

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

УДК 629.4.027.116

В. И. СЕНЬКО, доктор технических наук, профессор, Р. И. ЧЕРНИН, магистр технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель; С. Ф. ГОРИЧЕНКО, инженер ПО «Гомсельмаш», г. Гомель

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ СОПРЯЖЕНИЯ КОЛЕЦ БУКОВЫХ ПОДШИПНИКОВ С ШЕЙКАМИ ОСЕЙ КОЛЁСНЫХ ПАР

Важным направлением безопасности движения и энергосбережения является поиск новых эффективных решений повышения качества контроля сборочных процессов при новом формировании соединений с гарантированным натягом и проведении ремонтов колёсных пар. Предлагается принципиально новый подход к оценке прочности напрессовок колёсных пар вагонов.

На железных дорогах развитых промышленных стран мира интенсивно ведётся разработка и внедрение эффективных средств контроля технического состояния наиболее ответственных узлов подвижного состава в процессе движения поездов и при проведении ремонта вагонов и локомотивов. При этом особое значение приобретают колёсные пары, требующие строжайшего контроля и высокого уровня технического содержания, так как неисправность или неправильная работа этой сборочной единицы подвижного состава рельсового транспорта может привести к крушению.

Случаи отказов буксовых узлов колёсных пар вагонов с тепловой посадкой внутренних колец подшипников качения на шейки осей не носят массового характера, но представляют реальную угрозу для безопасности движения поездов. Поэтому оценка прочности напрессовки внутренних колец буксовых подшипников при изготовлении и ремонте колёсных пар вагонов и локомотивов заслуживает особого внимания в решении задачи повышения надёжности железнодорожного подвижного состава. По данным ОАО «РЖД» [1], опасные неисправности, из-за которых вагоны отцеплялись в текущий отцепочный ремонт, составляют по буксовому узлу: грение букс – 52,7 и сдвиг корпуса буксы – 23 %. Это свидетельствует о неудовлетворительном качестве ремонта и недостатках формирования и выходного контроля соединений с гарантированным натягом.

Ослабление натяга посадки внутреннего кольца подшипника составляет, по данным ВНИИЖТа, для букс грузовых вагонов примерно 18 %. Его изменение в большую сторону (более 0,065 мм) приводит к излому и разрыву внутреннего кольца подшипника. Указанный вид отказов составляет около 20 %. Используемый в вагоноремонтном производстве и вагоностроении способ косвенного контроля напрессовки колец буксовых подшип-

ников на шейки осей колёсных пар получил распространение в связи с тем, что не разработаны и не внедрены в производство альтернативные методы контроля. Вместе с тем применяемый контроль напрессовок не обеспечивает получения вполне достоверных оценок упругого напряжённого состояния деталей формируемых соединений.

Качественно новым этапом в развитии системы контроля прочности сопряжения деталей с гарантированным натягом колёсных пар вагонов является создание и внедрение в производство средств контроля технического состояния тепловых напрессовок внутренних колец буксовых подшипников, при помощи которых осуществляют измерения напряжённо-деформированного состояния (НДС) охватывающей детали соединения с гарантированным натягом.

Контроль сборки по прочности сопряжения цельнокатаных колёс и колец буксовых роликовых подшипников с осями является составной частью технологического процесса содержания колёсных пар и представляет важную научно-техническую задачу. Неточности в определении натяга и контактного давления в сопряжении сказываются на разбросах величин усилий относительного сдвига и крутящих моментов на проворачивание деталей прессовых соединений. Проведенное исследование по оценке прочности сопряжения показало целесообразность осуществления выходного контроля тепловой посадки кольца подшипника на шейку оси колёсной пары с использованием расчётно-экспериментального метода [2] для установления фактического контактного давления в зоне сопряжения по данным тензометрии. Применение такой системы оценки НДС позволяет повысить эффективность контроля напрессовок и, помимо сокращения брака при изготовлении и ремонте буксовых узлов, обеспечить повышение безопасности движения поездов.

Повышение степени надёжности роликовых буксовых узлов колёсных пар вагонов в эксплуатации можно обеспечить при осуществлении ак-

тивного контроля прочности сопряжения тепловых поперечно-прессовых посадок по фактическому напряжённо-деформированному состоянию деталей соединений [3, 4]. В ОНИЛ «ТТОРЕПС» БелГУТа выполнены разработки по совершенствованию неразрушающего контроля сборки соединений с гарантированным натягом при изготовлении и ремонте колёсных пар вагонов. В производственных условиях выполнены контрольные напрессовки по проверке предлагаемого способа диагностики формируемых тепловых соединений на прочность сопряжения деталей, обусловливаемую создаваемым фактическим натягом посадки [5], полученные экспериментальные данные по которым существенно отличаются от замеряемых в начале сборки соединений величин натягов.

Новизна, полезность и востребованность разработанных в БелГУТе технических решений с использованием тензометрических устройств для осуществления выходного контроля внутренних колец буксовых подшипников по их фактическому НДС подтверждены патентами Российской Федерации и Республики Беларусь на изобретения и полезные модели BY 7271 C1, BY 7377 C1, BY 9347 C1, BY 10353 C1, RU 2228830 C2, RU 2279647 C2, BY 1587 U, BY 1656 U, BY 2431 U.

При использовании тензометрического контрольно-измерительного устройства в конструкции предусмотрен измерительный элемент с тензорезисторами, установленный концентрично относительно кольца подшипника при сборке соединения. Корпус измерительного элемента выполнен цилиндрическим составным в виде концентрично расположенных и неподвижно скреплённых между собой конструктивных элементов.

Для опытных напрессовок могут использоваться также предложенные наиболее простые тензометрические кольца, выполненные в виде разъёмных (клеммовых) соединений, применяемых на валах для передачи осевых нагрузок и скручивающих моментов [6]. Основными преимуществами указанных клеммовых соединений являются: легкая сборка и разборка последних без нарушения целостности деталей и повреждения сопрягаемых поверхностей, возможность образования неподвижного соединения в любом месте охватываемой детали. Устройство для оценки прочности сопряжения [7] предназначено для улучшения контроля сборки соединений с гарантированным натягом, обеспечения удобства его установки на кольцо подшипника и снятия с последнего, исключения возможных повреждений дорожки качения контролируемого кольца при осуществлении предложенного способа технической диагностики напрессовок.

В данном устройстве для контроля прочности сопряжения измерительный элемент выполнен в виде двух соосно соединённых между собой на

резьбе толстостенных колец с обратной конусностью на внутренних поверхностях последних, при этом вершины конусов расположены оппозитно по отношению к плоскости разъёма колец, а на цилиндрических поверхностях указанных колец закреплены тензорезисторы. Измерительный элемент закрепляется неподвижно на контролируемом кольце подшипника при помощи разрезной тонкостенной втулки, которая выполнена с противоположно направленными (в стороны торцов) конусными наружными поверхностями контакта с толстостенными кольцами. В указанном положении замеряют напряжения с помощью тензодатчиков, т. е. выполняют балансировку каналов тензоаппаратуры при температуре производственного помещения до сборки соединения. Нагревают внутреннее кольцо подшипника вместе с укрепленным на нем измерительным элементом и устанавливают на шейку оси колёсной пары. После остывания полученного соединения (вместе с измерительным устройством) до температуры производственного помещения вновь замеряют напряжения на поверхности чувствительного элемента и по разности измеренных величин указанных напряжений расчётным путём (с помощью диаграмм или с использованием ЭВМ) по известным из теории упругости зависимостям Ляме-Гадолина устанавливают величину фактического контактного давления в зоне сопряжения деталей. Величина контактного давления в сформированном сопряжении деталей сравнивается с минимально допустимой по условию прочности, установленной техническими условиями на сборку.

Распределение тензодатчиков по длине соединения обеспечивает возможность учёта отклонений формы и конусности деталей, которые отражаются на характере изменения напряжений. Тангенциальные напряжения в тензометрическом элементе контрольного устройства

$$\sigma'_t = \sigma'_t - \sigma_m,$$

где σ_m – окружные напряжения на внешней поверхности цилиндрического тензоэлемента, обусловленные предварительным напряжённым состоянием измерительного устройства, а σ'_t – напряжения, возникающие в последнем от посадки кольца на шейку оси с натягом δ . Усреднённые окружные напряжения, измеренные тензометрическим методом на внешней поверхности тензоэлемента, используют для оценки удельного давления в зоне контакта деталей формируемого соединения, величина которого определяется расчётным путём для обеспечения условий, исключающих проворачивание кольца подшипника на шейке оси и относительное аксиальное смещение сопряжённых с гарантированным натягом деталей. Кроме

того напряжения от посадки кольца на шейку оси не должны превышать допускаемые значения, которые определяются при условиях, исключающих перенапряжение кольца подшипника из-за чрезмерного фактического натяга в сопряжении. Это позволяет избежать отказов в эксплуатационной работе, вызываемых трещинообразованием и разрывом внутренних колец роликовых буксовых подшипников колёсных пар.

Исследования по совершенствованию контроля напрессовок продолжают. Предусматривается использование гидрораспора в зоне контакта сопряжённых с натягом деталей от высокого давления нагнетаемого в соединение масла при осуществлении предложенного нового способа контроля с помощью специального устройства, которое позволяет эффективно контролировать в сопряжении величину фактического натяга [8].

Использование описанных выше способов технической диагностики напрессовок позволяет повысить качество формирования колёсных пар вагонов и надёжность их буксовых узлов в эксплуатации, а также уровень безопасности движения на железнодорожном транспорте, сократить энергетические и трудовые затраты в производстве. Необходимо продолжить работы для реализации возможности выполнения эффективной технической диагностики по прочности тепловых напрессовок колец с шейками осей ранее сформированных колёсных пар при проведении часто выполняемой полной ревизии буксовых узлов последних, осуществляемой без демонтажа внутренних колец подшипников с посадочных мест.

Получено 30.01.2009

V. I. Senko, R. I. Chernin, S. F. Gorichenko. Estimation of durability of interface of rings of bearings with necks of axes of wheel pairs.

The important direction of traffic safety and economy of power resources is search of new effective decisions of improvement of quality of the control of assembly processes at new formation of connections with the guaranteed tightness and carrying out of repairs of wheel pairs. The new basic approach to an estimation of durability of plantings with a tightness of wheel pairs cars is offered.

Список литературы

1 **Щенятский, А. В.** Сборка колёсных пар гидропрессовым методом / А. В. Щенятский [и др.] // Тр. V науч.-практ. конф. «Безопасность движения поездов». – М., 2004. – С. 41–42.

2 **Гречищев, Е. С.** Соединения с натягом / Е. С. Гречищев, А. А. Ильяшенко. – М.: Машиностроение, 1981. – 247 с.

3 **Сенько, В. И.** Оценка прочности сопряжения прессовых соединений колёсных пар вагонов / В. И. Сенько [и др.] // Политранспортные системы: материалы V Всерос. науч.-техн. конф. СФУ. – Красноярск, 2007. – С. 140–148.

4 **Чернин, Р. И.** Контроль прочности сопряжения тепловых напрессовок колец буксовых подшипников на шейках осей колёсных пар // Тр. IV междунар. науч. студенческой конф. «TRANS-MECH-ART-CHEM». – М., 2006. – С. 173–174.

5 **Пат. 7377 Республика Беларусь, МПК⁷ В 23Р 11/02, G 01L 1/22.** Способ контроля исходной прочности тепловой напрессовки кольца подшипника на шейке оси колёсной пары и устройство для его осуществления / Сенько В. И., Чернин И. Л., Сенько Л. В.; заявитель и патентообладатель Белорус. гос. ун-т трансп. – № а20010261; заявл. 20.03.01; опубл. 30.09.02, Афіц. бюл. № 3(34) / Дзярж. пат. кам. Рэсп. Беларусь. – 2 с.: ил.

6 **Пат. 2431 Республика Беларусь, МПК⁷ В 23Р 11/02, G 01L 1/22.** Устройство для контроля прочности механической напрессовки колеса на ось колёсной пары / Сенько В. И., Чернин И. Л., Чернин Р. И., Гориченко С. Ф.; заявитель и патентообладатель Белорус. гос. ун-т трансп. – № u20050254; заявл. 02.05.05; опубл. 03.10.05, Афіц. бюл. № 4(47) / Дзярж. пат. кам. Рэсп. Беларусь. – 2 с.: ил.

7 **Пат. 2279647 Российская Федерация, МПК⁷ G 01L 1/22, В23Р 11/02.** Устройство для измерения прочности сопряжения кольца подшипника с шейкой оси колёсной пары / Сенько В. И., Чернин И. Л.; заявитель и патентообладатель Белорус. гос. ун-т трансп. – № 2004116017/28; заявл. 25.05.04; опубл. 10.07.06, Бюл. № 19.

8 **Пат. 2329478 Российская Федерация, МПК⁷ G 01L 1/22.** Способ неразрушающего контроля прочности напрессовки колец подшипников на шейке оси колёсной пары и устройство для его осуществления / Сенько В. И., Чернин И. Л., Чернин Р. И., Сенько Н. Г.; заявитель и патентообладатель Белорус. гос. ун-т трансп. – № 2006134798/28; заявл. 02.10.06; опубл. 20.07.08, Бюл. № 20.