

5. Грузовики и автобусы MAN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mantruckandbus.com/en/company/glossar/ebs-electronic-braking-system.html>. – Дата доступа: 12.02.2022.

5. Knorr-bremse [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.knorr-bremse.com/en/>. – Дата доступа: 15.03.2022.

Представлено 30.04.2022

УДК 621.01

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ НАГРУЖЕННОСТИ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

DETERMINATION OF THE LEVEL OF LOADING OF THE LOAD-BEARING STRUCTURES OF VEHICLES

Бусел Б. У.¹, канд. техн. наук, доц., **Хитриков С. В.²**, зам. нач.отд.,
Швец Д. А.², зав. сект.,

¹Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

²Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь

B. Busel.¹, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
S. Khitrikov², Deputy Head, **D. Shvets²**, Head of Sector

¹Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

²The Joint Institute of Mechanical Engineering of the National Academy
of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

В статье представлен способ оценки динамической нагруженности несущих конструкций транспортных средств и контроля дорожных условий на базе применения коэффициентов динамичности. Определен ряд показателей, характеризующих уровень динамического нагружения несущих конструкций транспортного средства. Полученные показатели позволяют оценивать дорожные условия участков дорог любой протяженности по динамическому воздействию на автомобиль в целом и на несущую конструкцию в частности.

The article presents a method for assessing the dynamic loading of the supporting structures of vehicles and controlling road conditions based on the use of dynamic coefficients. A number of indicators characterizing the level of dynamic loading of the carrier structures of the vehicle have been determined. The obtained indicators make it possible to evaluate the road conditions of road sections of any length in terms of the dynamic impact on the car as a whole and on the supporting structure in particular.

Ключевые слова: нагруженность, несущие конструкции, дорожные условия, коэффициент динамичности.

Keywords: loading, load-bearing structures, road conditions, dynamic coefficient.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, в связи с развитием электронных системы контроля и управления транспортных средств на базе бортовых электронных контроллеров, системы точного позиционирования, активно разрабатываются системы защиты конструкций транспортных средств от статических и динамических нагрузок, системы контроля, анализа и улучшения условий эксплуатации. Весь этот комплекс работ направлен на повышение эффективности и обеспечение объявленного ресурса (пробега) транспортных средств.

Необходимым условием для определения динамических нагрузок является оборудование транспортного средства системами контроля статических (вес груза) и динамических нагрузок. Уровень динамических нагрузок прямо влияет на ресурс несущей системы (рама, балки мостов), ходовой системы и подвески транспортного средства. Поддержание приемлемого уровня динамического нагружения обеспечивается за счет ограничения воздействия на транспортное средство со стороны дорожной поверхности и выбора скоростного режима.

Ресурс транспортного средства в целом, а несущей и ходовой его части в особенности, определяется микропрофилем поверхности дороги, который определяет практически 100 % энергии колебательных процессов в конструкции автомобиля в частотной полосе до 30 Гц [1, 2]. Интенсивные динамические нагрузки приводят к выработке ресурса наиболее нагруженных несущих эле-

ментов конструкции автомобиля в результате накопления усталостных повреждений. Поэтому решение задачи контроля и снижения динамических нагрузок на конструкцию транспортного средства является важным и экономически обоснованным.

В данной статье предлагается способ оценки динамической нагруженности несущих конструкций транспортных средств и контроля дорожных условий.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ

Для оценки динамической нагруженности несущей системы, а также подвески транспортных средств, связанных с неровностью дороги и скоростью движения, используются коэффициенты динамичности.

Коэффициент динамичности подвески при статическом подходе к нагрузкам определяется следующим образом [3]:

$$K_{\text{д}} = \frac{F_{\text{max}}}{F_{\text{ст}}},$$

где $F_{\text{ст}}$ – статическая нагрузка на подвеску; F_{max} – максимальная допускаемая нагрузка на подвеску.

Этот коэффициент характеризует движения транспортного средства по неровным дорогам без ударов, приходящихся в ограничительли хода.

Коэффициент динамичности подвески для оценки максимальных пиковых нагрузок в подвеске автомобиля (оценка динамического процесса нагружения):

$$K_{\text{д}} = \frac{F_{\text{ст}} + F_{\text{дин}}}{F_{\text{ст}}},$$

где $F_{\text{ст}} + F_{\text{дин}}$ – максимум силы в подвеске; $F_{\text{дин}}$ – динамическая составляющая.

При этом рассматриваются только значения коэффициента динамичности $K_{\text{д}} > 1$. Значения коэффициента динамичности $K_{\text{д}} \leq 1$

не учитываются так как уровень динамической нагрузки на несущие системы транспортного средства в этом случае не значителен.

Значения коэффициентов динамичности являются переменными и зависят от интенсивности воздействия на колесо транспортного средства. Интенсивность воздействия на колесо в первую очередь определяется геометрическими параметрами проезжаемого микропрофиля дороги и скоростью движения.

Для характеристики уровня динамического нагружения несущих конструкций транспортного средства при проезде выделенного участка дороги или дороги в целом, и оценки дорожных условий предлагается использовать следующие показатели на базе коэффициентов динамичности:

1. Собственно, коэффициенты динамичности по выделенным максимумам силы в подвески с привязкой по координатам «путь», «время». Выделенные, обособленные, по пути $K_{Дi}$, большой величины, являются индикаторами наличия на дороге неприемлемых неровностей (больших единичных неровностей: камни или ямы).

2. Сопоставимый накопленный коэффициент динамичности по процессу нагружения [4]:

$$KD_{\Sigma} = \sum_i KD_{i\Sigma},$$

Сопоставимый накопленный коэффициент динамичности по процессу нагружения может быть определён суммированием выделенных на расчетном участке дороги локальных коэффициентов динамичности:

$$KD = \sum_i K_{Дi} / S_p.$$

где $K_{Дi}$ – i -й локальный выделенный коэффициент динамичности на расчетном участке дороги протяженности S_p (в км).

Расчет KD ведётся по каждой подвеске отдельно. Полученные сопоставимые накопленные коэффициенты динамичности KD могут анализироваться как отдельно по подвеске (по процессам нагружения), так и в суммарных величинах по мостам, колеям и в целом по самосвалу.

По мостам: $KD_{\text{ПМ}} = KD_{\text{ПЛ}} + KD_{\text{ПП}}$; $KD_{\text{ЗМ}} = KD_{\text{ЗЛ}} + KD_{\text{ЗП}}$;

По колеям: $KD_{\text{Л}} = KD_{\text{ПЛ}} + KD_{\text{ЗЛ}}$; $KD_{\text{П}} = KD_{\text{ПП}} + KD_{\text{ЗП}}$;

В целом по самосвалу: $KD_{\text{сумма}} = KD_{\text{ПМ}} + KD_{\text{ЗМ}}$.

Значения KD приведены к пробегу в 1 км и поэтому позволяют сопоставлять уровни динамической нагруженности по расчетным участкам дороги, или же с установленными предельными значениями.

Основные показатели, характеризующие уровень динамической нагруженности транспортного средства и дорожных условий на базе применения коэффициентов динамичности, следующие:

1. Осциллограммы процессов с выделенными максимумами или массивы значений K_d , по координатам (путь, время).

2. Сопоставимый накопленный коэффициент динамичности в целом по процессу.

3. Суммы сопоставимых накопленных коэффициентов динамичности:

- по передней подвеске (передний мост);
- по задней подвеске (задний мост);
- по всем подвескам (самосвал в целом).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные показатели, характеризующие уровень динамической нагруженности транспортного средства позволяют оценивать дорожные условия участков дорог любой протяженности по динамическому воздействию на автомобиль в целом и на несущую конструкцию в частности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Повышения долговечности несущих конструкций карьерных самосвалов / Мариев П. Л. [и др.]. – Якутск, 1991. – 132 с.

2. Мариев, П. Л. Повышение конструктивной равнопрочности крупногабаритных деталей и сварных несущих конструкций карьерных самосвалов. Автореферат диссертации на соискание степени доктора техн. наук / П. Л. Мариев. – Минск, 2002.

3. Гришкевич А. И. Автомобили: Теория: учеб. пособие. – Минск: Вышэйшая школа, 1986. – 208 с.

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.