

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**по использованию термоиндикаторных наклеек для**  
**оценки состояния контактов и контактных соединений**  
**электрооборудования и ЛЭП**

## Содержание:

<b>1. Введение .....</b>	<b>3</b>
1.1 Общие положения .....	3
1.2 Термины и сокращения .....	3
<b>2. Виды термоиндикаторных наклеек .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Элементы электроустановок, рекомендуемые к тепловому контролю с использованием термоиндикаторов.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Установка термоиндикаторных наклеек.....</b>	<b>5</b>
<b>5. Порядок действий при осмотре термоиндикаторных наклеек .....</b>	<b>8</b>
<b>6. Методики термоиндикаторного контроля контактов и контактных соединений .....</b>	<b>10</b>
6.1 Контроль по предельной температуре нагрева .....	10
6.2 Контроль по избыточной температуре нагрева .....	12
6.3 Контроль по коэффициенту дефектности .....	13
<b>7. Периодичность проведения термоиндикаторного контроля.....</b>	<b>13</b>
<b>8. Рекомендуемые характеристики термоиндикаторных наклеек.....</b>	<b>14</b>
<b>Приложение А .....</b>	<b>16</b>
<b>Приложение Б .....</b>	<b>21</b>

## 1. Введение

### 1.1 Общие положения

Термоиндикаторный контроль позволяет проводить оценку состояния контактов и контактных соединений.

Методические указания включают в себя методику проведения термоиндикаторного контроля, периодичность и объём измерений контролируемого объекта или совокупности объектов. Приведенные в настоящих методических указаниях периодичность и наибольшие допустимые значения температур для термоиндикаторного контроля электрооборудования РУ, КЛ и ВЛ определены с учетом требований РД 34.45-51.300-97, РД 153-34.0-20.363-99, ГОСТ 8865-93, 8024-90, 10693-81, 2213-79, 10434-82, 16708-84, 2585-81, 32397-2020, 26346-84, 839-2019, ГОСТ Р 51321.1-2007 и др., а также с учетом опыта эксплуатации, режима работы, внешних и других факторов.

По результатам термоиндикаторного контроля решение о замене или ремонте принимается техническим руководителем объекта энергетики.

### 1.2 Термины и сокращения

В настоящих Методических указаниях применяются следующие термины и сокращения:

**избыточная температура** – превышение температуры контролируемого узла над температурой аналогичных узлов других фаз, находящихся в одинаковых условиях;

**коэффициент дефектности** – отношение превышения температуры контактного соединения к превышению температуры, измеренному на целом участке шины (провода), отстоящем от контактного соединения на расстоянии не менее 1 м;

**превышение температуры** – разность между температурой контролируемого узла и температурой окружающего воздуха.

**ЭУ** – электроустановка

**РУ** – распределительное устройство

**КЛ** – кабельная линия электропередачи

**ВЛ** – воздушная линия электропередачи

**ТИН** – термоиндикаторная наклейка

## 2. Виды термоиндикаторных наклеек

Конструктивно термоиндикаторные наклейки представляют собой гибкую

самоклеящуюся пластину из полимерного материала с нанесенным в центральной части термочувствительным материалом в виде белых точек, полосок или иных форм с заданной температурой (Рис.1а) или температурной шкалой (Рис.1б).



Рис. 1. Внешний вид однотемпературных (а) и многотемпературных (б) термоиндикаторных наклеек.

Термоиндикаторные наклейки могут выполняться в различном цветовом исполнении, что позволяет одновременно осуществлять цветовую маркировку фаз.

Принцип работы необратимых термоиндикаторных наклеек основан на фазовом переходе (плавлении) нанесенного термочувствительного вещества с его последующим растворением в полимерном связующем или материале наклейки. При воздействии температуры происходит необратимое изменение цвета термочувствительного материала на поверхности наклейки с белого на черный (см. Рис. 2).

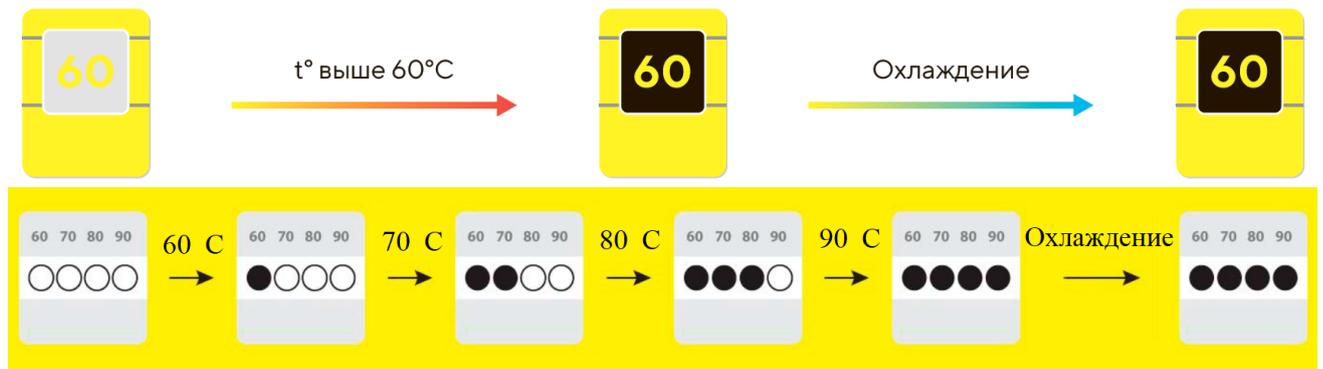


Рис. 2. Принцип работы необратимых однотемпературных (верхняя панель) и многотемпературных (нижняя панель) термоиндикаторных наклеек.

Термоиндикаторные наклейки могут использоваться на улице и внутри помещений. Клеевой слой термоиндикаторных наклеек должен обеспечивать надёжную фиксацию на проводах, шинах, контактных соединениях, а также на плоской поверхности электрооборудования, необходимую для функционирования наклейки на протяжении всего срока эксплуатации.

### **3. Элементы электроустановок, рекомендуемые к тепловому контролю с использованием термоиндикаторов**

Термоиндикаторный контроль рекомендуется использовать на объектах, осмотр которых тепловизором неэффективен, в силу отсутствия необходимой нагрузки в момент осмотра, или конструкционно невозможен.

Термоиндикаторы рекомендуется использовать в дополнение к тепловизионному контролю в электроустановках ТЭС, электрических подстанций 35-220 кВ, в том числе двух-трансформаторных, закрытых центрах питания, не обслуживаемых и не оборудованных системами учета электроэнергии и телемеханики; в распределительных электросетях, в том числе работающих с предельными токовыми нагрузками или частыми случаями КЗ, не имеющими резервирования, обслуживающих потребителей первой категории, находящихся за пределом срока эксплуатации, удаленных и работающих в сложных климатических условия эксплуатации (ветровые нагрузки, гололед и т.п.).

Приоритетными объектами для установки термоиндикаторов являются контакты и контактные соединения электрических цепей номинальным током более 60А, а также наиболее нагруженных токоведущих частей электроустановок, щитов собственных нужд и электрооборудования, обеспечивающего безопасность эксплуатации технологического оборудования.

Приоритетный список оборудования и его узлов, подлежащий термоиндикаторному контролю, приведен в приложении А.

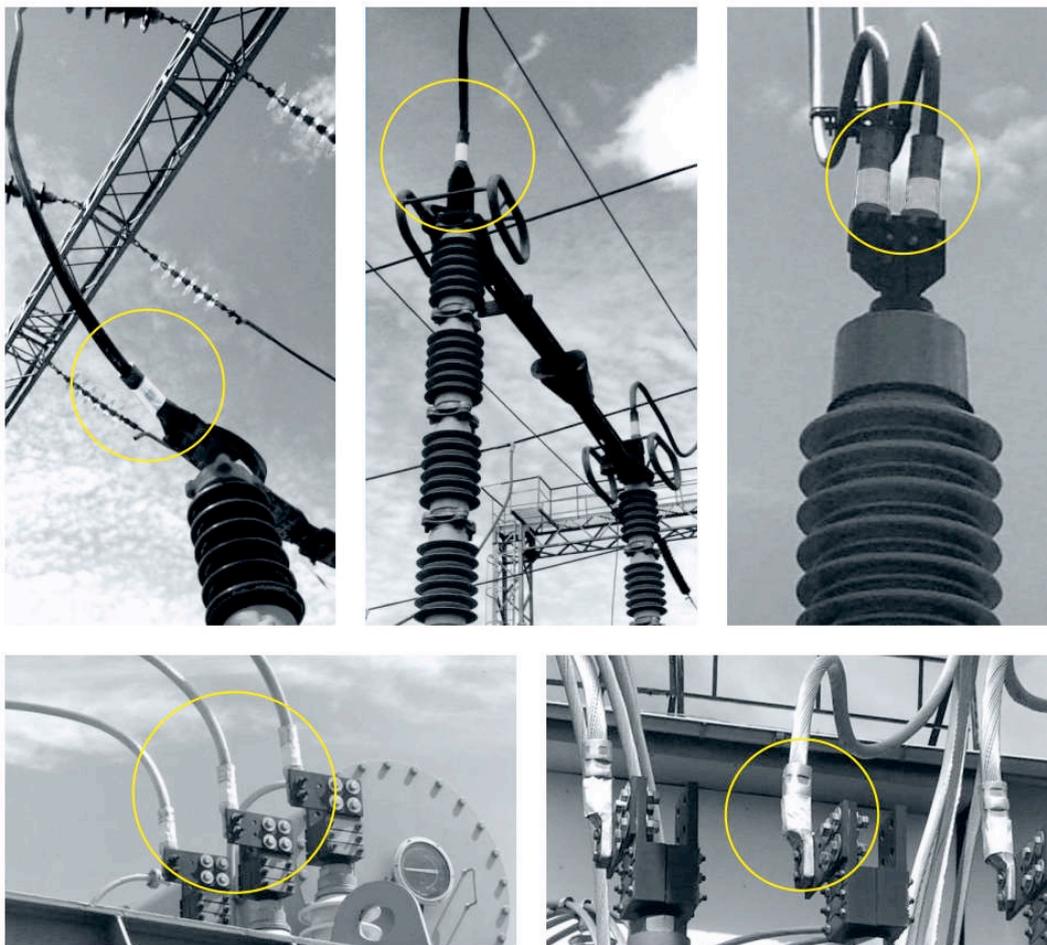
### **4. Установка термоиндикаторных наклеек**

Установку термоиндикаторных наклеек следует производить на выведенном в ремонт электрооборудовании, с соблюдением Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, инструкций завода-изготовителя, других действующих НТД.

- Термоиндикаторы рекомендуется устанавливать при монтаже нового оборудования, а также в действующих электроустановках при проведении ремонта или технического обслуживания.
- Перечень мест установки термоиндикаторов должен быть утвержден техническим руководителем электрообъекта.
- Факт установки термоиндикаторов должен быть отражен в журнале учёта термоиндикаторов (см. приложение Б).
- Термоиндикаторы необходимо устанавливать в непосредственной близости от контактов или контактных соединений таким образом, чтобы термочувствительный слой поверхности был хорошо видимым, а сама наклейка не препятствовала работе электроустановки, осмотрам и проведению ремонтных работ.



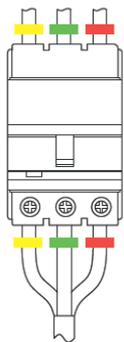
## Примеры установки термоиндикаторов в ЭУ:



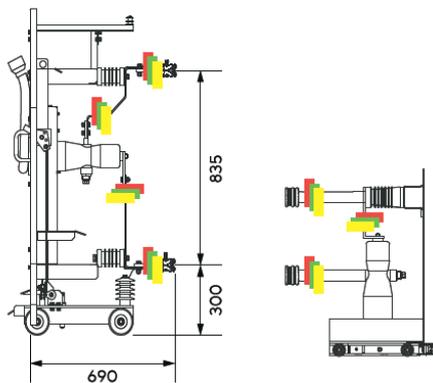
## Места установки термоиндикаторов на аппаратных зажимах ВЛ



## Пример установки термоиндикаторов на контактных соединениях РУ 0,4 кВ

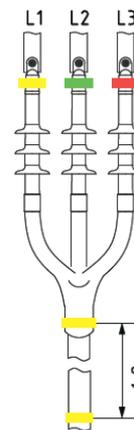


Монтаж термоиндикаторов на автоматический выключатель

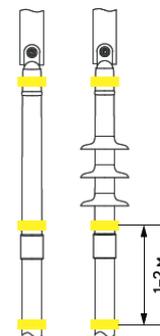
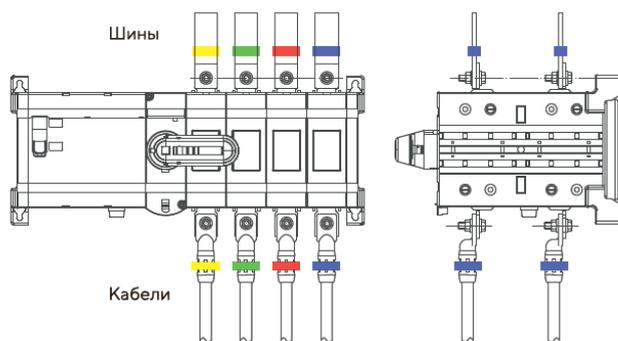


Выключатель ВВ/TEL

Выключатель ВВ/TEL



Монтаж термоиндикаторов на трехфазную кабельную муфту

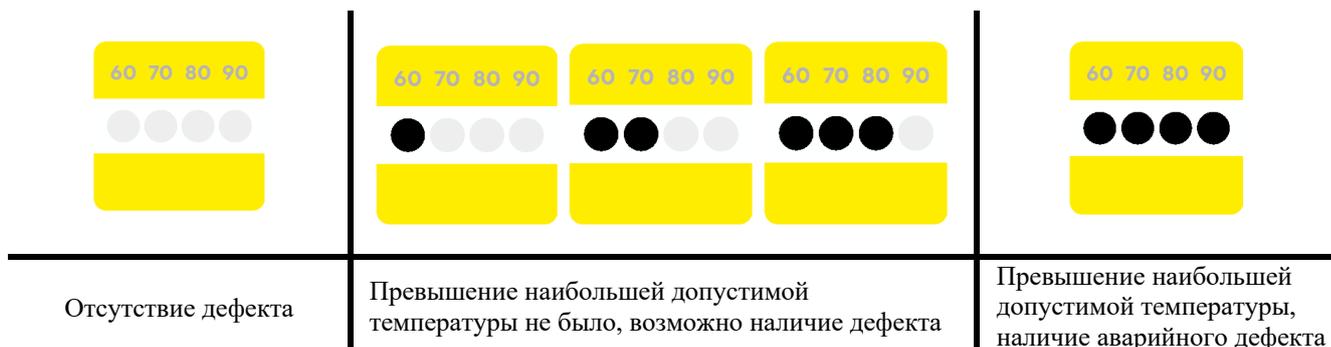


Пример установки термоиндикаторов на выключателях, реверсивных рубильниках и на кабельных муфтах трехжильного и одножильного кабеля.

## 5. Порядок действий при осмотре термоиндикаторных наклеек

Для выявления дефектов контактов и контактных соединений при осмотре термоиндикаторных наклеек необходимо руководствоваться следующими правилами:

- Отсутствие превышения минимальной контролируемой температуры (все термоиндикаторные точки белые) означает отсутствие дефекта;
- Превышение максимальной контролируемой температуры (все термоиндикаторные точки черные) означает превышение наибольшей допустимой температуры и наличие аварийного дефекта;
- Частичное превышение контролируемых температур (частичное окрашивание термоиндикаторных точек) свидетельствует о возможном наличии дефекта. Для оценки состояния контакта или контактного соединения необходимо воспользоваться приведенными в п. 6 методиками или иными диагностическими методами.



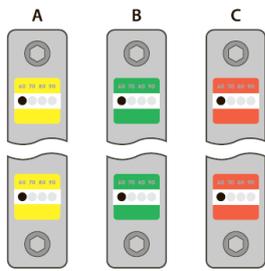
Порядок действий при превышении контролируемых температур:

❖ В случае превышения наибольшей контролируемой температуры нагрева (окрашивание всех точек):

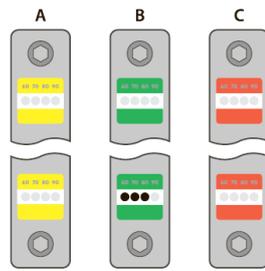
1. сделать запись в журнал дефектов;
2. проинформировать руководителя структурного подразделения, ответственного за состояние данной электроустановки.

❖ В случае обнаружения перегрева, не превышающего наибольшую контролируемую температуру нагрева (часть точек окрашена):

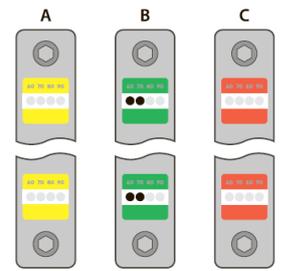
1. сделать запись в журнал дефектов;
2. установить причину нагрева: плохой контакт, избыточная токовая нагрузка, неравномерное распределение нагрузки по фазам и т.п.;
3. принять следующие меры (на усмотрение технического руководителя):
  - проведение внеочередного ИК-контроля с целью оценки степени развития дефекта;
  - организовать учащенный контроль за динамикой развития нагрева;
  - снятие замеров токов нагрузки и перераспределения нагрузки;
  - ремонт или замена элемента (узла) ЭУ при проведении планового или внепланового технического обслуживания или ремонта.



Пример срабатывания из-за превышения температуры эксплуатации



Пример срабатывания из-за «плохого контакта»



Пример срабатывания из-за превышения нагрузки на фазе B

## 6. Методики термоиндикаторного контроля контактов и контактных соединений

При токах нагрузки более  $0,3 I_{\text{ном}}$  оценка теплового состояния электрооборудования и токоведущих частей в зависимости от условий их работы и конструкции может осуществляться по нормированным температурам нагрева, избыточной температуре, коэффициенту дефектности, динамике изменения температуры во времени с изменением нагрузки, путем сравнения измеренных значений температуры в пределах фазы, между фазами, заведомо исправными участками и т.п. в соответствии с указаниями отдельных пунктов настоящих методических указаний.

Для электроустановок с максимальным током нагрузки менее  $0,3 I_{\text{ном}}$  термоиндикаторный контроль неэффективен.

### 6.1 Контроль по предельной температуре нагрева

Термоиндикаторный контроль контактов и контактных соединений при максимальных токах нагрузки более  $0,6 I_{\text{ном}}$  рекомендуется проводить с использованием формулы (1) и данных Таблицы 1.

**Таблица 1. Допустимые и контролируемые температуры нагрева контактов, контактных соединений и ЛЭП**

Контролируемые узлы	Наибольшее допустимое значение		Контролируемые термоиндикаторами температуры	
	Температура нагрева, °С	Превышение температуры, °С	Площадь сечения токопровода до 10мм <sup>2</sup>	Площадь сечения токопровода свыше 10мм <sup>2</sup>
1. Токоведущие (за исключением контактов и контактных соединений) и нетоковедущие металлические части: - не изолированные и не соприкасающиеся с изоляционными материалами - изолированные или соприкасающиеся с изоляционными материалами классов нагревостойкости по ГОСТ 8865-93:	120	80	70-100-120	70-90-100-120
У	90	50	60-80-90	60-70-80-90
А	105	60	60-90-110	60-80-90-110

Е	120	80	70-100-120	70-90-100-120
2. Контакты из меди и медных сплавов:				
- без покрытий, в воздухе	75	35	50-70-80	50-60-70-80
- с накладными серебряными пластинами, в воздухе	120	80	70-100-120	70-90-100-120
изоляционном масле				
- с покрытием серебром или никелем, в воздухе	105	65	60-90-110	60-80-90-110
- с покрытием серебром толщиной не менее 24 мкм	120	80	70-100-120	70-90-100-120
- с покрытием оловом, в воздухе	90	50	60-80-90	60-70-80-90
3. Контакты металлокерамические вольфрамо- и молибденосодержащие в изоляционном масле: на основе меди/на основе серебра	85/90	45/50	60-80-90	60-70-80-90
4. Аппаратные выводы из меди, алюминия и их сплавов, предназначенные для соединения с внешними проводниками электрических цепей:				
- без покрытия	90	50	60-80-90	60-70-80-90
- с покрытием оловом, серебром или никелем	105	65	60-90-110	60-80-90-110
5. Болтовые контактные соединения из меди, алюминия и их сплавов:				
- без покрытия, в воздухе	90	50	60-80-90	60-80-90-90
- с покрытием оловом, в воздухе	105	65	60-90-110	60-80-90-110
- с покрытием серебром или никелем, в воздухе	115	75	70-100-120	70-90-100-120
6. Предохранители переменного тока на напряжение 3 кВ и выше: соединения из меди, алюминия и их сплавов в воздухе без покрытий/с покрытием оловом				
- с разъемным контактным соединением, осуществляемым пружинами	75/95	35/55	50-60-70-80 / 60-70-80-100	
- с разборным соединением (нажатие болтами или винтами), в том числе выводы предохранителя	90/105	50/65	60-70-80-90 / 60-80-90-110	
металлические части, используемые как пружины				
- из меди	75	35	50-60-70-80	
- из фосфористой бронзы и аналогичных сплавов	105	65	60-80-90-110	
7. Токоведущие жилы силовых кабелей в режиме длительном/аварийном при наличии изоляции:				
- из поливинилхлоридного пластика и полиэтилена	70/80	-	50-55-60/ 50-70-80	50-55-60-70/ 50-60-70-80
- из вулканизирующегося полиэтилена	90/130	-	60-80-90/ 70-100-120	60-70-80-90/ 70-90-100-120
- из резины	65/-	-	50-55-60	50-55-60-70
- из резины повышенной теплостойкости	90/-		60-80-90	60-70-80-90
с пропитанной бумажной изоляцией при вязкой/обедненной пропитке и номинальном напряжении, кВ:				
1 и 3	80/80	-	50-70-80	50-60-70-80
6	65/75	-	50-55-60/ 50-60-70-80	50-55-60-70/ 50-60-70-80

10	60/-	-	50-55-60	50-55-60-70
20	55/-	-	50-55-60	50-55-60-70
35	50/-	-	50-55-60	50-55-60-70
8. Подшипники скольжения/качения	80/100	-	80/100	

Определение наличия аварийного дефекта проводится следующим образом:

- отсутствие превышения нижней контролируемой температуры термоиндикатора свидетельствует об отсутствии аварийного дефекта;
- превышение всех контролируемых температур термоиндикатора свидетельствует о наличии аварийного дефекта;
- при неполном превышении контролируемых температур термоиндикатора критерием аварийного дефекта является выполнение условия:

$$T_{\text{макс. инд.}} > T_{\text{макс. окр.}} + \Delta T_{\text{прев.}} \left[ \frac{I_{\text{макс}}}{I_{\text{ном}}} \right]^2, \quad (1)$$

где  $T_{\text{макс. инд.}}$  – наибольшая температура зарегистрированная термоиндикатором;

$\Delta T_{\text{прев.}}$  – наибольшая допустимая температура превышения в соответствии с таблицей 2.

$T_{\text{макс. окр.}}$  – значение температуры окружающего воздуха в момент прохождения максимального тока нагрузки;

$I_{\text{макс}}$  – максимальный фактический рабочий ток ЭУ (А);

$I_{\text{ном}}$  – номинальный ток ЭУ (А).

## 6.2 Контроль по избыточной температуре нагрева

Термоиндикаторный контроль электрооборудования при токах нагрузки 0.3-0.6  $I_{\text{ном}}$  проводится по методу избыточной температуры с использованием термоиндикаторных наклеек с температурными переходами 50-60-70 и 50-60-70-80. Вывод о наличии дефекта делается на основании разницы температур с учетом максимального тока нагрузки в соответствии с таблицей 2.

Избыточная температура определяется как разница между максимальными значениями температур идентичных узлов электрооборудования, зафиксированная термоиндикаторами, или разница между максимальной зафиксированной температурой термоиндикатора и максимальной температурой окружающего воздуха.

**Таблица 2. Определение дефекта по избыточной температуре**

Степень дефекта и выбор термоиндикаторов по избыточной температуре	Избыточная температура (разница температур превышения) при различных токах нагрузки, °C						
	$I=0.3I_{\text{ном}}$	$I=0.35I_{\text{ном}}$	$I=0.4I_{\text{ном}}$	$I=0.45I_{\text{ном}}$	$I=0.5I_{\text{ном}}$	$I=0.55I_{\text{ном}}$	$I=0.6I_{\text{ном}}$
Начальная степень неисправности	2-4	2-5	3-6	4-8	5-10	6-12	7-14
Развившийся дефект	4-11	5-15	6-19	8-24	10-30	12-36	14-43

Аварийный дефект	более 11	более 15	более 19	более 24	более 30	более 36	более 43
------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

### 6.3 Контроль по коэффициенту дефектности

Термоиндикаторный контроль КЛ, сварных, паяных и выполненных обжатием контактных соединений осуществляется по коэффициенту дефектности. Для этой цели используются термоиндикаторы с многотемпературной шкалой 50-55-60-70 для токов нагрузки ЭУ  $0,3 - 0,6 I_{ном}$  или 50-60-70-80 при токах нагрузки ЭУ более  $0,6 I_{ном}$ . При соотношении температур превышения срабатывания термоиндикаторов над эффективной температурой окружающего воздуха между контролируемым элементом (узлом) и отдаленным участком коэффициент дефектности определяется соотношением:

$$K_{\text{деф}} = \frac{T_1 - T_{\text{макс. окр.}}}{T_2 - T_{\text{макс. окр.}}} \quad (2)$$

где  $T_1$  – максимальная температура зарегистрированная термоиндикатором на контролируемом узле;

$T_2$  – максимальная температура показаний термоиндикатора на отдаленном участке;

В случае  $K_{\text{деф}}$  принимающем значения:

- не более 1.20 – оценка теплового состояния относится к начальной степени неисправности (появлению дефекта);
- от 1.20 до 1.50 – оценка теплового состояния относится к развившемуся дефекту;
- более 1.50 – оценка теплового состояния относится к аварийному дефекту.

### 7. Периодичность проведения термоиндикаторного контроля

Контроль термоиндикаторов осуществляется во время проведения обязательных плановых и внеплановых осмотров электроустановок, а также в период выполнения ремонтных работ, но не реже чем указано в таблице 3.

Таблица 3. Периодичность проведения термоиндикаторного контроля по видам ЭУ

Вид ЭУ и вид тепловизионного контроля	Сроки проведения
1. Плановый тепловизионный контроль электрооборудования распределительных устройств (РУ) на напряжение	
1.1. 20 кВ и ниже	Не реже 1 раза в 3 года
1.2. 110-220 кВ	Не реже 1 раза в 2 года
1.3. РУ всех классов напряжений при усиленном загрязнении	Не реже 1 раза в 1 год
1.4. КС проводов ВЛ	В первый год эксплуатации после

Вид ЭУ и вид тепловизионного контроля	Сроки проведения
	ввода в эксплуатацию
1.5. КС проводов ВЛ, находящиеся в эксплуатации более 25 лет (при отбраковке 5 % и более КС)	Не реже 1 раза в 1 год
1.6. КС проводов ВЛ, находящиеся в эксплуатации более 25 лет (при отбраковке менее 5 % КС)	Не реже 1 раза в 3 года
1.7. КС проводов ВЛ, работающих с предельными токовыми нагрузками или питающих ответственных потребителей, или работающих в условиях повышенных загрязнений, больших ветровых и гололедных нагрузках	Не реже 1 раза в 1 год
1.8. Все остальные ВЛ	Не реже 1 раза в 6 лет
2. Внеплановый (внеочередной) тепловизионный контроль электрооборудования распределительных устройств (РУ) всех классов напряжения после стихийных воздействий (значительные ветровые нагрузки, КЗ на шинах РУ, землетрясения, сильный гололед и т.п.)	По решению технического руководителя объекта

## 8. Рекомендуемые характеристики термоиндикаторных наклеек

Для осуществления контроля контактов и контактных соединений электрооборудования, КЛ и ВЛ с помощью термоиндикаторов рекомендуется использовать необратимые (см. Рис. 2) термоиндикаторы со следующими техническими характеристиками:

- цветовой переход при достижении пороговой температуры: белый – черный. Допускается проявление при цветовом переходе рисунка или цифры иного цвета, при условии, что площадь такого рисунка составляет менее 30 % площади термочувствительного слоя;
- устойчивость цветового перехода: отсутствие цветового перехода в течение 30 дней при температуре на 5 °С ниже пороговой, указанной на термоиндикаторе и отсутствие обратного цветового перехода при выдержке сработавшей наклейки при минимальной температуре эксплуатации в течение 30 дней;
- термоиндикаторы для ЗРУ должны иметь цвет окантовки соответствующий цветовой маркировке фаз;
- термоиндикаторы для применения на ОРУ и ВЛ должны иметь световозвращающую окантовку серебристого цвета;
- площадь термочувствительного слоя термоиндикаторов должна обеспечивать заметность термоиндикатора при визуальном осмотре электроустановки и быть не менее 7 мм<sup>2</sup> для трехтемпературных термоиндикаторов, не менее 25 мм<sup>2</sup> для четырехтемпературных термоиндикаторов и не менее 4000мм<sup>2</sup> для термоиндикаторов для ВЛ;
- адгезия (FINAT ТМ 1, после 24 часов нержавеющей сталью) должна быть не

менее 15 Н/25 мм;

- пожароустойчивость: должны обладать свойством самозатухания;
- точность измерения температуры:  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ;
- скорость цветового перехода при достижении поверхностью пороговой заданной температуры: не более 2 секунд;
- толщина термоиндикатора: не более 0,5 мм;
- классификация по степени воздействия на организм человека: малоопасные согласно ГОСТ 12.1.007-76, в частности термоиндикаторы не должны выделять вредных веществ;
- термоиндикаторы должны обладать устойчивостью к истиранию термочувствительного слоя;
- срок службы: не менее 10 лет.

Маркировка термоиндикаторов должна содержать следующие сведения:

- цифровое обозначение температуры необратимого изменения цвета наклеек (температура срабатывания) в градусах Цельсия;
- дата окончания срока службы или дата следующей регламентной замены.

## Приложение А

Контролируемые элементы	Точек контроля	Контролируемые температуры, °С
<b>ОРУ 35-220 кВ</b>		
Аппаратные зажимы:		60 или 90*
Разъединителей и выключателей	6	
Комплект трансформаторов тока	6	
Трансформаторов напряжения	3	
ВЧ-заградителей и конденсаторов связи	2	
ОПН и разрядники	2	
Трансформаторов 2-х обмоточных	6	
Трансформаторов 3-х обмоточных	9	
Реакторов токоограничивающих	6	
Трансформаторов СН	6	
Предохранители ТСН	6	50-60-70-80 50-70-80**
Болтовые контактные соединения сборных и соединительных шин	—	Из меди и алюминия: 60-70-80-90 60-80-90** — без покрытия  60-80-90-110 60-90-110** — с покрытием Sn  70-90-100-120 70-100-120** — с покрытием Ag или Ni
<b>ЗРУ 6-35 кВ</b>		
Втычные контакты ВЭ выключателей и разъединителей	6	50-60-70-80 50-70-80**
Втычные контакты ВЭ ТН, ТСН	3	50-60-70-80 50-70-80**
КС предохранителей	6	50-60-70-80 50-70-80**
Наконечник каб. муфты КЛ 6 кВ и выше (Совместный контроль опрессовки кабельных	3	50-60-70-80 50-60-70**

наконечников и БКС в местах подсоединения кабеля к аппаратным выводам)		— из ПВХ пластика и полиэтилена
Разделка каб. муфты КЛ 6 кВ и выше (Один индикатор устанавливается на разделку муфты, другой через 1-2 м от первого. Оценка по коэф. дефектности)	2	60-70-80-90 60-80-90** — из сшитого полиэтилена  50-60-70-80 50-60-70** — с пропитанной бумажной изоляцией 6-10 кВ
Аппаратные зажимы вводов ВН и НН ТСН	7	60-70-80-90  60-80-90**
БКС сборных и соединительных шин, соединения шин с выводами аппаратов и электрооборудования (В том числе КС шин с ТТ и разъединителями)	Зависит от конструкции ячейки (шкафа)	Из меди и алюминия: 60-70-80-90 60-80-90** — без покрытия  60-80-90-110 60-90-110** — с покрытием Sn  70-90-100-120 70-100-120** — с покрытием Ag или Ni
Контакты разъединителей	3	50-60-70-80  50-70-80**
<b>Шкаф высоковольтного ввода с ВН КТП-10(6)/0,4 кВ</b>		
Выключатель нагрузки	6	50-60-70-80  50-70-80**
Наконечник каб. муфты КЛ 6 кВ и выше (Совместный контроль опрессовки кабельных наконечников и БКС в местах подсоединения кабеля к аппаратным выводам)	3	50-60-70-80 50-60-70** — из ПВХ пластика и полиэтилена
Разделка каб. муфты КЛ 6 кВ и выше (Один индикатор устанавливается на разделку муфты, другой через 1-2 м от первого. Оценка по коэф. дефектности)	2	60-70-80-90 60-80-90** — из сшитого полиэтилена  50-60-70-80 50-60-70** — с пропитанной бумажной изоляцией 6-10 кВ
Болтовые контактные соединения сборных и соединительных шин	Зависит от конструкции ячейки (шкафа)	Из меди и алюминия: 60-70-80-90 60-80-90** — без покрытия  60-80-90-110 60-90-110** — с покрытием Sn 70-90-100-120 70-100-120** — с покрытием Ag или Ni

## Трансформаторы КТП-10(6)/0,4 кВ

Аппаратные зажимы вводов ВН и НН	7	60-70-80-90 60-80-90**
<b>Секции шин КТП-10(6)/0,4 кВ</b>		
Болтовые контактные соединения сборных и соединительных шин	Зависит от конструкции ячейки (шкафа)	Из меди и алюминия: 60-70-80-90 60-80-90** — без покрытия  60-80-90-110 60-90-110** — с покрытием Sn  70-90-100-120 70-100-120** — с покрытием Ag или Ni
Втычные контакты ВЭ выключателей	6	Из меди и ее сплавов: 50-60-70-80 50-70-80** — без покрытия  70-90-100-120 70-100-120** — с пластинами из Ag  60-80-90-110 60-90-110** — с покрытием Ag или Ni  60-70-80-90 60-80-90** — с покрытием Sn
Кабельные наконечники, отходящих КЛ 0,4 кВ (Совместный контроль опрессовки кабельных наконечников и БКС в местах подсоединения кабеля к аппаратным выводам)	4	50-60-70-80 50-60-70** — из ПВХ пластика и полиэтилена или резины
Разделка каб. муфты, отходящих КЛ 0,4 кВ (Один индикатор устанавливается на разделку муфты, другой через 1-2 м от первого. Оценка по коэф. дефектности)	2	60-70-80-90 60-80-90** — из резины повышенной теплостойкости
<b>НКУ, ЩСУ, ЩСН, ВРУ, ГРЩ и т.п.</b>		
Контактные соединения сборных и соединительных шин	Зависит от конструкции шкафа (панели)	50-60-70 — отходящие проводники с ПВХ изоляцией  60-80-90 — из меди и алюминия без покрытия
КС выводов или зажимов трехполюсных эл.	6	60-80-90

устройств: автоматических выключателей, разъединителей, рубильников, магнитных пускателей, контакторов и др.		— <i>неизолированные сборные шины</i> 50-60-70 — <i>проводники с ПВХ изоляцией</i>
КС выводов или зажимов однополюсных эл. устройств	2	60-80-90 — <i>неизолированные сборные шины</i> 50-60-70 — <i>проводники с ПВХ изоляцией</i>
Пружинные контакты плавких предохранителей (Комплект из трех предохранителей)	6	50-70-80 — <i>медные без покрытия</i> 60-90-110 — <i>латунные без покрытия</i>
Кабельные наконечники, отходящих КЛ 0,4 кВ (Совместный контроль опрессовки кабельных наконечников и БКС в местах подсоединения кабеля к аппаратным выводам)	4	50-60-70 — <i>из ПВХ пластика и полиэтилена или резины</i> 60-80-90 — <i>из резины повышенной теплостойкости</i>
<b>ЩИТ</b>		
Контакты и КС коммутационных аппаратов (выключателей, выключателей-разъединителей и др.) постоянного тока	4	60-80-90 — <i>неизолированные сборные шины</i> 50-60-70 — <i>проводники с ПВХ изоляцией</i>
Контактные соединения сборных и соединительных шин	Зависит от конструкции шкафа (панели)	50-60-70 — <i>отходящие проводники с ПВХ изоляцией</i> 60-80-90 — <i>из меди и алюминия без покрытия</i>
КС на выводах пакетных переключателей		50-60-70
Кабельные наконечники, отходящих КЛ (Совместный контроль опрессовки кабельных наконечников и БКС в местах подсоединения кабеля к аппаратным выводам)	2	50-60-70 — <i>из ПВХ пластика и полиэтилена или резины</i> 60-80-90 — <i>из резины повышенной теплостойкости</i>
Отрицательный вывод или стенка АКБ	1	60
<b>ЩОВ, ЩОТ и т.п.</b>		
КС выводов или зажимов трехполюсных эл. устройств: автоматических выключателей, разъединителей, рубильников, магнитных пускателей, контакторов и др.	6	60-80-90 — <i>неизолированные сборные шины</i> 50-60-70 — <i>проводники с ПВХ изоляцией</i>
КС выводов или зажимов однополюсных эл. устройств	2	60-80-90 — <i>неизолированные сборные шины</i> 50-60-70 — <i>проводники с ПВХ изоляцией</i>

Кабельные наконечники, отходящих КЛ 0,4 кВ (Совместный контроль опрессовки кабельных наконечников и БКС в местах подсоединения кабеля к аппаратным выводам)	4	50-60-70 — из ПВХ пластика и полиэтилена или резины  60-80-90 — из резины повышенной теплостойкости
<b>Электродвигатели, генераторы</b>		
Клеммные зажимы БРНО	3	60-70-80
Обмотка статора	1	Нагревостойкость изоляции: Y — 90 A — 100 E — 110 B — 120 F — 130
Подшипник качения	2	100
Подшипник скольжения	2	80

Cu — выполнены из меди и ее сплавов; Al — выполнены из алюминия и его сплавов; Sn — покрыты оловом; Ag — покрыты серебром; Ni — покрыты никелем

\* — в зависимости от климатической зоны эксплуатации

## Журнал учета термоиндикаторных наклеек

Наименование ЭУ	Место установки ТИН	Количество (шт.), (марка установленных ТИН), срок службы (мм.гг)	Событие	Дата (ДД.ММ.ГГ)	И
2	3	4	5	6	
0 кВ ПС Герцево	Верхние и нижние контакты фаз А,В,С выкатного элемента выключателя яч.№1	6 шт. Срок службы до 10.2031	Установка	17.09.2021	И
0 кВ ПС Герцево	Верхние и нижние контакты фаз А,В,С выкатного элемента выключателя яч.№1	6 шт. Срок службы до 10.2031	Произведен осмотр. Срабатывания не обнаружено. Состояние удовлетворительное.	17.03.2022	И
0 кВ ПС Герцево	Верхние и нижние контакты фаз А,В,С выкатного элемента выключателя яч.№1	6 шт. Срок службы до 10.2031	Срабатывание ТИН фазы «А» верхнего контакта. Факт перегрева занесен в журнал дефектов электрооборудования	19.06.2022	И
0 кВ ПС Герцево	Верхние и нижние контакты фаз А,В,С выкатного элемента выключателя яч.№1	6 шт. Срок службы 5 шт. до 10.2031, 1 шт. (верхн. контакт ф.«А») до 08.2032	Произведена замена ТИН на верхнем контакте фазы «А» в связи с изменением цвета термочувствительного слоя ТИН	20.07.2022	И
0 кВ ПС Герцево	Верхние и нижние контакты фаз А,В,С выкатного элемента выключателя яч.№1	6 шт. Срок службы до 10.2032.	Произведена замена ТИН на аналогичную марку в связи с истечением срока службы.	30.09.2022	И