

Инструкция по оценке состояния контактов и контактных соединений электрооборудования и ЛЭП с применением термоиндикаторных наклеек

Содержание:

1. Введение.....	3
1.1. Термины и сокращения	3
2. Назначение, принцип действия и общие требования к ТИН.....	4
3. Организация теплового контроля электроустановок с помощью ТИН.....	5
4. Оценка состояния контактов, контактных соединений электрооборудования и ЛЭП с помощью ТИН.....	6
4.1. Рекомендации по выбору ТИН.....	6
4.2. Оценка состояния контактов и контактных соединений с применением ТИН	8
4.3. Оценка состояния контактов и контактных соединений выкатных элементов ячеек КРУ 6-35 кВ	9
4.4. Контроль теплового состояния контактных соединений ОРУ и ВЛ ..	10
4.5. Оценка теплового состояния элементов аккумуляторных батарей 12-36 В	11
5. Общие указания по установке и эксплуатации ТИН.....	11
6. Хранение и утилизация ТИН.....	12
Приложение 1.....	14
Приложение 2.....	15

1. Введение

1.1. Инструкция содержит указания по оценке состояния контактов и контактных соединений электрооборудования и ЛЭП с помощью необратимых термоиндикаторных наклеек (далее ТИН).

1.2. Инструкция распространяется на электроустановки распределительных устройств 0,4-220 кВ ПС, ТП, РП, находящихся в зоне эксплуатационной ответственности ПАО «Россети» и ДЗО ПАО «Россети» на правах собственности, аренды или ином законном основании.

1.3. Инструкция устанавливает требования к выбору, монтажу и эксплуатации термоиндикаторных наклеек, методам теплового контроля электроустановок и порядок действий эксплуатационного персонала при срабатывании термоиндикаторных наклеек.

1.4. В инструкции рассматривается применение необратимых термоиндикаторных наклеек, позволяющих зафиксировать факт превышения одной или нескольких заданных температур.

1.5. Знание инструкции обязательно для оперативного, оперативно-ремонтного, ремонтного персонала, ответственного за эксплуатацию и ремонт оборудования организации.

1.6. Инструкция разработана в соответствии с учётом требований действующих нормативно-технических документов и СТО 34.01-12-002-2022 ПАО «РОССЕТИ» - «Методические указания по контролю состояния контактов и контактных соединений электрооборудования с использованием термоиндикаторных наклеек», инструкции предприятия-изготовителя.

1.1. Термины и сокращения

В инструкции применены следующие термины и сокращения:

контакт: часть электрической цепи, предназначенная для коммутации и проведения электрического тока

контактное соединение: контакт электрической цепи, предназначенный только для проведения электрического тока и не предназначенный для коммутации электрической цепи при заданном действии устройства.

АКБ – аккумуляторная батарея;

ВЛ – воздушная линия электропередачи;

ЗРУ – закрытое распределительное устройство;

КЗ – короткое замыкание;

КРУ – комплектное распределительное устройство;

ЛЭП – линия электропередачи;

НТД – нормативно-техническая документация;

ОРУ – открытое распределительное устройство;

ПС – подстанция;

РП – распределительный пункт;
 ТИН – термоиндикаторная наклейка;
 ТП – трансформаторная подстанция;

2. Назначение, принцип действия и общие требования к ТИН

2.1. ТИН предназначены для оценки состояния контактов и контактных соединений электрооборудования и ЛЭП, необратимой регистрации факта превышения одной или нескольких пороговых температур.

2.2. Конструктивно ТИН представляют собой гибкую самоклеящуюся пластину из полимерного материала с нанесенным в центральной части термочувствительным материалом различной формы. Различают одно- и многотемпературные ТИН.

2.3. Принцип работы необратимых ТИН основан на фазовом переходе (плавлении) нанесенного термочувствительного вещества с его последующим растворением в полимерном связующем или материале наклейки. При превышении пороговой температуры происходит необратимое изменение цвета термочувствительной области наклейки с белого на чёрный (Рисунок 1).

2.4. ТИН являются изделиями однократного действия и после срабатывания подлежат замене.

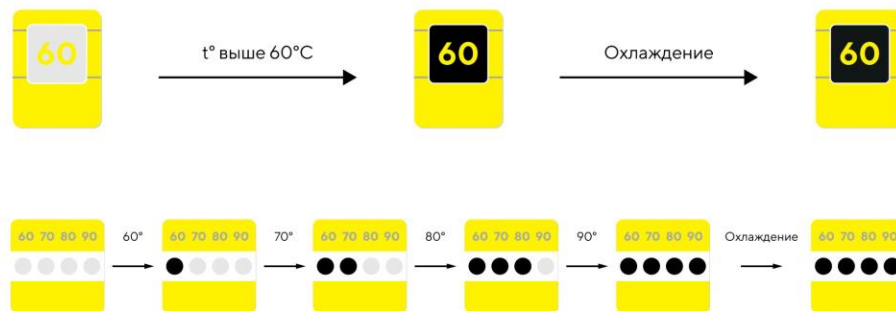


Рисунок 1 – Внешний вид и принцип работы ТИН

2.5. Технические требования к ТИН приведены в Таблице 1.

Таблица 1 – Технические требования к ТИН

Наименование параметра/характеристики	Требуемое значение
Тип индикации	Необратимый
Цветовой переход	Белый–чёрный
Требования к термочувствительному элементу	Допустимый диапазон срабатывания установленного порогового значения $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$
Требования к клеевому слою и адгезии	Адгезия FINAT TM1 после 24 часов не менее 15 Н/25 мм. Возможность установки ТИН при температуре окружающего воздуха выше 5 $^\circ\text{C}$.

Наименование параметра/характеристики	Требуемое значение
Окантовка ТИН	Окантовка ТИН, предназначенных для установки на токоведущие части ЗРУ, должна соответствовать цветовой маркировке фаз. Окантовка ТИН, предназначенных для установки на элементы ОРУ, должна иметь серебристую окраску и обладать световозвращающими свойствами.
Пожароустойчивость	ТИН не должны поддерживать горение и должны классифицироваться как трудногорючие вещества в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89
Электрическая прочность (ГОСТ 6433.3-71)	Не менее 15 кВ/мм
Толщина ТИН	Не более 0,5 мм
Классификация по степени воздействия на организм человека	Малоопасные согласно ГОСТ 12.1.007-76, в частности ТИН не должны выделять вредные вещества
Устойчивость к механическим воздействиям, органическим растворителям и смазочным материалам	ТИН должны сохранять функциональные свойства при кратковременном воздействии уайт-спирита и смазочных материалов
Срок службы	Не менее 10 лет с даты изготовления

2.6. Маркировка ТИН должна содержать цифровое обозначение температуры изменения цвета ТИН (температура срабатывания) в градусах Цельсия и дату окончания срока службы.

3. Организация теплового контроля электроустановок с помощью ТИН

3.1. На энергопредприятиях и энергообъектах рекомендуется составить перечень электрооборудования, подлежащих тепловому контролю с помощью ТИН (Приложение 1).

3.2. Контроль состояния контактов и контактных соединений электрооборудования с помощью ТИН, рекомендуется включать в объём работ, проводимых при осмотре, техническом обслуживании и ремонте электрооборудования.

3.3. Установку (замену) ТИН рекомендуется включать в перечень работ и материалов при организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования.

3.4. Рекомендуется включать требование об оснащении ТИН контактов и контактных соединений электрооборудования в технические задания на проектирование и поставку электрооборудования.

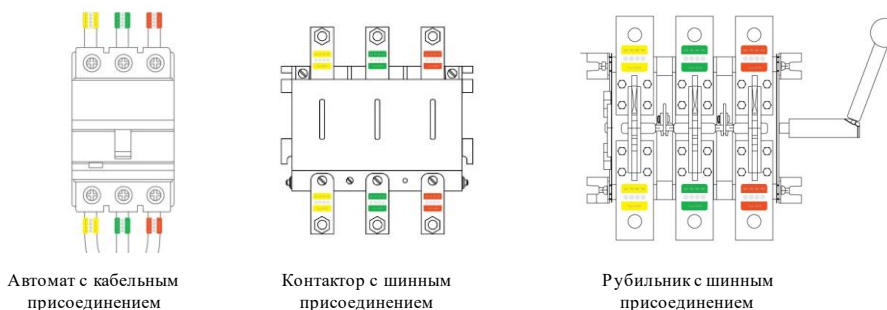
3.5. На энергопредприятиях и энергообъектах рекомендуется организовать подменный фонд ТИН, содержащий не менее 10% от общего количества наклеек, находящихся в эксплуатации.

4. Оценка состояния контактов, контактных соединений электрооборудования и ЛЭП с помощью ТИН

4.1. Рекомендации по выбору ТИН

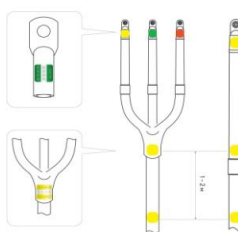
4.1.1. Для оценки технического состояния контактов и контактных соединений ЗРУ применяются 4-х температурные ТИН в соответствии с Приложением 2.

4.1.2. Рекомендации по подбору ТИН и точкам монтажа приведены на Рисунке 2.



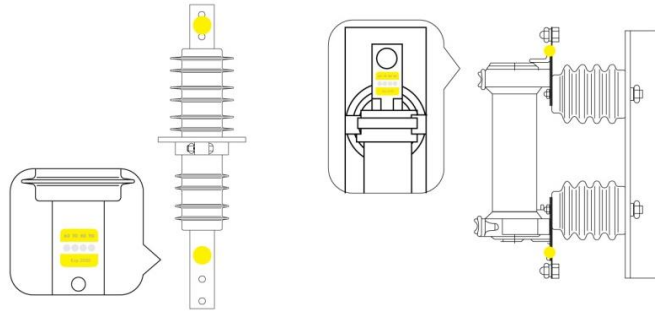
Тип контактного соединения/контакта	Наибольшая допустимая температура, °C	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °C
проводники из меди и алюминия без защитных покрытий	95	60-70-80-100
проводники из меди и алюминия с защитными покрытиями	110	60-80-90-110
проводники (провода) с поливинилхлоридной изоляцией	70	50-55-60-70

Наконечники и разделки концов кабельных муфт



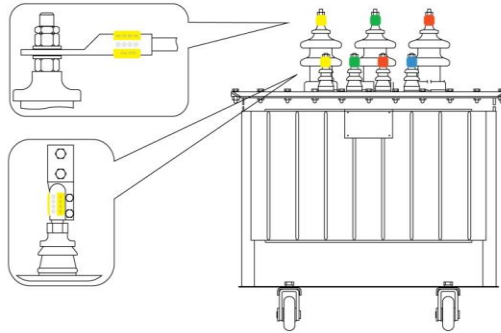
Тип изоляции кабеля	Наибольшая допустимая температура, °C	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °C
ПВХ	70	50-55-60-70
из вулканизирующегося (сшитого) полиэтилена	90	60-70-80-90
с пропитанной бумажной изоляцией при номинальном напряжении 6 кВ	65	50-55-60-70

Контакты плавких предохранителей



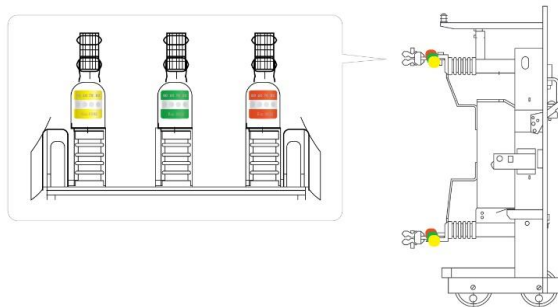
Тип контактного соединения/контакта	Наибольшая допустимая температура, °С	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
пружинные контакты предохранителей до 1 кВ без оболочки: - медные без покрытия - латунные без покрытия - луженые - никелированные	80 85 95 110	60-70-80-90 60-70-80-90 60-70-80-100 60-80-90-110
пружинные контакты из меди и медных сплавов предохранителей 6 кВ и выше: - без покрытия, - с покрытием серебром или никелем, - с покрытием оловом.	75 105 95	50-60-70-80 60-80-90-110 60-70-80-100

Контактные соединения на аппаратных зажимах вводов силовых трансформаторов ЗРУ



Тип контактного соединения/контакта	Наибольшая допустимая температура, °С	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
аппаратный зажим	105	60-80-90-110
наконечник кабеля с изоляцией из ПВХ	70	50-55-60-70
наконечник кабеля с изоляцией из вулканизирующегося (спитого) полиэтилена	90	60-70-80-90

Выкатные контакты выкатных элементов ячеек КРУ 6-35 кВ



Тип контактного соединения/контакта	Наибольшая допустимая температура, °С	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
- без покрытия в воздухе, - с покрытием серебром или никелем в воздухе, - с покрытием оловом в воздухе.	75 105 90	50-60-70-80 60-70-80-100 60-70-80-90

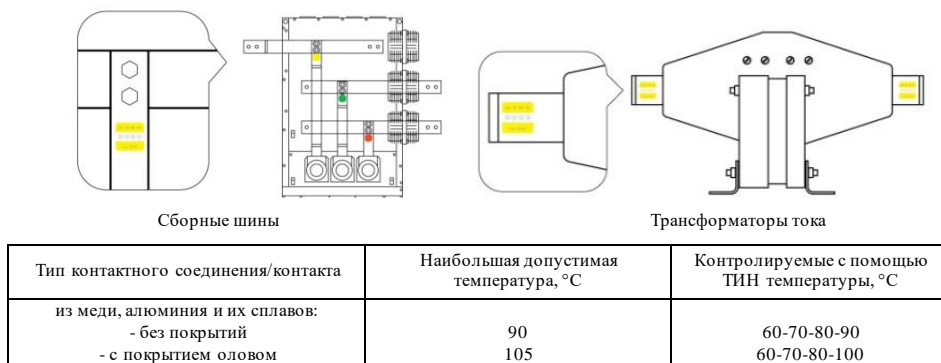


Рисунок 2. Пример монтажа ТИН

4.2. Оценка состояния контактов и контактных соединений с применением ТИН

4.2.1. Оценка состояния контактов и контактных соединений с помощью ТИН должна проводиться при каждом осмотре, техническом обслуживании и ремонте электрооборудования.

4.2.2. Оценка состояния контактов и контактных соединений электрооборудования ЗРУ проводится в соответствии с Таблицей 2.

Таблица 2. Оценка состояния контактов и контактных соединений с помощью ТИН

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

- Начальная степень развития дефекта. Следует держать под контролем и принимать меры по устранению во время проведения технического обслуживания или ремонта.
- Развившийся дефект. Принять меры по устранению дефекта при ближайшем выводе электрооборудования из работы.
- Аварийный дефект. Требу ет немедленного устранения.

4.2.3. При оценке состояния контактов и контактных соединений следует принимать во внимание разницу зафиксированных ТИН температур в пределах фаз, между фазами, с заведомо исправными участками, а также учитывать динамику развития дефекта во времени.

4.2.4. Критерием аварийного дефекта контактов и контактных соединений, требующего вывода оборудования в ремонт, является превышение элементом установленных наибольших допустимых значений температуры нагрева (окрашивание всех термоиндикаторных элементов ТИН).

4.2.5. При срабатывании ТИН в промежуточном диапазоне температур при наличии данных о максимальной нагрузке электрооборудования в период до предыдущего осмотра возможно оценить степень развития дефекта, а при необходимости провести внеочередной контроль с помощью тепловизора.

4.2.6. При выявлении факта срабатывания ТИН следует занести информацию о срабатывании в журнал дефектов и назначить мероприятия по выявлению причины дефекта и контролю за развитием дефекта или его устранению.

4.2.7. При оценке теплового состояния контактов и контактных соединений электрооборудования следует различать следующие виды дефектов:

- нагрев контактов и контактных соединений из-за роста переходного контактного сопротивления, связанного с уменьшением площади контакта из-за ослабления нажима, некачественной сваркой/пайкой КС, возникновением оксидной пленки или нагара;

- превышение допустимых нагрузок электрооборудования;

- избыточный нагрев электрооборудования связанный с выходом из строя системы охлаждения или вентиляции;

4.3. Оценка состояния контактов и контактных соединений выкатных элементов ячеек КРУ 6-35 кВ

4.3.1. Оценка состояния контактных соединений токоведущих частей ячеек закрытых распределительных устройств, главных контактов выкатных элементов КРУ с выключателями, проводится на более доступной выкатной части ячейки (выключателя, разъединителя, ТСН).

4.3.2. Если в конструкции ячейки КРУ предусмотрено смотровое окно, ТИН следует устанавливать таким образом, чтобы термочувствительный материал и значения температуры срабатывания были видны в смотровом окне при осмотрах.

4.3.3. Оценка состояния проводится в соответствии с таблицей 2. При установке ТИН на термоусадочный или изоляционный слой следует принимать во внимание, что нагрев изоляции может быть на 15-20 °С ниже температуры токоведущей части.

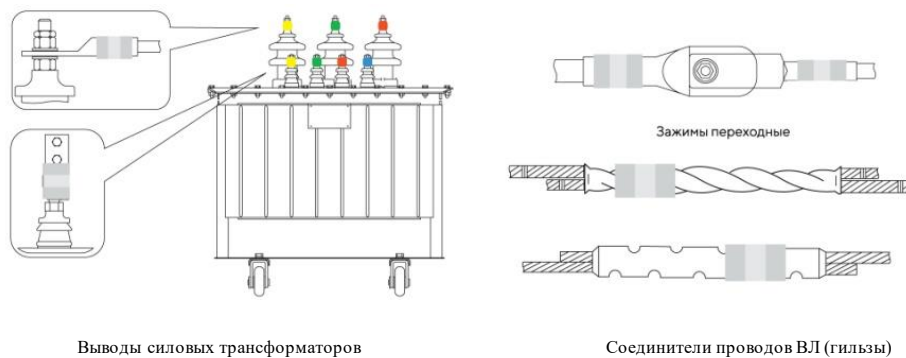
4.3.4. При выявлении разницы в температурах нагрева токоведущих частей ячейки КРУ при проведении технического обслуживания или ремонта необходимо принять меры по определению причины нагрева и ее устранению независимо от степени развития дефекта.

4.4. Контроль теплового состояния контактных соединений ОРУ и ВЛ

4.4.1. Для теплового контроля контактных соединений ОРУ и ВЛ целесообразно использовать однотемпературные ТИН с пороговыми температурами 60 °С или 90 °С в зависимости от условий эксплуатации.

Таблица 3. Допустимые температуры нагрева элементов ОРУ и ВЛ

Контролируемый элемент	Наибольшая допустимая температура, °С
1. Болтовые контактные соединения из меди, алюминия и их сплавов: без покрытия с покрытием оловом с покрытием серебром или никелем	90
	105
	115
2. Контактные соединения на аппаратных зажимах съемных (разборных) вводов ВН, СН, НН силовых трансформаторов (автотрансформаторов), регулировочных и заземляющих трансформаторов, шунтирующих реакторов; Контактные соединения на аппаратных зажимах съемных линейных вводов	105



Тип контактного соединения/контакта	Наибольшая допустимая температура, °С	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
Контактные соединения из меди, алюминия и их сплавов: - без покрытий - с покрытием оловом	90	90
	105	
Контактные соединения на аппаратных зажимах съемных (разборных) вводов ВН, СН, НН силовых трансформаторов (автотрансформаторов), регулировочных и заземляющих трансформаторов, шунтирующих реакторов; Контактные соединения на аппаратных зажимах съемных линейных вводов	105	90

Рисунок 3. Пример монтажа ТИН на ОРУ и ВЛ

4.4.2. Факт срабатывания ТИН является основанием для проведения внеочередного тепловизионного контроля элементов ОРУ и ВЛ или проведения ремонтных работ.

4.5. Оценка теплового состояния элементов аккумуляторных батарей 12-36 В

4.5.1. Тепловой контроль АКБ, установленных в помещениях с температурой окружающего воздуха 20-25 °С, рекомендуется проводить с использованием 3-х температурных ТИН 50-60-70 °С, позволяющих одновременно зафиксировать превышение наибольших допустимых температур, избыточную температуру и динамику изменения температуры нагрева во времени в случае развития внутреннего дефекта аккумуляторной батареи.

4.5.2. Предпочтительной точкой измерения является отрицательный вывод или стенка аккумулятора, находящаяся в прямом контакте с электродами.

4.5.3. Наличие дефекта и степень его развития определяется по разнице зафиксированных ТИН температур АКБ, находящихся в одинаковых условиях работы (по избыточной температуре).

4.5.4. Разница в температурах срабатывания ТИН, установленных для контроля состояния АКБ может свидетельствовать о наличии следующих дефектов:

- избыточное переходное контактное сопротивление,
- изменение уровня электролита или его состава выше допустимых значений,
- наличие внутреннего КЗ,
- наличие загрязнений,
- изменение характеристик электродов или их разрушение,
- увеличение внутреннего сопротивления.

5. Общие указания по установке и эксплуатации ТИН

5.1. Установка ТИН должна производиться со снятием напряжения с электроустановки с соблюдением требований инструкции предприятия-изготовителя, действующих НТД и Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок.

Допускается установка ТИН без снятия напряжения с электроустановки при условии включения данной работы в утвержденный руководителем организации или руководителем обособленного подразделения объекта перечень работ, выполняемых под напряжением с соблюдением требований действующих Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок.

5.2. ТИН следует размещать максимально близко к контролируемым элементам таким образом, чтобы они не препятствовали работе электрооборудования, проведению технического обслуживания и ремонтных работ. При наличии термоусадочного изоляционного слоя ТИН следует размещать поверх него.

5.3. При установке ТИН не допускается:

- сильное нажатие на наклейку (может привести к её повреждению);
- многократное отклеивание-наклеивание ТИН;
- наклеивание ТИН на неподготовленную поверхность;
- разрезание и повреждение ТИН в процессе установки;
- наклеивание новой ТИН поверх ранее сработавшей, без удаления последней;
- применение ТИН с истекшим сроком хранения.

5.4. ТИН необходимо устанавливать на электрооборудование и ЛЭП таким образом, чтобы термочувствительный элемент был хорошо видимым при проведении визуального осмотра.

5.5. Варианты установки ТИН приведены на Рисунке 4 и Рисунке 5.

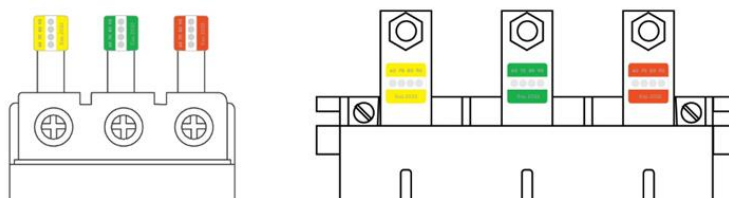


Рисунок 4. Способ установки ТИН на поверхность электрооборудования

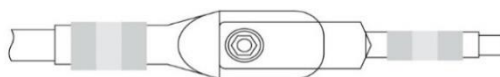


Рисунок 5. Способ установки ТИН на электрооборудование и ЛЭП «в кольцо»

5.6. Поверхность, на которую устанавливаются ТИН, предварительно должна быть очищена от загрязнений и обезжирена.

5.7. Установка ТИН должна производиться при температуре окружающего воздуха не менее +5 °С. Установка ТИН на элементы ОРУ и ВЛ должна проводиться в отсутствие осадков (снега, дождя, росы).

5.8. Не допускается использование термоиндикаторов за пределами сроков хранения, имеющих повреждения, а также с серым или черным цветом термочувствительного слоя.

5.9. Осмотр ТИН должен проводиться при каждом осмотре, техническом обслуживании или ремонте электроустановки.

5.10. При осмотре ТИН запрещается приближаться на недопустимое расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением

5.11. Для замены сработавшей ТИН, а также ТИН с истекшим сроком годности на новую необходимо механически удалить старую наклейку, очистить и обезжирить место установки и приклеить новую ТИН. Информацию о замене ТИН рекомендуется зафиксировать в журнале учета ТИН или в паспортной карте оборудования.

6. Хранение и утилизация ТИН

6.1. Для своевременной замены ТИН на энергопредприятиях и

энергообъектах должен быть сформирован подменный фонд термоиндикаторов, содержащий 10% от общего количества индикаторов, находящихся в эксплуатации.

6.2. Необходимо обеспечить учёт, хранение и утилизацию ТИН, подлежащих монтажу, в соответствии с требованиями инструкции предприятия-изготовителя.

6.3. ТИН следует хранить в заводской упаковке в закрытом помещении при температуре не выше 40 °С и влажности не более 90 %. При хранении следует защищать от воздействия прямых солнечных лучей, пыли, атмосферных осадков и влаги. Особое внимание следует уделять хранению ТИН с температурой срабатывания 50, 55 и 60 °С.

6.4. Утилизация ТИН после срабатывания или истечения срока эксплуатации должна выполняться в соответствии с действующими требованиями к утилизации твердых бытовых отходов.

Приложение 1

Перечень оборудования, подлежащего оснащению термоиндикаторами

Оборудование	Кол-во ТИН	Контролируемая температура, °С	ПС с дежурным персоналом	ПС без дежурного персонала	ТП, РП
Ячейка КРУ(Н) 6/0,4 кВ (втычные контакты, медь)	6 шт.	60-70-80-100			
Трансформатор (шпильки, аппаратный зажим)	7 шт.	60-80-90-110			
Кабельный наконечник (Концевая муфта выше 1000 В, изоляция из СПЭ)	5 шт.	60-70-80-90			
Кабельный наконечник (Муфта кабельная до 1000 В, изоляция из ПВХ)	5 шт.	50-55-60-70			
Кабельный наконечник, шина присоединения (медь)	6 шт.	60-70-80-100			
Выключатель нагрузки, разъединитель (контактные ножи, губки)	3 шт.	60-70-80-100			
Вводной коммутационный аппарат, сборные шины (медь)	6 шт.	60-70-80-100			
Аппаратные зажимы ОРУ (ввода силовых трансформаторов, линейные вводы, проходные изоляторы, выключатели, разъединители, трансформаторы тока)	3 шт.	90			
Скрытые и труднодоступные элементы электроустановок (контактные соединения сборных шин, кабельных наконечников с шинами в кабельных отсеках КРУ)	3 шт.	60-70-80-100			
Скрытые и труднодоступные элементы электроустановок (контакты выкатных элементов КРУ, контакты коммутационных аппаратов, расположенных внутри КРУ,	3 шт.	50-60-70-80			
Скрытые и труднодоступные элементы электроустановок (кабельная арматура и кабели, расположенные в полуподвалах, подвалах)	3 шт.	60-70-80-90			

Приложение 2

Наибольшие допустимые значения температур узлов электрооборудования и контролируемые с помощью ТИН значения температур

Контролируемые узлы	Наибольшее допустимое значение температуры нагрева, °С	Контролируемые ТИН температуры, °С
1. Контакты из меди и медных сплавов: - без покрытий, в воздухе	75	50-60-70-80
- с покрытием серебром или никелем, в воздухе	105	60-80-90-110
- с покрытием оловом, в воздухе	90	60-70-80-90
2. Аппаратные выводы из меди, алюминия и их сплавов, предназначенные для соединения с внешними проводниками электрических цепей: - без покрытия	90	60-70-80-90
- с покрытием оловом, серебром или никелем	105	60-80-90-110
3. Болтовые контактные соединения из меди, алюминия и их сплавов: - без покрытия, в воздухе	90	60-80-90-90
- с покрытием оловом, в воздухе	105	60-80-90-110
4. 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	50-60-70-80/60-70-80-100
- с разборным соединением (нажатие болтами или винтами), в том числе выводы предохранителя	90/105	60-70-80-90/60-80-90-110
металлические части, используемые как пружины - из меди	75	50-60-70-80
- из фосфористой бронзы и аналогичных сплавов	105	60-80-90-110
5. Токоведущие жилы силовых кабелей в режиме длительном/аварийном при наличии изоляции: - из поливинилхлоридного пластика и полиэтилена	70/80	50-55-60-70/ 50-60-70-80
- из вулканизирующегося полиэтилена	90/130	60-70-80-90/ 70-90-100-120
- из резины	65/-	50-55-60-70
- из резины повышенной теплостойкости	90/-	60-70-80-90
- с пропитанной бумажной изоляцией при вязкой/обедненной пропитке и номинальном напряжении 1 и 3 кВ	80/80	50-60-70-80