

УДК 629.341

DOI: 10.35211/1990-5297-2024-8-291-31-34

*В. А. Никулина, Ю. С. Багайсков***РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ
СОЕДИНЕНИЯ КАРКАСНЫХ УЗЛОВ НИЗКОПОЛЬНОГО АВТОБУСА****Волжский политехнический институт (филиал)****Волгоградского государственного технического университета**

E-mail: vikikamael@mail.ru, bagaiskov@bk.ru

Основой эффективной работы автобусов является обеспечение высокой надежности. В конструкции узлов каркаса автобусов задействовано большое количество болтовых соединений, могут возникать уязвимые места, связанные как с проблемами качества производства, так и эксплуатации. Сварные соединения при этом не имеют дополнительных деталей. В результате создается практически одна целая монолитная деталь. Для сварки характерна также высокая экономичность, малая трудоемкость, сравнительная дешевизна оборудования, возможность автоматизации. Однако полностью заменять болтовые соединения сваркой тоже нецелесообразно. Исходя из схемы напряженного состояния, особенностей качества изготовления при сборке и специфики эксплуатации проведена оптимизация технологических схем соединения основных деталей каркаса низкопольного автобуса и даны предложения по распределению болтовых и сварных соединений.

Ключевые слова: автобус, надежность, безопасность, каркасные узлы, напряжения, затяжка, болтовое соединение, сварка

*V. A. Nikulina, Yu. S. Bagayskov***DEVELOPMENT OF RATIONAL TECHNOLOGICAL SCHEME
OF JOINING OF FRAME UNITS OF LOW-FLOOR BUSES****Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of Volgograd State Technical University**

The basis of effective operation of buses is provision of high reliability. The design of bus frame units involves a large number of bolted joints, there may be vulnerabilities associated with both production and operation quality problems. Welded joints have no additional parts. As a result, virtually one complete monolithic part is created. Welding is also characterized by high economy, low labor intensity, comparative cheapness of equipment, and the possibility of automation. However, it is not advisable to completely replace bolted connections by welding. Based on the scheme of stressed state, peculiarities of manufacturing quality during assembly and specifics of operation, optimization of technological schemes of connection of main parts of low-floor bus frame is carried out and proposals on distribution of bolted and welded connections are given.

Keywords: bus, reliability, safety, frame units, stresses, tightening, bolt connection, welding

Основой эффективной работы автобусов является обеспечение высокой надежности – способности безотказно выполнять транспортную работу с сохранением во времени установленных параметров в заданных пределах для конкретных режимов и условий эксплуатации. В конструкции каркаса автобусов задействовано большое количество болтовых соединений. Однако в таких узлах могут возникать уязвимые места, связанные как с проблемами качества производства, так и эксплуатации, в частности воздействия вибрации [1]. Изучение и выявление таких уязвимых мест является актуальной задачей, направленной на повышение качества и безопасности эксплуатации автобусов. Необходимо разработать предложения по схеме оптимального соединения каркасных узлов с применением как болтовой, так и сварочной технологии.

Болтовые соединения обеспечивают относительно простое изготовление и ремонт, обеспечивают достаточную надежность, удобство сборки-разборки; простоту конструкции, технологичность, но уязвимы к различным воздействиям и требуют регулярного контроля. Недостатки: концентрация напряжений во впадинах резьбы, низкая вибрационная стойкость (самоотвинчивание при вибрации) [2].

Сварные соединения не имеют дополнительных деталей. Соединение происходит за счет местного нагрева и диффузии (перемешивания частиц) соединяемых деталей. Создается практически одна целая монолитная деталь.

Для сварки характерна высокая экономичность, малая трудоемкость, сравнительная дешевизна оборудования, возможность автоматизации; отсутствие больших нагрузок.

Недостатки сварки состоят в том, что при низком качестве шва возникают температурные повреждения материала, кроме того, из-за неравномерности нагрева возникает коробление деталей [3].

Одной из уязвимых проблемных зон корпуса автобуса является место сочленения каркасных элементов, где наблюдается повышенная концентрация напряжений в результате действия механических нагрузок. Кроме того, использование некачественных болтов или неправильно подобранных размеров элементов соединения может привести к ослаблению конструкции и повышенному риску разрушения. На рис. 1 приведена схема напряженного состояния каркаса корпуса низкопольного автобуса с болтовыми соединениями, показаны зоны наибольших напряжений [4].

Ослабление болтового соединения вызвано следующими факторами:

– осадка – потеря предварительного натяга при выравнивании поверхностных неровностей в первые несколько часов после затяжки;

– релаксация – потеря натяга вследствие уплотнения со временем;

– ползучесть – возрастание пластической деформации, «падение» напряжений затяжки в болтах [5].

При сборке автобусов могут быть следующие несоответствия:

а) невозможность совместить отверстия двух каркасных узлов, вследствие чего болт не попадает и это место приходится заваривать;

б) при чрезмерном затягивании болта происходит деформация, что исключает его протяжку динамометрическим ключом. Для предотвращения отвинчивания или поломки болта приходится произвести сварку по контуру прилегания друг к другу каркасных узлов;

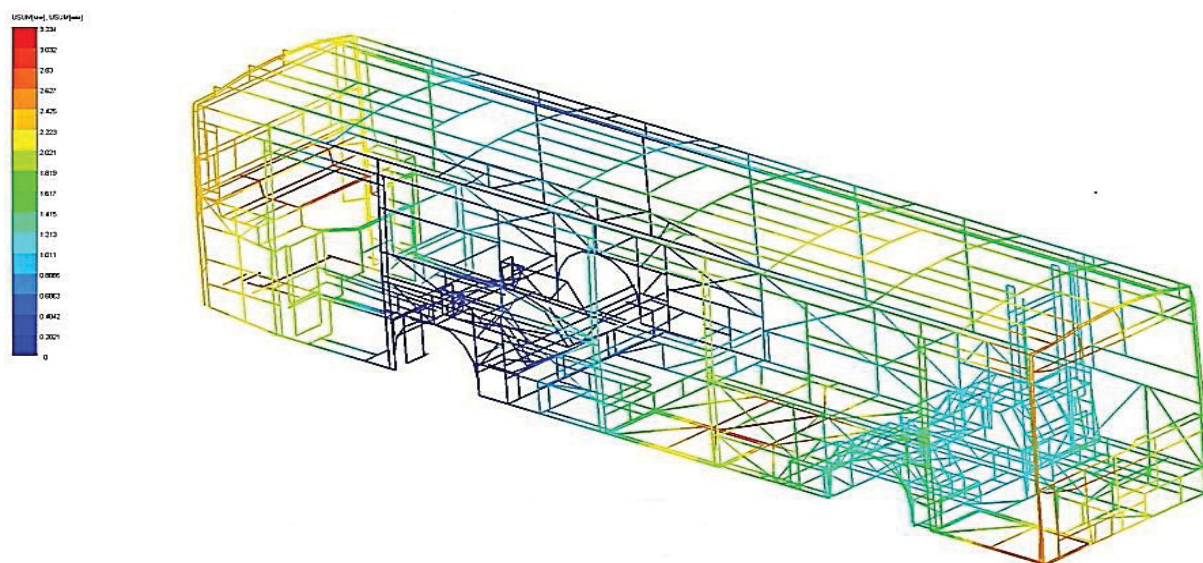


Рис. 1. Схема напряженного состояния каркаса корпуса автобуса

в) повышенный зазор между стыковыми пластинами. Прочность болтового соединения достигается путем силы трения между соединяемыми поверхностями (рис. 2). Если необходимое натяжение болтов не создать, то любые последующие нагрузки будут еще сильнее ослаблять соединение [6].

В табл. 1 приведены статистические данные, а на рис. 3 – гистограмма распределения выпуска автобусов с различными проблемными зонами.

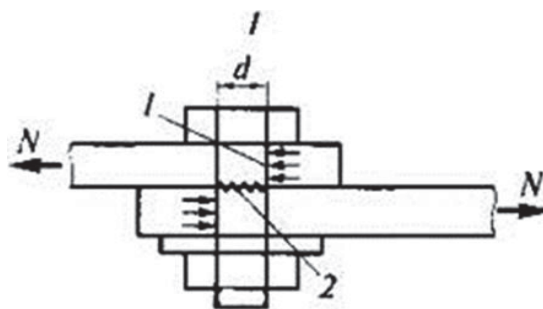


Рис. 2. Схема нагружения болтового соединения

Таблица 1

Статистические данные по выпуску автобусов с проблемными зонами

№№ п/п	Изготовленные автобусы и их проблемные зоны	Кол-во, шт.
1	Всего выпущенных автобусов (с криобаком 130)	625
2	Крепление заднего аутригера к каркасу левой боковины	388
3	Радиаторный отсек (проблемы с протяжкой)	625
4	Отсек криогенного бака	130
5	Каркас задка (проблемы с протяжкой)	625
6	Дверные проемы	418
7	Сочленение каркаса передка с левой боковиной	27
8	Стойки крепления боковин к крыше	36
9	Угловой стык каркаса левой боковины с каркасом крыши у верха стойки последнего окна	222
10	Автобусов, выполненных по КД	213

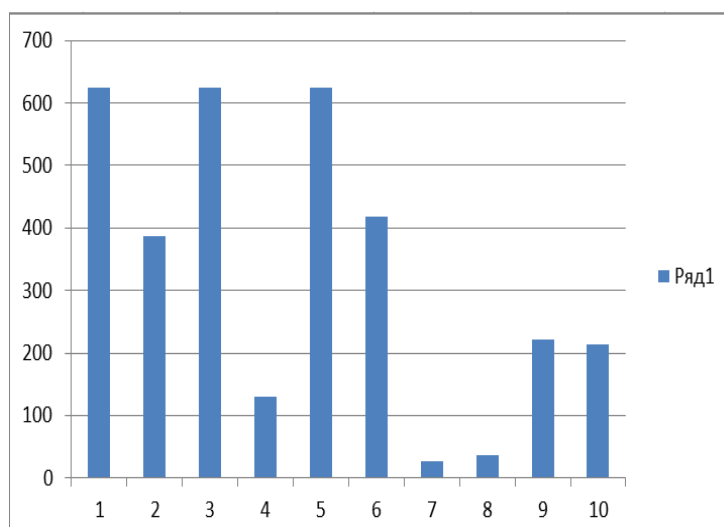


Рис. 3. Гистограмма распределения выпуска автобусов с проблемными зонами

Однако полностью отказаться от болтовых соединений считаем не целесообразным. В табл. 2 представлены места, где необходимо или рекомендуется сварное соединение. В остальных случаях можно оставить

только болтовые соединения.

В результате исследования показано, что уязвимые места при соединениях каркасных узлов автобуса болтовым способом требуют особого внимания при проектировании и эксплуатации.

Таблица 2

Предложения по введению соединений сваркой по узлам автобуса

№№ п/п	Основные узлы	Предложения по введению сварки
1	Крепление заднего аутригера к каркасу левой боковины	Необходимо
2	Отсеки радиаторный и криогенного бака	Необходимо
3	Стык каркаса задка с каркасом крыши	Необходимо
4	Дверные проемы в районе крепления каркаса правой боковины к основанию	Рекомендуемо
5	Сочленение каркаса передка с левой боковиной	Рекомендуемо
6	Стойки крепления правой и левой боковин к крыше	Рекомендуемо

Сварка позволяет создать прочное соединение без необходимости постоянной проверки и затяжки болтов, что снижает риск аварийных ситуаций и обслуживание транспортного средства.

Кроме того, сварка позволяет снизить общий вес конструкции за счет отсутствия дополнительных крепежных элементов, в целом ее применение экономичнее.

Исходя из схемы напряженного состояния, особенностей качества изготовления и специфики эксплуатации проведена оптимизация технологических схем соединения основных деталей каркаса автобуса. Даны предложения по распределению болтовых и сварных соединений в основных узлах каркаса корпуса низкопольного автобуса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенов, Н. В. Техническое обслуживание и ремонт автобусов : учеб. пособие для автотранспортных техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1987. – 256 с.
2. Леденев, В. В. Расчет болтовых соединений с учетом дополнительных сил / В. В. Леденев, Т. Х. А. Тью // Строительная механика и конструкции. – 2013. – № 2 (7). – С. 80–85.
3. Ерофеев, В. В. Оценка допустимых размеров дефектов в сварных металлоконструкциях на базе использования критериев интерполяционного типа / В. В. Ерофеев, А. А. Альмухаметов, Р. Г. Шарафиев, И. Р. Сагадеев, Э. Р. Гималетдинова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 1. – С. 63–66.
4. Smith J., Brown A. Analysis of bolted joints in bus frame structures. International Journal of Vehicle Engineering, 2024. С. 207–214.
5. Галкина, Н. С. Исследование концентрации напряжений у отверстия, нагруженного усилиями от болта / Н. С. Галкина // Ученые записки ЦАГИ. – 1981. – Т. XI1, № 1.
6. Ерофеев, В. В. Разработка метода оценки допустимых размеров дефектов в статически нагруженных металлоконструкциях / В. В. Ерофеев, Р. Г. Шарафиев // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 120. – С. 84–88.