

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛОКОМОТИВНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В. Н. БАЛАБИН, В. З. КАКОТКИН

*Московский государственный университет путей сообщения*

В настоящее время в России и за рубежом разрабатываются и все более активно предлагаются к внедрению препараты, позволяющие в процессе эксплуатации, не производя полной разборки узлов и агрегатов, частично восстанавливать изношенные поверхности трения с одновременным повышением их износостойкости и других технико-экономических показателей. К таким средствам можно отнести самые различные восстановители: металлоплакирующие и металлокерамические материалы, металлизанты и реметаллизанты, кондиционеры и рекондиционеры, модификаторы и т. п. Они основаны на введении в зазоры трущихся деталей особых технологических сред, содержащих соединения металлов, полимеризующиеся, органические и другие поверхностно-активные вещества, как в чистом виде, так и вместе с технологическими средами (маслом, топливом, охлаждающей жидкостью, пластичной смазкой и т. п.).

Триботехнические технологии – это перечень технологических операций, конечным результатом которых является снижение коэффициента трения и увеличение срока службы механизмов и узлов без проведения капитального ремонта.

Основная особенность трибосоставов на основе серпентинитов заключается в том, что он в результате окислительно-восстановительных реакций и реакций замещения способен образовывать в местах трения и контакта с поверхностным слоем металла, основой которого является железо, модифицированный железосиликатный высокоуглеродистый защитный слой. В результате этих реакций образуется монокристалл с более объемной кристаллической решеткой, и в общей массе он приподнимается над поверхностью пятна контакта, компенсируя износ. Резкое снижение коэффициента трения (в 15–20 раз) и, как следствие, снижение температуры поверхности трения (на 10–15 °С), позже замедляет процесс наращивания защитного модифицированного слоя, препятствуя заклиниванию пар трения.

Триботехнические технологии прошли длительную проверку в локомотивных депо Ленинград-Сортировочный-Московский, Новосибирск, Воронеж, Ожерелье, Лихоборы, Москва-2, Гуково и др. Обработано оборудование 11 серий локомотивов.

В соответствии с указанием первого заместителя министра путей сообщения № Е-1731у от 18 октября 2001 г. и Программой проведения сравнительных эксплуатационных испытаний по определению эффективности триботехнических составов в узлах подвижного состава железных дорог с 13 по 19 декабря 2001 г. была выполнена обработка дизелей тепловозов ЧМЭЗ № 5502 и 4334 триботехническим составом. Давление сжатия определялось при 0-й и 4-й позиции контроллера машиниста, а максимальное давление сгорания топлива – на 0-й позиции контроллера машиниста.

На тепловозе ЧМЭЗ-5502 повторная диагностика давления сжатия и максимального давления сгорания в цилиндрах дизеля проводилась через 1,5; 4,5 и 15 часов. После обработки дизеля тепловоза ЧМЭЗ-5502 давление сжатия повысилось во всех цилиндрах на величину с 0,1 до 0,3 МПа, или на 3,4–10,3 %, а максимальное давление сгорания, кроме 3-го цилиндра, увеличилось от 5,7 до 17,2 %.

Необходимо помнить, что повышение давления сжатия в цилиндрах дизеля на 0,1 МПа приводит к снижению расхода дизельного топлива в среднем на 2–2,7 %.

Давление масла на входе в дизель после полной заправки маслом картера на 0-й позиции контроллера машиниста не изменилось и составило 0,23 МПа при температуре 43 °С. Улучшились теплотехнические и экономические характеристики дизеля. Уменьшился шум в кабине машиниста.

Тепловозы ЧМЭЗ-5502 и 4334 эксплуатировались в штатном режиме на путях станции Ожерелье. Причем средняя загрузка дизеля тепловоза ЧМЭЗ-5502 за 7 месяцев составила не более 20 % от номинальной. Поэтому наибольший интерес представляют данные комиссионных осмотров дизеля тепловоза ЧМЭЗ-4334, который работал на режимах, близких к номинальному (75–100 % полной нагрузки). Осмотры выполнялись представителями локомотивного депо при участии студентов старших курсов МИИТа.

Анализ показал следующее. До обработки за полгода эксплуатации зазоры на масло в шатунных подшипниках коленчатого вала увеличились в среднем на 0,01–0,07 мм. Зазоры в коренных подшипниках также увеличились в среднем на 0,06–0,1 мм. Диагностика через 4 и 8 месяцев после обработки показала, что при почти полной эксплуатационной нагрузке дизеля зазоры в шатунных и коренных подшипниках не увеличились, что позволяет сделать вывод о полном прекращении износа шеек коленчатого вала.

Для наглядности динамика изменения зазоров в шатунных подшипниках коленчатого вала дизеля тепловоза ЧМЭЗ-4334 представлена на рисунке 1, а коренных – на рисунке 2.

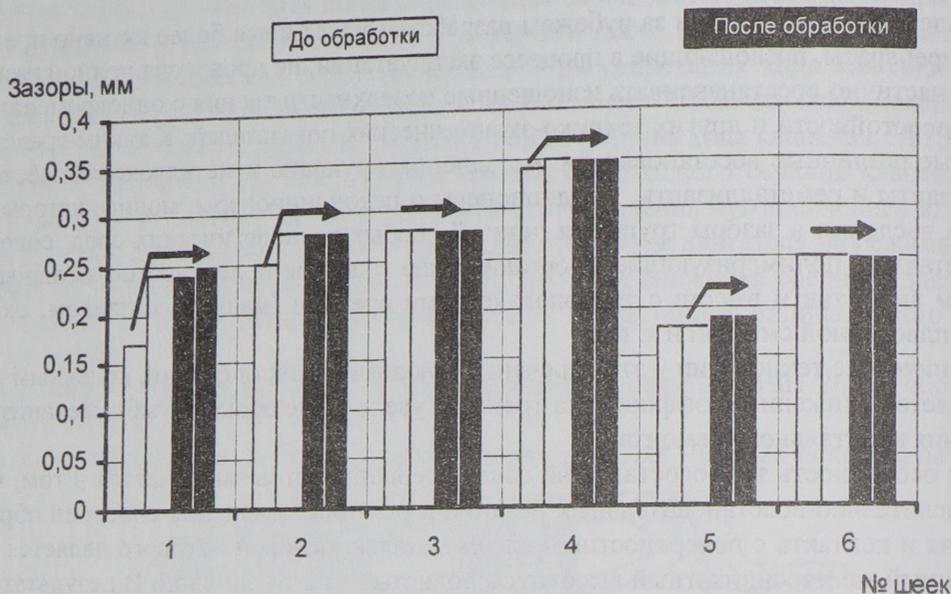


Рисунок 1 – Динамика изменения зазоров в шатунных подшипниках коленчатого вала дизеля



Рисунок 2 – Динамика изменения зазоров в коренных подшипниках коленчатого вала

Проведена комплексная триботехническая обработка тележки моторного вагона электропоезда ЭР-2 локомотивного депо Москва-2. При выходе вагона из ремонта ТР-3 в консистентную смазку ЖРО-М был добавлен препарат и проведена заправка четырех буксовых и двух якорных подшипников моторной тележки (колесные пары 1 и 2). Одновременно препарат был добавлен в жидкую смазку тяговых редукторов. Далее периодически проводилось отслеживание технического состояния тележки в течение 18 месяцев. Проводилась контрольная диагностика с применением прибора «Прогноз-1» (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты вибродиагностики тележек вагона электропоезда

Точки измерения	Выявленные дефекты					
	1 КП (обработана)		2 КП (обработана)		3 КП (не обработана)	
	03.04.01	18.12.02	03.04.01	18.12.02	03.04.01	17.05.01
Точка № 1 Букса. Противо-коллекторная сторона	Дефекты большой шестерни 9/90	Дефекты смазки 20 %	1 Бой вала 4/80. 2 Дефекты на другой оси 7/70	–	1 Износ наружного кольца 7/90	1 Бой вала 3/50. 2 Износ наружного кольца 9/70
Точка № 2 Букса. Коллекторная сторона	Раковина на наружном кольце 8/90	–	1 Дефекты на другой оси 7/70. 2 Изменение вибрации 22 %	Изменение вибрации 20 %	1 Дефекты на другой оси 5/80. 2 Раковина на наружном кольце 11/90	Износ наружного кольца 6/30
Точка № 3 Подшипник опорного стакана	Износ наружного кольца 4/70	–	–	–	1 Износ наружного кольца 4/70. 2 Бой вала 7/80	1 Бой вала 9/80. 2 Дефекты большой шестерни 9/50
Точка № 6 Тяговый редуктор	Бой вала (муфты) 12/50	Не идентифицированный дефект 56 %	1 Вибрация 17 %. 2 Износ наружного кольца 3/30	–	1 Дефект малой шестерни 11/50. 2 Дефекты на другой оси 20/80	1 Бой вала 4/50. 2 Дефекты малой шестерни 4/90. 3 Раковина на наружном кольце 4/90

Результаты показали, что количество дефектов деталей колесно-моторных блоков, не подвергшихся триботехнической обработке, возрастает или остается на прежнем уровне, в то время как количество дефектов на обработанных деталях снижается. Так, например, количество дефектов тягового редуктора через полтора года возрастает в 2–3 раза, в то время как на обработанной тележке количество зафиксированных дефектов либо полностью отсутствует (2 КП) либо уменьшилось на 60 % (1 КП).

Можно также отметить, что в большинстве случаев количество дефектов подчиняется стандартным законам надежности, таким как закону Гаусса или экспоненциальному закону распределения, что позволяет прогнозировать плотность вероятности потока отказов на подвижном составе и точнее устанавливать сроки межремонтных периодов электропоездов.

На сегодняшний день обработано основное и вспомогательное оборудование следующих серий локомотивов: ВЛ23, ЧС2, ЧС7, ВЛ11, ЭР1, ЭР2, ЭР2Т, ЗМ62, ТЭМ2А, ТЭМ15, ЧМЭ3, ТГМ6А и др. Триботехнологии прошли длительную проверку в локомотивных депо Ленинград-Сортировочный-Московский, Свердловск, Пермь, Смычка, Нижний Тагил, Чита, Борзя, Тайга, Ожерелье, Москва-2, Лихоборы и др.

На этих локомотивах специалисты МИИТа совместно с представителями ПКБ ЦТ ОАО «РЖД» обрабатывали и уточняли методики выполнения триботехнической обработки различного оборудования.

Выводы:

- триботехническая обработка производилась в режиме штатной эксплуатации тепловозов, не требовала непроизводительных простоев локомотивов и специально оборудованных помещений. Кроме этого полное восстановление технического состояния дизелей не потребовало затрат на дефицитные запасные части зарубежных производителей;

- триботехнология позволила заменить крупные плановые ремонты планово-предупредительной обработкой с увеличением ресурса дизеля в среднем на 60 %;

- после первой обработки дизелей тепловозов явные результаты были получены через 16–20 часов. Давление сжатия повысилось во всех цилиндрах на величину от 0,1 до 0,3 МПа или в среднем на 3,4–10,3 %. Проведенные повторные диагностические операции через 3, 5 и 7 месяцев после первичной обработки дизелей тепловозов показали, что в среднем давления сжатия и сгорания выросли, что свидетельствует о наличии на поверхностях пар трения модифицированных слоев. Давление масла после обработки повысилось в среднем на 14–21 %;

- работа тепловоза ЧМЭ3-4334 в течение 7 месяцев при почти полной эксплуатационной нагрузке дизеля свидетельствует о том, что зазоры в шатунных и коренных подшипниках не увеличились, что позволяет сделать вывод о полном прекращении износа шеек коленчатого вала после его обработки;

- мониторинг колесно-моторных блоков тележки вагона электропоезда ЭР-2, проведенный через полгода после трибообработки, показал, что дефекты полностью отсутствуют либо их число уменьшилось на 60 %.