

УДК 630\*36:621.7  
ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ И УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ  
КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ВЕДУЩЕГО МОСТА АВТОБУСА МАЗ

С. А. ГОЛЯКЕВИЧ, С. П. МОХОВ, С. Н. ПИЦОВ, А. Р. ГОРОНОВСКИЙ  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

По результатам экспериментальных исследований прочности и усталостной долговечности ведущего моста порталного типа для супернизкопольных автобусов «МАЗ» были выявлены детали и элементы сопряжений с низким ресурсом: опорные балки, верхние болты соединения опорных балок моста с картером бортового редуктора, болты соединения цапф с бортовым редуктором и др. Для определения причин низкой долговечности указанных элементов и разработки рекомендаций по корректировке конструкторской документации было проведено компьютерное конечно-элементное моделирование работы мест сопряжений цапф и балок с бортовым редуктором порталного моста.

При конечно-элементном моделировании взаимодействия опорных балок с бортовым редуктором, учитывалось предварительное натяжение крепежных болтов и трение сопрягаемых поверхностей. Величина прикладываемого к балке усилия составляла удвоенному значению статической нагрузки  $F_{ст}$ . При расчетах усталостной долговечности нагрузка изменялась с амплитудой  $\pm F_{ст}$  и частотой 3 Гц относительно  $F_{ст}$ .

С целью увеличения точности получаемых результатов при расчетах применялась тетрайдальная конечно-элементная сетка с размерами ребер конечного элемента 5 мм. В областях концентрации напряжений величина ребер элементов уменьшалась до 5 раз.

При исследовании усталостной долговечности конструкции сопряжения опорной балки с порталным редуктором полагалось, что детали сопряжений выполнены при строгом соблюдении конструкторской документации, обладают равномерной по объему структурой металла имеющего заданные физико-механические свойства.

Реализация разработанной конечно-элементной модели в среде ANSYS [1] подтвердила результаты экспериментальных исследований. Теоретические исследования показали, что наименее долговечными деталями сопряжения являются верхние болты крепления и проушина опорной балки. Установлено, что потеря работоспособности соединения наступит через 112620 циклов нагружения переменной нагрузкой, вследствие разрушения верхних болтов крепления и через 474200 циклов нагружения, вследствие разрушения верхней проушины опорной балки. При этом оба отказа являются независимыми.

Проведенные исследования позволили выработать ряд направлений повышения прочности исходной конструкции ведущего моста portalного типа: использование дополнительного ребра жесткости, увеличение толщины проушины за счет фрезерования лишь посадочных отверстий под болты ее крепления, увеличение толщины проушины за счет наращивания задней стенки, снижение уровня положения болтов.

Использование дополнительного ребра жесткости в конструкции верхней проушины позволяет перераспределить напряжения и уменьшить их величину в местах концентрации на 180 МПа. Теоретические исследования показали, что при наличии ребра жесткости в конструкции верхней проушины безотказная работа сопряжения будет обеспечена в течении 10<sup>6</sup> циклов нагружения, за исключением болтов крепления, чей ресурс увеличится до 428 тыс. циклов. Масса опорной балки при этом незначительно увеличится на 140 г. и составит 30,025 кг.

Для повышения долговечности опорных балок portalного моста согласно расчетам рекомендуется применить в их конструкции ребра жесткости шириной 20 мм или отказаться от фрезерования передней грани верхней проушины и снизить уровень положения болтов ее крепления от 7 до 12 мм. Установлено, что применение ребра жесткости в нижней части опорной балки не является эффективным. Указанные рекомендации можно также использовать совместно.

Для обеспечения безотказной работы сопряжения опорных цапф с бортовым редуктором следует вместо 2-х нижних пар винтов с диаметрами ножек 14 мм применять винты с диаметрами ножек 16 мм.

В качестве дополнительной меры способствующей более равномерному распределению напряжений в деталях указанного сопряжения можно использовать фаски на посадочных отверстиях цапфы.

Приведенные изменения конструкции позволяют снизить эквивалентные напряжения в элементах сопряжения цапфы с бортовым редуктором до требуемого уровня и обеспечить безотказную работу сопряжения в течении 10<sup>6</sup> циклов нагружения с заданной нагрузкой.

Для увеличения прочности и усталостной долговечности опорных винтов, возможно их изготовление с использованием следующих марок сталей [2]: 45Х ( $\sigma_{\text{п}} = 1170$  МПа и  $\sigma_{-1} = 600$  МПа при закалке в масле и высоком отпуске), 45Г2 ( $\sigma_{\text{п}} = 1220$  МПа и  $\sigma_{-1} = 610$  МПа).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Огородникова, О. М.** Конструкционный анализ в среде ANSYS / О. М. Огородникова. – Екатеринбург : УГТУ – УПИ, 2004. – 305 с.
2. **Трощенко, В. Т.** Сопrotивление усталости металлов и сплавов / В. Т. Трощенко, Л. А. Сочновский // Киев : Наукова думка, 1987. – 207 с.