

Литература

1. Буйносов, А. П. Техническая диагностика электроподвижного состава / А. П. Буйносов, К. А. Стаценко. – Екатеринбург: Изд-во Ур ГУПС, 2013. – 119 с.
2. Плакс, А. В. Системы управления электрическим подвижным составом / А. В. Плакс. – М.: Маршрут, 2005. – 360 с.
3. Бурков, А. Т. Электронная техника и преобразователи / А. Т. Бурков. – М.: Транспорт, 1999. – 464 с.
4. Мироновский, Л. А. Функциональное диагностирование динамических систем / Л. А. Милоновский // Автоматика и телемеханика. – 1998. – № 8. – С. 96–121.
5. Латышев, А. В. Диагностирование линейных динамических систем / А. В. Латышев // Автоматика и телемеханика. – 1991. – № 8. – С. 145–154.
6. Плакс, А. В. Расчет систем управления электрическим подвижным составом / А. В. Плакс, А. С. Мазнев. – Л.: ЛИИЖТ, 1986. – 73 с.
7. Akhmedov, A. P. Innovative public transport stop with autonomous power supply / A. P. Akhmedov, S. B. Khudoyberganov, N. P. Yurkevich // Инновационные технологии в водном, коммунальном хозяйстве и водном транспорте: материалы. респ. науч.-техн. конф., Минск, 20–21 мая 2021 г. / Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2021. – Р. 181–184.
8. Ахмедов, А. П. Методика совмещения реальных и виртуальных лабораторных работ в образовательном процессе студентов / А. П. Ахмедов, С. Б. Худойберганов, Ж. А. У. Очиллов // Точная наука. – 2019. – № 40. – С. 27–31.

УДК 621.314.212

Regression model of the dependence of the technical failure of traction transformers on air humidity

Yusupov D. T.¹, Kutbidinov O. M.²

¹Academy of science of the Republic of Uzbekistan
Institute of energy problems,

²Tashkent State Transport University
Tashkent, Republic of Uzbekistan

Collected data on the failure of traction transformers ODSE-5000/25B, which are in operation for 2017–2019 and air humidity in these years. Based on these data, a model has been developed that determines the dependence of the technical failure of traction transformers on air humidity. The conducted

studies show that the model of the dependence of the technical failure of traction transformers on air humidity has a polynomial character.

Traction transformers of electric locomotives lower the voltage to a value that is most favorable for the operation of traction motors [1–4].

The traction transformer on an electric locomotive performs the following functions [2–5]:

- reduces the voltage of the contact network to the level of power supply of the TED and other electrical equipment;
- regulates the output voltage within the specified limits;
- provides power to the power supply system of passenger wagons.

Traction oil transformers play an important role in ensuring reliable and uninterrupted power supply of railway transport [3–6]. Failure of traction transformers can cause many problems [4–5]. Traction transformers are affected by factors that cause them to fail or stop working during operation [4–6]. One of them is air humidity.

The data on failure indicators of ODSE-5000/25B traction transformers, which are in operation for 2017–2019, and the average indicators of air humidity in these years, have been collected.

Regression analysis is a statistical method for studying the influence of one or more independent variables X_1, X_2, \dots, X_p on the variable Y .

The regression equation [7], which establishes a linear relationship between two indicators, has the form:

$$y_1 = a_1 + b_1 x_1, \quad (1)$$

where y_i are the number of traction transformers repaired; x_1 is humidity index; a_1 is regression constant; b_1 is the regression coefficient.

In regression, the R^2 coefficient of determination is a statistical measure of how well the regression predictions approximate the real data points. An R^2 of 1 indicates that the regression predictions perfectly fit the data.

Values of R^2 outside the range 0 to 1 occur when the model fits the data worse than the worst possible least-squares predictor (equivalent to a horizontal hyperplane at a height equal to the mean of the observed data). This occurs when a wrong model was chosen, or nonsensical constraints were applied by mistake.

Fig. 1, 2 and 3 below show the relationship between the technical failure of traction transformers and the humidity in the air.

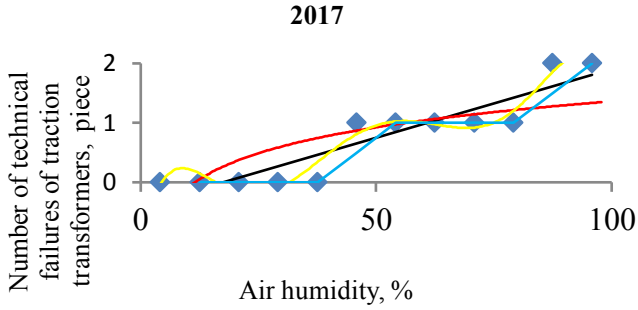


Fig. 1. Dependence of indicators of technical failures of traction transformers on indicators of air humidity

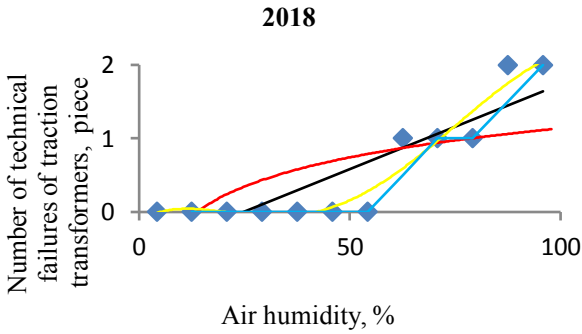


Fig. 2. Dependence of indicators of technical failures of traction transformers on indicators of air humidity

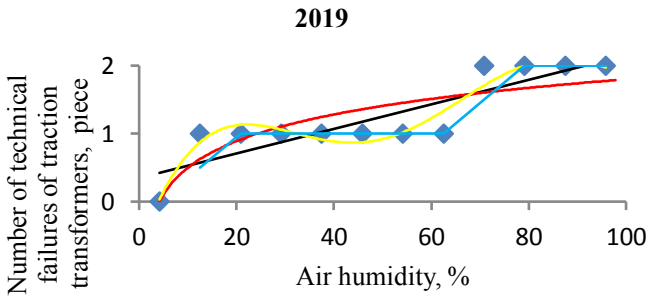


Fig. 3. Dependence of indicators of technical failures of traction transformers on indicators of air humidity

The linear, logarithmic, and polynomial equations of the relationship between two variables were obtained using the regression method. The results of the obtained equations are given in Table 1.

Table 1

Formulas for the dependence of the number of technical failures of traction transformers on air temperature

ODSE-5000/25 B	Linear	Logarithmic	Polynomial
2017	$y = 0,0231x - 0,4038$	$y = 0,6302 \ln(x) - 1,5399$	$y = -8 \cdot 10^{-10}x^6 + 2 \cdot 10^{-7}x^5 - 3 \cdot 10^{-5}x^4 + 0,0015x^3 - 0,0368x^2 + 0,3716x - 1,0456$
	$R^2 = 0,8462$	$R^2 = 0,5998$	$R^2 = 0,9542$
2018	$y = 0,0231x - 0,5705$	$y = 0,572 \ln(x) - 1,495$	$y = -3 \cdot 10^{-20}x^6 + 9 \cdot 10^{-10}x^5 - 4 \cdot 10^{-7}x^4 + 5 \cdot 10^{-5}x^3 - 0,0024x^2 + 0,0355x - 0,1252$
	$R^2 = 0,7646$	$R^2 = 0,4465$	$R^2 = 0,9334$
2019	$y = 0,018x + 0,3479$	$y = 0,5654 \ln(x) - 0,8047$	$y = 10^{-10}x^6 - 3 \cdot 10^{-8}x^5 + 2 \cdot 10^{-6}x^4 + 10^{-5}x^3 - 0,0061x^2 + 0,1954x - 0,6779$
	$R^2 = 0,7606$	$R^2 = 0,7102$	$R^2 = 0,9376$

Conclusions: 1. A model has been developed that determines the dependence of the technical failure of traction transformers on air humidity. 2. The conducted studies show that the model of the dependence of the technical failure of traction transformers on air humidity has a polynomial character.

References

1. Yusupov, D. T. Investigation of factors influencing the operational characteristics of traction transformers / D. T. Yusupov, O. M. Kutbidinov, Sh. A. Samadov, E. S. Abdullaev // E3S Web of Conferences. – 2021. – № 274. – <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127413007>.
2. Yusupov, D. T. Investigation of winding faults of traction transformers / D. T. Yusupov, O. M. Kutbidinov, Sh. A. Samadov, E. S. Abdullaev // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – № 868. – doi:10.1088/1755-1315/868/1/012026.
3. Akhmedov, A. P. Innovative public transport stop with autonomous power supply / A. P. Akhmedov, S. B. Khudoyberganov, N. P. Yurkevich // Инновационные технологии в водном, коммунальном хозяйстве и водном транспорте: материалы респ. науч.-техн. конф., Минск, 20–21 мая 2021 г. –

Минск: Белорусский национальный технический университет, 2021. – P. 181–184.

4. Zhou, L. FDS analysis for multilayer insulation paper with different aging status in traction transformer of high-speed railway / L. Zhou, D. Wang, L. Guo, L. Wang, J. Jiang, W. Liao // IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation. – 2017. – № 5. – P. 3236 – 3244.

5. Pankaj, Sh. Experimental Evaluation of Water Content in Transformer Oil / Sh. Pankaj, S. Y. Rood, R. K. Jarial // International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. – 2013. – Vol. 2. – P. 284–291.

7. Yusupov, D. T. Regression Model for Determining the Breaking Voltage of Cleaned Transformer Oils / D. T. Yusupov, H. A. Khamrakulova // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2021. – № 8. – P. 17032–17036

УДК 621.385

Статистика отказов и анализ повреждаемости электрических машин

Нуриддинов С. Б., Авазов Б. К., Каршиев К. Т.

Ташкентский государственный транспортный университет

Ташкент, Республика Узбекистан,

Для определения повреждений наиболее целесообразным и эффективным является метод продления ресурса изоляции путем капсулирования локального повреждения с использованием пропиточных материалов и теплового излучения. На протяжении последних десяти лет в УП «Ўзтемирйўлмаштаъмир» сохраняется стабильная тенденция по пробой изоляции и межвитковому замыканию (МВЗ) обмотки якоря типа НБ-514. В этой связи была выдвинута гипотеза о том, что пробои изоляции и межвитковые замыкания обмотки якорей наиболее часто происходят в результате интенсивных процессов тепло- и массообмена в изоляции лобовых частей их обмоток с открытыми головками секций.

Традиционный путь исследования надежности электрических машин – исследование статистических данных об отказах. При первоначальном изучении статистики отказов по типам электрических машин наибольшее внимание уделяется «слабым» узлам и причинам отказов. При исследовании надежности систем или отдельных технических изделий пользуются следующими приемами: система разбивается на блоки, затем определяются надежность каждого блока и результирующая надежность всей системы.