ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 656.1

© А. А. Белехов, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: ibddgasu@gmail.com

DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-6-221-227

© А. А. Belekhov, post-graduate student
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: ibddgasu@gmail.com

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ В КОНСТРУКЦИЮ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, НАХОДЯЩИХСЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

QUALITATIVE ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF INTRODUCING CHANGES IN THE DESIGN OF VEHICLES IN OPERATION

Рассматривается важность контроля за внесением изменений в конструкцию транспортных средств, находящихся в эксплуатации. Приведены статистические данные о количестве ДТП, произошедших из-за технических неисправностей транспортных средств. Указан один из путей совершенствования контроля за безопасностью дорожного движения по фактору «автомобиль». Описан алгоритм проведения предварительной технической экспертизы, дано формальное математическое описание данного алгоритма. Приведен пример практического применения алгоритма, разработанного на основе полученных математических зависимостей.

Ключевые слова: внесение изменений, конструкция транспортного средства.

The article considers the importance of monitoring the introduction of changes in the construction of vehicles in operation. Statistical data are given on the number of road accidents that have occurred due to technical failures of vehicles. One of the ways of improving control over road traffic safety by the «automobile» factor is indicated. An algorithm for conducting the preliminary technical expertise is described, and a formal mathematical description of this algorithm is given. An example of practical application of the developed algorithm is given, based on the obtained mathematical dependences.

Keywords: introducing changes, vehicle design.

Техническое состояние автомобильного транспорта, а также соответствие его конструкции требованиям нормативно-технической документации играет важную роль в системе обеспечения безопасности дорожного движения (далее БДД). Так, по причине неисправного технического состояния транспортных средств в 2016 году произошло 5394 ДТП, в которых погибло 978 человек и ранено 8052 человека. За первые девять месяцев 2017 года по причине неисправного технического состояния произошло 4502 ДТП¹, в которых погибло 688 человек

и ранено 6818 человек. Эти данные подчеркивают важность контроля за техническим состоянием автотранспортных средств и прицепов (далее — транспортное средство, или ТС), в том числе и в части соответствия их конструкции с вносимыми собственниками ТС изменениями требованиям [1, 2].

В свою очередь это приводит к необходимости проведения качественной оценки возможности внесения изменений в конструкцию ТС, находящихся в эксплуатации [3]. Данная оценка заключается, во-первых, в определении списка изменений, вносимых в конструкцию ТС, находящихся в эксплуатации, а во-вторых, в количе-

¹ Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения. 2017. URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения 10.10.2017).

ственной оценке вносимых изменений. Она проводится в виде предварительной технической экспертизы конструкции ТС.

Для первого этапа требуется составление наиболее широкой и всеохватывающей номенклатуры конструкций серийно выпускаемых ТС, а также списка вносимых в конструкцию изменений. Это позволит, в свою очередь, проанализировать вносимые в конструкцию ТС изменения и оценить их влияние на безопасность. Составление данной номенклатуры потребует наличия большого опыта от специалистов-практиков, имеющих большой стаж работы в сфере оценки возможности внесения изменений в конструкцию ТС. Также возникает необходимость в анализе уже зарегистрированных изменений для определения возможных изменений и составления их классификации [4, 5].

В ходе проведения второго этапа на основе определенного списка вносимых в конструкцию изменений необходимо провести их количественную оценку. Для этого необходимо описать модель проведения предварительной технической экспертизы и составить ее математическое описание.

В качестве модели, описывающей проведение предварительной технической экспертизы конструкции ТС, используем алгоритм ее проведения [6], представленный на рисунке.

В данном случае необходимо разбить предлагаемый алгоритм по блокам, представляющим аналитическую и расчетную части проведения предварительной технической экспертизы конструкции ТС. К аналитической части оценки возможности внесения изменений относятся блоки 2, 3, 4, 5 и 7. К расчетной части — блоки 6 и 7, на этапах которых определяют параметры, необходимые для контроля, и значения данных параметров, оказывающих влияние на БДД.

Математически данный алгоритм можно представить как совокупность нескольких функций, записываемую следующим образом [7, 8]:

$$F_2(x) = \begin{cases} F_{3,5}, & \text{при } E \geq 1 \\ F_4, & \text{при } E = 0 \end{cases} \quad (1)$$

где $F_2(x)$ — функция, описывающая 2-й блок алгоритма; $F_{3,5}$, F_4 — функции, описывающие 3, 5 и 4-й блоки алгоритма соответственно; x — количество серийно выпускаемых аналогов авто-

мобильных ТС (АТС) с внесенными изменениями.

$$F_{3,5}(y) = \begin{cases} 1, & \text{при } y = y_0 \\ F_4, & \text{при } y \neq y_0 \\ F_6, & \text{при } y \cap y_0 \neq \emptyset \end{cases} \quad (2)$$

где y — множество значений технических параметров АТС с внесенными в конструкцию изменениями; y_0 — множество значений технических параметров серийно выпускаемого аналога АТС с внесенными в конструкцию изменениями; F_6 — функция, описывающая 6-й блок алгоритма.

Для определения множества параметров y и y_0 запишем их значения:

$$y = \{y_1, y_2 \dots y_{n-1}, y_n\}, \quad (3)$$

где y_n — значение конкретного параметра АТС с внесенными изменениями; n — количество контролируемых параметров АТС.

$$y_0 = \{y_{01}, y_{02} \dots y_{0(n-1)}, y_{0n}\}, \quad (4)$$

где y_{0n} — значение конкретного параметра АТС серийно выпускаемого аналога.

$$F_4(z) = \begin{cases} F_6, & \text{при } z = z_0 \\ 0, & \text{при } z \neq z_0 \end{cases} \quad (5)$$

где z — множество значений параметров АТС, контролируемых при проверке безопасности; z_0 — множество значений контролируемых параметров АТС в соответствии с нормативными документами.

Запишем множество значений параметров z и z_0 :

$$z = \{z_1, z_2 \dots z_{i-1}, z_i\}, \quad (6)$$

где z_i — значение конкретного параметра АТС, контролируемого при проверке безопасности; i — количество параметров.

$$z_0 = \{z_{01}, z_{02} \dots z_{0(i-1)}, z_{0i}\}, \quad (7)$$

где z_{0i} — значение контролируемого параметра АТС в соответствии с нормативными документами.

$$F_6 = \begin{cases} 0, & \text{если } k_m \notin [k_m] \\ 1, & \text{если } k_m \in [k_m] \end{cases} \quad (8)$$

где k_m — расчетное значение параметров АТС, оборудования или крепежа; $[k_m]$ — нормативное значение параметров; m — количество производимых расчетов.

При последовательном выполнении функций алгоритма, описанных формулами (3), (4), (7), (10), получим искомое значение, соответствующее следующей функции:

$$F_a(x, y, z, k) = F_2(x) \cdot F_{3,5}(y) \cdot F_4(z) \cdot F_6(k), \quad (9)$$

Алгоритм проведения предварительной технической экспертизы

где $F_a(x,y,z,k)$ — итоговая функция алгоритма, принимающая одно из двух значений:

$F_a = 1$, если внесение в конструкцию АТС возможно и будет удовлетворять действующим нормативно-техническим документам;

$F_a = 0$, если вносимые в конструкцию АТС изменения не будут соответствовать действующим нормативам.

Таким образом, выбирая необходимые значения параметров из нормативно-технической документации, можно произвести качественную расчетно-аналитическую оценку возможности внесения изменений в конструкцию транспортного средства [9].

Рассмотрим возможность применения данного алгоритма на примере установки газобаллон-

ного оборудования (далее — ГБО) для работы на сжиженном нефтяном газе (далее — СНГ) на автомобиль Volkswagen Multivan 2004 года выпуска. Данное оборудование включает в себя следующие компоненты:

- газовый баллон объемом 105 л;
- заправочный блок с вентильным устройством;
- указатель уровня топлива;
- автоматическое устройство, ограничивающее наполнение баллона до 80 % его емкости;
- предохранительный, рабочий, обратный и скоростной клапаны;
- заправочное устройство со встроенным обратным клапаном;
- магистральный запорный клапан;

Необходимые условия для установки ГБО на ТС

№ п/п	Контролируемый параметр	Нормативное значение
1	Газобаллонное оборудование должно иметь сертификат соответствия для соответствующего типа транспортных средств	Наличие сертификата
2	Экологический класс установленного газобаллонного оборудования не должен быть ниже экологического класса транспортного средства	Не ниже ЕВРО-4
3	Установка всех агрегатов и узлов газобаллонного оборудования на автомобиле должна быть произведена в соответствии с требованиями Правил ЕЭК ООН № 110 и 115	<p>Система СНГ должна устанавливаться таким образом, чтобы обеспечивалась ее максимальная возможная защита от повреждений;</p> <p>к системе СНГ не должны подсоединяться никакие устройства, за исключением тех, наличие которых строго необходимо для обеспечения надлежащей работы двигателя;</p> <p>никакой элемент системы СНГ, в том числе любой защитный материал, являющийся частью таких элементов оборудования, не должен выступать за внешние габариты транспортного средства, за исключением запорочного блока, причем последний не должен выступать из своего гнезда более чем на 10 мм;</p> <p>никакие элементы системы СНГ не должны располагаться в пределах 100 мм от системы выпуска отработавших газов или аналогичного источника тепла, если такие элементы оборудования не имеют надлежащего теплозащитного кожуха;</p> <p>баллон устанавливается в транспортном средстве стационарно, причем он не должен устанавливаться в моторном отсеке;</p> <p>баллон устанавливается таким образом, чтобы не происходило контакта между металлическими поверхностями, за исключением контакта с узлами крепления баллона (баллонов);</p> <p>на готовом к эксплуатации транспортном средстве расстояние между топливным баллоном и поверхностью дороги должно составлять не менее 200 мм. Данное положение не применяется, если баллон в достаточной степени защищен спереди и с боков и никакая часть баллона не располагается ниже этой защитной конструкции;</p> <p>топливный баллон (топливные баллоны) или резервуар (резервуары) должен быть установлен и закреплён (должны быть установлены и закреплены) таким образом, чтобы при полных баллонах могли поглощаться следующие нагрузки (без причинения повреждений):</p> <ul style="list-style-type: none"> – транспортные средства категорий M1 и N1: а) 20g по направлению движения; б) 8g по горизонтали перпендикулярно направлению движения; – транспортные средства категорий M2 и N2: а) 10g по направлению движения; б) 5g по горизонтали перпендикулярно направлению движения;

	– транспортные средства категорий М3 и N3: а) 6,6g по направлению движения; б) 5g по горизонтали, перпендикулярно направлению движения; газонепроницаемый кожух должен иметь сообщение с атмосферой, при необходимости через соединительный шланг и отводной патрубков, которые должны быть стойкими к действию СПГ; вентиляционный канал газонепроницаемого кожуха не должен отводить газы в надколесную арку или в направлении источника тепла, например системы выпуска отработавших газов; газонепроницаемый кожух должен обеспечивать защиту всех элементов оборудования, установленных в багажном отделении или пассажирском салоне; если баллон СНГ установлен в пассажирском салоне или закрытом (багажном) отделении, то правый блок должен размещаться с внешней стороны транспортного средства или в моторном отсеке; электрооборудование системы СНГ должно быть защищено от перегрузок; транспортные средства с конвертированным двигателем должны оборудоваться системой переключения вида топлива во избежание одновременной подачи в двигатель более чем одного вида топлива в течение более 5 с. Транспортные средства с конвертированным двигателем, использующие дизельное топливо в качестве первичного топлива для воспламенения газозооушной смеси, допускаются в тех случаях, когда эти двигатели и транспортные средства отвечают обязательным нормам выброса; конструкция электрических соединений и элементов электрооборудования внутри газонепроницаемого кожуха должна исключать возможность образования электрической искры
4	Газотопливная аппаратура должна иметь запорно-предохранительные устройства, обеспечивающие автоматическое отключение подачи газа при внезапной остановке двигателя, в том числе при отключении бортовой системы электропитания
5	Между оболочкой газового баллона и хомутами крепления должна помещаться предохранительная прокладка
6	Способ крепления газового баллона и его размещение на автомобиле должны осуществляться с соблюдением требований ОСТ 37.001.653–99

Наличие предохранительных прокладок между хомутами крепления и газовым баллоном

Конструкция ГБО и его размещение на ТС должны обеспечить безопасную работу ГБО и заявленные технические характеристики при рабочем давлении, на которое оно рассчитано и для которого оно официально утверждено; к комплекту ГБО не должны подсоединяться никакие устройства, потребляющие газ, за исключением тех, наличие которых строго необходимо для обеспечения надлежащего функционирования двигателя ТС;

конструкция ГБО должна обеспечивать надежный пуск двигателя ТС на газе при температуре окружающего воздуха выше -5°C ; размеры и количество элементов крепления газового баллона должно соответствовать требованиям ОСТ

- газоредуцирующую аппаратуру;
- газопроводы и шланги;
- газовые форсунки;
- электронный блок управления;
- переключатель видов топлива газ/бензин^{2,3}.

В соответствии с требованиями, указанными в нормативной документации (Правила ЕЭК ООН № 110 и 115, ОСТ 37.001.653–99⁴), при установке оборудования должны быть выполнены следующие условия, представленные в таблице.

В соответствии с установленными параметрами определяется возможность внесения изменений в конструкцию данного транспортного средства. Список данных параметров соответствует значениям z , y и k , учитываемым при определении итогового значения функции алгоритма F_a . Это позволяет в дальнейшем, при последующей проверке конструкции ТС после внесения изменений точно определить соответствие указанного автомобиля требованиям безопасности и, как следствие, повысить уровень БДД по фактору «автомобиль» [10, 11].

Библиографический список

1. Белехов А. А. Методология оценки допустимости внесения изменений в конструкцию автотранспортных средств, находящихся в эксплуатации: дис. ... магистра. СПб.: СПбГАСУ, 2016. С. 6–15.

² Правила ЕЭК ООН № 115 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения: I. Специальных модифицированных систем СНГ (сжиженный нефтяной газ), предназначенных для установки на механических транспортных средствах, в двигателях которых используется СНГ; II. Специальных модифицированных систем КПГ (компримированный природный газ), предназначенных для установки на механических транспортных средствах, в двигателях которых используется КПГ» (Испр-е 1 к доп-ю 4 к первоначальному варианту Правил в соответствии с уведомлением депозитария C.N.792.2011.TREATIES-2 от 5 января 2012 г.).

³ Правила ЕЭК ООН № 110 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения: I. Элементов специального оборудования механических транспортных средств, двигатели которых работают на сжатом природном газе (СПГ) II. Транспортных средств в отношении установки элементов специального оборудования официально утвержденного типа для использования в их двигателях сжатого природного газа (СПГ)» (Испр-е 2 к первоначальному варианту Правил в соответствии с уведомлением депозитария C.N.818.2001.TREATIES-2 от 23 августа 2001 г.).

⁴ ОСТ 37.001.653–99 «Газобаллонное оборудование для транспортных средств, использующих газ в качестве моторного топлива» (Утв. и введен в действие Приказом по ФГУП «НАМИ» № 236 от 30.12.1999).

2. Евтюков С. А., Васильев Я. В. Дорожно-транспортные происшествия: расследование, реконструкция, экспертиза / под ред. С. А. Евтюкова. СПб.: ООО «Издательство ДНК», 2008. 392 с.

3. Белехов А. А. Научные аспекты расчетно-аналитической оценки допустимости внесения изменений в конструкцию автотранспортных средств, находящихся в эксплуатации // Актуальные проблемы безопасности дорожного движения: материалы 68-й Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов. СПб.: СПбГАСУ, 2015. С. 49.

4. Белехов А. А. Механизмы обоснования допустимости изменения конструкции ТС в процессе их эксплуатации по критериям БДД // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 3 (62). С. 226–231.

5. Белехов А. А., Горшков А. Н. Разработка алгоритма проведения оценки возможности внесения изменений в конструкцию транспортных средств, находящихся в эксплуатации // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 6 (59). С. 182–187.

6. Евтюков С. А., Белехов А. А. Совершенствование методов предварительной технической экспертизы как первый этап определения возможности внесения изменений в конструкцию транспортных средств // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 1 (60). С. 239–245.

7. Волков И. К., Канатников А. Н. Интегральные преобразования и операционное исчисление: учебник для вузов / под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. 2-е изд. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. 228 с.

8. Рябов О. А. Моделирование процессов и систем: учеб. пособие. Красноярск: Изд-во СФУ, 2008. 122 с.

9. Евтюков С. А., Лукьянов С. В. Методика оценки контролируемых параметров транспортных средств после внесения изменений в их конструкцию. СПб.: СПбГАСУ, Испытательная лаборатория «ЦЭБ» ИБДД, 2015. 22 с.

10. Пугачев Н. Н., Горев А. Э., Олещенко Е. М. Организация и безопасность дорожного движения: учеб. пособие. М.: Изд. центр «Академия», 2009. 272 с.

11. Кравченко П. А., Воробьев А. Г. Организационный и технологический ресурс проблемы обеспечения безопасности дорожного движения // Транспорт Российской Федерации. 2008. № 2. С. 44–50.

References

1. Belekhov A. A. *Metodologiya otsenki dopustimosti vneseniya izmeneniy v konstruktuyu avtotransportnykh sredstv, nakhodyashchikhsya v ehkspluatatsii. Diss. Magistra nauk* [Methodology of assessing the admissibility of design modification of vehicles in operation. MSc. diss.]. St Petersburg, SPSUACE Publ., 2016, pp. 6-15.

2. Evtyukov S. A., Vasil'ev Ya. V. *Dorozhno-transportnye proisshestviya: rassledovanie, rekonstruktsiya, ehkspertiza* [Road accidents: investigation, reconstruction, examination]. Ed. by Evtyukov S. A. St Petersburg, DNK Publ., 2008, 392 p.
3. Belekhov A. A. *Nauchnye aspekty raschetno-analiticheskoy otsenki dopustimosti vneseniya izmeneniy v konstruktsiyu avtotransportnykh sredstv, nakhodyashchikhsya v ehkspluatatsii* [Scientific aspects of calculation and analytical assessment of the admissibility of design modification of vehicles in operation]. *Trudy 68-y Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov, molodykh uchenykh i doktorantov «Aktual'nye problemy bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya»* [Proc. of the 68th Int. sci.-pract. conf. of students, graduate students, young scientists and doctoral candidates "Current problems of traffic safety"]. St Petersburg, SPSUACE, 2015, p. 49.
4. Belekhov A. A. *Mekhanizmy obosnovaniya dopustimosti izmeneniya konstruktsii TS v protsesse ikh ehkspluatatsii po kriteriyam BDD* [Mechanisms of substantiating the admissibility of introducing alterations to the vehicle design in the process of its operation in accordance with the road traffic safety regulations] *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2017, no. 3 (62), pp. 226–231.
5. Belekhov A. A., Gorshkov A. N. *Razrabotka algoritma provedeniya otsenki vozmozhnosti vneseniya izmeneniy v konstruktsiyu transportnykh sredstv, nakhodyashchikhsya v ehkspluatatsii* [Development of the algorithm of assessing possible changes in the design of operated vehicles]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2016, no. 6 (59), pp. 182–187.
6. Evtyukov S. A., Belekhov A. A. *Sovershenstvovanie metodov predvaritel'noy tekhnicheskoy ehkspertizy kak pervyy etap opredeleniya vozmozhnosti vneseniya izmeneniy v konstruktsiyu transportnykh sredstv* [Improving the methods of preliminary technical assessment as the first step of determining the possibility of the vehicle design changes]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2017, no. 1 (60), pp. 239–245.
7. Volkov I. K., Kanatnikov A. N. *Integral'nye preobrazovaniya i operatsionnoe ischislenie. Uchebnik dlya vuzov* [Integral transformations and operational calculation. Textbook for higher education institutions]. Ed. by Zarubin B. C., Krishchenko A. P. The 2-nd. iss. Moscow, MSTU named after N. Eh. Bauman Publ., 2002, 228 p.
8. Ryabov O. A. *Modelirovanie protsessov i system. Ucheb. posobie* [Modeling of processes and systems. Teaching manual]. Krasnoyarsk, SFU Publ., 2008, 122 p.
9. Evtyukov S. A., Luk'yanov S. V. *Metodika otsenki kontroliruemyykh parametrov transportnykh sredstv posle vneseniya izmeneniy v ikh konstruktsiyu* [Assessment techniques of the controlled parameters of vehicles after their design's modification]. St Petersburg, SPSUACE Publ., TsEhB IBDD Publ., 2015, 22 p.
10. Pugachev N. N., Gorev A. Eh., Oleshchenko E. M. *Organizatsiya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya. Ucheb. posobie* [Organization and traffic safety. Teaching manual]. Moscow, Akademiya Publ., 2009, 272 p.
11. Kravchenko P. A., Vorob'ev A. G. *Organizatsionnyy i tekhnologicheskyy resurs problemy obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya* [Organization and technology resource of the traffic safety provision]. *Transport Rossiyskoy Federatsii – Transport of the Russian Federation*, 2008, no. 2, pp. 44–50.