

Рисунок 4 – Гистограмма распределения количества выполненной перевозочной работы

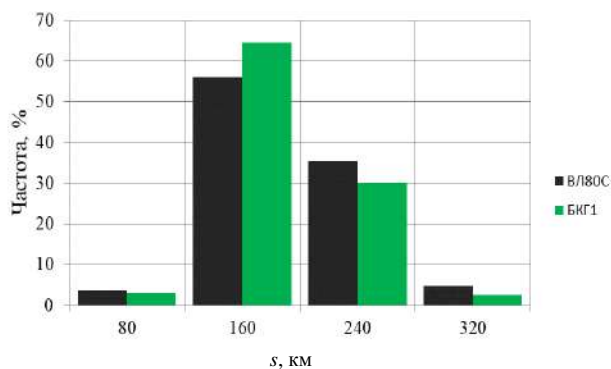


Рисунок 5 – Гистограмма распределения линейного пробега

Из рисунка 1 видно, что наибольшее расхождение линий тренда наблюдается при меньших значениях перевозочной работы, соответствующих меньшим значениям массы состава. При больших значениях работы, т. е. при значениях массы состава, приближающихся к максимально допустимым, линии тренда практически сходятся. Таким образом, вождение лёгких поездов более мощными локомотивами БКГ1 ведет к повышенному удельному расходу электроэнергии.

#### Список литературы

- 1 Френкель, С. Я. Об исследовании эксплуатационных факторов, определяющих расход дизельного топлива магистральными тепловозами / С. Я. Френкель // Совершенствование конструкции и системы обслуживания локомотивов : междуз. сб. науч. тр. / С.-Петерб. гос. ун-т путей сообщения ; под ред. А. В. Грищенко. – СПб. : ПГУПС, 2004. – С. 72–76.
- 2 Френкель, С. Я. Оценка эффективности топливосберегающих технических решений для тепловозов / С. Я. Френкель, Б. С. Френкель // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт – 2012. – № 1(24). – С. 15–18.

УДК 629.4.027

### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ НОВОГО СПОСОБА КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ НАПРЕССОВКИ ВНУТРЕННИХ КОЛЕЦ БУКСОВЫХ ПОДШИПНИКОВ НА ШЕЙКУ ОСИ КОЛЁСНОЙ ПАРЫ

*И. Л. ЧЕРНИН, Р. И. ЧЕРНИН, О. М. МОИСЕЙЧИКОВА*  
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Используемый в вагоноремонтном производстве и в вагоностроении способ косвенного контроля напрессовки колец буксовых подшипников на шейки осей колёсных пар получил распространение в связи с тем, что не разработаны и не внедрены в производство эффективные методы контроля. 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 осуществляются измерения напряжённо-деформированного состояния (НДС) охватывающей детали соединения с гарантированным натягом.

Целесообразными являются технические разработки систем контроля механических и тепловых напрессовок колёсных пар вагонов и локомотивов на основе ЭВМ для специализированных поточных технологических линий. Это позволяет автоматизировать и оптимизировать процессы оценки работоспособности получаемых соединений (буксовых подшипников колёсных пар, цельнокатаных колёс, шестерен тяговых двигателей и пр.).

В ОНИЛ «ТТОРЕПС» БелГУТа разработан и прошел экспериментальную проверку способ контроля напрессовки по величине нормальных напряжений на поверхности измерительного эле-

мента [1]. Сущность указанного способа контроля заключается в следующем. Известно, что с целью получения более равномерного распределения напряжений по толщине стенки цилиндра и разгрузки внутренних слоёв за счёт лучшего использования наружных используют составные конструкции путём одевания одного цилиндра на другой (обычно с помощью горячей посадки). При посадке одного цилиндра на другой с гарантированным натягом окружные напряжения во внутреннем цилиндре являются сжимающими, а в наружном – растягивающими. Под действием внутреннего давления в таком составном толстостенном цилиндре возникают напряжения, определяемые как для цельного цилиндра. Просуммировав эпюры напряжений при указанных двух случаях нагружения соединения, получим действительную эпюру, имеющую место в составном цилиндре при внутреннем давлении (в нашем случае при контактном давлении  $p_k$  от тепловой посадки кольца подшипника на шейку оси колёсной пары). При расчёте составного цилиндра устанавливаем величину давления  $p_c$  на поверхности контакта внутреннего и наружного конструктивных элементов при заданных условиях нагружения, а затем определяем величину внутреннего давления  $p_k$ . В основу методики технической диагностики соединений колёсных пар вагонов по прочности сопряжения посадок с гарантированным натягом заложен базовый принцип тензометрического контроля с использованием замеров нормальных оценочных растягивающих напряжений на поверхности чувствительного элемента измерительного устройства, устанавливаемого концентрично относительно контролируемого кольца подшипника и охватывающего последнее на всех стадиях выполнения тепловой напрессовки. Усреднённые замеряемые окружные напряжения в чувствительном элементе измерительного устройства позволяют оценить величину реального удельного давления в зоне контакта сопряжённых с гарантированным натягом деталей и установить действительную величину последнего в соединении при фактической разности диаметров сопряжённых цилиндрических поверхностей, имеющих каждая свою макро- и изменённую после сборки микрогеометрию.

Результаты проведенного исследования описаны в работе [2]. Проведенная работа позволила установить, что величина фактического натяга в сопряжении отличается от величины определяемой общеиспользуемым косвенным способом по разнице сопрягаемых диаметров перед посадкой (по границам рекомендуемого интервала величины натяга 0,035–0,065 мм) достигает 8–10 %, что нередко приводит к ослаблению посадки (провороту кольца) либо к разрыву.

За базовый вариант для разработки технологической оснастки по уровню НДС коллективом принято устройство [3], содержащее выполненный с возможностью коаксиальной его установки относительно охватывающей детали соединения с натягом в начале формирования посадки чувствительный элемент в виде двух клеммовых соединений, каждое из которых имеет цилиндрическую наружную поверхность и конусную или цилиндрическую внутреннюю поверхности, контактирующую с наружной поверхностью контролируемой детали формируемого соединения, при этом тензорезисторы закрыты кожухами. Одно из клеммовых соединений установлено с наружной стороны напрессовываемой детали и выполнено в виде разрезанного с одной стороны по диаметру кольца, снабженного стяжным болтом, а второе из упомянутых соединений состоит из двух полуколец, охватывающих наружную поверхность детали и соединенных между собой оппозиционно расположенными стяжными болтами. Каждое из указанных клеммовых соединений выполнено, как отмечено выше, с цилиндрическими наружными поверхностями, при этом на наружных поверхностях установлены тензорезисторы, соединенные в измерительный мост. Тензорезисторы наклеены на каждом клеммовом соединении в диаметрально противоположных его частях в вертикальной плоскости, проходящей через ось симметрии стержня стяжного болта перпендикулярно оси шейки колёсной пары. Устройство контроля прочности напрессовки с диаметром сопряжения  $d$  содержит клеммовое соединение с одноболтовой схемой затяжки и клеммовое соединение с двухболтовой затяжкой и зазором  $a$  и шириной  $b$  разрезных цилиндрических колец. На цилиндрических поверхностях измерительных элементов с наружным диаметром  $D$  установлены соединённые в измерительный мост датчики, защищённые кожухами. Клеммовые соединения предназначены для контроля НДС охватывающей детали соединения с гарантированным натягом на оси колёсной пары. Применение указанных чувствительных тензоэлементов позволяет осуществлять контроль исходной прочности как тепловых формируемых соединений с гарантированным натягом, так и механических продольно-прессовых соединений колёсных пар вагонов.

Устройство для контроля прочности напрессовки работает следующим образом. Клеммовые соединения в свободном состоянии надевают на деталь, подлежащую напрессовке на ось. Затем за-

жимают стяжные болты с целью обеспечения неподвижного закрепления этих соединений с незначительным предварительным натягом. В таком положении при помощи тензодатчиков фиксируют нормальные растягивающие напряжения на цилиндрических поверхностях клеммовых соединений (установка относительно нуля, т.е. балансировка каналов тензоаппаратуры при температуре производственного помещения до сборки прессового соединения). Формируется соединение с натягом. После напрессовки замеряют упомянутые выше напряжения и по разности величин последних определяют контактное давление и натяг. Сравнивают полученные результаты с эталонными допустимыми значениями. При отклонениях, превышающих установленные нормативные значения, полученное соединение с гарантированным натягом подлежит расформированию.

#### Список литературы

1 Способ контроля исходной прочности тепловой напрессовки кольца подшипника на шейке оси колёсной пары и устройство для его осуществления : пат. 7377 Респ. Беларусь., МПК<sup>7</sup> В 23Р 11/02, G 01L 1/22 / И. Л. Чернин, В. И. Сенько, Л. В. Сенько; заявитель Белорус. гос. ун-т трансп. – а 20010261 ; заявл. 20.03.2001 ; опубл. 30.09.2005 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2005. – № 4. – С. 158–159.

2 О контроле прочности соединений с гарантированным натягом колец подшипников с шейками осей колёсных пар / И. Л. Чернин [и др.] // Вестник БелГУТа : Наука и транспорт. – 2010. – № 1 (20). – С. 5–9.

3 Устройство для контроля прочности механической напрессовки колеса на ось колёсной пары : пат. 2431 Респ. Беларусь, МПК<sup>7</sup> В23Р 11/02, G 01L 1/22 / В. И. Сенько, И. Л. Чернин, Р. И. Чернин, С. Ф. Гориченко ; заявитель Белорус. гос. ун-т трансп. – № u 20050254 ; заявл. 02.05.2005 ; опубл. 28.02.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 1 (48). – С. 172–173.

УДК 629.463.65

### USAGE OF HIGH-STRENGTH STEEL ALLOYS ON FREIGHT CARS, PRODUCED IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

*Ya. O. RUZMETOV, M. S. VALIEV*

*Tashkent Institute of Railway Engineering, Republic of Uzbekistan*

Uzbekistan Railways Joint Stock is one of a few companies on the territory of CIS, which is authorized to produce and manufacture machinery. Several types of tank-wagons, closed and semi-closed carriages are being produced for several years.

Foundry manufacture is the leader branch of a major machinery. Uzbekistan had taken this direction of manufacturing successfully as an independent country. Constant integration of modern requirements into the railway system, can be seen on the example of AIP branch company.

Also, a wide amount of work is being done nowadays in a sphere of closed, semi-closed, flatcar carriages and the between-service period of the carpark is being delayed as long, as it may be possible. Elements and details for serving and repairing the rolling stock, that were imported before, are being manufactured here nowadays. The localization level of the ready product is also growing up.

Shortening natural resources` expenses on different spheres is a very serious problem of the humanity of XXI century. Natural products are being interchanged with synthesized materials, newer hi-strength steels, nanotechnologies and energy saving technologies are being introduced day-by-day.

Such strategical spheres of economy like machinery and transportation are the key consumers and contributors of new technologies. Regular speed increases, carrying constructions` weight decrease, max load increases and service expense economies are characterful for road-building, rural, auto industry, railway manufacturing. An intense usage of main scientific achievements and technical progress products, makes it a great profit for the owner [1].

Aviation and sea transport consider using light but strong materials in the manufacturing processes. High metal capability of these transport means, require innovative solutions from engineers, i.e. optimizing constructions and so on. Elements with the second class of responsibility are interchanged with materials, based on carbon, polyurethane, ceramics and etc.

Car bodies take new and light frames. Suspensions and their upper and lower bridges are changed with space levers per each wheel. Hanged elements (car roof, yaws and etc.) are made of lightened colored castings. Steel in the wheel discs is changed on aluminum and titanium. Traditional fuel is changed with gas,