

УДК 621.88.084

Д.Н. Сидоренко

ОЦЕНКА НАГРУЖЕННОСТИ КАРКАСА СОЧЛЕНЁННОГО АВТОБУСА

*РУП Минский автомобильный завод
Минск, Беларусь*

Современные автобусы имеют полностью несущую конструкцию, характеризующуюся тем, что нагрузка воспринимается всем кузовом. Каркас автобуса представляет собой сложную пространственную конструкцию, сваренную из прямоугольного сортового проката (используется материал сталь 10 ($\sigma_m=230$ МПа) и сталь 20 ($\sigma_m=275$ МПа)) и обшитую стальным листом. Работоспособность несущей системы автобуса под воздействием статической и динамической нагрузок определяется прочностью и жесткостью несущей системы в целом и ее отдельных элементов. Прочность несущей системы и ее связь с эксплуатационными качествами автобуса не требует особых пояснений. Очевидно, что прочность несущей системы должна обеспечиваться при минимальном весе конструкции. Отсюда также вытекает необходимость обеспечения равнопрочности несущей системы по критерию циклической долговечности, т. е. одинаковой долговечности отдельных элементов несущей системы при одновременном обеспечении требований Правил ЕЭК ООН №66 в отношении пассивной безопасности автобуса, которые могут быть обеспечены в процессе проектирования и обработки конструкции.

Целями данной работы являлись:

– получение данных об эксплуатационной нагруженности элементов каркаса сочленённого автобуса, которые необходимы для расчетов с целью повышения надежности и долговечности каркаса автобуса и изыскания резервов снижения металлоемкости.

– оценка влияния полезной нагрузки и обшивки каркаса (в том числе установки стекол) на нагруженность каркаса.

– получение необходимых данных о нагрузках, передающихся на каркас сочлененного автобуса в процессе эксплуатации.

Определение величин эксплуатационных нагрузок в элементах каркаса производилось при помощи тензорезисторов.

С целью определения влияния обшивки каркаса и стекол на нагруженность элементов каркаса тензометрирование элементов каркаса, подвески и узла сочленения автобуса проводилось в два этапа: необшитый каркас автобуса и обшитый каркас.

Для определения нагрузок, передающихся на подрессоренную массу, использовались датчики давления, установленные в баллоны пневмоподвески автобуса и тензодатчики, наклеенные на реактивные штанги подвески, узел сочленения, рулевые тяги. Всего было размещено 105 тензодатчиков, 89 из них находился на элементах каркаса и узла сочленения, 14 – на реактивных штангах подвески, 2 – на рулевых тягах. Измерения проводились с помощью многоканального цифрового измерительного усилителя. Частота дискретизации измеренного сигнала составляла 300 Гц.

Тензометрирование элементов каркаса, подвески и узла сочленения автобуса в дорожных условиях на каждом этапе проводилось на порожнем и загруженном до полной массы (согласно ТУ) транспортном средстве. В качестве балластного груза использовались мешки с песком и дробью, равномерно распределенные на сидениях

автобуса и по полу. Дорожные испытания проводились в следующем объеме:

- движение по городу со скоростью 40, 50, 60 км/ч;
- движение "по восьмерке" со скоростью 20 км/ч;
- переезд единичной неровности в ряд со скоростью 20, 30 км/ч;
- переезд единичных неровностей в "шахматном" порядке со скоростью 20, 30 км/ч;

Движение по городу, как типовой режим эксплуатации, необходимо для набора необходимых данных о нагруженности каркаса с целью проведения расчетов по прогнозированию долговечности элементов каркаса. Переезд неровностей и движение "по восьмерке" использовались для оценки влияния груза и обшивки на нагруженность элементов каркаса, как легко повторяющиеся с большой степенью точности режимы динамического нагружения каркаса.

Влияние полезной нагрузки на нагруженность необшитого и обшитого каркаса автобуса рассчитывалось исходя из максимальных значений механических напряжений растяжения и сжатия, возникающих в местах наклейки тензодатчиков на каркасе автобуса при различных режимах движения.

Для количественной оценки влияния полезной нагрузки введем коэффициент $K_{гр}$, определяющий отношение амплитуды максимальных механических напряжений при движении загруженного транспортного средства к амплитуде максимальных механических напряжений при движении незагруженного транспортного средства.

$$K_{гр} = \frac{\Delta\sigma_z}{\Delta\sigma_n},$$

где $\Delta\sigma_z$ – максимальный размах амплитуды механических напряжений при движении загруженного транспортного средства;

$\Delta\sigma_n$ – максимальный размах амплитуды механических напряжений при движении порожнего транспортного средства;

Отсюда следует, что если $K_{гр} > 1$, то загрузка балластным грузом увеличивает амплитуду максимальных напряжений в $K_{гр}$ раз, а если $K_{гр} < 1$, то загрузка балластным грузом уменьшает амплитуду максимальных напряжений в $\frac{1}{K_{гр}}$ раз. (в заключение)

Влияние обшивки и установки стекол на нагруженность незагруженного и загруженного автобуса рассчитывалось исходя из максимальных значений механических напряжений растяжения и сжатия, возникающих в местах наклейки тензодатчиков на каркасе автобуса при различных режимах движения.

Для количественной оценки влияния обшивки (в том числе и установки стекол) введем коэффициент $K_{об}$, определяющий отношение амплитуды максимальных механических напряжений при движении обшитого каркаса к амплитуде максимальных механических напряжений при движении необшитого каркаса.

$$K_{об} = \frac{\Delta\sigma_o}{\Delta\sigma_n},$$

где $\Delta\sigma_o$ – максимальный размах амплитуды механических напряжений при движении обшитого каркаса;

$\Delta\sigma_n$ – максимальный размах амплитуды механических напряжений при движении необшитого каркаса;

Отсюда следует, что если $K_{об} > 1$, то обшивка увеличивает амплитуду максимальных напряжений в каркасе в $K_{об}$ раз, а если $K_{об} < 1$, то обшивка уменьшает амплитуду максимальных напряжений в $\frac{1}{K_{об}}$ раз.

Рассмотрим влияние обшивки и загрузки на нагруженность каркаса автобуса на примере крыши автобуса.

На крыше автобуса расположены 22 датчика: датчики №№84-99 (на крыше тягача) и №№100-105 (на крыше прицепа). Наиболее нагруженной зоной крыши является проем люка прицепа (в зоне наклейки датчика № 102).

Среднее значение коэффициента влияния балластного груза $K_{гр}$ для датчиков, расположенных на крыше (№№84-105) приведено на рисунке 4.

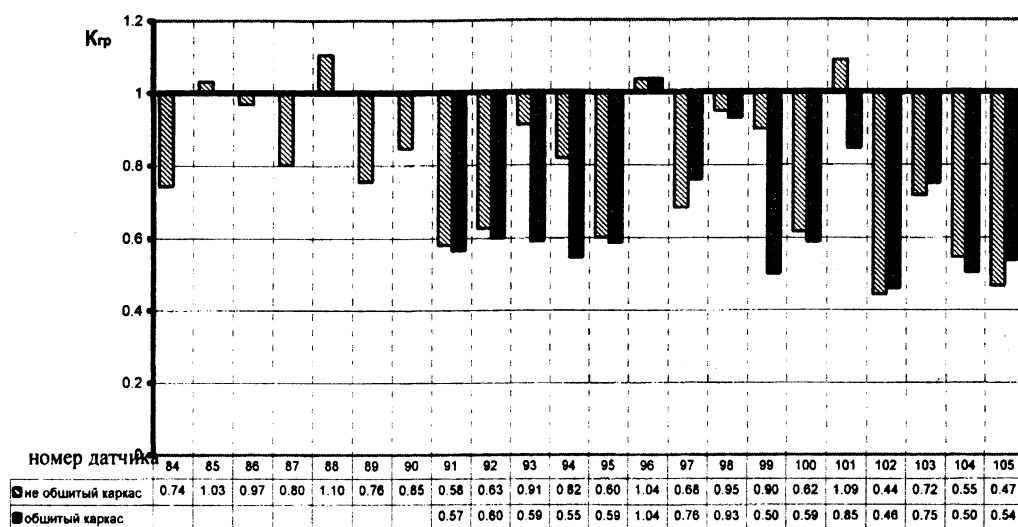


Рис. 1. Среднее значение коэффициента влияния балластного груза $K_{гр}$ для датчиков, расположенных на крыше автобуса

Исходя из рис. 1 можно сделать вывод, что загрузка автобуса балластным грузом уменьшает амплитуды максимальных напряжений на крыше автобуса при усреднении по различным режимам движения.

Среднее значение коэффициента влияния обшивки $K_{об}$ для датчиков, расположенных на крыше приведено на рис. 5.

Коэффициент влияния обшивки иллюстрирует перераспределение нагрузок на каркас. Из рис. 2 видно, что в среднем амплитуда максимальных значений механических напряжений возрастает для датчиков № 91 (крыша тягача в районе 2-й двери), № 92, 95 (крыша тягача в районе 2-го люка), № 97 (крыша тягача над ведущей осью), №103, 104 (крыша прицепа в районе люка), что связано с перераспределением напряжений по каркасу при его обшивке (в т.ч. установке стекол).

Оценивая нагруженность других элементов каркаса по коэффициенту влияния балластного груза $K_{гр}$ можно оценить влияние загрузки на нагруженность каркаса автобуса и, как следствие, выбрать наиболее жесткий режим для прогнозирования долговечности. Так для элементов крыши наиболее жестким режимом является движение незагруженного автобуса, а для элементов каркаса пола – движение загруженного автобуса.

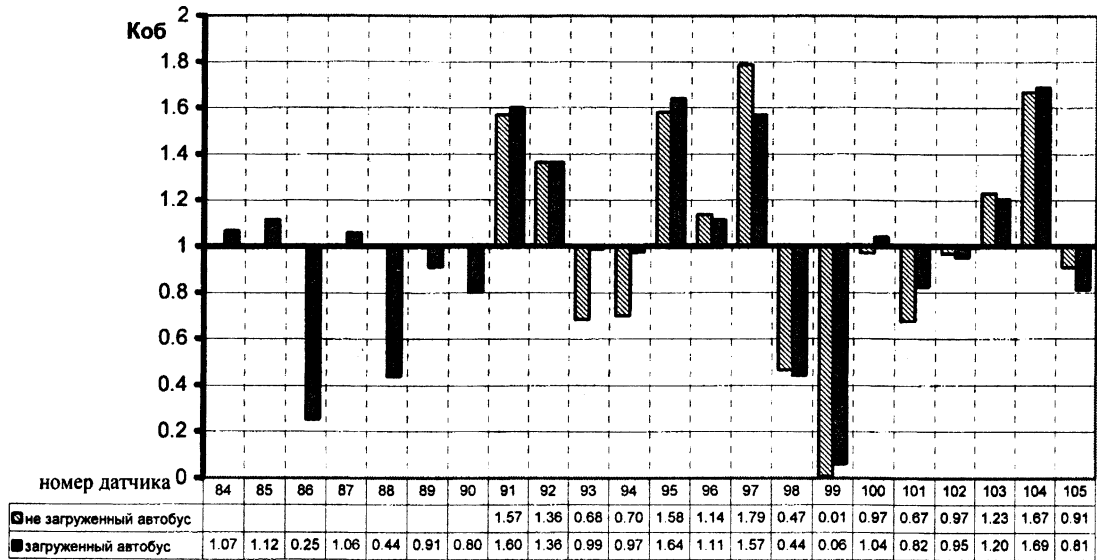


Рис. 2. Среднее значение коэффициента влияния обшивки $K_{об}$ для датчиков №№84-105

Таким образом в результате данной работы получены данные об эксплуатационной нагруженности каркаса сочлененного автобуса. Проведена количественная оценка влияния обшивки (в том числе установки стекол) и влияние полезной нагрузки на нагруженность каркаса.

Коэффициент влияния полезной нагрузки позволяет выбрать наиболее жесткие режимы для проведения расчетов по оценке долговечности каркаса для различных его элементов. Так для прогнозирования долговечности элементов каркаса крыши необходимо использовать данные о нагруженности, полученные при движении порожнего автобуса.

Коэффициент влияния обшивки позволяет в процессе проектирования и расчета необшитого каркаса оценить нагруженность проектируемого автобуса в процессе эксплуатации.

Данные, полученные при тензометрировании элементов подвески (реактивные штанги и рулевые тяги), и данные о нагрузках, передающихся на подрессоренную массу через пневмобаллоны подвески, позволяют проводить динамическое виртуальное моделирование автобуса минуя такой нелинейный и трудно поддающийся достоверному моделированию элемент как шина автомобиля. Используя в качестве входных возмущающих воздействий, передающихся на каркас автобуса, эти данные имеется возможность существенно повысить адекватность виртуальной модели натурному образцу и открывает большие возможности для виртуальной доработки конструкции с целью повышения надежности и долговечности каркаса автобуса.