

05.22.07

А.П. Буйносов д.т.н., Я.А. Мишин

Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС),
кафедра «Электрическая тяга»,
Екатеринбург, byinosov@mail.ru, yaroslav_mishin@mail

АНАЛИЗ ОТКАЗОВ УЗЛОВ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ОСНОВЕ ЗАКОНА ПАРЕТО

В статье рассматривается применение закона Парето для анализа отказов узлов электровозов постоянного тока для выявления причин возникновения дефектов.

Ключевые слова: электровоз, узел, отказ, закон Парето, анализ, причины.

В последние годы с целью повышения эффективности функционирования отрасли разработана программа «Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации», в результате которой производится модернизация локомотивов и ремонтных комплексов [1, 2].

Это позволило в силовых передачах и управляющих устройствах локомотивов применить электронные системы автоматики, а в конструкции – новые высокопрочные материалы и технологии [3–5].

В ремонтном комплексе внедряются диагностирующие и испытательные стенды, старое ремонтное оборудование заменяется автоматизированным и механизированным, а при решения эксплуатационных задач используется электронно-вычислительная техника [6, 7].

Не смотря на совершенствование узлов и деталей локомотивов, оборудования и технологии для их ремонта, случаи возникновения отказов не уменьшились [8].

На основе собранной статистической информации об отказах узлов грузовых электровозов постоянного тока в ремонтных локомотивных депо Свердловской дирекции по ремонту тягового подвижного состава структурного подразделения Дирекции по ремонту тягового подвижного состава – филиала ОАО «РЖД» выявлено, что в 2012 г. было допущено 278 отказов (событий), связанных с нарушением безопасности движения поездов и эксплуатации железнодорожного транспорта, что на 39 % больше, чем в 2011 г. (200 событий).

После обработки полученных данных установлено, что в 2011 г. произошло 94 отказа по причине неисправностей в узлах электровозов, а в 2012 г. в узлах этих же электровозов произошло 125 отказов. Выполненный анализ позволил выявить узлы с наибольшей частотой возникновения отказов и имеющих выраженную вариабельность (виды дефектов и их причины) (табл. 1).

Для оценки причинно-следственных связей между дефектами и причинами отказов узлов электровозов воспользуемся законом Парето. Закон Парето, или принцип Парето формулируется так: 20 % усилий дают 80 % результата, а остальные 80 % усилий – лишь 20 % результата. Иначе говоря, правильно выбрав самые важные факторы (причины или действия), можно быстро получить значительную часть от планируемого полного результата, при этом дальнейшие улучшения неэффективны и могут быть неоправданны [9]. Диаграмма Парето – графическое отражение закона Парето, кумулятивной зависимости распределения дефектов узлов электровозов, она позволяет выявить и отобразить первоочередные проблемы и распределить усилия с целью их эффективного решения; установить основные причины, с которых нужно начинать действовать [10, 11].

Для построения диаграммы Парето для выявления наиболее значимых дефектов в узлах, ставших причинами нарушения правил безопасности движения и эксплуатации

железнодорожного транспорта в 2012 г. на оси абсцисс откладываем название дефектов, а на оси ординат – их количество.

Таблица 1

Классификация дефектов узлов электровозов постоянного тока

Дефекты узлов	Количество дефектов	Накопленная сумма количества дефектов	Процент числа дефектов от общего количества дефектов	Накопленный процент
Повреждение роликов подшипника	38	38	34	34
Шум редуктора	27	65	24	58
Повреждение внутренних и наружных колец подшипника	13	78	12	70
Повреждение моторно-осевого подшипника	11	89	10	79
Повреждение малой шестерни	8	97	7	87
Повреждение большого зубчатого колеса	7	104	6	93
Наличие металла в редукторе	5	109	4	97
Повреждение корпуса редуктора	3	112	3	100
Итого:	112	–	100	–

Далее строим столбчатую диаграмму, где каждому дефекту соответствует свой столбик, вертикальная сторона которого равна количеству дефектов. Дефекты откладываем в порядке убывания. Если при построении диаграммы получаем, что ряд столбцов имеют одинаковую высоту, то это означает их одинаковый «вклад в образование дефектов» узлов электровозов.

Далее на уровне 80 % проводим горизонтальную линию до пересечения с кумулятивной кривой и из точки пересечения опускаем перпендикуляр на горизонтальную ось. Дефекты, которые расположены слева от перпендикуляра являются значимыми (рис. 1).

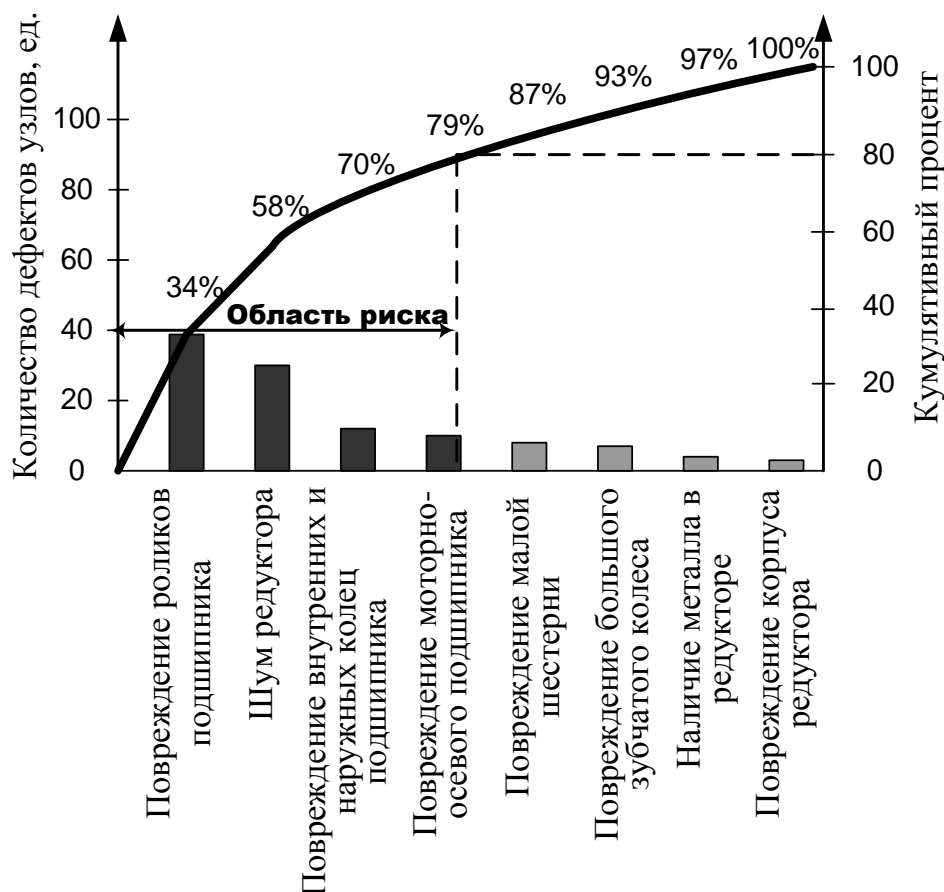


Рис. 1. Диаграмма Парето по видам дефектов узлов электровозов постоянного тока

Из построенной диаграммы Парето видно, что в области риска оказались такие дефекты как: повреждение роликов подшипника, шум редуктора, повреждение внутренних и наружных колец подшипников, повреждение моторно-осевого подшипника (49,6 %).

С целью уменьшения дефектов и поддержания электровозов в работоспособном состоянии требуется разработка способов направленных на повышение надежности подшипников и тягового редуктора электровозов постоянного тока [12–14]. Для этого необходимо: исследовать причины возникновения трещин и изломов в роликах, рифлений, износа и электроожогов их поверхности [15, 16]; 2) разработать эффективные меры для повышения долговечности роликовых подшипников [17]; 3) повысить надежность работы моторно-осевого подшипника [18]; 3) устранить монтажные задиры при техническом обслуживании и ремонте электровозов [19].

Список литературы

1. Буйносов А.П. Основные причины интенсивного износа бандажей колесных пар подвижного состава и методы их устранения. Екатеринбург: УрГУПС, 2009. 224 с.
2. Буйносов А.П. Методы повышения ресурса колесных пар тягового подвижного состава / Монография. М.: ГОУ «УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2010. 244 с.
3. Буйносов А.П. Применение триботехнического состава для повышения ресурса бандажей до обточки колесных пар электроподвижного состава // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 4. С. 49-53.
4. Буйносов А.П., Пышный И.М. Результаты применения системы гребнесмазывания АГС-8 на промышленном железнодорожном транспорте // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 4. С. 64-68.

5. Буйносов А.П., Тихонов В.А. Оптимизация остаточного проката бандажей при обточке колесных пар электровозов ВЛ11 // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 4. С. 69-74.
6. Буйносов А.П., Кислицын А.М. Измерительная система для контроля диаметра бандажей колесных пар электровозов на основе разработанного электронного прибора // Научное обозрение. 2012. № 4. С. 179-187.
7. Наговицын В.С., Буйносов А.П., Трофимов М.Н., Цихалевский И.С. Обработка бандажей колесных пар локомотивов составом НИОД // Вестник Российской Академии транспорта. Уральское межрегиональное отделение. 1998. С. 136-138.
8. Балдин В.Л., Буйносов А.П., Тихонов В.А. Повышение долговечности колесных пар за счет упрочнения гребней бандажей локомотивов // Вестник транспорта Поволжья. 2011. № 5. С. 57-60.
9. Буйносов А.П., Козаков Д.Ю. Анализ процессов эксплуатационного износа гребней бандажей колесных пар электровозов // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 3. С. 79-84.
10. Буйносов А.П., Тихонов В.А. Наноматериал увеличит срок службы бандажей колесных пар // Научное обозрение. 2011. № 5. С. 266-274.
11. Головатый А.Т., Исаев И.П., Горский А.В., Буйносов А.П. Система ремонта локомотивов на конкретных участках обращения // Железнодорожный транспорт. 1992. № 7. С. 40-44.
12. Буйносов А.П., Пышный И.М., Тихонов В.А. Ремонт локомотивов без прекращения их эксплуатации // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2012. Т. 60. № 1. С. 85-91.
13. Буйносов А.П., Наговицын В.С. Новый смазывающий состав повышает надежность // Локомотив. 1998. № 7. С. 34-36.
14. Наговицын В.С., Буйносов А.П. Структурная классификация средств диагностики тягового подвижного состава // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 6. С. 326-329.
15. Буйносов А.П., Стаценко К.А., Бган Е.В., Мишин Я.А. Исследование причин повреждения подшипников тяговых двигателей электровозов // Научно-технический вестник Поволжья. 2013. № 1. С. 113-116.
С. 117-120.
16. Буйносов А.П., Мишин Я.А. Повышение надежности тяговых редукторов электровозов // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 3. С. 85-89.
17. Буйносов А.П., Стаценко К.А., Бган Е.В., Гузенкова Е.А., Мишин Я.А. Повышение надежности роликовых подшипников тяговых двигателей электровозов постоянного тока // Научно-технический вестник Поволжья. 2013. № 1.
18. Буйносов А.П., Мишин Я.А. Повышение долговечности опорных цилиндрических роликовых подшипников тягового привода пассажирского электровоза // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 6. С. 151-154.
19. Буйносов А.П., Стаценко К.А., Бган Е.В., Мишин Я.А. Разработка способа предупреждения монтажных задиров якорных подшипников тяговых электродвигателей электровозов // Научно-технический вестник Поволжья. 2013. № 1. С. 121-124.