

деформируемый зазор между упомянутыми поверхностями деталей, заполненный гидросредой под давлением. Величина давления РЖ определяется, исходя из предложенной аналитической зависимости, и изменяется от максимальной его величины  $P_{mi}$  на входе в сопряжение до значения  $P_{mz}$ , равного  $P_k$  в конце деформированного зазора. По величине измеряемых напряжений (или радиальных деформаций) на наружной поверхности чувствительного элемента (кольца подшипника) определяют по найденным упрощённым аналитическим зависимостям величину фактического натяга в сопряжении, контактное давление и прочность посадки каждого из колец на шейке оси.

Важно учесть особенности силового нагружения охватываемой детали соединения, возникающие при различных режимах подачи РЖ высокого давления с торца каждого сопряжения при гидрораспоре, используемом для осуществления разработанного способа неразрушающего контроля прочности соединений по разработанной методике. Использован расчётно-экспериментальный метод определения НДС (напряжённо-деформированного состояния) охватываемой детали соединения с натягом типа «вал-втулка». Задача разработки и выбора наиболее эффективных технических средств контроля с оптимальными параметрами обуславливает необходимость разработки научно обоснованных рекомендаций по использованию прогрессивных сборочных процессов при формировании и ремонте роликовых колёсных пар. Решение этой задачи в условиях влияния на процесс широкого спектра технологических факторов невозможно без разработки математической модели, которая смогла бы обеспечить универсальный подход к этому сложному объекту разработки и изучения, получить типовые решения различной сложности с параметрами, удовлетворяющими критериям прочности напрессовок.

Разработано техническое решение для контроля прочности напрессовки буксовых подшипников колёсных пар по величине аксиального сдвигающего усилия. Поданы заявки на предполагаемые изобретения по способу и двум устройствам указанного контроля. Реализуется способ прямой оценки прочности сопряжения по величине нормированного усилия относительного продольного сдвига, при котором проверяемое сопряжение деталей нагружают расчётной продольной силой и о заданной прочности судят по неподвижности соединения.

УДК 629.4.027.118

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ НА СДВИГ И РАСПРЕСОВКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ КОЛЕСНЫХ ПАР ВАГОНОВ

*И. Л. ЧЕРНИН, Р. И. ЧЕРНИН, Д. И. КОСТЮКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*В. А. РУДЕНОК*

*Белорусская железная дорога, вагонное депо ст. Гомель*

Разработанное новое техническое решение по конструкции устройства контроля относится к области машиностроения и транспорта, а именно к механосборочному производству, в частности, к сборке с натягом деталей типа «вал-втулка». Предназначено для оценки прочности сопряжения напряжённых колец двух рядом стоящих буксовых роликовых подшипников на шейке оси и механической распрессовки этих соединений.

Проведенный аналитический обзор опубликованных исследований и технической литературы показал, что оценка прочности напрессовки колец подшипников колёсных пар, применяемая в вагоностроении и в вагоноремонтном производстве, а также используемые для достижения указанной цели технические средства не обеспечивают возможности получения вполне достоверных данных, характеризующих прочность посадки относительно сдвигу на оси. Кроме того, из-за дискретности контакта на отдельных участках сопряжения деталей фактические величины контактного давления в напряжённом соединении могут существенно отличаться. Задачей предлагаемого устройства является повышение эффективности контроля прочности напрессовки колец подшипников на шейках осей колёсных пар при непосредственном нагружении охватываемой детали соединения контрольным аксиальным усилием сдвига, а также расширение функционального диапазона устройства контроля за счёт обеспечения возможности выполнения распрессовки соединения, не отвечающего устанавливаемым нормированным показателям прочности при проведении контрольной проверки.

Поставленная задача решается за счёт того, что устройство для контроля включает в себя тензометрический элемент контроля аксиального усилия сдвига сопряженных с натягом деталей (выполненный в виде месдозы) и элементы для аксиального перемещения их относительно шейки оси при необходимости разборки соединения, не отвечающего установленным требованиям по прочности напрессовки внутреннего кольца буксового подшипника. Измерительный элемент выполнен в виде втулки с установленными на её наружной цилиндрической поверхности и соединенными измерительный мост резисторами, которая охватывает корпус рабочего гидроцилиндра и закреплена на упорном фланце последнего. Ступенчатый полый поршень-шток рабочего гидроцилиндра закрепляется соосно с шейкой оси, а корпус последнего скрепляется с кольцом подшипника при помощи клеммовых зажимов и продольных тяг.

При нагружении контролируемого соединения нормированным сдвигающим усилием, создаваемым в рабочем гидроцилиндре, фиксируют величину этого усилия по приборам системы тензометрического измерения и проверяют наличие смещения напрессованного кольца подшипника относительно шейки оси по показаниям индикатора часового типа. При наличии признаков сдвига забракованное кольцо подшипника, не отвечающее требованиям ТНПА (технических нормативных правовых актов), подвергают механической распрессовке при повышении давления масла в сдвигающей полости рабочего гидроцилиндра, при этом снятое кольцо подшипника перемещают по поверхности поршня-штока на свободное место перед упорным фланцем корпуса рабочего гидроцилиндра. Отсоединяют поршень-шток от шейки оси и удаляют снятое с неё забракованное кольцо подшипника.

Новизна, полезность и востребованность разработанного технического решения по устройству неразрушающего контроля прочности сопряжения соединений с гарантированным натягом подтверждается патентом Республики Беларусь на полезную модель (получено решение о выдаче патента по заявке № u 20100634).

УДК 621.983.5:539.388.24

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ВЛИЯНИЯ ВИДА ОТКАЗА И КРИТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*С. ХОШАБА*

*Linnaeus University, Швеция*

*А. О. ШИМАНОВСКИЙ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Теория влияния вида отказа и критического анализа определяет потенциал отказа системы путем ранжирования различных отклонений от штатного режима работы в соответствии с возможными комбинациями их сочетаний, серьезностью и возможностью их появления или в новых, или уже существующих условиях. Эта методика является одним из самых широко используемых приемов анализа эксплуатационной безопасности; она выявляет вид повреждения каждого компонента в системе и определяет влияние каждой потенциальной поломки на отдельные компоненты системы. Отказ может также рассматриваться как неспособность отдельного элемента конструкции соответствовать требованиям или запросам заказчика. Целью данного метода является достижение следующих целей:

- прогнозирование, какое повреждение может произойти;
- прогнозирование его влияния на функционирование системы;
- шаги, которые могут быть предприняты для предотвращения неисправности и ее влияния на систему в целом.

Данный метод удобен для определения критических направлений проектирования, нуждающихся в дополнительном усовершенствовании и улучшении надежности. Он может использоваться при проектировании, в процессе изготовления конструкции и при непосредственной эксплуатации системы.

Суть метода состоит в учете трех факторов: вероятности возникновения отказа  $P_o$ , сложности/серьезности повреждения  $S$ , вероятности обнаружения неисправности  $P_d$ . Каждый из названных параметров ранжируется от 1 до 10 в соответствии со специально разработанной шкалой. Да-