ТИПОВАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТЕРМОИНДИКАТОРНЫХ НАКЛЕЕК ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ КОНТАКТОВ И КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЛЭП

Москва
2023

Содержание

1. Введение 2

2. Термины, определения и сокращения 2

3. Назначение, принцип действия и общие требования к ТИН 3

4. Организация теплового контроля контактов и контактных соединений электрооборудования и ЛЭП с применением ТИН 6

5. Оценка состояния контактов и контактных соединений электрооборудования и ЛЭП с помощью ТИН 6

5.1. Оценка состояния контактов и контактных соединений электроустановок закрытых распределительных устройств (ЗРУ) 6

5.2. Оценка состояния контактов и контактных соединений на выкатных элементах ячеек КРУ 6-35 кВ с применением ТИН 10

5.3. Оценка состояния контактных соединений ОРУ и ВЛ 11

5.4.Оценка теплового состояния элементов электродвигателей 0,4-10 кВ 11

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

6. Общие указания по установке и эксплуатации ТИН 13

7. Порядок действий при выявлении фактов срабатывания ТИН 14

8. Меры безопасности 15

9. Требования к транспортировке, хранению и утилизации ТИН 15

Приложение А 16

1. Введение

Типовая инструкция предназначена для ознакомления с методом теплового контроля контактов и контактных соединений электрооборудования и ЛЭП с помощью термоиндикаторных наклеек (ТИН).

В типовой инструкции рассматривается применение необратимых ТИН, позволяющих зафиксировать факт превышения одной или нескольких заданных температур.

В инструкции приведены нормы, объём и методики теплового контроля контактов и контактных соединений электрооборудования и ЛЭП с помощью ТИН. Методики теплового контроля распространяются на электроустановки распределительных устройств 0,4-220 кВ.

Применение ТИН позволяет своевременно выявлять дефекты контактов и контактных соединений за счёт непрерывного контроля температуры и необратимой регистрации факта превышения заданных температур. Использование ТИН позволяет проводить оценку состояния контактов и контактных соединений оперативным и оперативно-ремонтным персоналом при осмотре, техническом обслуживании и ремонте электрооборудования. Использование ТИН позволяет повысить надёжность и безопасность эксплуатации электроустановок, снизить риск возгораний и пожаров. Приведённые нормированные значения температур нагрева контактов и контактных соединений определены с учетом требований действующих нормативно-технических документов, стандартов, а также накопленного опыта применения ТИН.

2. Термины, определения и сокращения

В настоящей инструкции применяются следующие термины и сокращения:

контакт электрической цепи (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;

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

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

превышение температуры: разность между измеренной температурой нагрева и температурой окружающего воздуха.

АКБ – аккумуляторная батарея;
ВЛ - воздушная линия электропередачи;
ВРУ - вводно-распределительное устройство;
ЗРУ – закрытое распределительное устройство;
КРУ - комплектное распределительное устройство;
ЛЭП – линия электропередачи;
НПА - нормативно-правовой акт;
НТД - нормативно-техническая документация;
ОРУ- открытое распределительное устройство;
ТИН - термоиндикаторная наклейка.

3. Назначение, принцип действия и общие требования к ТИН

ТИН предназначены для непрерывного контроля температуры контактов и контактных соединений электрооборудования и ЛЭП и необратимой регистрации факта превышения одной или нескольких пороговых температур.

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

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 (Рис.1).

ТИН являются изделиями однократного действия и после срабатывания подлежат замене.

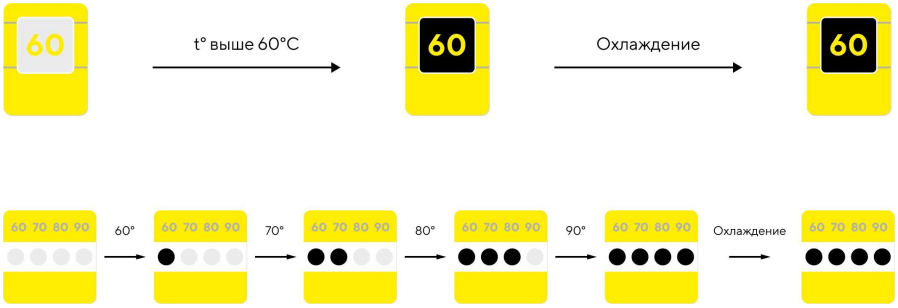


Рис. 1. Внешний вид и принцип работы ТИН

Тепловой контроль с применением ТИН позволяет:

- ✓ проводить оценку состояния контактов и контактных соединений без применения специальных средств измерений;
- ✓ осуществлять контроль скрытых элементов электроустановок, недоступных для тепловизора;
- ✓ выявлять дефекты контактов и контактных соединений путем визуальной оценки срабатывания ТИН при осмотрах, техническом обслуживании и ремонтах электроустановок оперативным и/или ремонтным персоналом;
- ✓ реализовывать методологию оценки состояния контактов и контактных соединений в соответствии с требованиями РД 34.15–51.300–97 «Объём и нормы испытаний электрооборудования».

Для теплового контроля контактов и контактных соединений электрооборудования и ЛЭП необходимо использовать ТИН, технические характеристики которых соответствуют требованиям, приведённым 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 ± 2 °С
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 °С.
Окантовка ТИН	Окантовка ТИН, предназначенных для установки на токоведущие части ЗРУ, должна соответствовать цветовой маркировке фаз. Окантовка ТИН, предназначенных для установки на контактные соединения 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

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

4. Организация теплового контроля контактов и контактных соединений электрооборудования и ЛЭП с применением ТИН

На энергообъектах рекомендуется составить перечень электрооборудования, подлежащего тепловому контролю с применением ТИН.

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

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

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

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

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

5.1. Оценка состояния контактов и контактных соединений электроустановок закрытых распределительных устройств (ЗРУ)

При оценке теплового состояния контактов и контактных соединений электрооборудования и ЛЭП следует различать следующие типы дефектов:

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

– разъеданием или коррозией металла из-за воздействия кислот, электрохимического окисления и пр.;

- ✓ превышение допустимых нагрузок электрооборудования;
- ✓ нагрев электрооборудования из-за выхода из строя системы охлаждения или вентиляции;

Для оценки технического состояния контактов и контактных соединений электроустановок ЗРУ наиболее эффективно применять 4-х температурные ТИН в соответствии с таблицей 2. Допускается применение 3-х температурных ТИН в случае отсутствия достаточного места для установки 4-х температурной ТИН.

Рекомендации по подбору ТИН и точкам монтажа для электроустановок ЗРУ приведены в приложении А к настоящей инструкции.

Критерием аварийного дефекта контактов и контактных соединений, требующего вывода оборудования в ремонт, является превышение наибольших допустимых значений температуры нагрева.

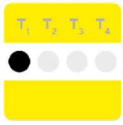
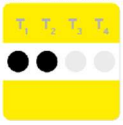
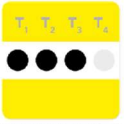
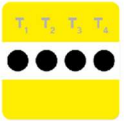
Таблица 2. Наибольшие допустимые и контролируемые с помощью ТИН значения температур контактов и контактных соединений электрооборудования.

Контролируемые узлы	**Наибольшее допустимое значение температуры нагрева, °С**	**Контролируемые ТИН температуры, °С**	
		$I_{ном}$ **до 100 А**	$I_{ном}$ **выше 100 А**
1. Контакты из меди и медных сплавов: - без покрытий, в воздухе	75	50-70-80	50-60-70-80
- с покрытием серебром или никелем, в воздухе	105	60-90-110	60-80-90-110
- с покрытием оловом, в воздухе	90	60-80-90	60-70-80-90
2. Аппаратные выводы из меди, алюминия и их сплавов, предназначенные для соединения с внешними проводниками электрических цепей: - без покрытия	90	60-80-90	60-70-80-90

Контролируемые узлы	Наибольшее допустимое значение температуры нагрева, °С	Контролируемые ТИН температуры, °С	
		$I_{ном}$ до 100 А	$I_{ном}$ выше 100 А
- с покрытием оловом, серебром или никелем	105	60-90-110	60-80-90-110
3. Болтовые контактные соединения из меди, алюминия и их сплавов: - без покрытия, в воздухе	90	60-80-90	60-80-90-90
- с покрытием оловом, в воздухе	105	60-90-110	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/ 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 1 и 3 кВ	80/80	50-70-80	50-60-70-80

Оценка состояния контактов и контактных соединений электрооборудования ЗРУ проводится в соответствии с Таблицей 3.

Таблица 3. Оценка состояния контактов и контактных соединений с помощью ТИН.

Состояние ТИН	$I_{макс}$<0,5$I_{ном}$	$I_{макс}$=0,5-0,75$I_{ном}$	$I_{макс}$=0,75-0,9$I_{ном}$	$I_{макс}$>0,9$I_{ном}$
	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 или ремонта.
• **Развившийся дефект.** Принять меры по устранению дефекта при ближайшем выводе электрооборудования из работы.
• **Аварийный дефект.** Требует немедленного устранения.

При оценке состояния контактов и контактных соединений по результатам визуального осмотра ТИН следует руководствоваться следующими положениями:

– Температура срабатывания верхнего порогового значения ТИН должна соответствовать наибольшей допустимой температуре нагрева контакта, контактного соединения;

– Наличие срабатывания всех пороговых значений ТИН однозначно свидетельствует о наличии аварийного дефекта контакта и контактного соединения, так как максимальное пороговое значение срабатывания ТИН свидетельствует о достижении или превышении установленной наибольшей температуры нагрева;

– 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;

При оценке состояния контактов и контактных соединений электрооборудования и ЛЭП в зависимости от их конструкции и условий работы 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.

5.2. Оценка состояния контактов и контактных соединений на выкатных элементах ячеек КРУ 6-35 кВ с применением ТИН

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). Примеры установки ТИН в ячейках КРУ приведены в приложении А настоящей инструкции.

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

Оценка состояния проводится в соответствии с таблицей 3. 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.

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.

5.3. Оценка состояния контактных соединений ОРУ и ВЛ

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 4. Наибольшие допустимые температуры нагрева контактных соединений ОРУ и ВЛ.

Контактное соединение	**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

Факт срабатывания ТИН является основанием для проведения внеочередного тепловизионного контроля или проведения ремонтных работ.

5.4. Оценка теплового состояния элементов электродвигателей 0,4-10 кВ

Тепловой контроль элементов электродвигателей с помощью ТИН рекомендуется применять для электродвигателей 0,4-10 кВ в следующем объёме:

- контроль теплового состояния подшипников;

– контроль нагрева контактных соединений в клеммных коробках или аппаратных выводах.

Примеры установки ТИН на электродвигатели приведены в приложении А настоящей инструкции.

Наличие дефекта элемента электродвигателя 0,4–10 кВ и степень его развития определяется по разнице зафиксированных ТИН температур идентичных узлов электродвигателя (по избыточной температуре) или электродвигателей, находящихся в одинаковых условиях работы.

Разница в температурах срабатывания ТИН, установленных для контроля состояния подшипника электродвигателя, может указывать на наличие следующих дефектов:

– отсутствие или недостаточное количество смазки подшипника;
– загрязнение подшипника;
– разбалансировка;
– избыточная нагрузка;
– выход из строя уплотнительных элементов;
– механический износ/повреждение подшипника.

При оценке состояния элементов электродвигателей рекомендуется обращать особое внимание на динамику развития дефектов во времени. Следует принимать меры по определению причины дефекта и по её устранению при выявлении избыточной температуры более 10 °С.

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

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.

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

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

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.

6. Общие указания по установке и эксплуатации ТИН

Установка и эксплуатация ТИН должна производиться с соблюдением требований инструкции предприятия-изготовителя, действующих НТД и Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок.

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.

ТИН необходимо устанавливать на контактны и контактные соединения электрооборудования и ЛЭП таким образом, чтобы термочувствительный элемент был хорошо видимым при проведении визуального осмотра.

Допускается два варианта установки ТИН (Рис.2, Рис. 3):

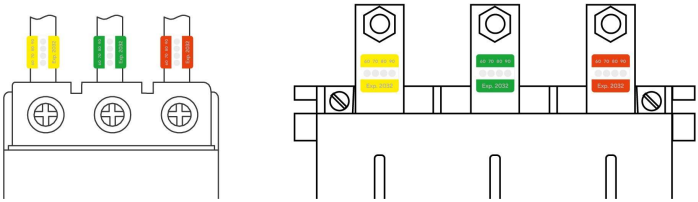


Рис. 2. Способ установки ТИН ***на поверхность*** контактов и контактных соединений электрооборудования

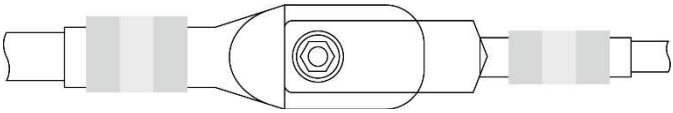


Рис. 3. Способ установки ТИН на контактные соединения ЛЭП ***«в кольцо»***

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

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

При установке ТИН не допускается:

- многократное отклеивание и наклеивание ТИН;
- наклеивание ТИН на неподготовленную поверхность;
- разрезание и повреждение ТИН.

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

7. Порядок действий при выявлении фактов срабатывания ТИН

Срабатывание ТИН следует рассматривать как признак развития дефекта, который может привести к отказу электрооборудования.

При выявлении факта изменения цвета ТИН необходимо занести информацию о срабатывании в журнал дефектов с указанием даты выявления срабатывания и значения наибольшей зарегистрированной

температуры, а также провести оценку состояния контактов и контактных соединений в соответствии с таблицей 3.

8. Меры безопасности

Установку и осмотр ТИН следует производить с соблюдением действующих Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.

Установка ТИН должна производиться со снятием напряжения с электроустановки. Возможна установка ТИН без снятия напряжения при условии включения данной работы в утвержденный техническим руководителем объекта перечень работ, выполняемых под напряжением с соблюдением требований действующих Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок.

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

9. Требования к транспортировке, хранению и утилизации ТИН

Транспортировка и хранение ТИН должны осуществляться в заводской упаковке. При транспортировке и хранении ТИН должно быть исключено воздействие прямых солнечных лучей, высоких температур (выше 40 °С) и влажности более 90 %.

Особое внимание требуется уделять температурным режимам при транспортировке и хранении ТИН с температурой срабатывания 50 °С или 55 °С. Следует исключать любые кратковременные нагревы для предупреждения срабатывания ТИН.

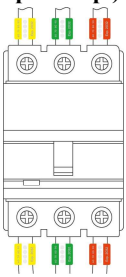
Допустимый срок хранения ТИН с момента изготовления составляет не более 24 месяцев.

Утилизация ТИН должна производиться в соответствии с действующими требованиями НПА к утилизации твёрдых бытовых отходов.

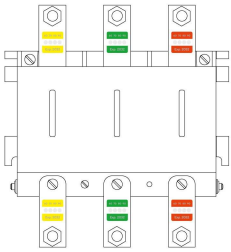
Приложение А

Примеры размещения ТИН на контактах и контактных соединениях электрооборудования и подбора контролируемых температур

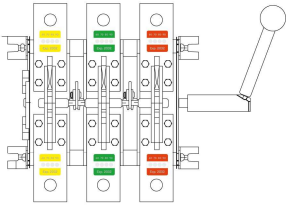
1. Контактные соединения шин и проводов на выводах электротехнических устройств до 1000 В (выключателей, разъединителей, магнитных пускателей, контакторов и пр.)



Автомат с кабельным присоединением



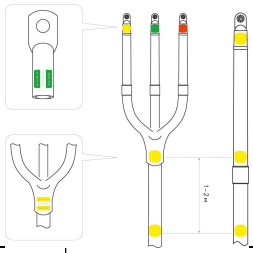
Контактор с шинным присоединением



Рубильник с шинным присоединением

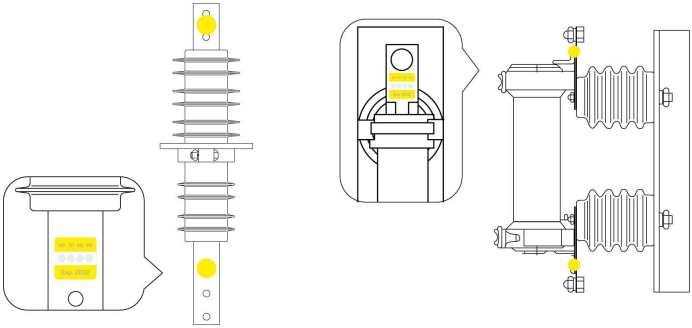
Тип контактного соединения/контакта	Наибольшая допустимая температура, °С	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
проводники из меди и алюминия без защитных покрытий	95	60-70-80-100
проводники из меди и алюминия с защитными покрытиями	110	60-80-90-110
проводники (провода) с поливинилхлоридной изоляцией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

2. Наконечники и разделки концевых кабельных муфт до и выше 1000 В



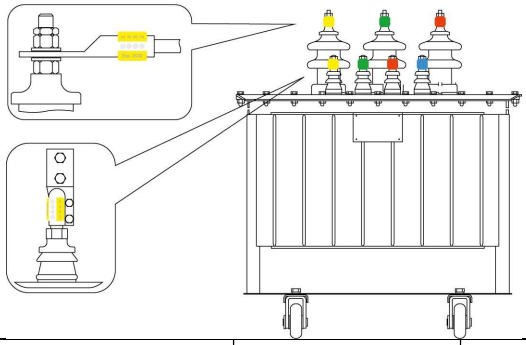
Тип изоляции кабеля	Наибольшая допустимая температура, °С	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
ПВХ	70	50-55-60-70
из вулканизирующегося (сшитого) полиэтилена	90	60-70-80-90
с пропитанной бумажной изоляцией при номинальном напряжении 6 кВ	65	50-55-60-70

3. Контакты плавких предохранителей до и выше 1000 В



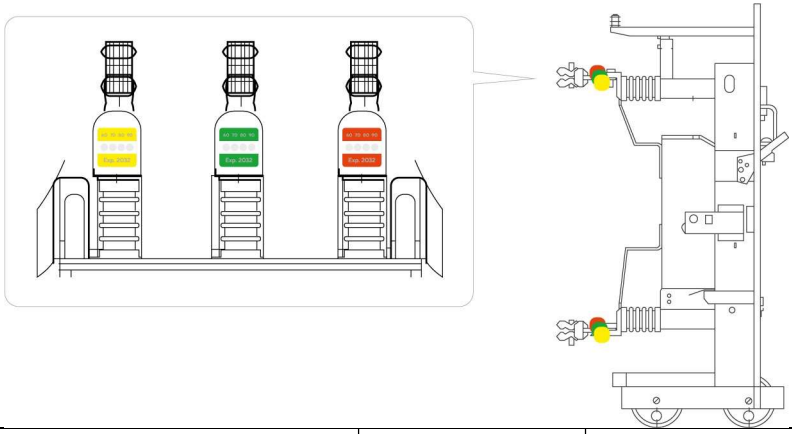
Тип контактного соединения/контакта	Наибольшая допустимая температура, °С	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
пружинные контакты предохранителей до 1 кВ без оболочки:		
- медные без покрытия	80	60-70-80-90
- латунные без покрытия	85	60-70-80-90
- луженые	95	60-70-80-100
- никелированные	110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

4. Контактные соединения на аппаратных зажимах вводов ВН, СН, НН силовых трансформаторов ЗРУ



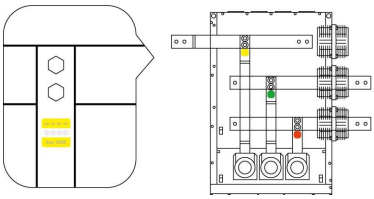
Тип контактного соединения/контакта	Наибольшая допустимая температура, °С	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
аппаратный зажим	105	60-80-90-110
наконечник кабеля с изоляцией из ПВХ	70	50-55-60-70
наконечник кабеля с изоляцией из вулканизирующегося (сшитого) полиэтилена	90	60-70-80-90

5. Втычные контакты выкатных элементов ячеек КРУ 6-35 кВ (с выключателями, предохранителями, ТН, ТСН, разъединителями)

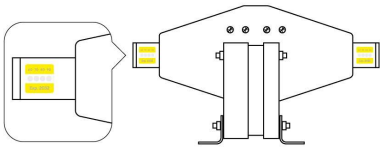


Тип контактного соединения/контакта	Наибольшая допустимая температура, °С	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
– без покрытия в воздухе, – с покрытием серебром или никелем в воздухе, – с покрытием оловом в воздухе.	75 105 90	50-60-70-80 60-70-80-100 60-70-80-90

6. Разборные контактные соединения сборных и соединительных шин, шин с выводами аппаратов выше 1000 В (выключателей, трансформаторов тока, предохранителей и т.д.)



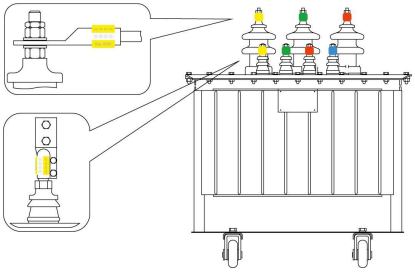
Сборные шины



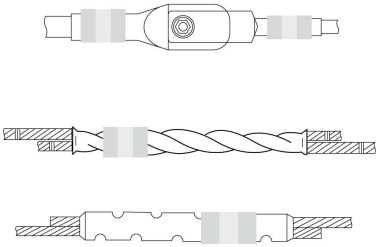
Трансформаторы тока

Тип контактного соединения/контакта	Наибольшая допустимая температура, °С	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
из меди, алюминия и их сплавов: - без покрытий - с покрытием оловом	 90 105	 60-70-80-90 60-70-80-100

7. Контактные соединения сборных и соединительных шин, проводов и на аппаратных зажимах электрооборудования ОРУ и ВЛ выше 1000 В



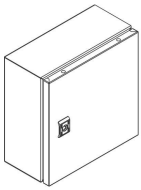
Выводы силовых трансформаторов

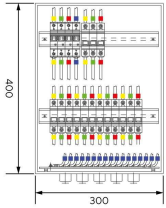


Соединители проводов ВЛ (гильзы)

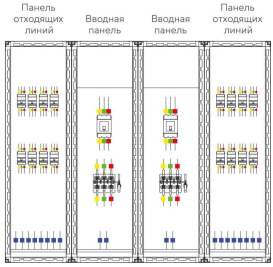
Тип контактного соединения/контакта	Наибольшая допустимая температура, °С	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
Контактные соединения из меди, алюминия и их сплавов: - без покрытий - с покрытием оловом	 90 105	 90
Контактные соединения на аппаратных зажимах съемных (разборных) вводов ВН, СН, НН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

8. Контактные соединения распределительных щитов 220/380 В до 100 А





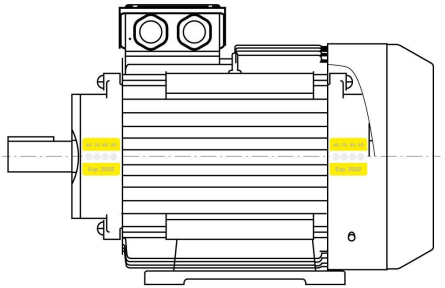
ЩР 0,4 кВ



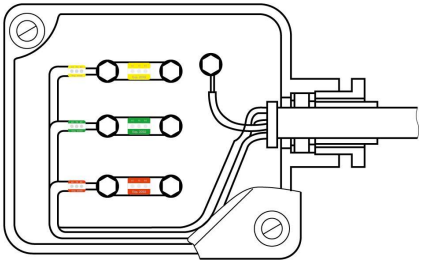
ВРУ 0,4 кВ

Тип проводника	Наибольшая допустимая температура нагрева, °С	Диапазон сечения проводника, мм²	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
Медные и алюминиевые токоведущие жилы силовых кабелей при наличии изоляции из поливинилхлоридного пластика и полиэтилена: АВВГ, АВВГЭ, АВБбШв, АПВ, АППВ,ВВГ, ВВГЭ, ВВГ-П, ВБбШв, NYM-J, NYM-O, ПВ1, ПВ2, ПВ3, ПВ4, ПВС, ПУВ, ПуГВ, ПУГНП, ППВ, и т.д.	70	2-10	60
		более 10	50-60-70
Контактные соединения выводов аппаратов, контактных зажимов с внутренними и внешними проводниками, неизолированные сборные шины	90	2-10	80
		более 10	70-80-90

9. Электродвигатели и электрогенераторы



Подшипники электродвигателя



БРНО электродвигателя

Контролируемый элемент	Тип контакта или контактного соединения	Наибольшая допустимая температура, ºС	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
Подшипники*	скольжения	80	50-60-70-80
	качения	100	
Разборные и неразборные контактные соединения из меди, алюминия и их сплавов в клеммных коробках электродвигателей и электрогенераторов	без защитных покрытий рабочих поверхностей	95	60-80-100
	с защитными покрытиями рабочих поверхностей неблагородными металлами	110	60-90-110
	проводники (провода) с поливинилхлоридной изоляцией	70	50-60-70
*Состояние подшипников определяется по методу избыточной температуры.			

Львов М.Ю., Лесив А.В.

ТИПОВАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТЕРМОИНДИКАТОРНЫХ НАКЛЕЕК ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ КОНТАКТОВ И КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЛЭП