

4. Бусел, Б. У., Рак М. В. Основные расчетные зависимости и параметры для системы ограничения динамической нагруженности несущей системы самосвала и контроля ровности карьерных дорог. Автомобиле- и тракторостроение: материалы Международной научно-практической конференции / Б. У. Бусел, М. В. Рак.; редкол.: отв. ред. Д. В. Капский [и др.]. – Минск: БНТУ, 2018. – Т. 1. – С. 73–77.

Представлено 11.05.2022

УДК 620.3

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ
РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ
ПРОЧНОСТИ СИЛОВОЙ СТРУКТУРЫ АВТОБУСОВ
ПО ТРЕБОВАНИЯМ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**PRACTICAL USE OF THE METHOD OF CALCULATION
AND EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF THE STRENGTH
OF THE POWER STRUCTURE OF BUSES ACCORDING
TO THE REQUIREMENTS OF PASSIVE SAFETY**

Омелюсик А. В.; Шмелев А. В., канд. техн. наук,
Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь
A. Amialiusik; A. Shmialiou, Ph.D. in Engineering,
The Joint Institute of Mechanical Engineering of the NAS of Belarus,
Minsk, Belarus

Приведены примеры практического использования методики расчетно-экспериментальной оценки показателей прочности силовой структуры автобусов на соответствие требованиям Правил ООН №66. Представлена схема применения расчетных методов исследований на различных этапах изготовления пассажирской техники. Отмечена эффективность использования разработанной схемы при изготовлении новых моделей автобусов и модификации имеющихся моделей.

Examples of the practical use of the methodology for the calculation and experimental assessment of the strength indicators of the power structure of buses for compliance with the requirements of UN Regulation No. 66 are given. A scheme of interaction between calculation methods of research and stages of production of passenger vehicles is presented. The efficiency of using the developed scheme in the production of new bus models and modification of existing models is noted.

Ключевые слова: автобус, силовая структура, пассивная безопасность, расчетно-экспериментальный метод, этапы изготовления, Правила ООН № 66.

Keywords: bus, passive safety, calculation-experimental method, production steps, UN Regulation No. 66.

ВВЕДЕНИЕ

Международные Правила устанавливают высокие требования к безопасности при перевозке людей пассажирскими транспортными средствами, в частности автобусами. Одними из ключевых нормативных документов в данной области являются правила ООН № 66 [1]. Их основное требование заключается в обеспечении заданного остаточного пространства в салоне транспортного средства при его опрокидывании с определенными начальными условиями.

Проведение испытаний силовой структуры пассажирских транспортных средств на соответствие требованиям Правил ООН № 66 экспериментальным способом является трудоемкой, дорогостоящей процедурой. Развитие расчетных методов оценки прочности конструкций позволило допустить в Правилах замену реальных испытаний виртуальными. В связи с этим целесообразным является проведение оценки силовой структуры пассажирских транспортных средств на основе виртуальных испытаний.

На сегодняшний день методы и средства компьютерного моделирования активно используются на практике и позволяют эффективно оценивать прочность конструкции пассажирской техники на различных этапах изготовления. Так в работах [2, 3] на ранних стадиях проектирования силовой структуры транспортных средств рекомендуется использовать инженерный метод силовых сечений по предельному состоянию, что позволяет выбрать рациональную силовую схему и перейти к разработке расчетных моделей и компьютерному моделированию испытаний. Автором работы [4] про-

ведены виртуальные испытания вахтовых автобусов на базе шасси УРАЛ-43203 и КамАЗ-4326 на завершающем этапе проектирования. Результаты моделирования показали, что значения показателей прочности силовой структуры транспортных средств не удовлетворяют требованиями Правил ООН № 66. После внесения изменений в конструкцию был проведен повторный расчет и требование Правил было выполнено. В расчетных моделях автобусов вахтовой конструкции использовались свойства материалов, полученные экспериментальным путем.

Таким образом, использование методов компьютерного моделирования при изготовлении автобусов играет существенную роль. Возникает необходимость разработки комплексного подхода к обеспечению пассивной безопасности автобусов при имеющихся методах и средствах компьютерного моделирования и потребностей производителя в получении информации о прочности силовой структуры разрабатываемых моделей техники.

ПРИМЕНЕНИЕ РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ СИЛОВОЙ СТРУКТУРЫ АВТОБУСОВ НА СООТВЕТСВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Белорусским государственным центром аккредитации (БГЦА) проведена аккредитация сектора расчетов и виртуальных испытаний мобильных машин и компонентов Научно-технического центра «Республиканский полигон для испытаний мобильных машин» Государственного научного учреждения «Объединенный институт машиностроения Национальной академии наук Беларуси» в области расчетной оценки прочности силовой структуры пассажирских транспортных средств на соответствие требованиям Правил ООН №66 с использованием программного комплекса ANSYS LS-DYNA.

Расчетные исследования проводятся на основе разработанной расчетно-экспериментальной методики, включающую в себя этапы экспериментальных исследований механических характеристик материалов и элементов силовой структуры автобусов при статическом и динамическом нагружении. Разработанная методика довольно успешно зарекомендовала себя при оценке свойств силовой структуры новых и модернизации имеющихся моделей автобусов.

Методика применена при расчетно-экспериментальной оценке показателей прочности силовой структуры автобуса Неман-4202 производства ОАО «Минский завод колесных тягачей». После получения положительного заключения о соответствии прочности силовой структуры автобуса требованиям Правил ООН №66 была проведена НИОКР с целью совершенствования силовой структуры автобуса по критериям снижения массы и упрощения технологии изготовления с перспективой дальнейшей сертификации при использовании шасси измененной конструкции.

В связи с внесением изменений в Правила ООН № 66 о необходимости проведения испытаний силовой структуры автобусов при наличии балласта с определенной массой на местах сидений пассажиров требовалось провести повторные испытания существующих модификаций. Для выполнения требований изменений в Правилах с помощью расчетно-экспериментального метода была проведена сертификация междугородних автобусов МАЗ-226, МАЗ-231 и туристического автобуса МАЗ-251 с выполнением ряда экспериментальных исследований прочностных характеристик материала и элементов конструкции силовой структуры. В результате получено положительное заключение о соответствии прочности силовой структуры исследуемых моделей автобусов требованиям действующих Правил с учетом внесенных изменений.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИЛОВОЙ СТРУКТУРЫ АВТОБУСОВ

Как было сказано выше, разработанная методика расчетно-экспериментальной оценки показателей прочности силовой структуры нашла довольно широкое применение при изготовлении автобусов. В связи с этим возникла необходимость разработки системного взаимодействия расчетных методов исследований и реального производства на различных этапах изготовления пассажирской техники. На рисунке 1 представлена блок-схема системного взаимодействия расчетных методов исследований и этапов изготовления.

Получение заводом-изготовителем информации о показателях прочности силовой структуры производимых моделей автобусов возможно на любом этапе изготовления. Объем и достоверность результатов зависит от предоставляемых в расчетный центр исходных данных и количества проведенных натурных испытаний по опреде-

лению показателей механических свойств элементов силовой структуры автобуса. При внесении изменений в конструкцию и необходимости проведения повторной расчетно-экспериментальной оценки показателей прочности всей силовой структуры допускается использование результатов экспериментальных исследований механических свойств элементов конструкции предыдущей модели автобуса при их неизменности в доработанной модели. В случае внесения таких изменений как используемый материал, профиль несущих балок для получения достоверных результатов расчетов проводится серия дополнительных натуральных экспериментов.



Рисунок 1 – Блок-схема системного взаимодействия расчетных методов исследований и этапов производства

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан комплексный подход к обеспечению пассивной безопасности силовой структуры автобусов при опрокидывании. Подход основан на рациональном использовании вычислительных расчетных мощностей и средств изготовления техники, что в совокуп-

ности обеспечивает эффективную подготовку к производству, как новых моделей пассажирской техники, так и модификацию имеющихся моделей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила ЕЭК ООН № 66(02)/ Пересмотр 1. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения крупногабаритных пассажирских транспортных средств в отношении прочности их силовой структуры. Комитет по внутреннему транспорту ЕЭК ООН. – Введ. 03.09.97, посл. измен. 09.11.05 – Минск: Госстандарт: БелГИСС, 2006. – 74 с.

2. Рогов, П. С. Разработка методики обеспечения пассивной безопасности кузовов автобусов в условиях опрокидывания при проектировании : дис. канд. тех. наук : 05.05.03 / П. С. Рогов. – Н. Новгород, 2015. – 189 с.

3. Тумасов, А. В. Разработка методики расчетной оценки пассивной безопасности кузовов и кабин автомобилей при опрокидывании : автореф. дис. канд. тех. наук : 05.05.03 / А. В. Тумасов; НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2008. – 19 с.

4. Вашурин, А. С. Разработка методики и оценка пассивной безопасности кузовов из многослойных панелей вахтовых автобусов: дис. канд. тех. наук : 05.05.03 / А. С. Вашурин. – Н. Новгород, 2014. – 260 с.

Представлено 10.05.2022