

шкив – массой 4 кг, величина крутящего момента – 300 Н·м, сила, действующая на палец кривошипа, – 1500 Н). В результате вычислений было определено, что среднее значение эквивалентных напряжений составляет около 26 МПа. Учитывая коэффициент запаса прочности ($k_n = 1,2$), необходимо использовать метод нанесения покрытий, обеспечивающий прочность сцепления на отрыв 31–32 МПа.

В соответствии с расчетной схемой коленчатого вала предположили, что силовые факторы, действующие на вал, воспринимаются только ближайшими опорами. Это позволяет при расчетах рассматривать только одно колено вала, соответствующего поршню, нагруженному максимальным давлением. Также считали, что реакции подшипников и давление на шатунную шейку приложены посередине длины соответствующих шеек. Определив для каждого из участков коленчатого вала опасное сечение и указав в нем наиболее напряженные точки, было найдено условие прочности для шатунной шейки в наиболее опасном сечении:

$$(\sigma_{\text{экв}})_C = \frac{a+b+\frac{l}{2}}{0,4d^3} \left[(1-\nu)\sqrt{Z^2+T^2} + (1+\nu)\sqrt{Z^2+T^2+4\left(\frac{r_0}{a+b+\frac{l}{2}}\right)^2 T^2} \right],$$

где a – половина длины коренной шейки; b – ширина щеки вала; l – длина шатунной шейки; d – диаметр шейки; $\nu = \frac{\sigma_{\text{Тр}}}{\sigma_{\text{Тсж}}}$, $\sigma_{\text{Тр}}$ – предел текучести при растяжении, $\sigma_{\text{Тсж}}$ – предел текучести при сжатии; $Z = F_{\text{п}}(P_{r\text{max}} - P_0)$, $F_{\text{п}}$ – площадь поверхности торца поршня; $P_{r\text{max}}$ – максимальное давление газов на поршень; P_0 – давление газов под поршнем; $T = \frac{(M_{\text{дв}})_{\text{max}}}{r_0}$, r_0 – расстояние между осями шатунной и коренной шеек.

В основу расчетной схемы прочности сцепления покрытий на сферических опорах и шаровых сочленениях положена сферическая оболочка радиуса R толщиной δ , нагруженная равномерным нормальным давлением P_p . Максимальные напряжения изгиба $\sigma_{m\text{max}}$ по краям оболочки определили как $\sigma_{m\text{max}} = \frac{T_m}{\delta} + \frac{6M_{m0}}{\delta^2}$, где T_m – нормальная сила в меридиальном направлении; M_{m0} – изгибающий момент. Экспериментально определив коэффициент динамичности, находим величину $\sigma_{\text{экв}}$ и затем – необходимую прочность сцепления.

УДК 629.424.1

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РЕМОНТ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТЕПЛОВЗОВ ТЭП60

Г. Е. БРИЛЬКОВ, В. А. КАЗАКОВ

Белорусский государственный университет транспорта

Надежность тепловозов, определяемая совершенством его конструкции и технологией изготовления, в процессе эксплуатации постепенно снижается вследствие изнашивания деталей, усталости металла, старения материалов и других вредных процессов.

Для сохранения долговечности тепловоза необходимы продуманная система технического обслуживания и ремонта, оснащенная оборудованием и технологической оснасткой ремонтная база, квалифицированный обслуживающий и ремонтный персонал. Чем качественнее проведена проверка, ремонт и регулировка узлов и агрегатов тепловоза, тем надежнее он работает в условиях эксплуатации.

В настоящее время, несмотря на закупку современных тепловозов ТЭП70, тепловозы серии ТЭП60 остаются основой парка пассажирских тепловозов Белорусской железной дороги. В условиях старения тепловозного парка все более актуальной становится необходимость продления срока службы тепловозов ТЭП60 за счет выполнения капитальных ремонтов и совершенствования технологии их ремонта и технического обслуживания.

Эффективность ремонтного производства в огромной степени зависит от совершенства действующей нормативной документации, определяющей объемы обязательных работ, способы ремонта, браковочные признаки, порядок и режимы испытания деталей, сборочных единиц и тепловоза в целом.

Выполненный анализ нормативной документации и технологических процессов ремонта тепловозов ТЭП60 в условиях локомотивных депо Белорусской железной дороги, проведенная оценка соответствия действующих документов условиям эксплуатации, ремонта и нормативной базе, выявили необходимость замены действующих Временных технических указаний по деповскому ремонту тепловозов ТЭП60 и 2ТЭП60 (№ 280ЦТеп). Данный документ не в полной мере соответствует современным требованиям. Это обусловлено старением парка эксплуатируемых тепловозов, значительным износом их узлов и агрегатов, что предполагает увеличение трудоемкости и перечня выполняемых ремонтных работ. Меняющиеся условия эксплуатации и ремонта тепловозов, применение средств безреостатной диагностики, современные требования к нормативным документам потребовали разработки Технических условий на техническое обслуживание и деповской ремонт тепловозов ТЭП60.

Структура и содержание разработанных сотрудниками кафедры «Тепловозы и тепловые двигатели» вместе со специалистами Белорусской железной дороги Технических условий соответствуют требованиям, отраженным в следующих нормативных документах:

- СТБ 1453-2004 Услуги по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава железнодорожного транспорта. Общие технические условия;
- ГОСТ 2.601-95 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы;
- ГОСТ 2.602-95 Единая система конструкторской документации. Ремонтные документы;
- ГОСТ 12.2.003-75 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

Технические условия состоят из разделов, определяющих общие требования к ремонту и техническому обслуживанию тепловоза, порядок разборки, очистки и контроля состояния деталей и сборочных единиц тепловозов. В них отражены технологические процессы восстановления поврежденных деталей, требования к сборке, регулировке и испытанию основных сборочных единиц тепловоза ТЭП60.

В разделе «Общие положения» регламентирована система технического обслуживания и ремонта тепловоза, установлен перечень работ, выполняемых при техническом обслуживании и текущем ремонте тепловоза. Определены условия и требования при постановке и выпуске тепловоза из технического обслуживания и ремонта, сборочных единиц тепловоза к контролю качества технического обслуживания и ремонта, состоянию деталей и сборочных единиц.

Раздел «Общие указания по ремонту тепловозов» содержит требования к разборке тепловоза и его составных частей, очистке и контролю состояния его деталей и сборочных единиц. В разделе рассмотрены возможные дефекты типовых сборочных единиц, соединений и передач, приведены данные о параметрах и характеристиках, при которых детали и сборочные единицы тепловоза подлежат ремонту. Определены рациональные методы ремонта и испытания узлов, сборочных единиц и тепловоза в целом.

В разделах «Техническое обслуживание и текущие ремонты» разработаны технические условия на техническое обслуживание и ремонт тепловоза. Для восстанавливаемых при ремонте деталей и агрегатов тепловоза указаны основные технические характеристики и параметры, включая ремонтные размеры, методы разборки, восстановления, сборки, регулирования, проверки и испытания, а также приведены меры безопасности при ремонте тепловоза и его составных частей.

Установлены нормы допускаемых размеров ремонтируемых агрегатов и деталей тепловоза. Определены технические требования на реостатные испытания и составлена карта смазки деталей и агрегатов тепловоза.

Разработанные технические условия на ремонт и техническое обслуживание тепловоза ТЭП60 переданы в службу локомотивного хозяйства и проходят апробацию в локомотивных депо Белорусской железной дороги.

УДК 629.4.02.004.67:620.1

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В. В. БУРЧЕНКОВ

Белорусский государственный университет транспорта

Диагностика и неразрушающий контроль – интенсивно развиваемые в настоящее время во всех странах мира области науки и техники, основными задачами которых является обнаружение, исследование и использование новых физических явлений, а также современных достижений в вычислительной математике и компьютерных технологиях с целью, с одной стороны, выявления поверхностных и внутренних дефектов, контроля толщин покрытий, структуры и свойств материалов и изделий без их разрушения, с другой – обеспечения надежности и долговечности деталей машин ответственного назначения, в первую очередь, потенциально опасных для жизни, здоровья людей и окружающей среды.

Уровень развития промышленности передовых стран мира на современном этапе характеризуется не столько объемом производства и ассортиментом выпускаемой продукции, сколько показателями качества, надежности и безопасности. Поэтому приоритетным направлением развития производства подвижного состава для железнодорожного транспорта является улучшение качества и конкурентоспособности.

В связи с усложнением новой техники и требованием неуклонного повышения ее надежности трудоемкость контрольных операций резко увеличивается. В высокоразвитых странах затраты на контроль качества составляют в среднем 1–3 % от стоимости выпускаемой продукции, а в таких отраслях промышленности, как оборонная, атомная, а также аэрокосмическая, затраты на контроль качества возрастают до 12–18 %. На контроль сварных соединений в судостроении расходуется 5 % общей стоимости узлов и материалов, в ракетостроении – 20, в строительстве жилых и промышленных многоэтажных зданий 1–1,5, в строительстве трубопроводов большого диаметра и большой протяженности – 10 %. Указанные затраты быстро окупаются, так как благодаря неразрушающему контролю на всех этапах изготовления и приемки удается радикально повысить качество продукции, увеличить ее надежность. Срок окупаемости затрат на оборудование для неразрушающего контроля качества изделий электронной техники во многих случаях в 5–10 раз меньше срока окупаемости технологического оборудования.

Особую роль играют средства неразрушающего контроля как основные элементы технической диагностики и как важнейшая составная часть гибких автоматизированных производств. Робототехнические комплексы неразрушающего контроля, вычислительные томографы, автоматизированные системы обработки изображений физических полей – новые, бурно развивающиеся направления автоматизации современной техники, в том числе производства ответственных деталей и узлов подвижного состава.

Правильность сформулированной концепции удобно проследить на примере внедрения в локомотивных депо Белорусской железной дороги вибродиагностических комплексов «СМ-3001-АРМИД». Комплекс состоит из трехканального сборщика – анализатора вибросигналов СМ-3001 и персонального компьютера со специальным программным обеспечением «АРМИД». Основным назначением комплекса является проведение безразборной диагностики колесно-редукторных блоков (КРБ) электропоездов переменного и постоянного токов. Применение комплекса позволяет осуществлять диагностику зубчатых зацеплений с проверкой узлов вала малой шестерни и опорного подшипника, а также подвески редуктора и моторно-якорного подшипника.