

УДК 629.113

В.Ю. Шурыгин, Л.Н. Орлов, А.С. Вашурин

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ОПОР КАБИНЫ
ЛЕГКОГО КОММЕРЧЕСКОГО АВТОМОБИЛЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Представлены результаты испытаний элементов крепления кабины к раме автомобиля категории N1. В качестве объекта исследования выбран автомобиль ГАЗ А21R22 NEXT. В ходе экспериментального исследования получена горизонтальная и вертикальная характеристика жесткости резино-металлического элемента крепления кабины к раме автомобиля. Полученные характеристики могут быть использованы для последующего применения в конечно-элементном расчете прочности несущих систем легких коммерческих автомобилей ГАЗ.

Ключевые слова: испытания, резино-металлический элемент, жесткость.

Целью работы является исследование характеристик резино-металлических элементов крепления кабины для внесения полученных характеристик в расчетную модель по оценке прочности и жесткости несущей системы, включающей раму, кабину и грузовую платформу [1, 2]. Известно, что кабина обладает относительно высокой жесткостью и при абсолютно жестком её соединении с рамой автомобиля, в расчетной модели, общая жесткость несущей системы оказывается неоправданно завышенной.

Резино-металлические элементы крепления кабины имеют определенную податливость, за счет чего суммарная жесткость несущей системы снижается, но при этом обеспечивается изоляция водителя и пассажиров от вибраций.

Задачи исследования:

- разработка оснастки для крепления резино-металлического элемента на станине разрывной машины;
- подготовка испытательного оборудования;
- проведение эксперимента;
- математическая обработка полученных данных;
- вывод графической характеристики элемента крепления кабины.

Автомобиль в процессе эксплуатации передвигается по различным типам дорог, которые являются основным источником возмущений и вибраций, отрицательно сказывающихся как на автомобиле в целом, так и на пассажирах и перевозимых грузах, в частности [3]. Рама автомобиля воспринимает возмущения, исходящие от дорожного полотна, при этом все возмущения передаются на кабину автомобиля и в этом случае важен тип крепления кабины автомобиля на раме. Тип крепления должен обеспечивать достаточную виброизоляцию кабины, с одной стороны, но и быть достаточно жестким с точки зрения жесткости несущей системы, с другой.

Объектом данного исследования является резино-металлический элемент крепления кабины легкого коммерческого автомобиля ГАЗель Некст, внешний вид которого показан на рис. 1. Данный объект исследования устанавливается между кабиной и рамой автомобиля, он таким образом «поддрессоривает» кабину и снижает вибрации, воспринимаемые водителем и пассажиром.

В ходе проведения экспериментальных исследований было использовано оборудование Центра коллективного пользования «Транспортные системы» НГТУ, а также лаборатории Института физико-химических технологий и материаловедения: LS5 100/200 – лазерный триангуляционный датчик положения, УМЭ10-ТМ – разрывная машина, TCLP-30KNB – датчик силы.

Хорошо известны методы и подходы исследователей, выполнявших ранее аналогичные натурные эксперименты по оценке жесткости упругих элементов конструкции транспортных средств [4, 5]. При проведении данного исследования резино-металлический элемент крепления кабины был расположен на станине разрывной машины, при этом к станине он был прикреплен с помощью болтового соединения, а в нижней части через переходное кольцо был установлен упор для соединения с датчиком силы. При поступательном перемещении станины разрывной машины в вертикальном направлении, резиновый элемент упирался в датчик силы и при этом деформировался на величину перемещения станины. Датчик силы измерял контактное усилие в месте соприкосновения резинового элемента и переходного кольца. Лазерный датчик перемещения измерял перемещение станины в вертикальном направлении, равное величине деформации резинового элемента. Испытательная установка, использованная в работе, показана на рис. 2.

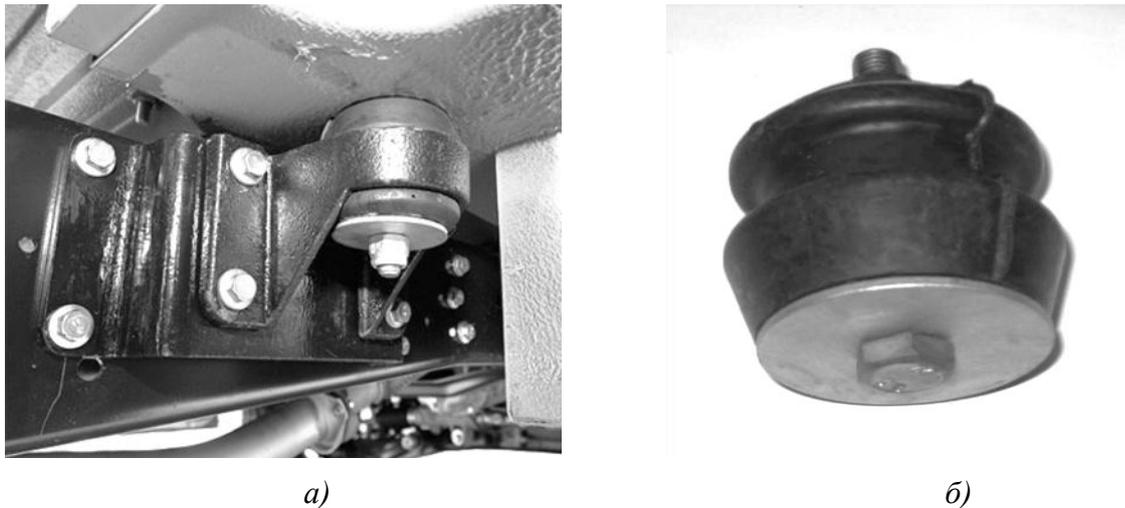


Рис. 1. Резино-металлический элемент крепления кабины к раме:
а – установка на автомобиле; *б* – резино-металлический элемент



Рис. 2. Экспериментальная установка при исследовании вертикальной жесткости

На рис. 3, *а* показан резиновый элемент в сжатом состоянии, при максимальной нагрузке, действующей в вертикальном направлении. При исследовании горизонтальной жесткости резино-металлического элемента был применен аналогичный подход, с разницей закрепления кронштейна на станине разрывной машины (рис. 3, *б*).

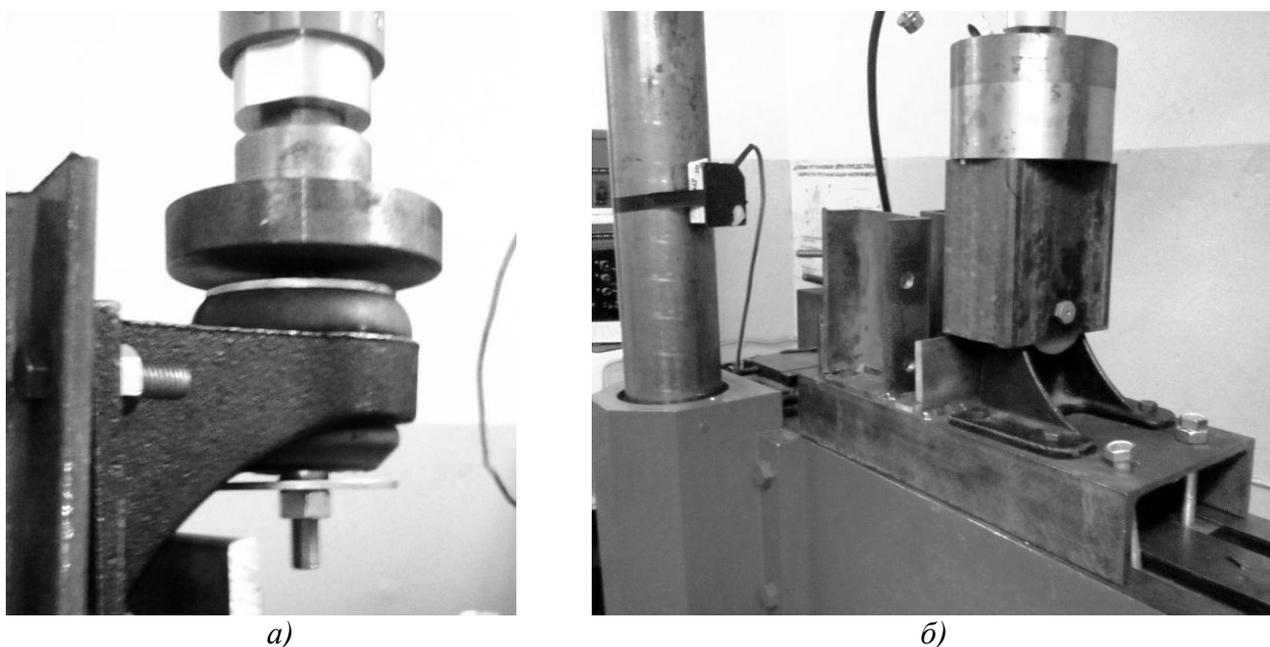


Рис. 3. Фрагменты испытания:

а – сжатый резиновый элемент; *б* – исследование горизонтальной жесткости

В ходе экспериментальных исследований проводились замеры интересующих величин: сила и перемещения (деформации упругой опоры), при этом оценивалась погрешность проводимых измерений, для этого была выполнена обработка данных физических экспериментов [6]. Каждая кривая была аппроксимирована под линейную функцию с помощью уравнения:

$$y = ax + b. \quad (1)$$

В этом случае аппроксимация заключается в отыскании коэффициентов уравнения a и b таких, чтобы все экспериментальные точки лежали наиболее близко к аппроксимирующей прямой. В работе использовался метод наименьших квадратов, суть которого заключается в том, чтобы сумма квадратов отклонений значения точки от аппроксимирующей точки принимала минимальное значение:

$$F(a, b) = \sum_{i=1}^n (y_i - (ax_i + b))^2 \rightarrow \min. \quad (2)$$

Решение поставленной задачи сводится к нахождению экстремума указанной функции двух переменных. С этой целью находят частные производные функции по коэффициентам a и b и приравнивают их к нулю.

$$\begin{cases} \frac{dF(a, b)}{da} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - (ax_i + b))x_i = 0; \\ \frac{dF(a, b)}{db} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - (ax_i + b)) = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Решая полученную систему уравнений, можно определить значения коэффициентов:

$$\begin{cases} a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}; \\ b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i}{n}. \end{cases} \quad (4)$$

Поскольку в рассматриваемой задаче важно, чтобы при нулевых деформациях усилия в опоре также равнялись нулю, то коэффициент b во всех случаях принимал нулевые значения. После обработки экспериментальных данных получены графики зависимостей силы от перемещения в вертикальном (рис. 4) и горизонтальном (рис. 5) направлениях.

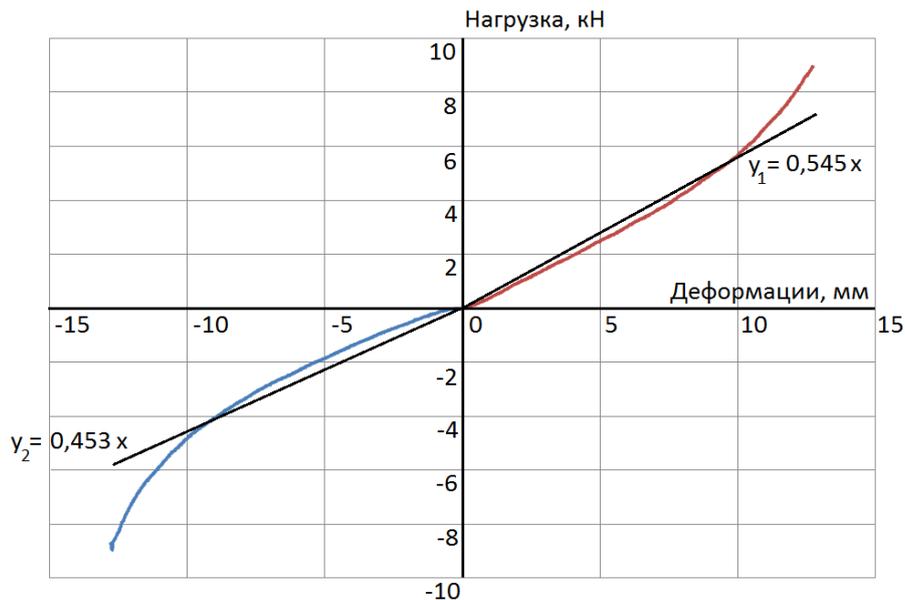


Рис. 4. Характеристика упругого элемента в вертикальном направлении

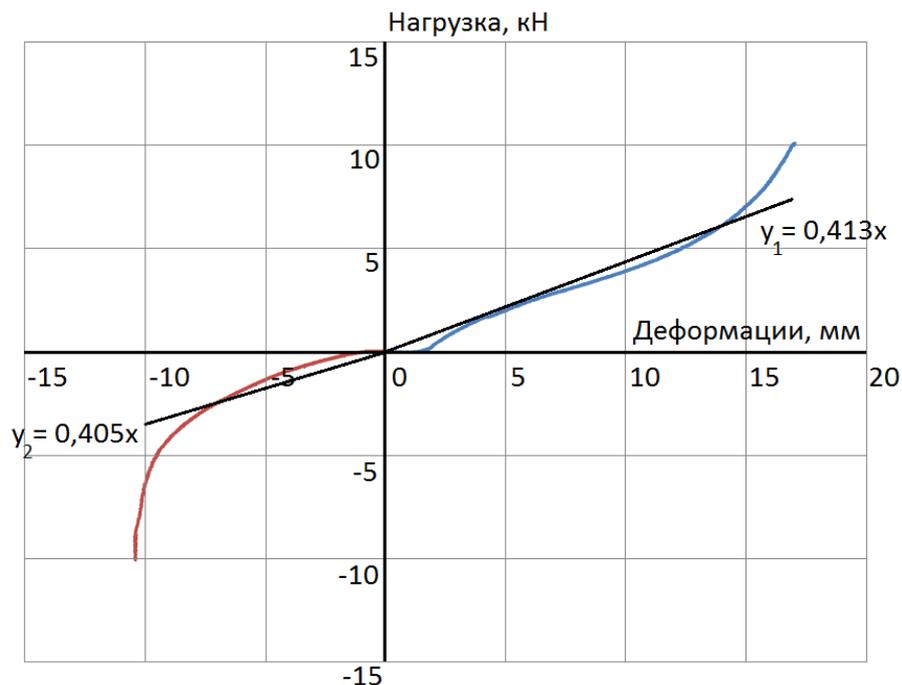


Рис. 5. Характеристика упругого элемента в горизонтальном направлении

Полученные характеристики (уравнения) могут быть использованы для последую-

щего применения в конечно-элементном расчете прочности несущих систем легких коммерческих автомобилей, в которых используются аналогичные резино-металлические опоры.

Библиографический список

1. **Тумасов, А.В.** Сравнительная оценка результатов компьютерного моделирования и испытаний рамы легкого коммерческого автомобиля на прочность / А.В. Тумасов, Л.Н. Орлов, А.В. Герасин // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2013. – № 10. – С. 63–68.
2. **Тумасов, А.В.** Оценка прочности несущих систем легких коммерческих автомобилей с внесенными в их конструкцию изменениями / А.В. Тумасов, Л.Н. Орлов, В.Ю. Шурыгин, Д.В. Шаров // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2016. – № 1 (27). – С. 66–70.
3. **Лозовский, Н.Т.** Эксплуатационная долговечность кабин грузовых автомобилей / Н.Т. Лозовский, Г.В. Борисов, Н.А. Кузьмин // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. – №4 (101). – С. 44–49.
4. **Wolf, D.** Experimental Elastomer Analysis, Presented at a meeting of the Rubber Division / D.Wolf, K. Miller // American Chemical Society, Orlando, Florida, September 21-24, 1999.
5. **Gent, A.N.**, Engineering with Rubber / A.N.Gent. – Oxford University Press, New York, NY, 1992.
6. **Шейнман, И.Л.** Методы обработки результатов физического эксперимента / И.Л. Шейнман, В.В. Морозов, Б.Е. Сobotковский // М-во образования и науки РФ, С.-Петербург. гос. электротехн. ун-т "ЛЭТИ". – СПб., 2004. – 63 с.

*Дата поступления
в редакцию 27.06.2016*

V.Y. Shurygin, L.N. Orlov, A.S. Vashurin

EXPERIMENTAL RESEARCH OF STIFFNESS OF LIGHT COMMERCIAL VEHICLE CAB SUPPORT

Nizhny Novgorod state technical university n. a. R. E. Alexeyev

Purpose: Determination of stiffness of light commercial vehicle cab support for further using in finite element analysis of robustness of bearing structure.

Design/methodology/approach: The experimental study made on tensile-testing machine with using of special devices and equipment of Center of collective using "Transport systems".

Findings: The results obtained during the experiment allow estimate the vertical and horizontal stiffness of light commercial vehicle cab support.

Research limitations/implications: The present study provides a starting-point for further research of robustness of light commercial vehicle bearing structure taking in account mechanical characteristics of a frame, cab, platform and all rubber-metal elements including cab and platform supports.

Originality/value: The main feature of the study is using of modern measurement equipment and analytical approach that could be used for determination of vehicles fuel consumption.

Key words: test, rubber-metal element, stiffness.