

**Новая технология предупреждения
возгораний и пожаров в
электроустановках с
использованием
термоиндикаторного контроля**

Алексей Лесив

ОБЛАСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Разработка и производство термоактивируемых материалов: термоиндикаторов, газовыделяющих наклеек и т.п.

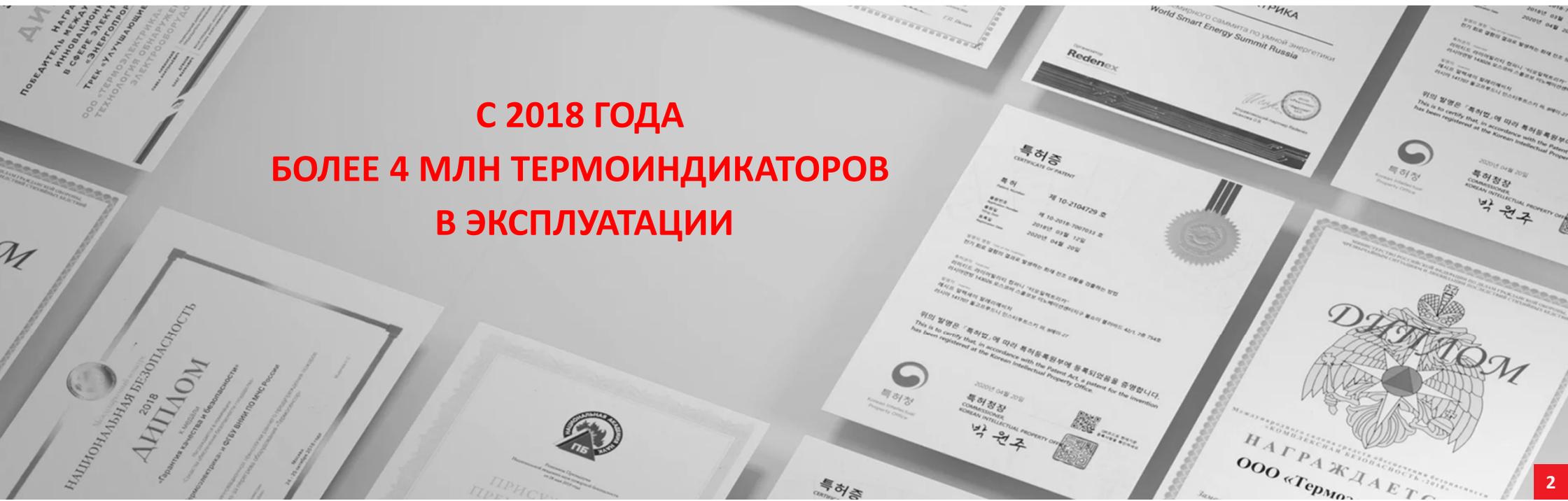
ПРОИЗВОДСТВО

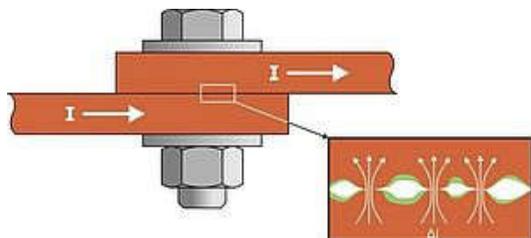
Собственное производство в Московской области.
Компания осуществляет разработку и полный цикл производства термоиндикаторов и системы «ТермоСенсор».

ПАТЕНТОВАНИЕ

13 патентов в России.
16 международных патентов (Китай, Индия, Корея, Япония, страны ЕС и Евразии).

**С 2018 ГОДА
БОЛЕЕ 4 МЛН ТЕРМОИНДИКАТОРОВ
В ЭКСПЛУАТАЦИИ**





Причины развития дефектов контактов и контактных соединений

- Возникновение оксидной пленки на поверхности контакта/контактного соединения
- Уменьшение площади контакта/контактного соединения из-за ослабления нажима или усилия прижатия
- Окисление и коррозия металла

$$Q = I^2 R t$$

Рост переходного контактного сопротивления

↓
Избыточный нагрев

↓
Ускоренный рост переходного контактного сопротивления

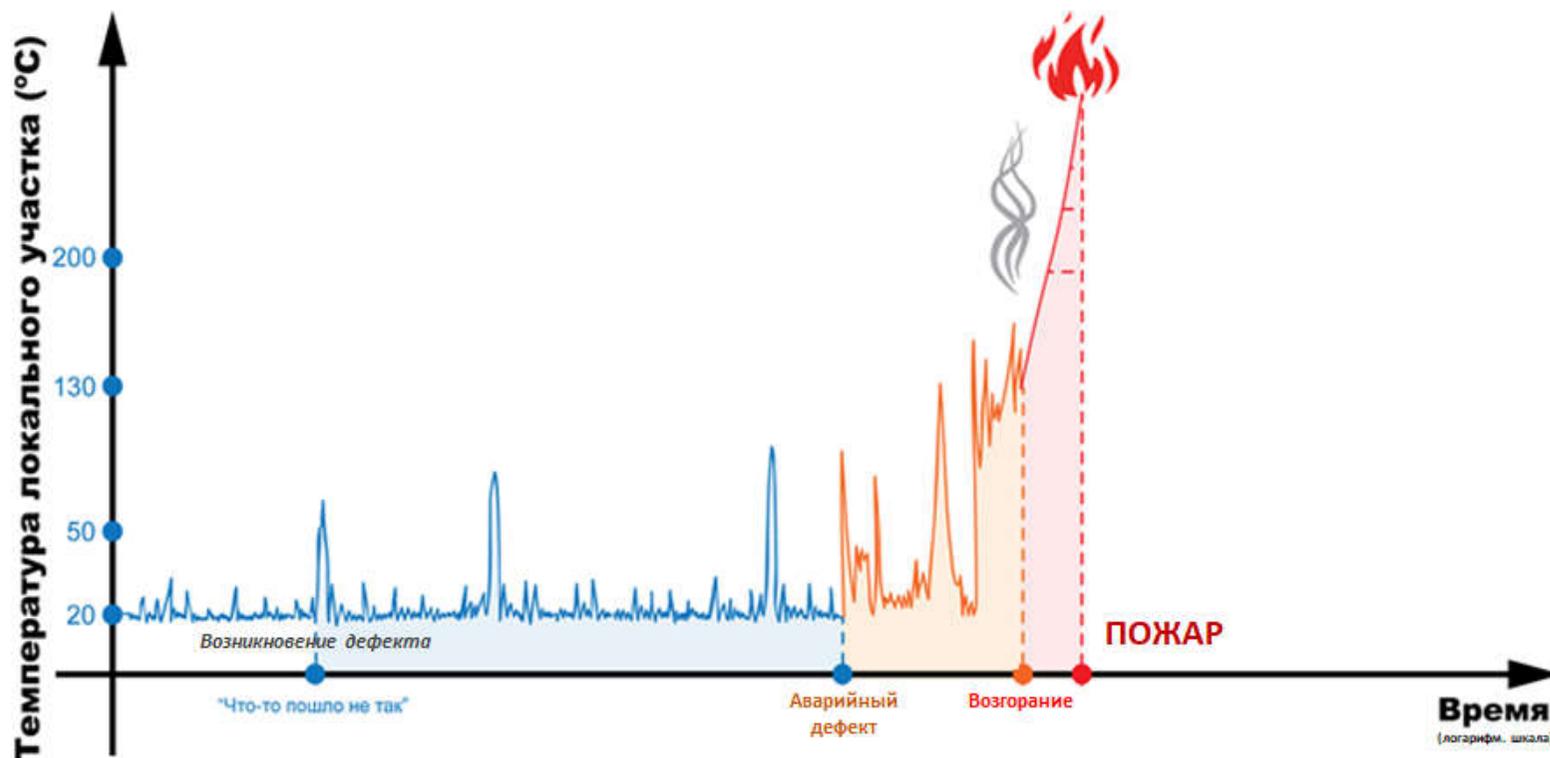
↓
Значительный нагрев

↓
Возгорание изоляции, оплавление и разрушение контакта/контактного соединения

↓
Возгорание, пожар

Развитие дефектов контактов и контактных соединений определяется ростом переходного контактного сопротивления.

Контакт, на котором возникает дефект, со временем обязательно отгорит.



Возникновение дефектов электрических цепей и электрооборудования – это естественный процесс, к которому необходимо быть готовыми.

На энергообъектах предусмотрен обязательный контроль состояния контактов и контактных соединений.

РД 34.45-51.300-97 «Объём и нормы испытаний электрооборудования»:

- указано требование о проведении тепловизионного контроля контактов и контактных соединений;
- приведена методика оценки теплового состояния контактов и контактных соединений;
- установлены нормируемые наибольшие допустимые значения температур нагрева контактов и контактных соединений;
- установлены требования по периодичности проведения тепловизионного контроля.

ОБЪЕМ

И НОРМЫ
ИСПЫТАНИЙ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
РД 34.45-51.300-97

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА РОССИИ



Контролируемые узлы	Наибольшее допустимое значение	
	температура нагрева, °С	превышение температуры, °С
1. Контакты из меди и медных сплавов: - без покрытий, в воздухе - с покрытием серебром или никелем, в воздухе - с покрытием оловом, в воздухе	75 105 90	35 65 50
2. Аппаратные выводы из меди, алюминия и их сплавов, предназначенные для соединения с внешними проводниками электрических цепей: - без покрытия - с покрытием оловом, серебром или никелем	90 105	50 65
3. Болтовые контактные соединения из меди, алюминия и их сплавов: - без покрытия, в воздухе - с покрытием оловом, в воздухе	90 105	50 65

Критерием наличия аварийного дефекта контакта и контактного соединения является превышение наибольшей допустимой температуры.

- Позволяет определить температуру нагрева контактного соединения в момент осмотра при текущем токе нагрузки
- Вывод о наличии и степени развития дефекта делается с использованием расчетных методик

Для определения степени развития дефектов контактных соединений с помощью тепловизора необходимо учитывать ток нагрузки

Контроль по температуре превышения ($I_{\text{раб.}} > 0,6I_{\text{ном}}$)

$$T_{\text{раб.}} > T_{\text{окр.}} + T_{\text{прев.}} \left(\frac{I_{\text{раб.}}}{I_{\text{ном.}}} \right)^2$$

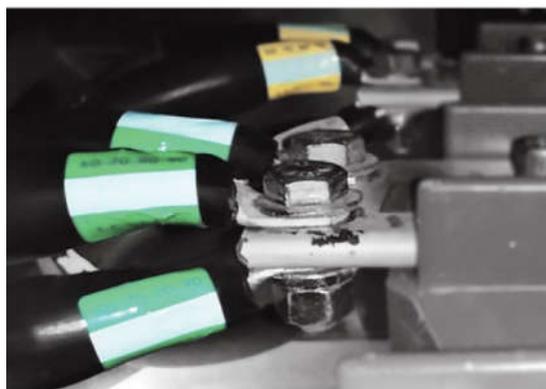
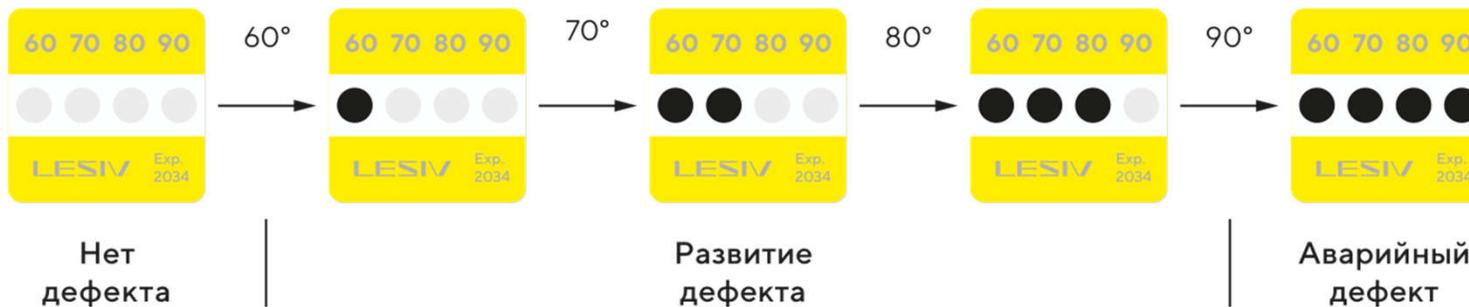
Контроль по избыточной температуре ($I_{\text{раб.}} > 0,3I_{\text{ном}}$)

$$T_{\text{деф.}} > T_{\text{окр.}} + (30 \text{ } ^\circ\text{C}) \times \left(\frac{I_{\text{раб.}}}{0,5I_{\text{ном.}}} \right)^2$$

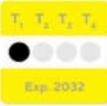
При определении температуры тепловизором необходимо учитывать: коэффициент излучения поверхности, угол обзора, параметры окружающей среды и пр.

Тепловизор позволяет определить температуру контакта или контактного соединения только при токе нагрузки в момент измерения.

Термоиндикаторы – это наклейки из композиционного материала, которые необратимо меняют цвет при нагревании до заданной температуры.



Термоиндикатор непрерывно контролирует температуру контактов и позволяет выявлять дефекты при осмотрах и техническом обслуживании.

Состояние термоиндикатора	$I_{\max} < 0,5I_{\text{ном}}$	$I_{\max} = 0,5-0,75I_{\text{ном}}$	$I_{\max} = 0,75-0,9I_{\text{ном}}$	$I_{\max} > 0,9I_{\text{ном}}$
	Отсутствие дефекта			
	Развившийся дефект	Начальная степень развития дефекта		
	Развившийся дефект		Начальная степень развития дефекта	
	Развившийся дефект			Начальная степень развития дефекта
	Аварийный дефект (достижение наибольшей допустимой температуры нагрева)			

• Начальная степень развития дефекта.

Следует держать под контролем и принимать меры по устранению во время проведения технического обслуживания и ремонта.

• Развившийся дефект.

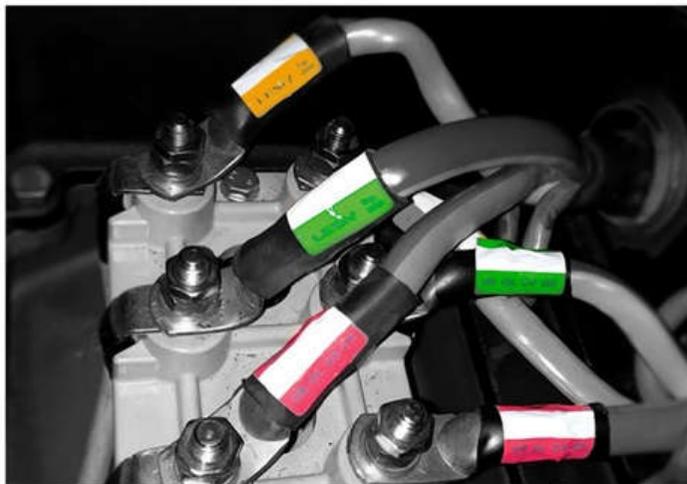
Принять меры по устранению дефекта при ближайшем выводе электрооборудования из работы.

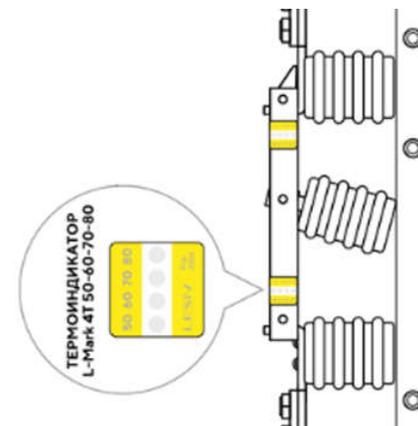
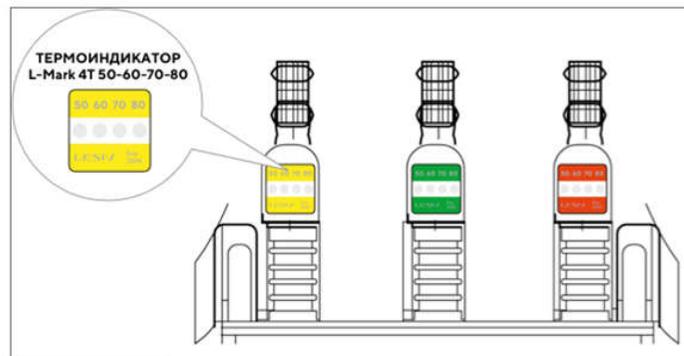
• Аварийный дефект.

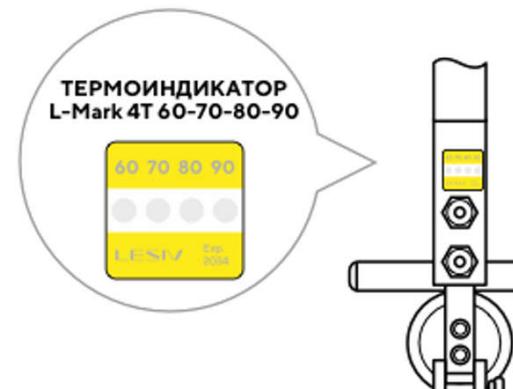
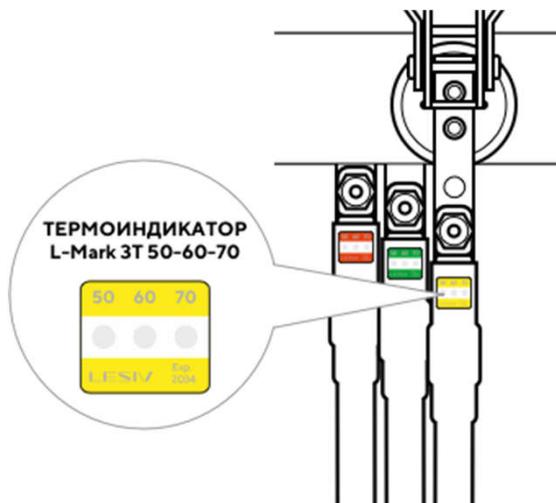
Требуется немедленного устранения.

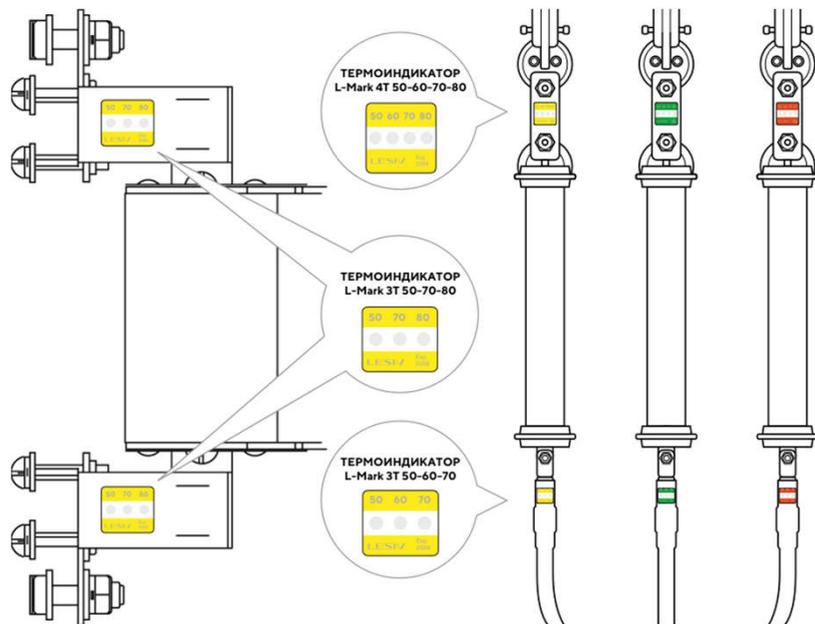
Использование необратимых термоиндикаторов позволяет проводить оценку состояния контактов и контактных соединений.

- ✓ Непрерывный контроль температуры контакта/контактного соединения;
- ✓ Возможность проведения визуального осмотра термоиндикаторов оперативным персоналом и оперативно-ремонтным персоналом при осмотрах и техническом обслуживании электроустановок;
- ✓ Контроль труднодоступных или недоступных для тепловизора элементов.









Специалистами ПАО «Россети Московский регион» совместно с ООО «Нилед» и ООО «ТермоЭлектрика» разработана универсальная конструкция для монтажа термоиндикаторов на различные типы контактных соединений электроустановок.

Проведено пилотное внедрение таких работ, проведена оценка их трудоемкости и эффективности. Разработаны технологические карты проведения работ по установке термоиндикаторов под напряжением.

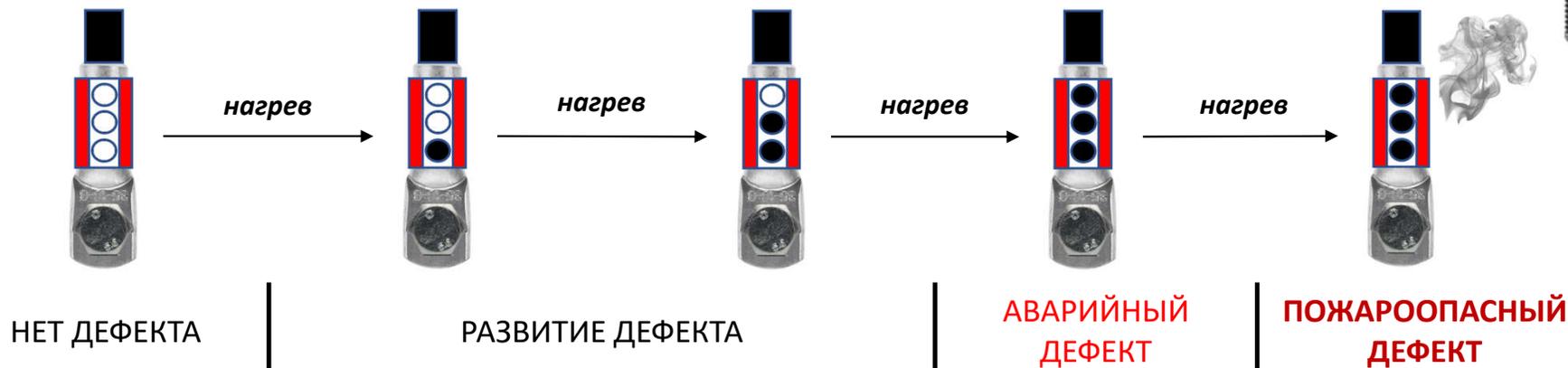


Впервые в России!



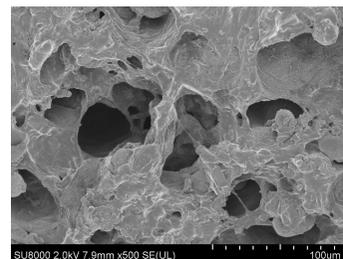
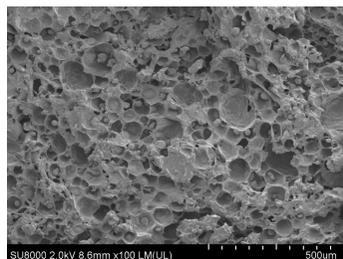
В качестве объекта для установки термоиндикаторов под напряжением были выбраны РУ 0,4 кВ, ТП 6-10 кВ

Принцип работы термоактивируемых газовыделяющих наклеек



При нагреве выше пожароопасной температуры наклейка выделяет сигнальный газ, который фиксируется датчиком

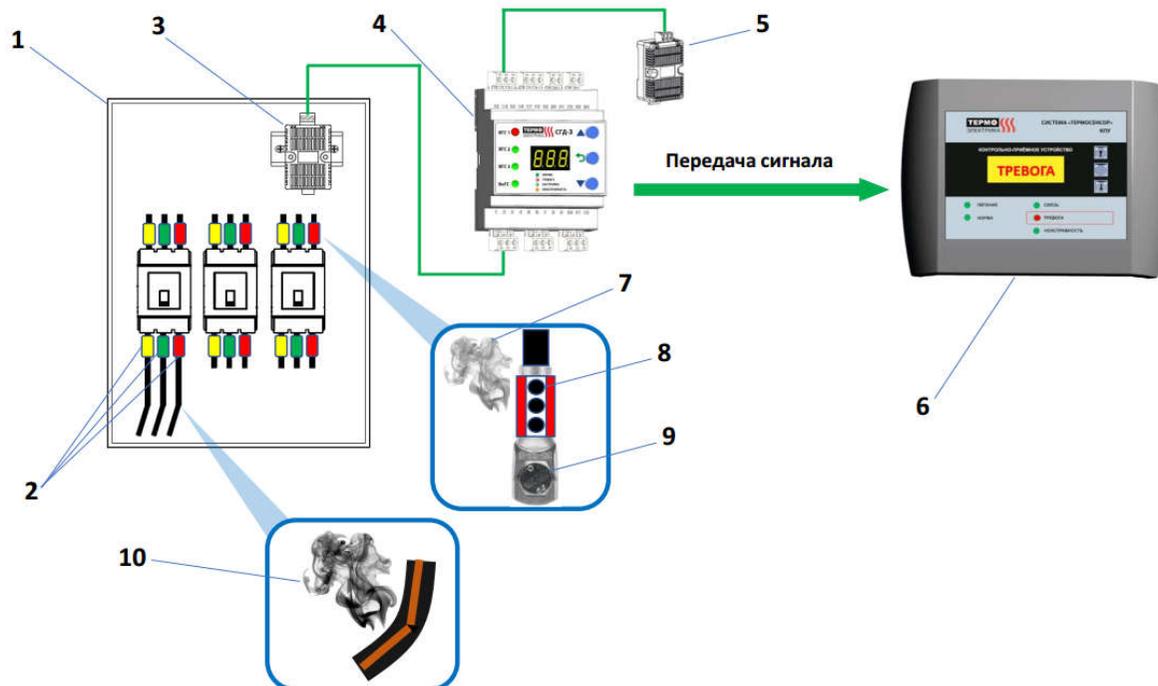
Работа наклеек обеспечивается особой микроструктурой термочувствительного материала в исходном состоянии и его необратимым разрушением при нагреве.



Микрофотографии микропористого материала наклейки, поры которого заполнены сигнальным газом, в исходном состоянии.

Принцип работы термоактивируемых газовыделяющих наклеек реализован в системе «ТермоСенсор».

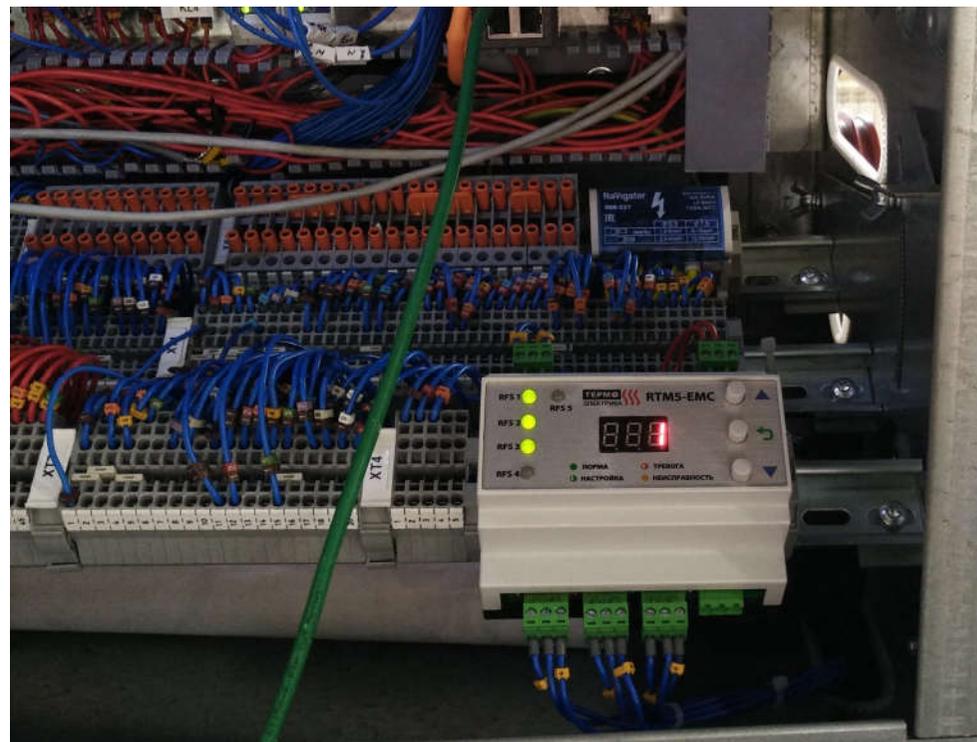
Система «ТермоСенсор» позволяет выявлять пожароопасные нагревы в автоматическом режиме.



- 1 – электроустановка
- 2 – термоактивируемая газовыделяющая наклейка
- 3 – выносной газовый сенсор
- 4 – специализированный газовый датчик
- 5 – внешний газовый сенсор
- 6 – контрольно-приёмное устройство
- 7 – сигнальный газ
- 8 – термоиндикатор
- 9 – болтовое контактное соединение
- 10 – продукты термодеструкции изоляции

Система предупреждения возгорания «ТермоСенсор» автоматически информирует о пожароопасном нагреве и позволяет не допустить возникновения пожара.





СТАНДАРТЫ ОРГАНИЗАЦИЙ:

- ✓ СТО 76561356-29-004-2022 (АО "ОЭК")
- ✓ СТО 34.01-12-002-2022 (ПАО "РОССЕТИ")
- ✓ СТО РусГидро 02.02.146-2023 (ПАО "РУСГИДРО")
- ✓ СТО ИНТИ М.130.1-2023



РЕКОМЕНДАЦИИ МЧС:

Методические рекомендации по организации профилактики пожаров от электрооборудования в жилых и общественных зданиях с применением технических средств (МЧС России, 2022)



РАСПОРЯЖЕНИЕ МИНИСТРА ЖКХ РТ И.Э. ФАЙЗУЛЛИНА

«...рекомендовать государственным заказчикам применять технологии раннего обнаружения предожарных и предаварийных ситуаций, связанных с неисправностью электрооборудования на объектах, финансирование которых осуществляется с привлечением бюджетных средств разных уровней.»

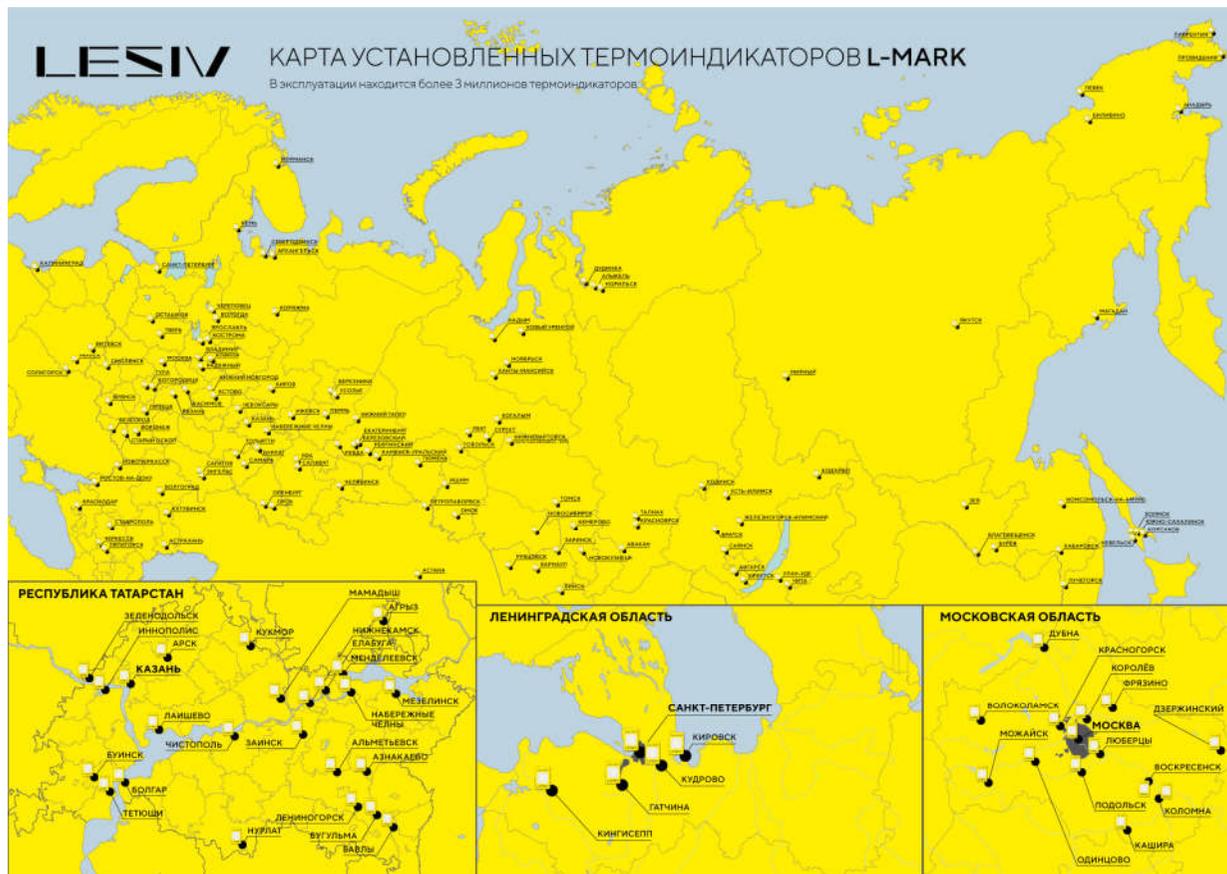


2022 ГОД – Положение ПАО «ФСК ЕЭС» «О единой технической политике в электросетевом комплексе»:

«2.1.7.12. Рекомендуется применение распределительных устройств 0,4-20 кВ со встроенными системами автоматизированного контроля нагрева контактных соединений, с учётом соблюдения условий:

- ✓ отсутствия необходимости технического обслуживания системы в течение всего срока службы;
- ✓ беспроводной передачи сигнала о нагреве от объекта измерения (контактного соединения) к анализирующему устройству (датчику);
- ✓ отсутствия гальванических элементов питания датчиков или считывателей сигнала;
- ✓ отсутствия элементов системы, имеющих риски влияния на надежность защищаемого электрооборудования;
- ✓ минимальной стоимости системы, незначительно влияющей на конечную общую стоимость распределительного устройства 0,4-20 кВ в целом (положительное ТЭО);

2.1.7.13. В распределительных устройствах 0,4-20 кВ ПС, ТП, РП рекомендуется применять термоиндикаторы для периодического контроля температурного режима электротехнического оборудования.»



**В настоящий момент в РФ в эксплуатации находятся более 4 млн термоиндикаторов.
Выявлено более 847 дефектов контактов и контактных соединений.**

Стоимость оснащения электроустановок термоиндикаторами

ТП/КТП – 3–5 т.р.



РП/РТП – от 12 т.р.



ПС 35-220 кВ – от 70 т.р.



Стоимость оснащения электроустановок автоматической системой предупреждения возгорания «ТермоСенсор»

ДЕТСКИЙ САД – от 80 т.р.



ШКОЛА – от 200 т.р.



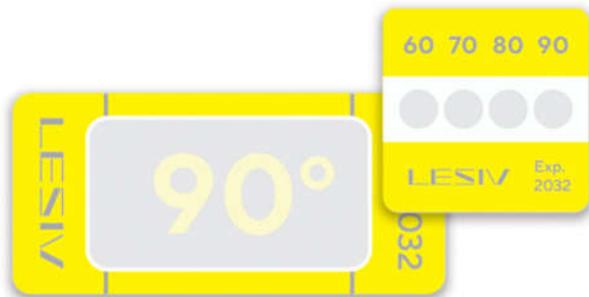
ФОРУМ ПМЭС – 2455 т.р.



Самое доступное решение в России и мире.

Применение термоиндикаторного контроля контактов и контактных соединений электроустановок позволяет:

- ✓ обеспечить своевременное выявление дефектов контактов и контактных соединений;
- ✓ повысить надежность и безопасность эксплуатации электроустановок;
- ✓ предотвратить возгорания и пожары в электроустановках по причине дефектов контактов и контактных соединений.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

ООО «ТермоЭлектрика»
www.thermoelectrika.com
+7 (499) 130-62-30
info@thermoelectrika.com