

А. М. СОКОЛОВ

Повышение надежности торцового крепления буксового узла

Как показывает практика эксплуатации грузовых вагонов, одним из важнейших элементов, определяющих прочность буксового узла, является торцовое крепление буксового подшипника на шейке оси колесной пары. Задачей торцового крепления является передача осевых сил взаимодействия колеса и рельса с шейки оси колесной пары на корпус буксы и далее на раму тележки, а также обеспечение нормативных зазоров в буксовом подшипнике.

В современных буксовых узлах грузовых вагонов подшипники закрепляются на шейке оси посредством тарельчатой шайбы, которая своими выступающими краями нажимает на приставное кольцо и тем самым закрепляет внутренние кольца подшипников на шейке оси. Сама шайба крепится к торцу шейки оси тремя или четырьмя болтами в зависимости от модификации. Как показал опыт эксплуатации, такая конструкция, имеющая повы-

шенную прочность и надежность, все же имеет определенные недостатки, в частности склонность к ослаблению.

Анализ факторов, сопутствующих ослаблению торцового крепления в эксплуатации, показал, что при его изготовлении применяется широкий сортамент материалов, значительно различающихся реологическими характеристиками. В частности, пределы текучести материалов деталей торцово-

го крепления отличаются от номинала на 15 %, относительное удлинение — на 25 %. Механические характеристики материала болтов имеют большой разброс в пределах 30 %, а в некоторых случаях значения разброса выходят за рамки допустимого диапазона. Коэффициент трения на поверхностях резьбовых соединений варьируется в широких (до 75 %) пределах. При монтаже торцового крепления используют гайковерты, динамометрические и обычные торцовые гаечные ключи. При этом величина фактического момента затяжки, установленная на гайковерте, зачастую отличается от значений, предписываемых техническими условиями (230–250 Н·м согласно ТУ 24.05.81682). Более того, в условиях вагоноремонтных депо нередко используют обычные гаечные ключи без какого-либо контроля момента затяжки. Все эти факторы потенциально влияют на снижение прочности элементов торцового крепления и, соответственно, на снижение общей надежности буксового узла.

Таким образом, можно констатировать следующее:

- существующая конструкция торцового крепления болтами имеет ряд недостатков, приводящих к ослаблению болтового соединения с последующим отказом буксового подшипника;
- основные способы модернизации торцового крепления должны быть направлены на амортизацию осевых ударных нагрузок, компенсацию перекосов крепления и износа его элементов;
- требуется глубокая модернизация конструкции крепления, которая учитывала бы пространственный характер прилагаемой нагрузки, отклонения качества монтажных поверхностей от нормы и прочие несовершенства формы и материала конструкции крепления.

Для разработки вариантов модернизации торцового крепления подшипников были выполнены

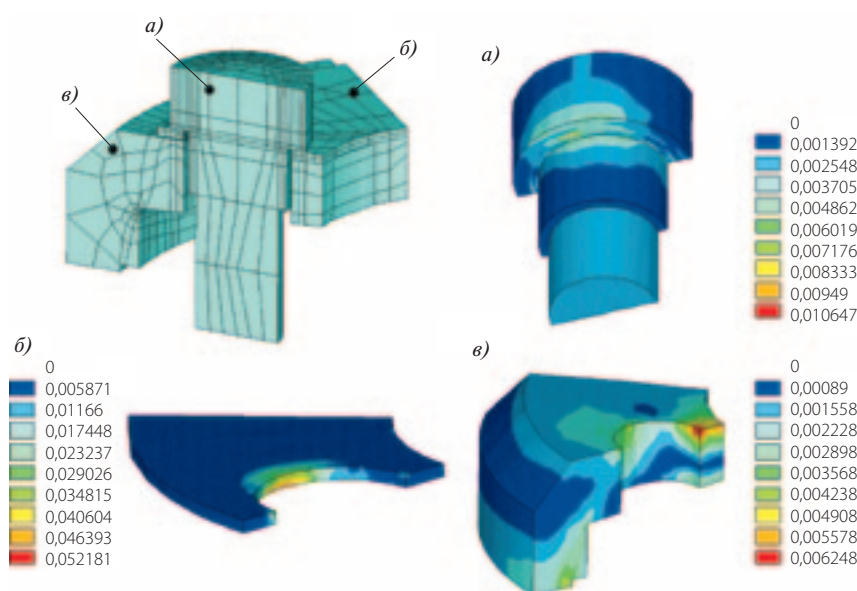


Рис. 1. Эквивалентные пластические деформации в конструкции торцового крепления при нагрузке 60 кН, действующей в осевом направлении:
а — в теле болта; б — в стопорной шайбе; в — в тарельчатой шайбе

расчеты его напряженно-деформированного состояния и прочности по критерию ослабления болтового соединения с использованием метода синтеза нечетких моделей прочности [1]. При этом в стержнях болтов крепления зафиксировано возникновение и накопление пластических деформаций. Детальный анализ процессов деформирования элементов крепления под действием эксплуатационных нагрузок позволил сделать следующее уточнение: пластические деформации концентрируются в стержне и головке болта, на части поверхности стопорной шайбы, а также на торцевой и привалочной поверхностях торцевой шайбы (рис. 1).

Из анализа силовой характеристики болтового соединения видно (рис. 2), что она обладает значительным гистерезисом, обусловленным пластической релаксацией его элементов под воздействием монтажных и эксплуатационных нагрузок. При этом после пластической релаксации деталей крепления фактический коэффициент затяжки составляет не более 50% исходного. Это означает, что после пластической релаксации может происходить раскрытие стыка между стягиваемыми деталями, что является причиной возникновения ударных нагрузок и смещения роликов подшипника, вызывающих значительную долю отказов буксового узла.

Таким образом, предварительный анализ причин ослабления конструкции торцевого крепления показал, что это ослабление вызвано возникновением пластических деформаций в элементах крепления вследствие недостаточной упругости системы болт — гайка во всем диапазоне варьирования параметров конструкции и технологий ее монтирования. Поиск вариантов модернизации конструкции крепления проводился по двум основным направлениям: параметрической и конструктивной модификации. Параметрическая модифи-

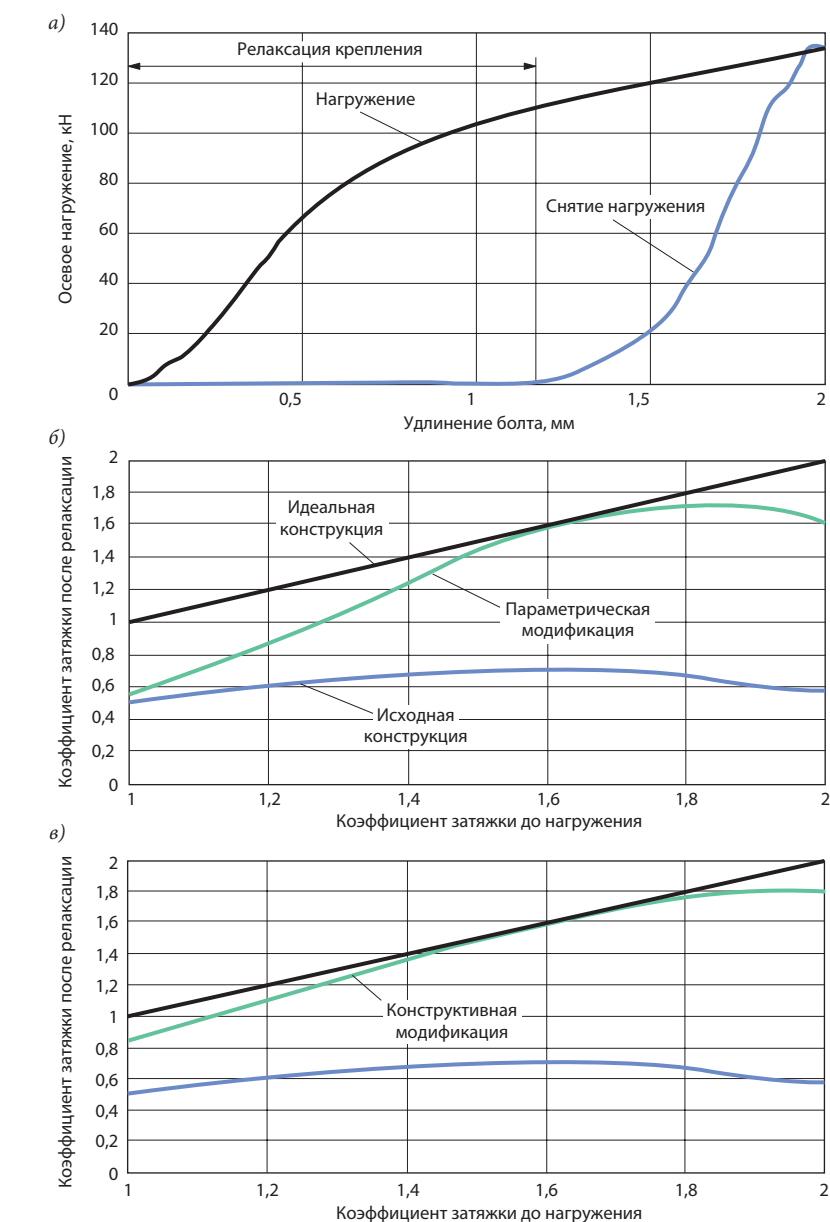


Рис. 2. Силовые характеристики торцевого крепления и его модификаций: а — силовая характеристика осевого упругопластического деформирования модели торцевого крепления; б — изменение коэффициентов затяжки крепления до пластической релаксации и после нее для исходной и параметрически модифицированной конструкций; в — то же, для исходного и конструктивно модифицированного вариантов с использованием упругого элемента, обладающего нелинейной жесткостью

кация была связана с выбором сортамента применяемых материалов, изменением геометрических параметров торцевой шайбы и конструктивного исполнения болтов. В процессе конструктивной модификации был применен упругий элемент с нелинейной характеристикой (рис. 3). Особенностью такой конструкции является то, что в привалочной поверхности кольцевого выступа крышки выбран

кольцевой паз, в котором установлен упругий элемент в виде кольца, имеющего форму части тороидальной поверхности. При этом ширина паза соответствует ширине сечения кольца, а глубина паза меньше высоты сечения кольца на величину хода затяжки торцевого крепления S .

При затяжке болтов упругий элемент деформируется, причем вначале деформация элемента происхо-

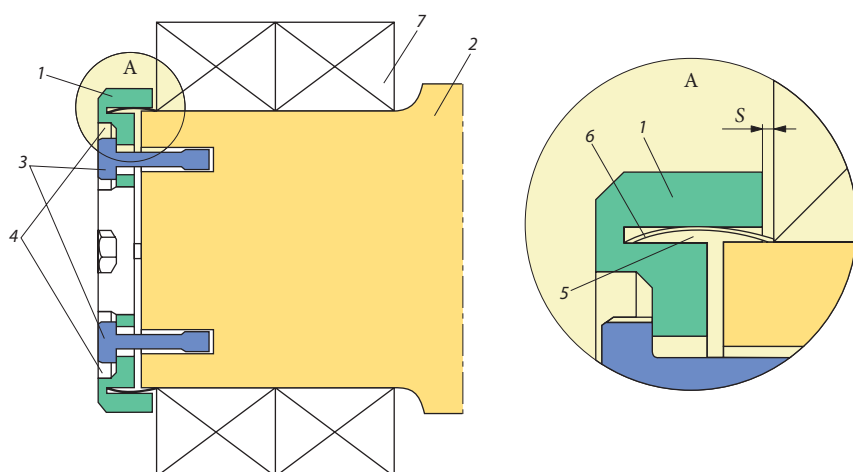


Рис. 3. Конструкция торцевого крепления с упругим элементом, обладающим нелинейной жесткостью:

1 — крышка крепления; 2 — шейка оси колесной пары; 3 — болты крепления; 4 — посадочные отверстия для болтов; 5 — кольцевой паз; 6 — упругий элемент в виде кольца; 7 — буксовый подшипник; S — ход затяжки торцевого крепления

дит по сценарию внецентренного сжатия с высокой продольной жесткостью упругого элемента. По мере изменения формы сжимаемо-

го упругого элемента его деформация начинает осуществляться по сценарию изгиба со значительным уменьшением продольной жесткос-

ти. Однако в процессе деформации упругого элемента его внешняя поверхность вступает в контакт с соответствующей поверхностью паза, тем самым повышая изгибную жесткость сечения кольца. В результате эффективная продольная жесткость упругого элемента в процессе его деформации незначительно увеличивается, при этом усилии затяжки крепления после достижения заданного уровня повышается незначительно, образуя на диаграмме «усилие — ход затяжки» площадку стабильности. Такая площадка позволяет стабилизировать усилие затяжки торцевого крепления относительно возможной вариации геометрии его элементов и параметров монтажа. По мере затяжки и деформации упругого элемента зазор между крышкой крепления и буксовым подшипником уменьшается. В момент их контакта жесткость системы крышка — болты — шейка оси скачкообразно возрастает, что органолептически или приборным методом легко определяет по резкому возрастанию момента затяжки оператор, выполняющий монтаж.

Такой эффект влияния нелинейного упругого элемента связан с площадкой стабильности силовой характеристики этой конструкции. При пластической релаксации, сопровождающейся появлением остаточных деформаций, происходит процесс разгрузки нелинейного упругого элемента с относительно небольшим (в отличие от оригинальной конструкции) снижением осевого усилия в соединении. Таким образом, разработанные модификации крепления позволяют значительно повысить его прочность с учетом вариации его параметров, условий монтажа и эксплуатации и тем самым повысить надежность буксового узла вагонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов А.М. Метод синтеза нечетких моделей прочности для совершенствования соединений элементов конструкций подвижного состава. СПб.: ОМПресс, 2006. 208 с.

**Больше, чем просто
необходимость...**

**комплекс систем обеспечения
безопасности для железных дорог**

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР
**ПРОМ
ЭЛЕКТРОНИКА**

WWW.NPCPROM.RU

тел.: (343) 358-55-00, 378-85-36