

УДК 621.313.13
DOI: 10.15827/0236-235X.131.483-490

Дата подачи статьи: 03.03.20
2020. Т. 33. № 3. С. 483–490

Программное обеспечение для сбора, обработки и передачи данных о техническом состоянии поверхности коллектора электродвигателя

А.А. Золкин ¹, к.т.н., преподаватель, alzolkin@list.ru
В.С. Тормозов ², старший преподаватель, 007465@pnu.edu.ru
Т.Н. Буштрук ³, к.т.н., доцент, btmsam@mail.ru
М.В. Петрушова ⁴, старший преподаватель, tyri@yandex.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта (Самарский филиал), г. Самара, 443099, Россия

² Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, 680035, Россия

³ Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара, 443066, Россия

⁴ Самарский государственный экономический университет, г. Самара, 443090, Россия

В статье исследуется комплексная методика и представляются результаты разработки программного продукта для контроля износа коллекторных пластин электродвигателей локомотивов в условиях ремонтного производства с использованием современных информационных технологий. Предлагается программный продукт, позволяющий оперативно и с высокой степенью точности производить расчеты параметров износа коллекторных пластин электродвигателей локомотивов в зависимости от их пробега.

Низкая надежность электродвигателей локомотивов обуславливает появление отказов в пути. При этом повреждения электродвигателей влекут за собой наибольшие затраты времени и средств на внеплановый ремонт, а также наибольший простой поездов на участке. Одним из наиболее сложных в изготовлении и ответственных в эксплуатации узлов электродвигателя локомотива является коллектор. На его поверхности отражаются скрытые дефекты и нарушения режима эксплуатации электродвигателя.

Таким образом, в настоящее время становятся актуальными применение информационных технологий при ремонте и испытаниях электродвигателей локомотивов, создание электронной БД и прогнозирование ресурса с целью оптимизации сроков безаварийной эксплуатации.

При ремонте электродвигателей в локомотивных депо предлагается использовать ПО, которое позволит повысить контроль за качеством ремонта данного узла. Внедрение ПО для сбора, обработки и передачи данных о техническом состоянии поверхности коллектора электродвигателей в локомотивные депо внесет в ремонтное производство ряд положительных, но экономически трудно учитываемых факторов, среди которых повышение дисциплины и культуры труда, необходимость точного соблюдения технологии измерений.

Ключевые слова: коллектор, локомотив, электродвигатель, износ, программный продукт, измерение параметров, контроль.

Неотъемлемой составляющей успешного научно-технического развития железнодорожного транспорта в настоящее время является его информатизация. С развитием информационных технологий и при наличии современного ПО несложно оценивать техническое состояние оборудования. Однако нужно отметить, что, несмотря на существующие потребности, уровень внедрения технических средств в локомотивных депо по-прежнему продолжает оставаться низким. Как правило, в ходе выполнения доремонтных, ремонтных и после-ремонтных технологических операций совре-

менные и более усовершенствованные контрольно-измерительные приборы и устройства не используются [1].

Поэтому сегодня для развития отрасли особую актуальность приобретают применение компьютерных технологий при проведении ремонта и испытаний *электродвигателей* (ЭД) локомотивов, создание электронной БД и оценивание потенциала в целях увеличения сроков эксплуатации в исправном состоянии.

Современная тенденция в разработке средств контроля и диагностирования сложных агрегатов сводится к созданию комплексных

универсальных автоматизированных систем. Автоматизация измерений и вычислений при ремонте ЭД локомотивов позволяет получить ряд преимуществ по сравнению с применяемым в настоящее время ручным выполнением этих операций. Использование автоматизированных измерительно-вычислительных систем обеспечивает сокращение продолжительности ремонта и более интенсивное использование технологического оборудования при высокой точности и объективности результатов. Это достигается применением точных преобразователей измеряемых параметров, а также исключением ошибок при снятии показаний с приборов и обработке данных. С помощью автоматизированных измерительно-вычислительных систем возможны представление (в удобной форме) и хранение результатов измерений, статистического анализа и обобщение сведений об агрегатах [2].

Отечественный и зарубежный опыт автоматизации контроля и технического диагностирования ЭД локомотивов в целом и отдельных их узлов и элементов показывает, что на локомотиворемонтных и локомотивостроительных заводах, во многих локомотивных депо и научных организациях как у нас в стране, так и за рубежом этим вопросам уделяется большое внимание [2, 3].

Анализ научно-технической литературы по проблеме износа элементов коллекторно-щеточного узла ЭД показал, что до настоящего времени крайне мало внимания уделялось изучению процесса износа коллекторов и износостойкости коллекторных пластин [2, 4]. Таким образом, настоящее исследование посвящено решению актуальной отраслевой научно-практической задачи для железнодорожного транспорта, заключающейся в научном обосновании методов прогнозирования надежности и долговечности коллекторов в зависимости от пробега ЭД, которая должна базироваться на применении современных информационных технологий учета, контроля и прогнозирования износа коллекторов в условиях депо. Особенно актуальна такая постановка вопроса в связи с острым дефицитом меди и изоляционных материалов, а также с принятием программы ресурсосбережения.

Главная цель исследования – определить критерии повышения точности измерений скорости получения информации по износу пластин коллектора ЭД локомотива. Современный программный продукт предлагается использовать в процессе ремонта ЭД в локомотивных

депо [3]. Ожидаемый результат – повышение контроля качества ремонта указанного узла.

Комплексный программный продукт, состоящий из взаимосвязанных программ, призван обеспечить:

- подготовку первоначальных данных (результатов измерений износа) для выполнения расчетов;
- контроль первоначальных данных и их корректировку при измерениях износа;
- контроль за функционированием системы;
- автоматическое исполнение операций по командам с клавиатуры;
- обработку результатов измерений с использованием соответствующих алгоритмов;
- уточнение результатов расчетов;
- консолидирование результатов измерений износа и расчетов в электронных БД либо в другом виде;
- возможность последующей обработки полученных результатов;
- визуализацию результатов измерений износа и расчетов (выведение информации на экран монитора компьютера и возможность их печати).

Пользование автоматизированной системой осуществляется работником посредством управляющих директив, предоставляющих возможность как корректировать ход измерений, так и получать обновленную информацию о ходе измерений коллекторных пластин и степени их износа [4]. При проведении измерений работнику обеспечивается доступ к следующей информации:

- справка о проведенных капитальных и текущих ремонтах конкретного ЭД;
- результаты измерений и выполняемых директив;
- справка о всех полученных значениях параметров износа коллекторных пластин конкретного ЭД по последнему результату его ремонта (замера) – контроль параметров по вызову;
- сообщения о выходе параметров износа коллекторных пластин ЭД за рамки контроля;
- сообщения о сбоях в системе;
- протоколы измерений износа коллекторов ЭД.

Управление процессом измерений может осуществляться двумя способами: автоматически (в соответствии с заданной программой измерений) и по директивам (например, мастера электромашинного цеха).

Руководитель производственного участка имеет возможность установить автоматический переход от измерения к измерению со своего *автоматизированного рабочего места* (АРМ) и при этом оставить ручное регулирование. В данной ситуации система выгружает для него рекомендации по установке последующих режимов измерений. При автоматическом регулировании система самостоятельно обслуживает режимы. В данном случае необязательно присутствие мастера цеха у АРМ, технология измерений параметров будет выдержана согласно заданной программе измерений износа [5]. У руководителя производственного участка в случае необходимости есть возможность корректировки хода измерений, снятия ЭД с ремонта, повтора каких-либо измерений и прочих действий.

В силу трудоемкости ручной обработки экспериментальных данных для проводимого статистического исследования, а также того, что ее применение допускает наличие ошибок в расчетах, авторами было принято решение проинвестировать машинный расчет.

По результатам поиска программ для выполнения вычислений был сделан вывод о том, что в данный момент не существует программы, которая полностью удовлетворяла бы всем критериям. В связи с этим было принято решение использовать собственную программу для обработки экспериментальных данных.

С целью оптимальной реализации программы была выбрана интегрированная среда разработки Delphi 7.

Это мощная система визуального объектно-ориентированного программирования, позволяющая решать большое количество задач, а именно создавать:

- законченные приложения для Windows разнообразной направленности, от исключительно логических и вычислительных до мультимедийных и графических;

- профессиональный оконный интерфейс для любых приложений, созданных на любом языке (в том числе и еще недостаточно опытным программистом); интерфейс удовлетворяет всем критериям Windows и автоматически настраивается на систему, установленную на компьютере пользователя, так как использует многие функции, процедуры, библиотеки Windows [6];

- мощные рабочие системы с удаленными и локальными БД различных типов; при этом имеется возможность применения средств ав-

тономной отладки приложений с последующим выходом в сеть;

- многозвенные распределенные приложения, основанные на разных технологиях;

- приложения, управляющие иными приложениями, например, такими программами MicrosoftOffice, как Word, Excel и др.;

- кросс-платформенные приложения, позволяющие компилировать и эксплуатировать их как в Windows, так и в системе Linux;

- приложения разных классов для работы в Интернете;

- профессиональные установочные программы для приложений Windows, учитывающие все его требования и специфику;

- отчеты, справочные системы, библиотеки DLL, компоненты ActiveX и т.п.

Система Delphi отличается максимальной скоростью развития, поскольку ее создатели оперативно отслеживают все новинки в сфере информационных технологий. Выпуск первой версии системы – Delphi 1.0 состоялся в феврале 1995 г. Впоследствии новые версии системы выходили практически ежегодно [7].

Приведем основные преимущественные характеристики среды разработки Delphi 7 относительно поставленной задачи статистического исследования:

- возможность простого создания удобного графического интерфейса для пользователей;

- возможность обработки больших объемов информации благодаря встроенным для этого средствам;

- наличие удобных средств разработки диаграмм;

- возможность создания приложений, управляющих другими приложениями, например такими, как Word, Excel, MS Office и пр.;

- возможность использования программы с целью обработки иных результатов;

- возможность совершенствования программы согласно новым требованиям.

Реализованный программный продукт функционирует следующим образом.

После запуска программы пользователь может ввести исходные данные, пользуясь двумя способами: непосредственно ручным вводом данных в программу и загрузкой данных из заранее подготовленной таблицы MS Excel.

После ввода исходных данных рассчитываются статистическая зависимость диаметра и износа коллекторных пластин от пробега ЭД, теоретические распределения, производится оценка соответствия теоретического и практи-

ческого распределений, выборочных коэффициентов регрессии, показывающих уровень взаимозависимости теоретического и практического распределений [8].

Программа также предусматривает возможность расчета предполагаемого диаметра и степени износа коллекторных пластин ЭД в зависимости от его пробега.

Исходные данные и результаты расчетов сохраняются в книгу MS Excel.

Предлагаемая к использованию компьютерная программа может применяться для статистического расчета данных износа коллекторных пластин в зависимости от пробега ЭД.

Программа может быть установлена в рамках операционной системы Microsoft Windows 98/2000/XP/Vista.

В целях загрузки исходных данных из книги MS Excel, а также сохранения результатов расчета на компьютере требуется установить пакет Microsoft Excel версии 2000 и выше.

Инсталляции в операционной системе программа не требует. Программа запускается по-

средством открытия исполняемого файла Collect.exe.

Существует возможность ввода исходных данных как вручную прямо в программу, так и из книги Microsoft Excel, сохраненной ранее.

Ввод данных ручным способом осуществляется в таблице «Измерения» на вкладке «Исходные данные» (рис. 1).

Каждое измерение занимает две строки таблицы. Измерения по поясам для горизонтальной плоскости вводятся в верхнюю строку каждого измерения, в столбцы с 3-го по 6-й в нижнюю строку вводятся данные для вертикальной плоскости. Данные о пробеге с начала эксплуатации вводятся в 7-й столбец в верхнюю строку каждого измерения. Для добавления строки ввода измерений необходимо отобразить нужное число измерений в нижней части формы в поле «Добавить строки для», затем нажать кнопку «Добавить» [9]. Строки при этом будут добавлены в конец таблицы. Для удаления ошибочно введенных данных следует навести стрелку курсора в любую ячейку этого

№	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И
1	Номер измерения	Диаметр коллектора, мм Плоскость Измерений	Пояс измерения				Пробег с начала эксплуатации, *10 ³ км		
2			0-0	1-1	2-2	3-3			
3	1	Горизонтальная (Б-Б)	387,3	387,1	387,7	386,8	210,233		
4		Вертикальная (А-А)	387,7	387,8	387,4	388,2			
5	2	Горизонтальная (Б-Б)	385,3	385,2	385,6	385,2	215,814		
6		Вертикальная (А-А)	386,6	386,5	386,4	386,0			
7	3	Горизонтальная (Б-Б)	385,5	385,5	385,0	385,7	216,860		
8		Вертикальная (А-А)	386,3	386,1	386,3	386,6			
9	4	Горизонтальная (Б-Б)	386,4	386,3	387,0	386,5	212,326		
10		Вертикальная (А-А)	387,3	387,3	387,1	387,6			
11	5	Горизонтальная (Б-Б)	384,8	384,8	384,6	384,4	220,000		
12		Вертикальная (А-А)	384,5	384,5	385,2	384,9			
13	6	Горизонтальная (Б-Б)	385,7	385,7	385,1	385,8	216,860		
14		Вертикальная (А-А)	385,5	385,3	385,9	385,7			
15	7	Горизонтальная (Б-Б)	385,1	385,2	385,2	385,0	219,302		
16		Вертикальная (А-А)	385,4	385,5	384,5	384,8			
17	8	Горизонтальная (Б-Б)	386,3	386,3	386,4	386,1	215,116		
18		Вертикальная (А-А)	386,3	386,2	386,3	386,6			
19	9	Горизонтальная (Б-Б)	387,2	387,4	387,4	387,1	209,535		
20		Вертикальная (А-А)	387,6	387,8	387,7	388,2			
21	10	Горизонтальная (Б-Б)	385,2	385,4	385,5	385,4	215,465		
22		Вертикальная (А-А)	387,1	387,1	387,0	386,4			
23	11	Горизонтальная (Б-Б)	385,9	386,1	385,9	386,3	214,070		
24		Вертикальная (А-А)	387,0	387,0	386,5	386,4			
25	12	Горизонтальная (Б-Б)	387,1	387,1	387,6	387,4	209,186		
26		Вертикальная (А-А)	388,0	387,9	387,9	387,8			
27	13	Горизонтальная (Б-Б)	387,0	387,0	387,1	387,0	210,233		
28		Вертикальная (А-А)	387,4	387,6	387,8	387,5			
29	14	Горизонтальная (Б-Б)	387,1	387,0	386,7	386,9	210,581		
30		Вертикальная (А-А)	387,1	387,1	387,6	387,5			
31	15	Горизонтальная (Б-Б)	391,2	391,1	390,3	391,0	198,023		
32		Вертикальная (А-А)	391,3	391,2	391,4	391,8			
33	16	Горизонтальная (Б-Б)	388,2	388,1	388,1	388,1	208,837		
34		Вертикальная (А-А)	388,9	389,0	388,9	388,5			
35	17	Горизонтальная (Б-Б)	388,8	388,6	388,5	389,0	205,698		
36		Вертикальная (А-А)	389,2	389,0	389,2	389,8			

Рис. 1. Таблица исходных данных в книге MS Excel

Fig. 1. Initial data table in MS Excel book

измерения, а затем нажать кнопку «Удалить выделенное измерение». Значение номинального диаметра коллектора в мм вводится в поле «Номинальный диаметр коллектора, мм».

Исходные данные измерений в книге Microsoft Excel необходимо свести в таблицу, которая должна состоять из семи столбцов. Все измерения записываются в две строки. Следует соблюдать следующий порядок записи каждого измерения в таблицу.

Для загрузки исходных данных из книги Microsoft Excel необходимо выбрать нужный пункт меню, далее в открывшемся окне указать книгу Microsoft Excel, которая содержит таблицу исходных данных (см. <http://www.swsys.ru/uploaded/image/2020-3/2020-3-dop/3.jpg>). На появившейся форме «Загрузка исходных данных» выбрать лист в книге, который содержит исходные данные в таблице, указать начальную ячейку, отражающую запись номера первого измерения [10].

Рассчитывать введенные данные следует на вкладках «Зависимость диаметра от пробега», «Определение межремонтных периодов» и «Зависимость износа от пробега» (рис. 2).

Статистические данные для пояса и плоскости измерения, выбранные в раскрывающихся списках в верхней части формы, приводятся на вкладках зависимостей диаметра и износа от пробега [11]. При этом, когда выбрана пустая строка в списке поясов или плоскостей, приводятся результаты расчета для средних арифметических соответствующих параметров (см. <http://www.swsys.ru/uploaded/image/2020-3/2020-3-dop/4.jpg>, <http://www.swsys.ru/uploaded/image/2020-3/2020-3-dop/21.jpg>).

После расчета исходных данных на вкладке «Прогноз» есть возможность вычислить предполагаемый диаметр коллектора и прогнозируемую степень износа в зависимости от пробега. Необходимо, чтобы вводимый пробег был больше либо соответствовал минимальному пробегу из этих данных и был меньше либо соответствовал максимальному пробегу из введенных исходных данных. Если в итоге введенный пробег будет меньше минимального пробега из исходных данных, появится сообщение об отсутствии необходимости в ремонте коллектора [12]. Если больше максимального, появится сообщение с требованием срочного технического обслуживания ЭД.

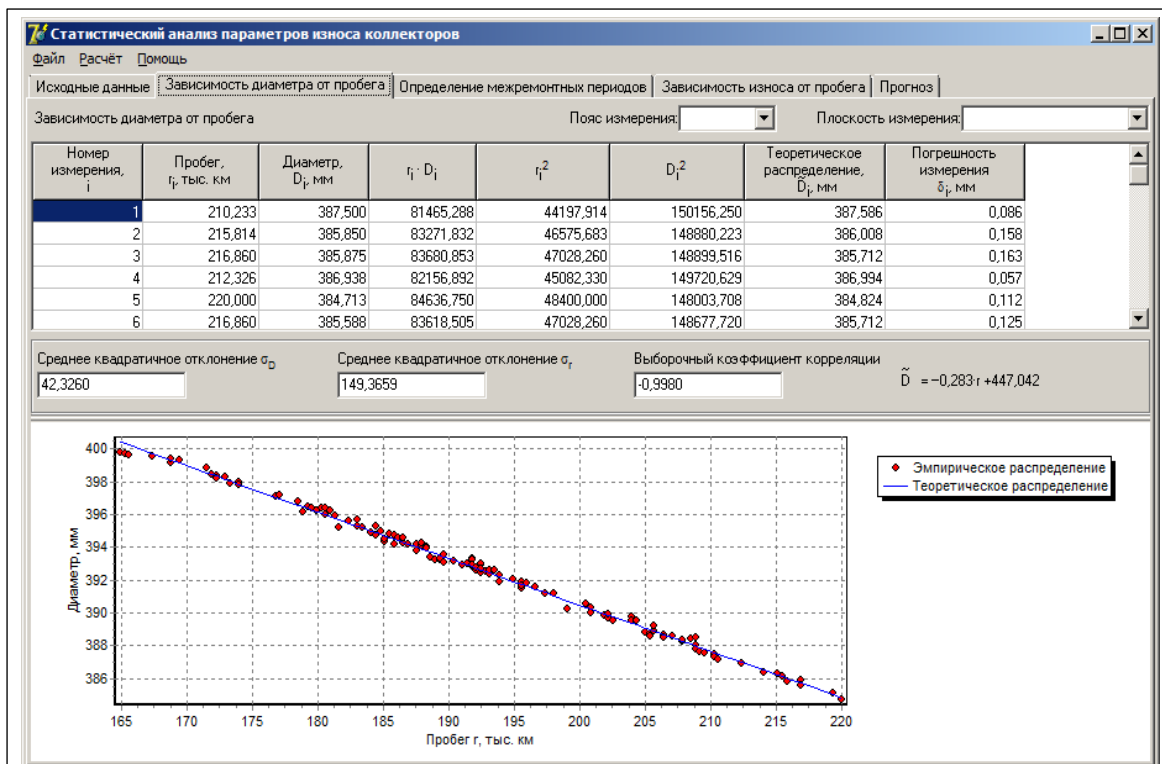


Рис. 2. Вкладка «Зависимость диаметра от пробега» с результатами расчета (по усредненным величинам)

Fig. 2. Tab “Dependence of diameter from a run distance” with calculation results. Calculation is performed using average values

Программа дает возможность сохранять исходные данные и результаты расчета в книгу Microsoft Excel.

Необходимо отметить, что программа для расчета статистических параметров износа коллекторных пластин ЭД позволяет прогнозировать техническое состояние поверхности коллектора в зависимости от пробега ЭД, автоматизирует трудоемкие расчеты и сводит к минимуму вычислительные ошибки.

Кроме того, программа может быть настроена для ведения любого статистического анализа различных величин.

Экономическая эффективность разработанного программного продукта для расчета параметров износа коллекторных пластин ЭД достигается путем сокращения эксплуатационных расходов, полученного за счет совершенствования технического обслуживания и ремонта ЭД.

Заключение

Таким образом, авторами разработан программный продукт с целью контроля износа коллекторных пластин ЭД в условиях ремонтного производства. Система предназначена для сбора, обработки и передачи данных о техническом состоянии коллекторных пластин и позволит увеличить срок эксплуатации ЭД благодаря повышению качества измерений параметров и своевременности ремонта пластин.

Описаны назначение и возможности разработанного программного продукта, его системные и программные требования, приведен алгоритм загрузки исходных данных, детально отражен порядок работы с программой, перечислены рассчитываемые в программе статистические параметры износа коллекторных пластин, а также возможности сохранения исходных данных и результатов расчета в книгу Microsoft Excel.

Литература

1. Золкин А.Л., Просвиров Ю.Е. Программа для расчета статистических параметров износа коллекторов ТЭД. Свид. об офиц. регистр. ПрЭВМ № 2008612373. М.: Роспатент, 2008.
2. Золкин А.Л., Просвиров Ю.Е., Ворошилов Э.А. Разработка структурной схемы автоматизированной системы контроля технического состояния коллекторов тяговых электродвигателей // Вестн. РГУПС. 2009. № 1. С. 45–51.
3. Золкин А.Л. Разработка информационно-управляющей системы для контроля износа коллекторов тяговых электродвигателей // Вестн. Донецкой акад. автомобильного транспорта. 2019. № 2. С. 65–74.
4. Persson R. Tilting trains – Technology, Benefits and Motion Sickness. 2008, 111 p. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/e8aa/70c7bc3a7d283424411a65fbc385151f3d1.pdf> (дата обращения: 14.01.2020).
5. Тормозов В.С. Многокритериальная настройка усовершенствованного алгоритма детектирования объектов на изображении // Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство: сб. стат. науч. конф. М., 2019. С. 35–36.
6. Панкратов С.А. Использование графической информации для защиты программного и информационного обеспечения // Инженер. вестн. Дона. 2012. № 2. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/792> (дата обращения: 25.01.2020).
7. Ivnikskii V., Moiseev A. New results for a thinned renewal process. Proc. Int. Conf. ITMM, Springer, 2016, vol. 638, pp. 132–139. DOI: 10.1007/978-3-319-44615-8_11.
8. Krakovsky Y., Luzgin A. Robust interval forecasting algorithm based on a probabilistic cluster model. J. of Statistical Computation and Simulation, 2018, vol. 88, no. 12, pp. 2309–2324. DOI: 10.1080/00949655.2018.1462809.
9. Glemba K.V., Averyanov Y.I., Larin O.N. Theoretical study of improving the safety of the “Operator, machine, and environment” system when performing transport operations. SAE Int. J. Trans. Safety, 2018, vol. 6, no. 1, pp. 5–18. DOI: 10.4271/09-06-01-0001.
10. Borodin A., Panin V. The distribution of marshalling work of industrial and mainline rail transport. Transport Problems, 2018, vol. 13, no. 4, pp. 37–46.
11. Краковский Ю.М., Каргапольцев С.К., Начигин В.А. Моделирование перевозочного процесса железнодорожным транспортом: анализ, прогнозирование, риски. СПб: Литео, 2018. 240 с.
12. Gasparik J., Luptak V., Mesko P., Kurenkov P.V. Methodology for assessing transport connections on the integrated transport network. Komunikacie, 2017, vol. 19, no. 2, pp. 61–67.

Software for collecting, processing and transmission of technical condition data surface of the electric motor collector

A.L. Zolkin¹, Ph.D. (Engineering), Lecturer, alzolkin@list.ru

V.S. Tormozov², Senior Lecturer, 007465@pnu.edu.ru

T.N. Bushtruk³, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, btmsam@mail.ru

M.V. Petrushova⁴, Senior Lecturer, tyri@yandex.ru

¹ Volga State University of Water Transport (Samara branch), Samara, 443099, Russian Federation

² Pacific National University, Khabarovsk, 680035, Russian Federation

³ Samara State Transport University, Samara, 443066, Russian Federation

⁴ Samara State University of Economics, Samara, 443090, Russian Federation

Abstract. The paper explores a complex methodology and presents the results of developing a software product for monitoring the wear of collector plates of electric locomotives in the conditions of repair production using modern information technologies. The authors offer a software product that allows you to quickly and with a high degree of accuracy to calculate the wear parameters of the collector plates of electric locomotives, depending on their mileage.

The low reliability of locomotive electric motors leads to the appearance of failures in the way. At the same time, damage to electric motors leads to the greatest expenditure of time and money for unscheduled repairs, as well as the greatest downtime of trains on the line. One of the most difficult to manufacture and responsible for the operation of locomotive electric motor units is the collector. Its surface reflects the presence of hidden defects and violations of the operating mode of the electric motor.

Thus, the information technologies using in the repair and testing of locomotive electric motors, the electronic database creation, and resource forecasting in order to optimize the terms of trouble-free operation are now becoming relevant.

When repairing electric motors in locomotive depots, it is proposed to use software that will improve control over the quality of this node repair. The introduction of software intended for the collection, processing, and transmission of data on the technical condition of the surface of the electric motor collector in motive-power depots will provide a number of positive, but economically difficult to consider factors into the repair industry, including increased discipline and work culture, the need for accurate adherence of measurement technology.

Keywords: collector, motive-power unit, electric motor, wearing, software, parameters measuring, control.

References

1. Zolkin A.L., Prosvirov Yu.E. *Software for Calculation of Statistic Parameters of Traction Electric Motor Collectors Wearing*. Certificate for computer program no. 2008612373. Moscow, Rospatent, 2008 (in Russ.).
2. Zolkin A.L., Prosvirov Yu.E., Voroshilov E.A. Development of a structural diagram of an automated system for monitoring of the technical condition of traction electric motor collectors. *Rostov State Transport Univ. Acad. Periodical*, 2009, no. 1, pp. 45–51 (in Russ.).
3. Zolkin A.L. Development of the management information system for control of wear of collectors of traction electric motors. *Bulletin of the Donetsk Academy of Automobile Transport*, 2019, no. 2, pp. 65–74 (in Russ.).
4. Persson R. *Tilting Trains – Technology, Benefits and Motion Sickness*. 2008, 111 p. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/ebaa/70c7bc3a7d283424411a65fbc385151f3d1.pdf> (accessed January 14, 2020).
5. Tormozov V.S. Multicriteria setting of advanced algorithm of detection of objects on picture. Advanced innovative developments. *Proc. Conf. Prospects and Experience of Use Due in Introduction into Production*, Moscow, 2019, pp. 35–36 (in Russ.).
6. Pankratov S.A. Use of graphical information for protection of the software and data intelligence. *Engineering Journal of Don*, 2012, no. 2. (in Russ.). Available at: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/792> (accessed January 25, 2020).

7. Ivnickii V., Moiseev A. New results for a thinned renewal process. *Proc. Int. Conf. ITMM*, Springer, 2016, vol. 638, pp. 132–139. DOI: 10.1007/978-3-319-44615-8_11.
8. Krakovsky Y., Luzgin A. Robust interval forecasting algorithm based on a probabilistic cluster model. *J. of Statistical Computation and Simulation*, 2018, vol. 88, no. 12, pp. 2309–2324. DOI: 10.1080/00949655.2018.1462809.
9. Glemba K.V., Averyanov Y.I., Larin O.N. Theoretical study of improving the safety of the “Operator, machine, and environment” system when performing transport operations. *SAE Int. J. Trans. Safety*, 2018, vol. 6, no. 1, pp. 5–18. DOI: 10.4271/09-06-01-0001.
10. Borodin A., Panin V. The distribution of marshalling work of industrial and mainline rail transport. *Transport Problems*, 2018, vol. 13, no. 4, pp. 37–46.
11. Krakovsky Yu.M., Kargapoltsev S.K., Nachigin V.A. *Modeling of the Transportation Process by Railway Transport: Analysis, Forecasting, Risks*. St. Petersburg, 2018, 240 p. (in Russ.).
12. Gasparik J., Luptak V., Mesko P., Kurenkov P.V. Methodology for assessing transport connections on the integrated transport network. *Komunikacie*, 2017, vol. 19, no. 2, pp. 61–67.

Для цитирования

Золкин А.Л., Тормозов В.С., Буштрук Т.Н., Петрушова М.В. Программное обеспечение для сбора, обработки и передачи данных о техническом состоянии поверхности коллектора электродвигателя // Программные продукты и системы. 2020. Т. 33. № 3. С. 483–490. DOI: 10.15827/0236-235X.131.483-490.

For citation

Zolkin A.L., Tormozov V.S., Bushtruk T.N., Petrushova M.V. Software for collecting, processing and transmission of technical condition data surface of the electric motor collector. *Software & Systems*, 2020, vol. 33, no. 3, pp. 483–490 (in Russ.). DOI: 10.15827/0236-235X.131.483-490.