные автомобили при сгорании имеют более высокие скорости выделения теплоты по сравнению с ранее произведенными [7]. При этом высокие скорости выделения тепла из горящего автомобиля, расположенного, например, на городских улицах, могут вызвать возгорание находящихся рядом автомобилей или других объектов.

Выявление источника зажигания и причины возгорания транспортного средства является сложной задачей, требующей знания составов и понимания свойств конструкционных и эксплуатационных материалов [8]. В ряде случаев пожары на транспортных средствах возникают из-за неисправностей узлов трения, вызванных износом деталей или плохим качеством обработки поверхностей контактирующих деталей, а также старения и разрушения полимерной изоляции. Современные автомобили содержат большое количество изделий из композиционных полимерных материалов, что приблизительно составляет от 120 до 170 кг в зависимости от размера транспортного средства. Большинство из них являются термопластами, наполненными антипиренами. При достижении температуры плавления термопластов, которая находится в пределах 110–200 °С, антипирены могут вытесняться из полимерной матрицы, а материал может при этом терять противопожарные свойства и воспламениться.

Полиуретан является распространенным материалом в интерьере современного автомобиля. Он содержится в подушках сидений, приборной панели, обшивке потолка, дверных панелях, кон-

солях и подлокотниках. Данный материал интенсивно горит после воспламенения. Анализ проведенных натуральных испытаний показал, что небольшое возгорание за приборной панелью от источника, сопоставимого с горящей газетой, приводит к тому, что внутреннее пространство автомобиля будет охвачено пламенем в течение пяти минут [9].

Значительное число пожаров на легковых и грузовых автомобилях связано с утечкой антифриза и его последующим попаданием на горячие поверхности двигателя. Воспламенение антифриза является достаточно распространенной причиной возгорания двигателей старых автомобилей. При этом пожары происходят по следующему сценарию. Водитель обращает внимание на повышение температуры двигателя либо видит пар, идущий из моторного отсека. После остановки автомобиля двигатель загорается. Причина возгорания заключается в следующем. Антифриз представляет собой смесь этиленгликоля и воды в соотношении 50/50. Этиленгликоль имеет температуру самовоспламенения 380 °С, температура воспламенения его паров в воздухе составляет 112 °С, нижний и верхний пределы взрываемости соответственно равны 3,2 и 15,3 %. Также известно, что коллектор в работающем бензиновом двигателе или турбокомпрессор дизельного двигателя могут нагреваться до температуры 500–600 °С, что превышает температуру самовоспламенения этиленгликоля. Когда горячий антифриз вытекает на нагретые поверхности двигателя, водный раствор этиленгликоля начинает кипеть до тех пор, пока вода не выкипит. В этот момент остается чистый этиленгликоль, который испаряется и нагревается до температуры вспышки, которая составляет 116 °С. Если в данном объеме пространства, заполненном парами этиленгликоля, произойдет образование искры от электрических компонентов двигателя, произойдет воспламенение. При отсутствии искры этиленгликоль будет продолжать нагреваться и испаряться. При контакте этиленгликоля с горячим коллектором или поверхностью турбокомпрессора произойдет его воспламенение. Далее может произойти возгорание нефтепродуктов или деталей двигателя, выполненных из горючих материалов. Это обусловлено тем, что этиленгликоль является многоатомным спиртом, а его температура сгорания составляет 704 °С. Данной температуры достаточно для плавления алюминиевых и цинковых компонентов двигателя, таких как радиатор, корпус генератора, насос кондиционера, клапанные крышки. При этом возгорание холодных двигателей, непосредственно связанное с воспламенением антифриза, встречается очень редко.

Пожары, связанные с воспламенением топлива, преимущественно происходят из-за различных неисправностей соединений топливной аппаратуры. Температура самовоспламенения бензина составляет 255–370 °С. При этом температура электрической искры превышает 2000 °С, что позволяет мгновенно воспламенить пары бензина.

В случае утечки топлива и его попадания под автомобиль наблюдаются серьезные повреждения задней части автомобиля, например, сгоревшие задние шины, а также признаки пожара на земле. Также автомобильные пожары могут возникать из-за утечки моторного масла и попадания его на горячую поверхность коллектора. Масло самовоспламеняется при температуре 450 °С. Возгорание рабочей жидкости гидроусилителя руля и тормозной жидкости достаточно редко является причиной пожара на автомобиле [9]. Однако при воспламенении от открытого источника огня данные жидкости горят с большой интенсивностью. Так, вытекающая из главного цилиндра тормозная жидкость во время пожара интенсивно сгорает, создавая впечатление источника возгорания.

Таким образом, в работе рассмотрены основные причины возникновения пожаров на автотранспортных средствах. Основными причинами непреднамеренных пожаров на автомобильном транспорте являются технические неисправности систем, узлов и агрегатов двигателя внутреннего сгорания, а также короткое замыкание электрической аппаратуры автомобиля.

Список литературы

1 **Пасовец, В. Н.** Пожары на автотранспортных средствах: причины возникновения / В. Н. Пасовец, В. В. Ковтун, Ш. Ш. Тагиев // Вестник Ун-та гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2022. – Т 6, № 2. – С. 228–238. – DOI : <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2022.6-2.228>.

2 **Tamura, Y.** The spread of fire from adjoining vehicles to a hydrogen fuel cell vehicle. / Y. Tamura, M. Takabayashi, M. Takeuchi // International Journal of Hydrogen Energy. – 2014. – Vol. 39, is. 11. – P. 6169–6175.

- 3 **Shipp, M.** Measurements of the severity of fires involving private motor vehicles / M. Shipp, M Spearpoint // Fire and Materials. – 1995. – Vol. 19, no. 3. – P. 143–151.
- 4 **Chen, Y.** Experiment Research of Motorcar Fire / Y. Chen, R. John // Journal of China University of Mining and Technology. – 2002. – Vol. 31, no. 6. – P. 556–560.
- 5 Experimental Investigation of Burning Scenario of Loaded 3.49 Ton Pickup Trucks / Y.-J. Chuang [et al.] // Journal of Applied Fire Science. – 2005. – Vol. 14, no. 1. – P. 27–46.
- 6 **Lonnermark, A.** Gas temperatures in heavy goods vehicle fires in tunnels / A. Lonnermark, H. Ingason // Fire Safety Journal. – 2005. – Vol. 40, no. 6. – P. 506–527.
- 7 **Du, X.** Research of combustion characteristic of car external decoration materials / X. Du, L. Zhao, J. Qin // Fire Science and Technology. – 2013. – Vol. 33, no. 3. – P. 243–246.
- 8 **Tohir, M.** Distribution analysis of the fire severity characteristics of single passenger road vehicles using heat release rate data / M. Tohir, M. Spearpoint // Fire Science Reviews. – 2013. – Vol. 2, no. 5. – P. 1–26.
- 9 Full-scale Experimental Study of Fire Spread Behavior of Cars / X. Jiang [et al.] // Procedia Engineering. – 2018. – Vol. 211. – P. 297–305.

УДК 539.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В СТЕРЖНЯХ ФЕРМ ПРИ МАКСИМАЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ МОСТА ЧЕРЕЗ РЕКУ ГОРЫНЬ В СЛУЧАЕ ОБРЫВА ВАНТ

А. А. ПОДДУБНЫЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель,

В. А. ГОРДОН

Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева, Российская Федерация

Любое применение программных комплексов при расчете элементов конструкций и сооружений целиком как правило имеет погрешность в связи с тем, что в расчеты заложены идеальные условия изготовления конструкций и их строительство.

В связи с этим при строительстве сложных сооружений, особенно мостов и путепроводов необходимо их научное сопровождение на этапе изготовления конструкций и строительства сооружений.

Расчет элементов мостового пролета

После возведения моста через реку Горынь была проведена диагностика построенного моста, определены изменения расчетных схем моста и участки, в которых возникают максимальные нагрузки (рисунки 1, 2).



Рисунок 1 – Измерение толщины металла



Рисунок 2 – Опасный участок моста через реку Горынь

После научной диагностики был проведен расчет усилий в конструкции моста и рассчитаны максимальные прогибы пролетов [1].

В настоящее время в основном используются аналитические методы. При расчетах с помощью компьютера применяются программно-вычислительные комплексы, основанные на решении общей системы уравнений равновесия. При расчетах фермы вручную использовался метод сечений, разновидностями которого является способ вырезания узлов, проекций и моментной точки. Рассчитывалась ферма с простой решёткой и указанные способы удачно дополняют друг друга, позволили из-