

действии с высокотвердым материалом контртела карбиды хрома легко хрупко разрушаются с образованием микротрещин усталости, что в целом существенно снижает сопротивление наплавленного слоя изнашиванию.

Таким образом, установлено, что при восстановлении изношенных элементов рычажной тормозной системы грузовых вагонов целесообразно осуществлять наплавку электродами Булат-1, что позволит обеспечить высокую долговечность узла трения при обедненной разовой смазке. Повышение контактной нагрузки сопровождается ростом коэффициента трения и интенсивности изнашивания наплавочных материалов. Восстановленные наплавкой элементы тормозной системы подвергаются абразивному, усталостному и адгезионному видам изнашивания.

Список литературы

- 1 Рябцев, И. А. Наплавка деталей машин и механизмов / И. А. Рябцев. – М. : Машиностроение, 2004. – 160 с.
- 2 Богданович, П. Н. Трение, смазка и износ в машинах / П. Н. Богданович, В. Я. Прушак, С. П. Богданович. – Минск : Техналогія, 2011. – 528 с.
- 3 Богданович, П. Н. Тепловые процессы в зоне контакта трущихся тел / П. Н. Богданович, В. М. Белов, П. В. Сысоев // Трение и износ. – 1992. – Т. 13. № 4. – С. 624–632.
- 4 Bogdanovich, P. N. Polymer Fatigue / P. N. Bogdanovich, D. V. Tkachuk // Encyclopedia of Tribology, 2013. – P. 2578–2585.

УДК 629.4

ИСПЫТАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА. ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ

К. Р. БОЙКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Испытание и исследование работы энергетических систем, в том числе тягового привода является одной из сложных задач при работе с тяговым подвижным составом. Данная задача многократно усложняется при работе с моторвагонным подвижным составом.

В энергетических исследованиях необходимо одновременно получать массив данных с различных видов первичных преобразователей, таких как акселерометры; преобразователи тока и напряжения; датчики скорости, крутящего момента, температуры, силы и другие. Следует уточнить, что тип и количество необходимых датчиков зависит от поставленной задачи и может быть от нескольких десятков до нескольких сотен. Количество необходимых датчиков в первую очередь определяется конкретной целью, поставленной заказчиком.

В основном, целью испытательных лабораторий и центров является проведение испытаний для подтверждения соответствия энергетической установки или тягового привода совместно системами управления и контроля требованиям безопасности посредством применения стандартизированной методики. Такими испытаниями являются: измерение температуры нагрева элементов; проверка работы оборудования в номинальных и граничных условиях; проверка восстановления работоспособности после аварийных режимов; проверка величин ускорения и замедления и др.

При проведении научно-исследовательских работ массив измеряемых величин и данных значительно возрастает, что связано с необходимостью сопоставления полного объема данных и получения двумерных, а зачастую и многомерных зависимостей. Например, нельзя говорить о работе тягового привода только по зависимости силы тяги от скорости движения (тяговой характеристики локомотива), необходимо учитывать режимы движения, протекающие токи, величину и качество напряжения, температуру элементов привода и другие факторы.

Если точно выполнять требования стандартов в области метрологии, стандартизации и единства измерений, такая многофакторная задача является почти не выполнимой из-за грандиозных материальных затрат. По требованиям упомянутых стандартов каждый первичный датчик должен быть откалиброван, измерительные системы тоже должны иметь свидетельства о калибровке или как минимум поверке. А что делать, если эти измерительные системы необходимо постоянно переконфигурировать, добавлять первичные преобразователи, изменять длину проводов и т. д.?

Далеко не каждый производитель продукции сможет в полной мере компенсировать такие затраты испытательного центра или лаборатории особенно если эта продукция штучная или мелкосерийная. В этом случае расходы за испытания ложатся на себестоимость продукции и, как следствие, на покупателя, что делает инновационную продукцию неконкурентоспособной.

Развитие цифровой техники и информационных систем позволило значительно усовершенствовать подвижной состав. Современный подвижной состав оснащен высокоточными системами диагностики, безопасности, автоведения. Эти системы включают в себя претензионные первичные преобразователи и обрабатываются высокоскоростными микропроцессорными устройствами. Малая часть этих данных выводится как необходимая информация на пульт управления, а остальные данные используются как сигналы контроля и управления и для большинства людей остаются незамеченными. Чтобы увидеть скрытую информацию, необходимо специализированное программное обеспечение и доступ. Этой возможностью обладают только производители и наладчики оборудования и частично – производители подвижного состава.

Специалистам испытательного центра железнодорожного транспорта Белорусского государственного университета транспорта удалось поработать непосредственно с производителями и наладчиками тягового оборудования для нового электропоезда Минского метрополитена. В соответствии с заключенным договором испытательный центр участвовал в приемочных испытаниях. При проведении этих испытаний не запрещается использовать методику, разработанную испытательным центром под конкретный объект. При этом методика обязательно должна быть согласована с производителем или заказчиком.

Так как испытанный электропоезд состоит из четырех вагонов и на каждом установлено по два двухзвенных преобразователя, перед сотрудниками испытательного центра стал вопрос, как получить необходимый объем данных. В процессе совещаний с техническими специалистами предприятия и изучения электрических схем, датчиков, программного обеспечения было принято решение использовать системы электропоезда с записью данных на персональный компьютер через программное обеспечение производителя тягового привода и систем управления. Правильность принятого решения подтвердил тот факт, что вся информация с датчиков и преобразователей сигналов электропоезда непосредственно участвует в системах управления и контроля поезда и влияет на безопасность движения.

В связи с тем, что большинство установленных датчиков и преобразователей не имели свидетельства о калибровке Республики Беларусь, необходимо было убедиться в точности показаний. Для этого были проведены предварительные поездки с индивидуальной проверкой показаний, необходимых для испытаний датчиков, таких как датчики температуры, преобразователи тока и напряжения и других. Проверка штатных датчиков электропоезда осуществлялась средствами измерений и измерительным оборудованием Испытательного центра. Всё оборудование имело свидетельство о калибровке установленного образца метрологических служб Республики Беларусь. Сличение данных подтвердило точность показаний измерительных устройств электропоезда, максимальная разница не превысила 1 %.

В дальнейшем полученные данные были обработаны и проанализированы. Стоит отметить, что при помощи штатных систем удалось получить данные большой точности и малой дискретности (около 10 мс), что привело к быстрому и качественному выполнению поставленной задачи. Дополнительно был сделан вывод о работе систем безопасности и управления, что само по себе является одним из главных критериев безопасности подвижного состава.

Таким образом, работа с данными, полученными непосредственно из систем контроля, управления и автоведения подвижного состава, не только способна снизить себестоимость продукции, но и дополнительно позволяет проверить надежность, устойчивость, информативность самых ответственных и сложных систем.

УДК 629.4

О ВАЖНОСТИ РАБОТЫ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД

К. Р. БОЙКОВ, И. В. ПРИХОДЬКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Тяговый железнодорожный подвижной состав с каждым годом становится всё сложнее и, можно сказать, умнее. В данный момент использование полупроводниковых приборов в системах тягового привода уже не диковинка. Широко внедряются системы микропроцессорного управления, автоматического ведения, контроля.

На электропоездах ранних серий с «аналоговыми» (электромеханическим) управлением, почти все режимы работы задавала, контролировала локомотивная бригада, основной задачей которой является обеспечение безопасности движения, перевозки грузов и пассажиров. При этом у машиниста был ши-