

А.А. Иванов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ ОБМОТОК ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ТЕКУЩЕМ РЕМОНТЕ ЭЛЕКТРОВЗОВ

Аннотация. В работе выполнен анализ unplanned repairs of DC traction motors carried out in the Moskovka service locomotive depot, thanks to which a conclusion was made about a large proportion of failures attributable to insulation. A method of impregnation of insulation based on the principle of electrolysis was developed and investigated. As a comparison to this method, impregnation was implemented by dipping the winding. Conclusions were drawn based on the results of the study, and as a conclusion, the question was raised about the expediency of impregnating traction motors in depot conditions with repeated restoration work of insulation already carried out during the repair process.

Ключевые слова: изоляция, компаунд, восстановление, электролиз.

A.A. Ivanov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, Russian Federation

STUDY OF THE EFFICIENCY OF RECOVERY OF THE INSULATION PROPERTIES OF THE WINDINGS OF THE TRACTION ELECTRIC MOTORS DURING THE REPAIR OF ELECTRIC LOCOMOTIVES

Annotation. The analysis of unplanned repairs of DC traction motors carried out in the Moskovka service locomotive depot was carried out, thanks to which a conclusion was made about a large proportion of failures attributable to insulation. A method of impregnation of insulation based on the principle of electrolysis was developed and investigated. As a comparison to this method, impregnation was implemented by dipping the winding. Conclusions were drawn based on the results of the study, and as a conclusion, the question was raised about the expediency of impregnating traction motors in depot conditions with repeated restoration work of insulation already carried out during the repair process.

Keywords: isolation, compound, restoration, electrolysis.

В соответствии с государственными документами по стратегическому развитию железнодорожного транспорта, долгосрочной программой развития открытого акционерного общества "Российские железные дороги" до 2025 года, основной целью, которых является развитие, обслуживание инфраструктуры и подвижного состава на основе внедрения высокопроизводительных машин и оборудования, разработки и реализации ОАО «РЖД» комплекса мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий и внедрение современных технологий ремонта [1-2].

Повышение эффективности ремонта и восстановления изоляции особенно актуально в условиях существенного удорожания новых локомотивов, высокой степени износа локомотивного парка.

Наиболее уязвимым элементом тяговых электрических машин и аппаратов и в тоже время дорогим является изоляция. Она имеет сравнительно небольшую механическую прочность. В процессе работы под воздействием воздуха, влаги, колебаний температуры и электромагнитных сил подвергается механическому, химическому и тепловому износу, расслаивается, теряет эластичность и электрическую прочность [3].

Анализ unplanned repairs of DC traction motors carried out in the Moskovka service locomotive depot showed that a large proportion of failures attributable to insulation. A method of impregnation of insulation based on the principle of electrolysis was developed and investigated. As a comparison to this method, impregnation was implemented by dipping the winding. Conclusions were drawn based on the results of the study, and as a conclusion, the question was raised about the expediency of impregnating traction motors in depot conditions with repeated restoration work of insulation already carried out during the repair process.

На электровозах серии 2ЭС6 применяются тяговые электродвигатели четырех типов: СТК-810У1, ЭДП-810У1, ЭК-810Ч, ДПТ 810-2У1.

В таблице 1 сведены неисправности по типам ТЭД за 12 месяцев эксплуатации.

Таблица 1 - Основные неисправности по типам ТЭД

Неисправность	Тип ТЭД			
	ЭДП-810У1	СТК-810У1	ЭК-810Ч	ДПТ 810-2У1
Пробой изоляции и межвитковые замыкания обмоток главных полюсов	27 случаев	6 случаев	26 случаев	2 случая
Пробой и межвитковые замыкания обмотки якоря	39 случаев	10 случаев	58 случаев	2 случая
Пробой изоляции и межвитковые замыкания добавочных полюсов	10 случаев	5 случаев	96 случая	2 случая
Пробой изоляции и межвитковые замыкания компенсационной обмотки	14 случаев	4 случаев	86 случаев	2 случая
Низкая изоляция якорных и полюсных обмоток	29 случаев	9 случаев	23 случая	-

В качестве исследования способности проникновения пропиточного материала вглубь изоляции, была взята обмотка главного полюса тягового электродвигателя ЭДП-810, ранее уже подвергаемая пропитке и сушке в деповских условиях.



Рис. 1. Обмотка главного полюса тягового электродвигателя ЭДП-810

Были реализованы два способа пропитывания обмотки: методом окунания обмотки в пропиточный состав (далее по тексту - компаунд), а так же в качестве исследуемого метода был предложен способ пропитывания на примере электролиза.

Электролиз – это расщепление молекул, образующих жидкость при прохождении через нее электрического тока [4].

Суть данного способа заключается в перемещении частиц компаунда вглубь изоляции под действием электрического тока. В случае пропитки обмотка главного полюса служила катодом, а опущенная в компаунд металлическая пластина анодом.

Для упрощения пропитывания с последующей сушкой, обмотка подверглась разрезу на два одинаковых элемента. Была подготовлена ванна с разогретым компаундом (35-40 °С).

Предварительно произведенные замеры сопротивления изоляции показали бесконечную величину, однако легкое смачивание обмотки водой по ее краям привело к резкому уменьшению показания сопротивления изоляции, практически до нулевого значения. Это свидетельствует о том, что даже незначительная увлажненность может привести к пробоям изоляции тягового электродвигателя.

Подключение обмотки и металлической пластины показано на рисунке 2.



Рис.2. Подключенная обмотка с металлической пластиной

Минус (красный щуп) был подключен к обмотке главного полюса, а плюс (синий щуп) был подключен к металлической пластине. Дополнительно ветки обмотки были замкнуты между собой, а также для чистоты эксперимента места разреза обмотки были закрыты пленкой.

При подаче напряжения порядка 2кВ без заливки компаундом, возникала электрическая дуга (пробой изоляции) на краях обмотки (рисунок 3), что свидетельствует о плохой изоляции в данных местах. Ток утечки составлял около 1,5 А.

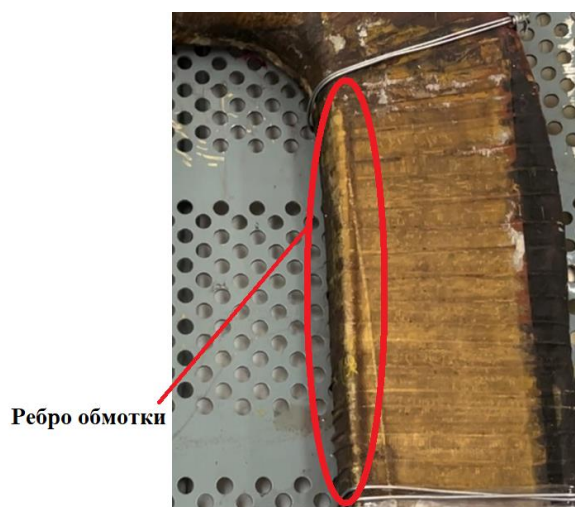


Рис.3. Места образования электрической дуги на обмотке

Последующая пропитка данной обмотки в течение 30 минут под напряжением в 1кВ не привела к улучшению показателей, разрез изоляции выявил отсутствие пропиточного материала (компаунда) в механических лентах и межвитковых промежутках, что показало неспособность проникнуть компаунду вглубь изоляции через старое затвердевшее покрытие.

Разрез изоляции после пропитки показан на рисунке 4.



Рис.4. Разрез изоляции после пропитки

Одновременно в течение 30 минут в качестве сопоставимого метода пропитывался окунанием второй элемент обмотки главного полюса. Последующий разрез изоляции так же показал о неспособности проникновения компаунда через старое изоляционное покрытие.

По итогам проводимых исследований по восстановлению изоляционных свойств обмотки главного полюса тягового электродвигателя, на примере двух описанных в данной статье методов можно сделать вывод о неспособности проникать через старое изоляционное покрытие компаунду. Этот факт ставит вопрос о целесообразности пропитывать обмотку со старой изоляцией в деповских условиях. Проводимые увлажнения изоляции в процессе замеров сопротивления показали наличие характерных слабых мест на краях обмотки, данный факт указывает на возможные доработки конструкции главного полюса, с увеличением количества изоляционного материала на краях обмотки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Долгосрочная программа развития открытого акционерного общества «Российские железные дороги» № 466р. Утв. Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2018. / Правительство Российской Федерации. М., 2019. 135 с.

2 Стратегия научно-технического развития холдинга «Российские железные дороги» на период до 2020 года и перспективу до 2025 гола «Белая книга» / Научно-технический совет ОАО «РЖД», 2015. 63 с.

3 Коршиков В.Г. Восстановление изоляции обмоток тяговых электродвигателей №2295, 2002.

4 Физика. От теории к практике. В 2 кн. Кн. 2: Электричество, магнетизм. Теория, методы расчета, практические устройства: Карманный справочник/Пер. с англ. – М.: «ДМК Пресс». – 560с.: ил. (серия «Карманный справочник»).

REFERENCES

1 Long-term development Program of the Open Joint Stock Company "Russian Railways" No. 466r. Approved By Decree of the President of the Russian Federation dated 07.05.2018. / Government of the Russian Federation. M., 2019. 135 p.

2 The strategy of scientific and technical development of the holding "Russian Railways" for the period up to 2020 and the prospect up to 2025 goal "White Book" / Scientific and Technical Council of JSC "Russian Railways", 2015. 63 p.

3 Korshikov V.G. Restoration of insulation of windings of traction electric motors No. 2295, 2002.

4 Physics. From theory to practice. In 2 kn. Kn. 2: Electricity, magnetism. Theory, calculation methods, practical devices: Pocket reference book/Translated from English – M.: "DMK Press". – 560s.: ill. (series "Pocket reference book").

Информация об авторе

Иванов Антон Александрович - аспирант кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог», Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск, e-mail: ivanovanton19031997@gmail.com

Information about the authors

Ivanov Anton Alexandrovich - Postgraduate student of the Department "Rolling stock of Electric Railways", *Omsk State Transport University (OSTU)*, Omsk, e-mail: ivanovanton19031997@gmail.com