

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 в 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-

лее на основе этих критериев устанавливается значение параметра, называемого суммой приоритетов рисков RPN :

$$RPN = P_o \times S \times P_d.$$

Оценка RPN может варьироваться от максимальной – 1000 (наибольший риск) до минимальной – 1. Значение RPN зачастую используются для выбора нескольких ключевых проблем, над которыми следует работать. В первую очередь внимание должно уделяться отказам с наибольшим коэффициентом.

Существует множество вариантов детального применения данной методологии. В качестве упрощенного примера рассмотрим анализ возникновения повреждений в месте соединения внутренней перегородки с резервуаром цистерны. В результате эксплуатации установлено, что основными причинами его повреждения могут быть плохое качество материала, ненадежная конструкция, низкое качество сварного шва. Вероятность отказа этого соединения в течение нормативного срока эксплуатации лежит в пределах от 0,03 до 0,1, что отвечает значению $P_o = 8$. Серьезность повреждения соответствует $S = 5$ (небольшой риск возникновения несчастных случаев или нарушения функционирования объекта). Вероятность обнаружения повреждения дает значение $P_d = 4$ (относительно высокая вероятность обнаружения). Таким образом, получаем $RPN = 160$.

Такой расчет может быть выполнен для каждого элемента конструкции и установления ее наиболее слабых мест. В процессе эксплуатации и модернизации конструкции необходимо периодически осуществлять переоценку суммы приоритетов рисков.

УДК 621.373.826

ЛАЗЕРНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОВЗОВ. ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОУСТОЙЧИВОСТИ

И. В. ШАСТИН, С. В. ЕЛИСЕЕВ, Н. П. СИГАЧЕВ

Иркутский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Обсуждаются результаты изучения свойств и технологических особенностей обработки зубчатого колеса тягового привода, изготовленного из ванадиевой стали 55Ф, как наименее изученной по отношению к предлагаемым видам модифицирования и наиболее дорогостоящей в изготовлении и восстановительном ремонте. Лазерное модифицирование осуществлялось по двум видам обработки – термоупрочнение и наплавка, с использованием импульсного твердотельного оптического квантового генератора "Квант-15" с энергией импульса 8 Дж, длиной волны 1,06 мкм, длительностью импульса 4 мс. Плотность энергии излучения вибрировалась степенью дефокусировки (смещением поверхности детали относительно фокуса линзы). Обработка образцов осуществлялась в воздушной среде. Присадочный материал включает кремний и бор. Линейный анализ, проведенный в МГТУ им. Баумана с помощью рентгеноспектрального микроанализатора, показал сравнительно однородное распределение бора по высоте наплавленного слоя (рисунок 1).

Высокие скорости нагрева и охлаждения (порядка нескольких тысяч градусов в секунду), свойственные лазерной обработке более чем на порядок превосходят скорости при индукционной наплавке, поэтому процесс затвердевания металла наплавки можно охарактеризовать как закалку из жидкого состояния, при которой образование пересыщенных твердых растворов [2] способствуют сдвигу кристаллических точек равновесных диаграмм состояния сплавов [3], сильное изменение структурных составляющих и изменение химического состава некоторых из них. По данным [4] после лазерной наплавки аналогичного сплава в результате изменения механизма затвердевания в условиях высоких скоростей охлаждения происходит образование квазиэвтектической структуры: сильно пересыщенного γ – твердого раствора и фазы Ni_3V размером $5 \cdot 10^{-6}$ м. Образование карбидных фаз, например Cr_7V_3 , полностью подавляются, при этом происходит пресыщение γ -твердого раствора, приводящее к увеличению параметров его кристаллической решетки по сравнению с параметрами решетки чистого никеля.