

Шеин Николай Сергеевич - ведущий инженер Института физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН (ИФТПС СО РАН). 677980 г. Якутск, ул. Октябрьская, 1, тел. +7 (4112) 39-05-50, +7 914 276-19-14 E-mail: shnnc@yandex.ru

Капитонова Тамара Афанасьевна, - ученый секретарь Института физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН (ИФТПС СО РАН). 677980 г. Якутск, ул. Октябрьская, 1, тел. +7 (4112) 39-06-05; +7 964 417 53 57 E-mail: kapitonova@iptpn.ysn.ru

УДК: 681.586.5; 681.518.3

DOI: 10.36535/0869-4176-2020-04-3

АНАЛИЗ ДИАГНОСТИКИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ ТЕПЛОВИЗОРОМ

Доктор техн. наук М.Н. Петров, канд. техн. наук В.О. Колмаков
Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (г. Красноярск, Россия)

В работе представлены результаты статистических наблюдений за температурой силовых трансформаторов тяговых подстанций на Красноярской железной дороге. В качестве измерителя использовался тепловизор.

Ключевые слова: безопасность движения, электропоезд, электродвигатель, силовой трансформатор, тяговая подстанция, перегрев, температурный режим, тепловизор.

ANALYSIS OF DIAGNOSTICS OF POWER TRANSFORMERS OF TRACTION SUBSTATIONS BY THERMAL IMAGER

Dr (Tech) M.N. Petrov, Ph.D. (Tech.) V.O. Kolmakov
Krasnoyarsk Institute of Railway Transport – branch of the Federal State Budgetary Educational Institution Higher Education "Irkutsk State University of Railway Engineering" (Krasnoyarsk, Russia)

This article presents the results of statistical observations of the temperature of power transformers of traction substations on the Krasnoyarsk railway. A thermal imager was used as a meter.

Keywords: traffic safety, electric train, electric motor, power transformer, traction substation, overheating, temperature mode, thermal imager.

Железнодорожный транспорт, занимает ведущую роль в экономике страны, являясь одним из основных видов транспорта. Для нормальной деятельности железнодорожного транспорта, необходимо надежное функционирование всей его инфраструктуры. Важнейшей составляющей является система тягового электроснабжения. Контроль функционирования подстанций, является важнейшей задачей для обеспечения безперебойных перевозок.

1. Диагностирование силовых трансформаторов

На Красноярской железной дороге 37 тяговых подстанций; опорных – 8, транзитных – 16 и отпаечных – 13. Сети внешнего электроснабжения на напряжении 220 кВ питают 13 подстанций, 23 тяговые подстанции подключены к ЛЭП 110 кВ, 1 подстанция имеет ОРУ высокого напряжения 110/220 кВ. На тягу поездов работают 74 стационарных трансформатора и 6 передвижных типа ТФТП.

Таблица 1

Общее количество стационарных и передвижных трансформаторов

Тип трансформатора	Общее количество	ЭЧ-1	ЭЧ-2	ЭЧ-3	ЭЧ-4	ЭЧ-5	ЭЧ-6	ЭЧ-7
Стационарные	74	8	6	8	8	8	18	18
Передвижные	6	2	1	-	1	-	1	1

Количество тяговых трансформаторов по ЭЧ

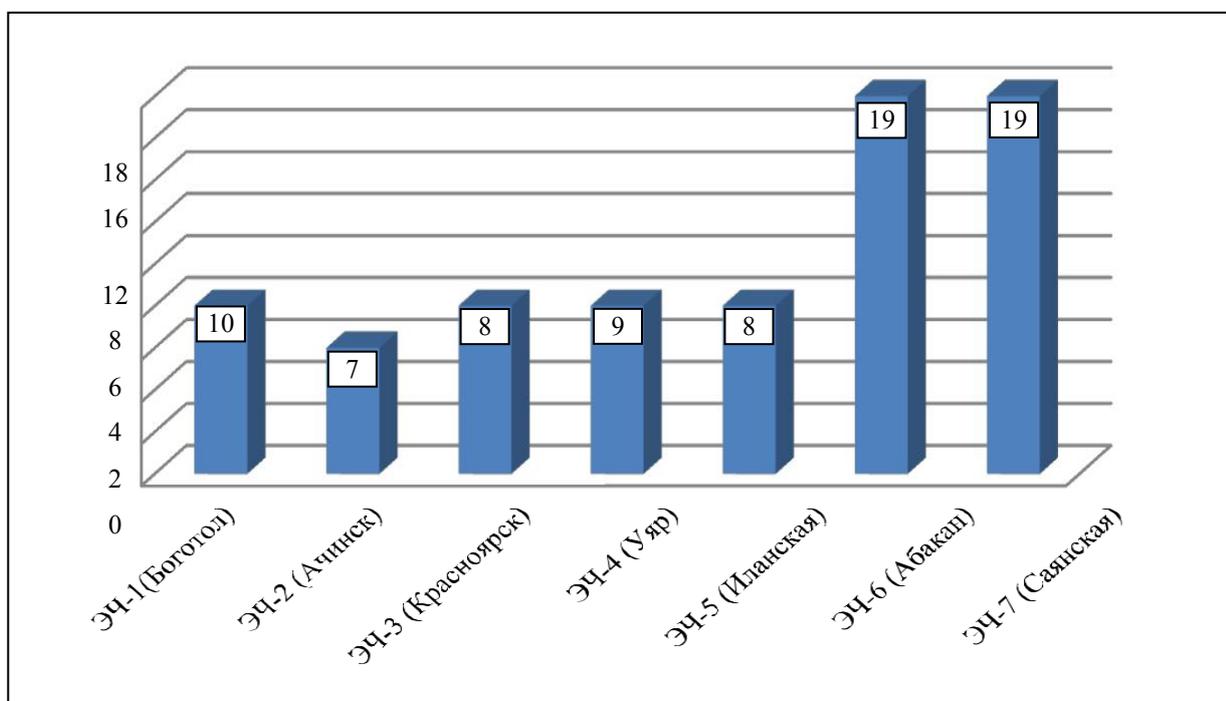


Рис. 1. Общее количество силовых стационарных трансформаторов по НТЭ, каждому ЭЧ

2. Силовые трансформаторы на особом контроле

Применение метода хроматографического анализа позволило выявить трансформаторы с внутренними дефектами.

Из 74 трансформаторов предполагаемые повреждения имеют 13 (17%), 6 из которых отработали нормативный срок эксплуатации – 25 лет.

При анализе повреждений установлено, что в одном трансформаторе дефекты выявлены в первый год эксплуатации. В четырёх трансформаторах отмечены процессы деградации твердой изоляции.

В одном тяговом трансформаторе диагностировано искрение и электрическая дуга.

Температурные аномалии обнаружены в пяти трансформаторах, а электрические дефекты – в трёх.

По результатам хроматографического анализа газов, растворенных в трансформаторном масле, с выявленными повреждениями находится следующее оборудование (трансформаторы остаются в работе, но стоят на особом контроле с учащенным отбором проб масла) [1].

Для более точной диагностики было рекомендовано использовать тепловизионный анализ, расширяющий возможности контроля [3]. Далее приведены результаты конкретных измерений [2].

На рис. 2 представлена термограмма тягового трансформатора с меньшей температурой одного из масляных радиаторов. Это может быть вызвано худшим теплообменом в данном радиаторе из-за сниженной скорости циркуляции масла, причиной которой является уменьшение сечения трубок радиатора.

Система регенерации масла трансформатора (рис. 3) имеет значительно меньшую температуру, чем бак трансформатора, что говорит о ее неисправности и, как следствие, сокращению срока службы трансформаторного масла.

Дефекты разъемных контактных соединений, как правило, вызывают увеличение переходных сопротивлений. Повышенная температура на вводах трансформаторов (рис. 4) сигнализирует о плохом контакте соединений и, как следствие, ускоренном старении изоляции вводов.

Повышенная температура ввода выключателя (рис. 5) говорит об ослабленном контакте, что со временем может вызвать на поверхности контакта окисную пленку с высоким сопротивлением. Несимметричный режим здесь маловероятен, так как температура одноименного ввода не повышена.

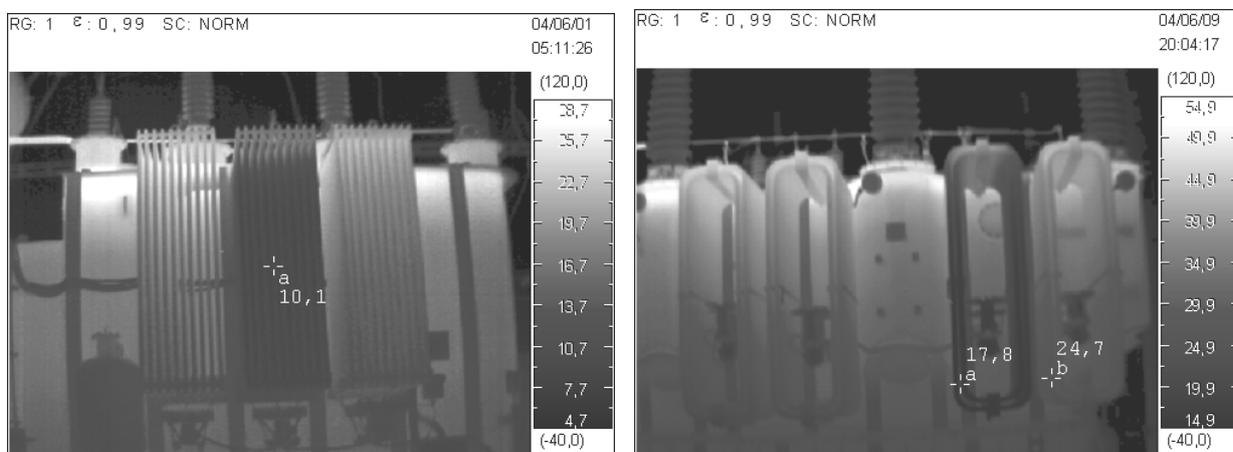


Рис. 2. Термограмма тягового трансформатора

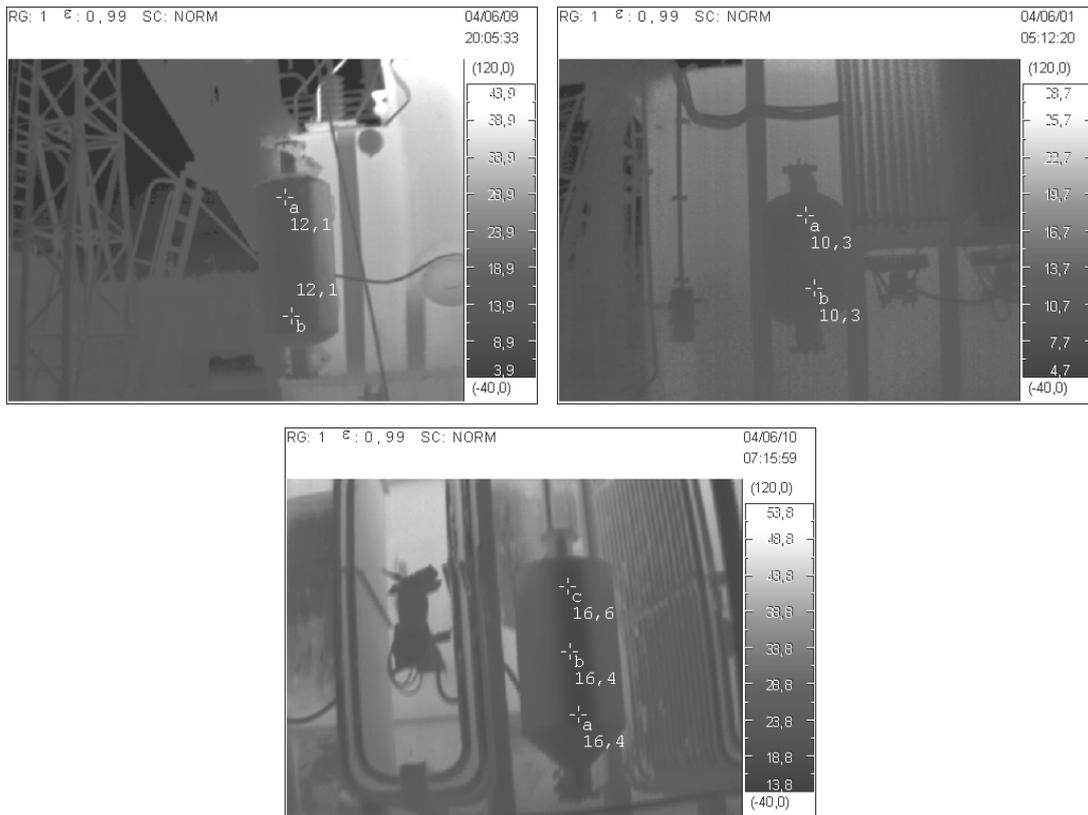


Рис. 3. Термограмма системы регенерации масла

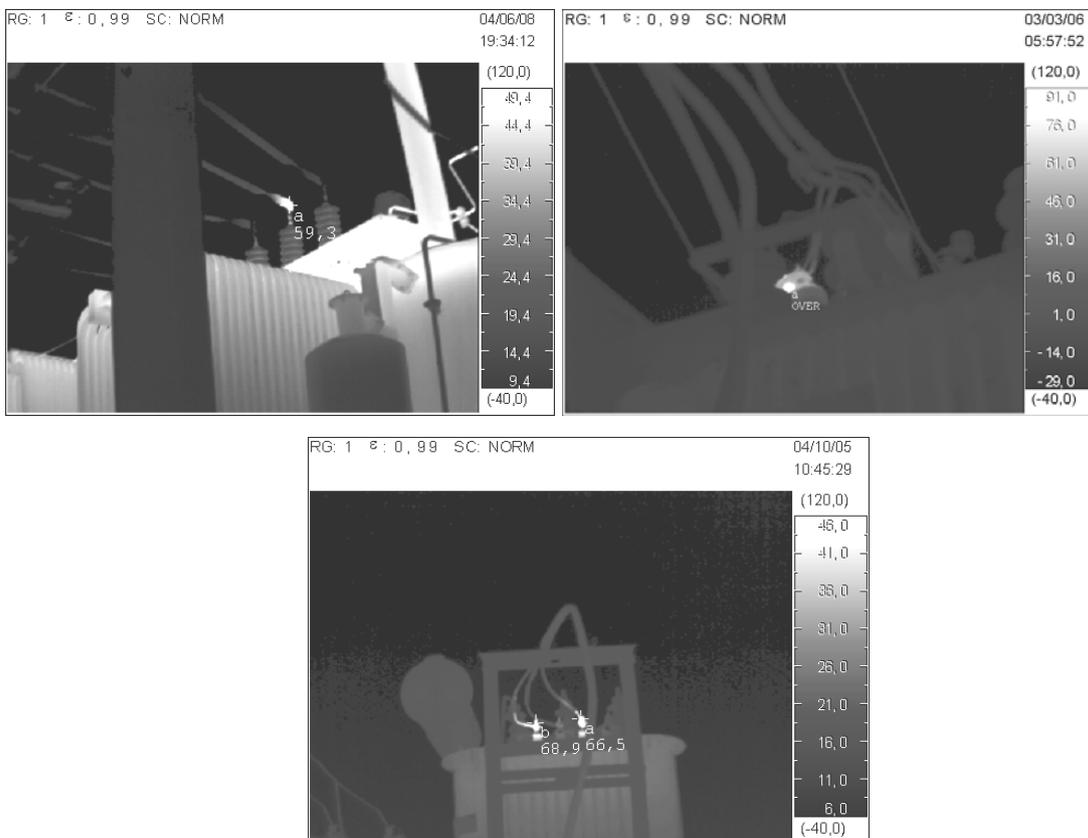


Рис. 4. Термограмма разъемных контактных соединений

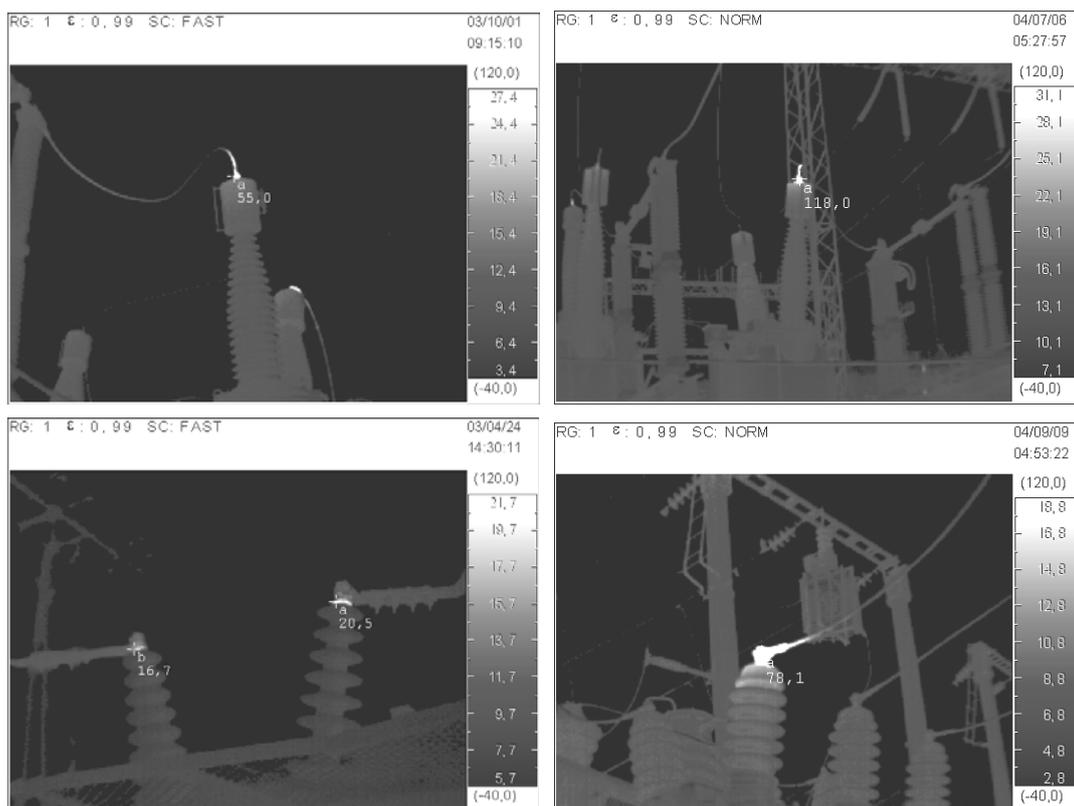


Рис. 5. Термограмма вводных устройств

Вывод

Применение тепловизора позволяет существенно расширить возможности анализа при контроле. Важно отметить возможность контроля в реальном масштабе времени, что позволяет оперативно, принимать решения.

Литература

1. Анализ состояния силовых трансформаторов тяговых подстанций Красноярской железной дороги // годовой отчет за 2018 год. Красноярск - 2019 г.
2. Анализ состояния силовых трансформаторов тяговых подстанций Красноярской железной дороги: / Орленко А.И., Петров М.Н., Колмаков В.О., Колмаков О.В. // Научное издание под ред. проф. Петрова М.Н. – Красноярск. - 2020 г. - Отпечатано в типографии ИП И.Д. Дворядкиной России, г. Красноярск, Академгородок, 50/28, оф. 156 , - 119 С. Тираж 500.
3. Исследование температурных режимов тягового подвижного состава железнодорожного транспорта тепловизором: / Быков И.Г., Петров М.Н., Пугач А.И. // Научное издание под ред. проф. Петрова М.Н. – Красноярск: Изд. Полицом ул. Вавилова 1, стр.9, - 2015 г. – 115 С. Тираж 500.

Сведения об авторах

Петров Михаил Николаевич – профессор, Главный научный сотрудник Сибирского государственного университета науки и технологий им. М.А. Решетнёва. mnp_kafaes@mail.ru

Колмаков Виталий Олегович, доцент – зав. кафедрой Красноярского института железнодорожного транспорта - филиала Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (г. Красноярск, Россия)