

УДК 621.863.2

Перегон В.А., Карпенко В.А., Коряк А.А., Баранник И.М.

## **ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШИН НА ВИБРОНАГРУЖЕННОСТЬ ВОДИТЕЛЯ И АВТОМОБИЛЯ**

### **Введение**

Значительную роль в технике играют механические колебания, многие виды которых часто называют вибрациями. Колебания (вибрации) – это движения, обладающие той или иной степенью повторяемости во времени.

За последние годы изучение вопросов колебательных систем становится все более актуальным в связи с возросшими требованиями по увеличению скорости движения автомобиля его устойчивости и управляемости, увеличением долговечности и надежности узлов и агрегатов.

В ряде случаев колебания чрезвычайно опасны. Вследствие непредвиденных колебаний возникают погрешности в работе машин и механизмов, увеличивается износ и заметно понижается их надежность, возможны разрушения и аварии.

На ряду с требованиями к долговечности и надежности автомобиля встает вопрос об оценке влияния вибраций на водителя, пассажиров и окружающую среду. Так как надежность автомобиля это не только безопасность людей находящихся в его салоне, но и пешеходов. Кроме этого, повышенные вибрации могут превышать допустимые значения шумоизлучения. Поэтому данная тема требует более углубленного изучения.

Уметь правильно оценить колебания различных объектов машиностроения, приборостроения, транспортной и строительной техники, воздействие на изучаемые системы, экспериментально исследовать параметры колебаний и должным образом толковать результаты наблюдений — необходимые качества современного квалифицированного инженера [1].

### **Анализ публикаций**

Уровень вибраций, действующих на водителя и пассажиров, и уровень внутреннего шума в кабине или кузове являются основными показателями комфортабельности автомобиля и определяют утомляемость водителя, а следовательно, активную безопасность автомобиля. Высокие уровни вибрации и шума ограничивают скорость автомобиля и его производительность. Вибрации влияют на сохранность перевозимого груза и исправность агрегатов автомобиля [2].

Водители, экипаж и пассажиры транспортных средств (водных, наземных и воздушных), а также внедорожных машин подвергаются в процессе движения воздействию вибрации, которая влияет на степень их комфорта, эффективность выполнения рабочих операций, а в некоторых случаях — на безопасность и здоровье. Требования, изложенные в [3] позволяют в процессе лабораторных испытаний оценить свойства сидений транспортных средств по передаче ими вибрации.

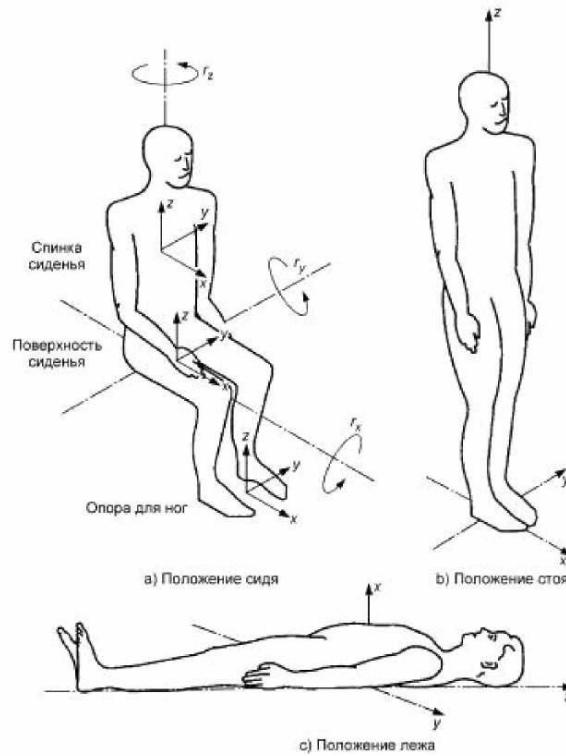


Рисунок 1 – Базицентрическая система координат для тела человека

### Влияние вибрации на степень комфорта

Ниже приведены значения, которые могут дать приближенное представление о возможной реакции человека на различные значения вибрации в условиях общественного транспорта.

Таблица 1

Значение вибрации	Реакция человека
Менее 0,315 м/с <sup>2</sup>	дискомфорт не ощущается.
От 0,315 до 0,63 м/с <sup>2</sup>	легкое ощущение дискомфорта
От 0,5 до 1 м/с <sup>2</sup>	приемлемое ощущение дискомфорта
От 0,3 до 1,6 м/с <sup>2</sup>	отчетливое ощущение дискомфорта
От 1,25 до 2,5 м/с <sup>2</sup>	ощущение сильного дискомфорта
С выше 2 м/с <sup>2</sup>	крайняя степень дискомфорта

В зависимости от положения тела ускорения воспринимаются человеком по-разному. Легче всего переносятся ускорения, направленные перпендикулярно продольной оси тела (разгон, торможение). Хуже переносятся короткие резкие вертикальные толчки, направленные вдоль продольной оси тела.

### Цель и постановка задачи

Целью работы является изучение влияния основных эксплуатационных пара-

метров шин на вибронегруженість, водія і автомобіля

Задачами дослідження є визначення впливу шини на вертикальні прискорення піддресореної і наддресореної мас автомобіля в залежності від наступних факторів:

- швидкості руху автомобіля;
- тиску і типу наповнювача в шині;
- характеру дорожнього покриття.

### Експериментальні дослідження

Лабораторно-дорожні випробування проводились в відповідності з вимогами ДСТУ 2942-94. Для випробувань були використані автомобілі Honda Accord 2006 року випуску і Ssang Yang Kyron 2008 року випуску, які укомплектовані шинами 225/50 R17 Michelin Pilot і 225/75 R15 Hankook Optima K 406 відповідно. Тиск наповнювача в шинах варіювався в межах від 0.18 до 0.24 МПа для Honda і від 0,21 до 0,27 МПа для Ssang Yang. Як наповнювач використовувалися повітря, гелій, азот і Prosife. Для визначення характеристик вібрації виконувалися розгони до швидкості 80 км/ч заміри вироблялися з інтервалом в 20 км/ч. В разі проїзду єдиної нерівності максимальна швидкість була 60 км/ч.

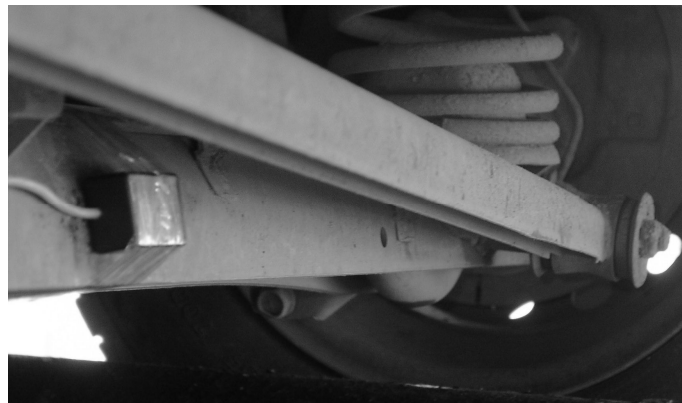


Рисунок 2. Крепление датчика на задней оси автомобиля

На рисунках 3,4 – Побудовані графіки прискорень при русі по асфальтовому ділянці дороги, наповнювач повітря, швидкість 40 км/ч.

На рис. 3 – датчик прискорень розташований на піддресореній масі автомобіля (сидіння). На рис. 4 – датчик прискорень розташований на наддресореній масі.

Швидкість 40 км/ч, тиск 0.24 МПа

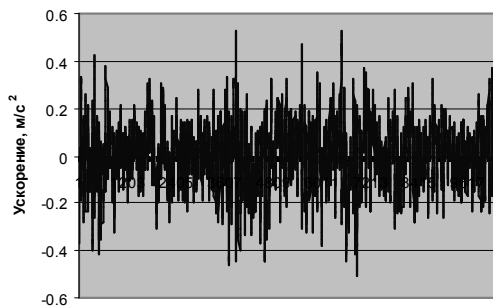


Рисунок 3

Швидкість 40 км/ч, тиск 0.24 МПа

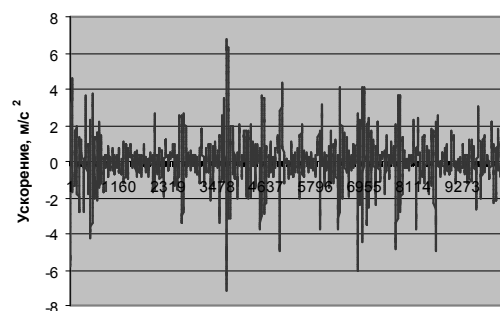


Рисунок 4



Рисунок 5

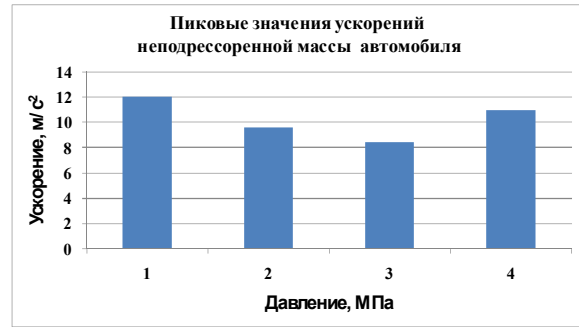


Рисунок 6

На рисунках 5,6 – показаны пиковые значения ускорений для различных давлений воздуха в шине

При проведении экспериментальных замеров было рассчитано среднеквадратичное значение виброускорения

$$a_w = \left[ \frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{1/2} \quad (1)$$

где  $a_w(t)$  — скорректированное поступательное (угловое) виброускорение как функция времени, м/с<sup>2</sup> (рад/с<sup>3</sup>);

T – длительность измерений, с.

Были получены среднеквадратичные значения ускорения при езде по асфальту, данные которых приведены на графиках рис. 7 и 8 для легкового автомобиля Honda Accord, и рис. 9, 10 для среднеразмерного внедорожника Ssang Yang Kyron. Они наглядно демонстрируют влияние давления воздуха в шине и скорости движения автомобиля на среднеквадратичные значения виброускорений. По графикам мы видим, что с увеличением скорости растут значения ускорений и увеличением давления также происходит рост ускорений.

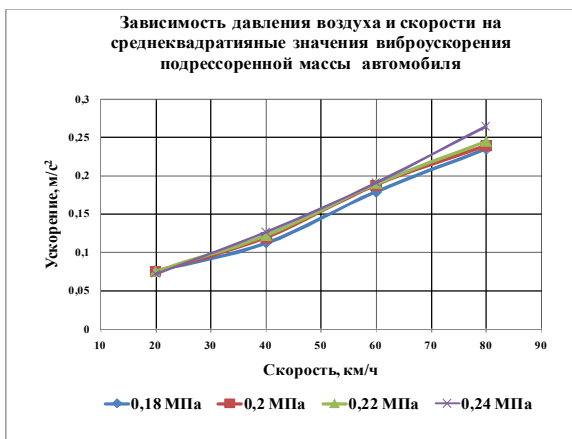


Рисунок 7

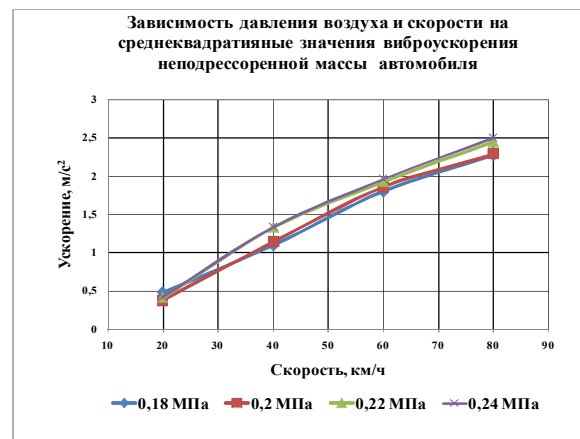


Рисунок 8

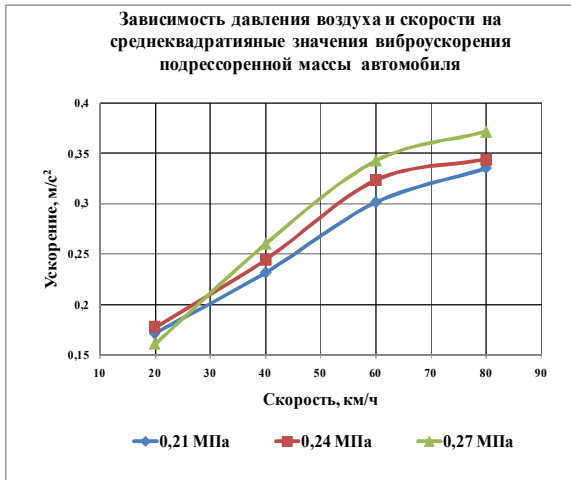


Рисунок 9

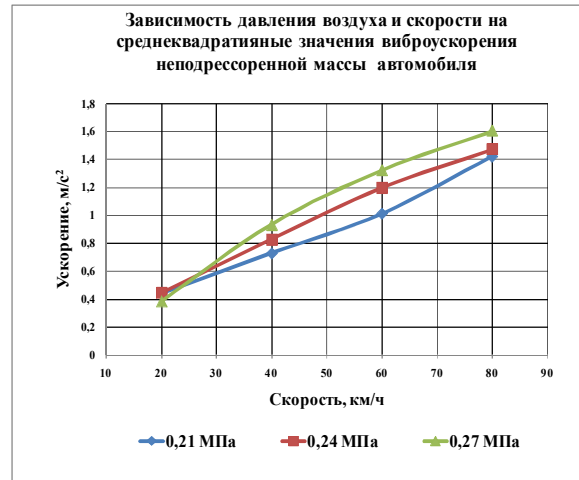


Рисунок 10

Проанализировав соотношение ускорений не поддресоренной массы к поддресоренной мы видим, что на среднеразмерном внедорожнике это отношение меньше чем на легковом автомобиле. Также на среднеразмерном внедорожнике ускорения неподдресоренной массы меньше ускорений неподдресоренной массы легкового автомобиля, а ускорения поддресоренной массы больше. Отправной точкой для нас являются ускорения неподдресоренной массы так как основное влияние на них оказывает автомобильная шина, благодаря чему мы и видим разницу в виброускорениях между типами автомобилей. Из рисунка 9 видно что при скорости 60 км/ч и 80 км/ч мы переходим границу значения виброускорений в  $0,315 \text{ м/с}^2$ , которое соответствует легкому ощущению дискомфорта см. Табл. 1.

Далее был проведен сравнительный анализ значений виброускорений в зависимости от наполнителя автомобильной шины

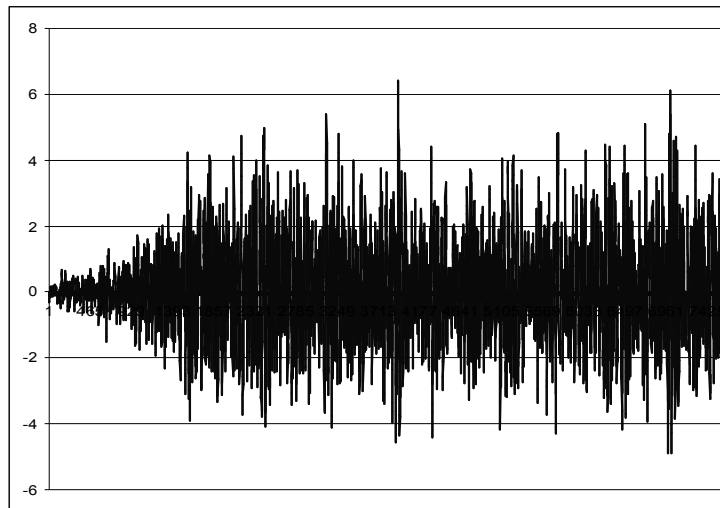


Рисунок 11 – Газ аргон, скорость движения автомобиля 40 км/ч

Ниже представлен график зависимости среднеквадратичных значений виброускорений от вида газа.

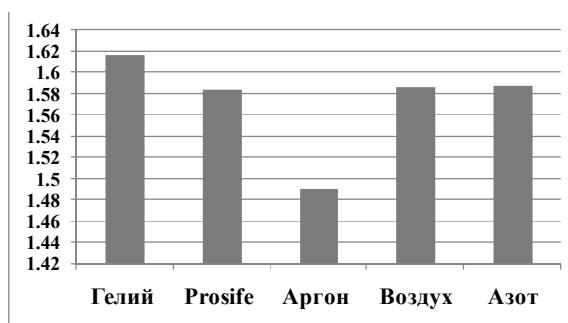


Рисунок 12 – Зависимость среднеквадратичных значений виброускорений не поддресоренной массы автомобиля от вида газа

Рисунок 12 показывает, что в зависимости от вида газа меняются среднеквадратичные значения виброускорения. Наименьшие ускорения наблюдаются у аргона

Следующей задачей исследования является проследить воздействие четко выраженной неровности дорожного покрытия, такой как яма или волна на ускорения поддресоренной и неподдресоренной массы. Для анализа этого воздействия использовался проезд единичной неровности, в комплексе с гладким и ровным асфальтом, который продемонстрирован на рис. 13 и 14. Рисунок 15-16 дают возможность увидеть среднеквадратичные ускорения.

Скорость 60 км/ч, давление 0.24 МПа

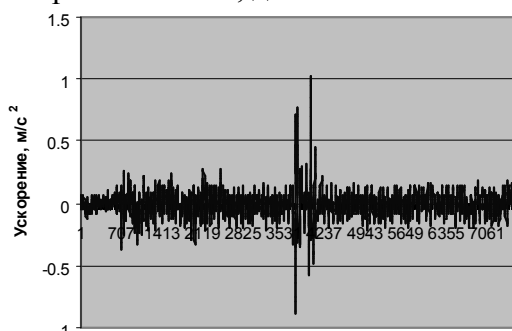


Рисунок 13

Скорость 60 км/ч, давление 0.24 МПа

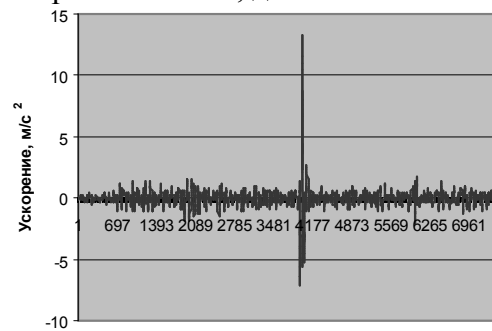


Рисунок 14

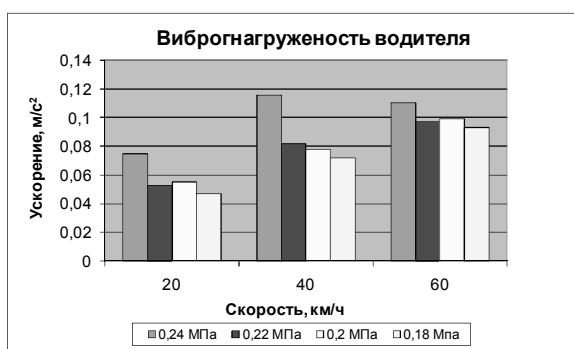


Рисунок 15

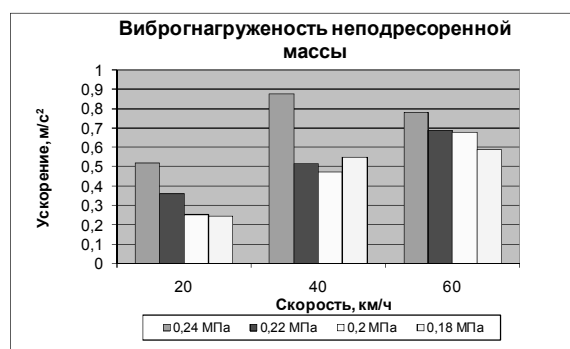


Рисунок 16

Из графиков видно, что такой метод не отражает действительных значений виброускорений. Поэтому мы использовали формулу:

$$a_w(t_0) = \left[ \frac{1}{\tau} \int_{t_0-\tau}^{t_0} [a_w(t)]^2 dt \right]^{1/2} \quad (2)$$

где  $a_w(t)$  — мгновенное значение скорректированного виброускорения,  $m/s^2$  ( $rad/s^2$ );

$\tau$  - постоянная времени, с;

$t$  - время (переменная интегрирования), с;

$t_0$  - время наблюдения (мгновенное время), с.

На рис. 17 и 18 текущие среднеквадратичные значения скорректированного ускорения.

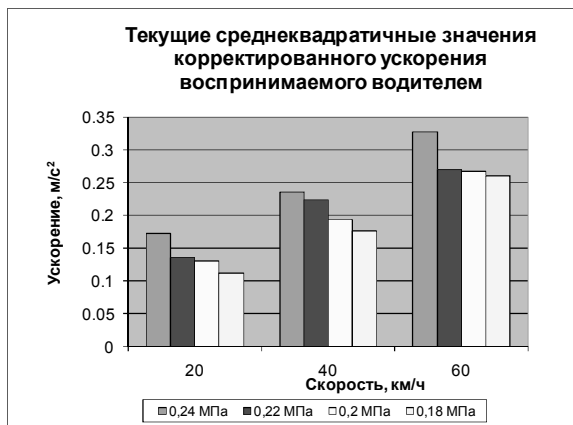


Рисунок 17

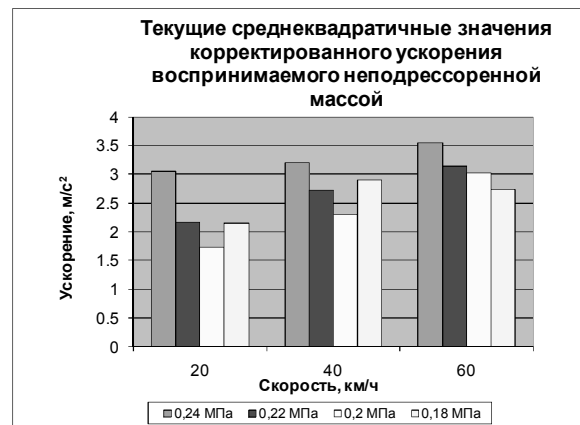


Рисунок 18

Рис. 17 указывает, что при скорости 60 км/ч мы так же можем достигнуть ускорения больше 0,315 м/с, которое соответствует легкому ощущению дискомфорта см. Табл. 1.

## Выводы

Ускорения поддресоренной и недресоренной массы автомобиля зависят от скорости движения автомобиля, давления и рода газа.

Увеличение скорости автомобиля ведет к росту ускорений как поддресоренной так и не поддресоренной масс. Для различных типов автомобилей этот рост происходит с разной интенсивностью, так для Ssang Yang Kyron увеличение скорости на 20 км/ч сопровождается ростом среднеквадратичных ускорений на 24% до 60 км/ч и на 10% от 60 до 80км/ч. Для Honda с 20 до 40 км/ч -31%,с 40 до 60 км/ч – 38% с 60 до 80 км/ч – 24%.

С уменьшением давления на 15% от максимально допустимого, прослеживается уменьшение ускорений на 33% испытуемых недресоренной и на 35% поддресоренной массой.

Наполнитель автомобильного колеса так же оказывает заметное влияние на ускорения. Так среди испытуемых газов наименьшие среднеквадратичные ускорения наблюдаются у аргона, они на 7 % меньше чем у воздуха.

Для оценки вибраций возникающих от четко выраженных неровностей, так называемых пик факторов, целесообразно использовать текущие среднеквадратичные значения скорректированного ускорения.

Литература: 1. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т. / Ред. совет: В41 В. Н. Челомей (пред.). — М.: Машиностроение, 1978— Т. 1. Колебания линейных систем/Под ред. В. В. Болотина. 1978. 352 с, ил. 2. П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов Конструирование и расчет автомобиля. Москва «Машиностроение» 1984 г. 3. ГОСТ ИСО 10326-1-2002 ГОСТ ИСО 10326-1-2002 Вибрация. Оценка вибрации сидений транспортных средств по результатам лабораторных испытаний. Часть 1. Общие требования. 4. ГОСТ ИСО 8041-2006 Вибрация. Воздействие вибрации на человека. Средства измерений.

Перегон В.А., Карпенко В.О., Коряк О.О., Баранник І.М.

ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШИН НА  
ВІБРОНАВАНТАЖЕННЯ ВОДІЯ І АВТОМОБІЛЯ

Проведено експериментальні дослідження з виміру віброприскорень підресорної (сидіння водія) і невідресорної мас автомобіля залежно від експлуатаційних характеристик. Зроблено висновки про залежність швидкості руху автомобіля, тиску й наповнювача шини на віброприскорення. Описано методику проведених експериментальних досліджень.

Peregona V.A., Karpenko V.A., Koryak A.A., Barannik I.M.

INFLUENCE OF OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF TRUCKS ON DRIVER'S  
AND VEHICLE'S VIBROLOADING

Experimental researches on gauging of vibroacceleration of sprung mass (sitting of the driver) and unsprung mass weights of the vehicle depending on operational characteristics are carried out. Conclusions on dependence of vehicle's speed of movement pressure and filler trucks on vibroacceleration are drawn. The technique of the experimental researches carried out is described.

---