

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

**Москва, 2022 г.**



## Содержание

1 Введение	2
2 Термины, определения и сокращения	2
3 Назначение, принцип действия и общие требования к ТИН	3
4 Организация теплового контроля элементов ЭУ с помощью ТИН	6
5 Оценка состояния контактов, контактных соединений и других элементов электрооборудования и ЛЭП с помощью ТИН	6
5.1 Оценка состояния контактов и контактных соединений внутренних (закрытых) электроустановок	7
5.2 Оценка состояния контактов и контактных соединений на выкатных элементах ячеек КРУ 6-35 кВ с применением ТИН	12
5.3 Оценка состояния контактных соединений ОРУ и ВЛ	13
5.4 Оценка теплового состояния элементов электродвигателей 0,4-10 кВ	14
5.5 Оценка теплового состояния элементов аккумуляторных батарей 12-36В	15
6 Общие указания по установке и эксплуатации ТИН	15
7 Порядок действий при выявлении фактов срабатывания ТИН	17
8 Меры безопасности	17
9 Требования к транспортировке, хранению и утилизации ТИН	18
Приложение А	20

## 1 Введение

Типовая инструкция предназначена для ознакомления с методами теплового контроля контактов, контактных соединений и других элементов 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 различных элементов 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 персоналом при каждом осмотре, техническом обслуживании и ремонте электрооборудования. Использование ТИН позволяет повысить надёжность и безопасность эксплуатации электроустановок, снизить риск возгораний и пожаров. Приведённые нормированные значения температур контактов и контактных соединений определены с учетом требований действующих руководящих документов, стандартов, а также накопленного опыта.

## 2 Термины, определения и сокращения

В настоящей инструкции применяются следующие термины и сокращения:

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

**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.;

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

АКБ – аккумуляторная батарея;

ВЛ - воздушная линия электропередачи;

ВРУ - вводно-распределительное устройство;

КРУ - комплектное распределительное устройство;

НПА - нормативно-правовой акт;

НТД - нормативно-техническая документация;

ОРУ- открытое распределительное устройство;

РУ - распределительное устройство;

ТИН - термоиндикаторная наклейка.

### **3 Назначение, принцип действия и общие требования к ТИН**

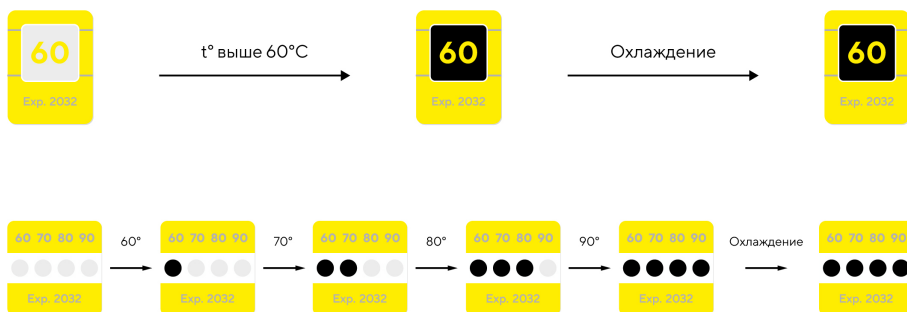
ТИН предназначены для непрерывного контроля температуры элементов электрооборудования и необратимой регистрации факта превышения одной или нескольких пороговых температур.

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 использованием 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 элементов электрооборудования необходимо использовать ТИН, технические характеристики которых соответствуют требованиям, приведённым в таблице 1.

**Таблица 1 – Технические требования к ТИН**

Наименование параметра/характеристики	Требуемое значение
1 Тип индикации	- необратимый
2 Цветовой переход	- белый–чёрный или белый–чёрный с обозначением температуры срабатывания
3 Требования к термочувствительному элементу	- отсутствие срабатывания в течение 30 дней при температуре на 5 °С ниже заданной; - отсутствие возвращения исходной окраски при охлаждении сработавшей ТИН до минимальной температуры эксплуатации; - допустимый диапазон срабатывания – 2 °С; - время цветового перехода при достижении поверхностью заданной температуры – не более 2 секунд
4 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
5 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
6 Пожароустойчивость	- должны обладать свойством самозатухания
7 Электрическая прочность (ГОСТ 6433.3-71), кВ/мм	- не менее 18
8 Толщина ТИН, мм	- не более 0,5
9 Классификация по степени воздействия на организм человека	- малоопасные согласно ГОСТ 12.1.007-76, в частности ТИН не должны выделять вредные вещества
10 Устойчивость к механическим воздействиям, органическим растворителям и смазочным материалам	- должны сохранять функциональные свойства при кратковременном воздействии уайт-спирита и смазочных материалов
11 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 изготовления или окончания срока службы.

## **4 Организация теплового контроля элементов ЭУ с помощью ТИН**

На электрических станциях (подстанциях) рекомендуется составить перечень элементов электрооборудования, подлежащих тепловому контролю с помощью ТИН.

Осмотр ТИН, а также контроль состояния контактов и контактных соединений электрооборудования с помощью ТИН рекомендуется включать в объём работ, проводимых при осмотре, техническом обслуживании и ремонте электрооборудования.

Установку (замену) ТИН рекомендуется включать в перечень работ и материалов при организации текущего и капитального ремонта электрооборудования.

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

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

## **5 Оценка состояния контактов, контактных соединений и других элементов электрооборудования и ЛЭП с помощью ТИН**

Определение наличия дефектов элементов (узлов) электрооборудования и степени их развития с помощью ТИН производится по методу превышения температуры, избыточной температуры или по коэффициенту дефектности.

При оценке теплового состояния элементов ЭУ 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 КС;



- возникновением оксидной пленки или нагара под воздействием температуры или разрядов;
- разъеданием или коррозией металла из-за воздействия кислот, электрохимического окисления и пр.;
- ✓ нагрев электрооборудования, вызванный перегрузкой по току, в том числе из-за неравномерного распределения нагрузки по фазам;
- ✓ избыточный нагрев элементов электрооборудования из-за превышения окружающей температуры, связанного, в том числе, с выходом из строя системы охлаждения;
- ✓ нагрев подшипников электродвигателей из-за утечки смазки, разбалансировки, избыточного трения, дефектов уплотнений;
- ✓ наличие короткозамкнутых контуров или токов утечки на корпус.

### **5.1 Оценка состояния контактов и контактных соединений внутренних (закрытых) электроустановок**

Для оценки технического состояния контактов и контактных соединений внутренних (закрытых) электроустановок применяются 3-х или 4-х температурные ТИН в соответствии с таблицей 2.

Рекомендации по подбору ТИН и точкам монтажа для внутренних (закрытых) электроустановок приведены в приложении А к настоящей инструкции.

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.

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



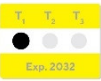
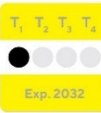

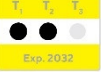
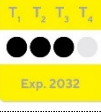
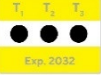
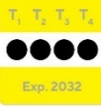
**Таблица 2** – Наибольшие допустимые значения температур узлов электрооборудования и контролируемые с помощью ТИН значения температур

Контролируемые узлы	Наибольшее допустимое значение		Контролируемые ТИН температуры	
	Температура нагрева, °С	Превышение температуры, °С	$I_{ном}$ до 100 А	$I_{ном}$ выше 100 А
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 покрытием серебром или никелем, в воздухе	105	65	60-90-110	60-80-90-110
- с покрытием оловом, в воздухе	90	50	60-80-90	60-70-80-90
3 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
4 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

Контролируемые узлы	Наибольшее допустимое значение		Контролируемые ТИИ температуры	
	Температура нагрева, °С	Превышение температуры, °С	$I_{ном}$ до 100 А	$I_{ном}$ выше 100 А
5 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	
6 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, расположенного внутри зданий и сооружений с максимальной температурой окружающего воздуха 40 °С проводится в соответствии с Таблицей 3.

**Таблица 3 – Определение степени развития дефекта по методу превышения температуры**

Состояние ТИН		$I_{\max} < 0,5I_{\text{ном}}$	$I_{\max} = 0,5-0,75I_{\text{ном}}$	$I_{\max} = 0,75-0,9I_{\text{ном}}$	$I_{\max} > 0,9I_{\text{ном}}$
 или  Эксп. 2032		Отсутствие дефекта			
 или  Эксп. 2032	Развившийся дефект	Начальная степень развития дефекта			
 Эксп. 2032	Развившийся дефект	Начальная степень развития дефекта			
 или  Эксп. 2032	Развившийся дефект	Начальная степень развития дефекта			
 или  Эксп. 2032	Аварийный дефект (достижение наибольшей допустимой температуры нагрева)				

- **Начальная степень развития дефекта.** Следует держать под контролем и принимать меры по устранению во время проведения ремонта, запланированного по графику.
- **Развившийся дефект.** Принять меры по устранению неисправности при ближайшем выводе электрооборудования из работы.
- **Аварийный дефект.** Требуется немедленного устранения.

Оценка состояния по методу избыточной температуры с помощью ТИН проводится только для контактов и контактных соединений электрооборудования, расположенного внутри зданий и сооружений, максимальный нагрузочный ток которого не превышает  $0,6I_{\text{ном}}$ .

Избыточная температура рассчитывается как разница максимальных температур, зафиксированных ТИН на контактах (контактных соединениях) соседних фаз. При изменении цвета термоиндикаторной наклейки (срабатывании ТИН) только на контролируемой фазе без срабатывания ТИН на соседней фазе

избыточная температура определяется как разница между максимальной температурой окружающего воздуха и температурой, зафиксированной ТИН. Степень развития дефекта определяется в соответствии с таблицей 4. Также следует обращать внимание на максимальную величину достигнутой температуры в сравнении с предельным значением температуры нагрева.

**Таблица 4** – Определение степени развития дефекта по избыточной температуре ( $I$  – максимальный рабочий ток нагрузки)

Степень развития дефекта	Избыточная температура, °С				Рекомендация
	$I/I_{ном}=0,3$	$I/I_{ном}=0,4$	$I/I_{ном}=0,5$	$I/I_{ном}=0,6$	
Начальная степень развития дефекта	до 10	до 20	до 30	до 45	Следует держать под контролем и принимать меры по устранению неисправности во время проведения ремонта, запланированного по графику
Развившийся дефект	> 10	> 20	> 30	> 45	Принять меры по устранению неисправности при ближайшем выводе оборудования из работы
$I/I_{ном}$ – отношение максимального рабочего тока нагрузки к номинальному току нагрузки					

Оценка состояния по коэффициенту дефектности применяется для контроля состояния сварных, паяных и выполненных обжатием контактных соединений элементов электрооборудования, а также кабельной арматуры КЛ при токах нагрузки более  $0,3I_{ном}$ .

Расчет коэффициента дефектности проводится по соотношению температур превышения на контролируруемом элементе и на отдаленном от него участке (на расстоянии не менее 1 м).

Температуры превышения определяются экспертно исходя из значений максимальной температуры эксплуатации и зарегистрированных ТИН температур. При расчете коэффициента дефектности следует оценивать точность и достоверность определяемого параметра.

Различают следующие виды дефектов, представленные в таблице 5.

**Таблица 5** – Определение степени развития дефекта по коэффициенту дефектности

Степень развития дефекта	Коэффициент дефектности	Рекомендация
Начальная степень развития дефекта	Не более 1,2	Следует держать под контролем и принимать меры по устранению неисправности во время проведения ремонта, запланированного по графику
Развившийся дефект	1,2-1,5	Принять меры по устранению неисправности при ближайшем выводе оборудования из работы
Аварийный дефект	Более 1,5	Требует немедленного устранения

## **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 температуры срабатывания были видны в смотровом окне при осмотрах.

Оценка состояния проводится по избыточной температуре или превышению температуры. 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 оценки состояний контактов и контактных соединений ОРУ и ВЛ целесообразно использовать однотемпературные ТИН. Рекомендуемые контролируемые температуры приведены в Таблице 6.

**Таблица 6** – Допустимые температуры нагрева элементов ОРУ и ВЛ и рекомендуемые температуры контроля

Контролируемый элемент	Тип контактного соединения	Наибольшая допустимая температура, °С	Рекомендуемая температура контроля, °С	
1 Контактные соединения (кроме сварных и паяных) сборных и соединительных шин, шин с выводами аппаратов, аппаратных выводов электрооборудования (на аппаратных зажимах) с внешними проводниками электрических цепей, воздушных проводов	из меди, алюминия и их сплавов:		90	
	- без покрытия	90		
	- с покрытием оловом	105		
2 Токоведущие шины (за исключением контактов и контактных соединений)	неизолированные		90	
				120
3 Медные, алюминиевые, из алюминиевых сплавов и сталеалюминиевые неизолированные провода, скрученные из круглых проволок ВЛ 0,4-220 кВ в длительном режиме	М	70	60	
	А, АКП, АН, АЖ, А1, А2, АС, АСКС, АСКП, АСК, АСца, АСП, АСвп, А2Свп	70	60	
	АТ1С, АТ2С, АТ1СП	150	90	
4 Контактные соединения из меди и ее сплавов на аппаратных зажимах вводов конденсаторного типа, вводов с твердой изоляцией 110-220 кВ, предназначенных для трансформаторов (автотрансформаторов), реакторов, масляных выключателей, линейных вводов, а также трансформаторных вводов с твердой изоляцией на номинальное напряжение 110 кВ	без покрытия оловом	80	60	
	с покрытием оловом	100	90	
5 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	

При выявлении факта срабатывания ТИН рекомендуется провести внеочередной тепловизионный контроль элемента (элементов) ОРУ и ВЛ с целью уточнения степени развития дефекта и определить конкретные меры по его устранению.

#### **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 объеме:

- 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 12-36В**

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.

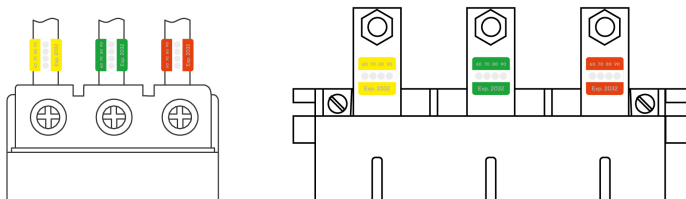
## **6 Общие указания по установке и эксплуатации ТИН**

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

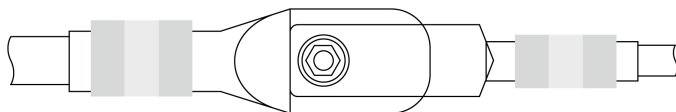
ТИН следует размещать максимально близко к контролируемым элементам таким образом, чтобы они не препятствовали работе электрооборудования, проведению технического обслуживания и ремонтных работ. При наличии термоусадочного изоляционного слоя ТИН следует размещать поверх него.

ТИН необходимо устанавливать на элементы 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* элемента электрооборудования



**Рис. 3** Способ установки ТИН на элементы электрооборудования и 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 элементы 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 электроустановки.

## **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.

При выявлении факта срабатывания ТИН необходимо назначить мероприятия по определению степени развития дефекта, а также составить график проведения работ по контролю за развитием дефекта или по устранению дефекта.

Мероприятия по контролю за развитием дефекта могут включать:

- составление графика учащенных осмотров;
- проведение тепловизионного контроля;
- определение значений переходного контактного сопротивления;
- определение максимальных значений тока нагрузки.

Мероприятия по устранению дефекта могут включать:

- определение причины возникновения дефекта и её устранения;
- определение конкретного перечня работ по устранению дефекта, например, зачистка, замена, протяжка контактного соединения, замена смазки, замена дефектных элементов и т. д., с указанием срока проведения работ.

## **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.

При осмотре ТИН, установленных на токоведущих частях в ячейках закрытых РУ напряжением выше 1000 В, следует отдельно обращать внимание на соблюдение следующих Правил охраны труда:

- запрещается приближаться на недопустимое расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- запрещается проводить открытие защитных шторок, без снятия напряжения с ошиновки или отходящих кабелей,
- рекомендуется проводить визуальный осмотр через смотровые окна (при их наличии);
- необходимо проводить осмотр ТИН, установленных на контактах выкатных элементов с выключателями только при полном их выкатывании, осуществляя плановые отключения.

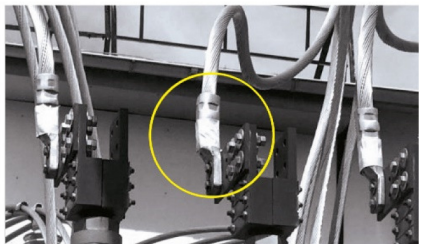
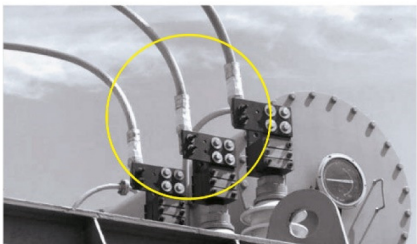
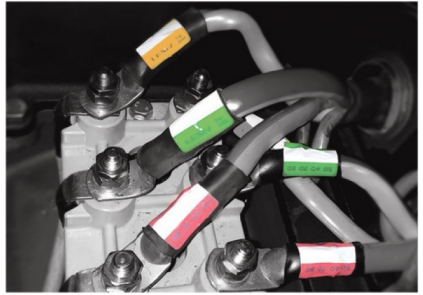
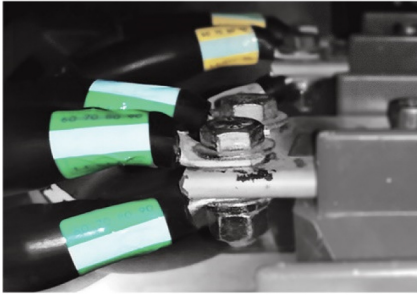
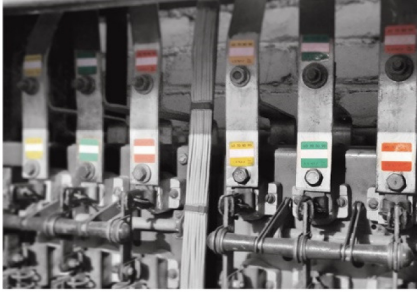
## **9 Требования к транспортировке, хранению и утилизации ТИН**

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.

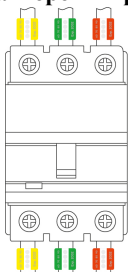
Утилизация ТИН должна производиться в соответствии с действующими требованиями НПА к утилизации твёрдых бытовых отходов.



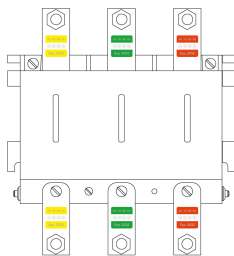
## Приложение А

### Примеры размещения ТИН на элементах электрооборудования и подбора контролируемых температур

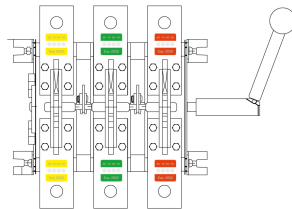
1. Контактные соединения шин и проводов на выводах электротехнических устройств до 1000 В (выключателей, разъединителей, магнитных пускателей, контакторов и пр.)



Автомат с кабельным присоединением



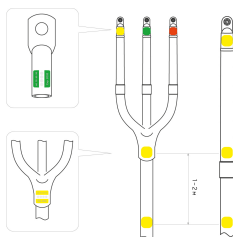
Контактор с шинным присоединением



Рубильник с шинным присоединением

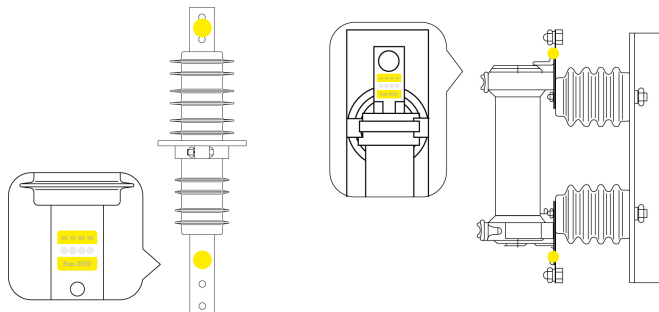
Тип контактного соединения/контакта	Наибольшая допустимая температура, °С	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
проводники из меди и алюминия без защитных покрытий	95	60-70-80-100
проводники из меди и алюминия с защитными покрытиями	110	60-80-90-110
проводники (провода) с поливинилхлоридной изоляцией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

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



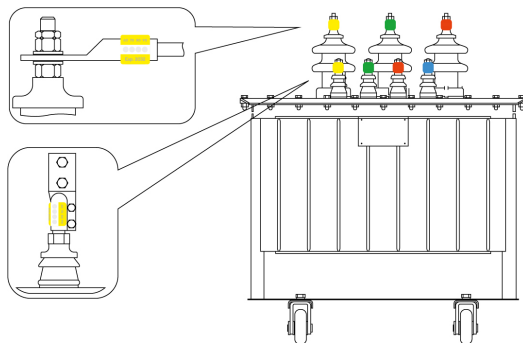
Тип изоляции кабеля	Наибольшая допустимая температура, °С	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
ПВХ	70	50-55-60-70
из вулканизирующегося (сшитого) полиэтилена	90	60-70-80-90
с пропитанной бумажной изоляцией при номинальном напряжении 6 кВ	65	50-55-60-70

### 3. Контакты плавких предохранителей до и выше 1000 В



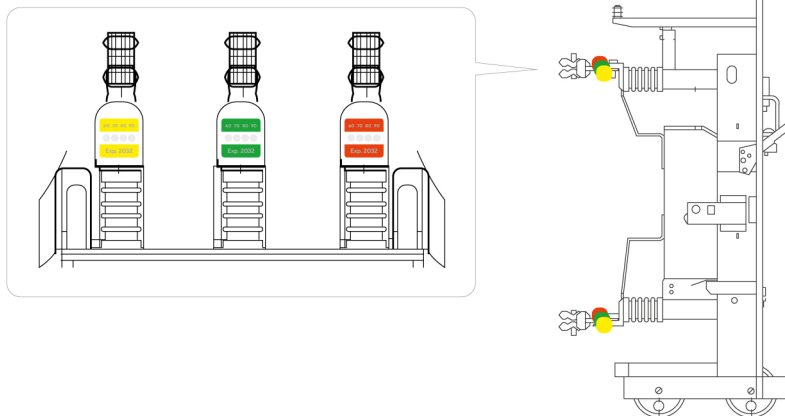
Тип контактного соединения/контакта	Наибольшая допустимая температура, °С	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
пружинные контакты предохранителей до 1 кВ без оболочки: - медные без покрытия - латунные без покрытия - луженые - никелированные	80 85 95 110	60-70-80-90 60-70-80-90 60-70-80-100 60-80-90-110
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

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



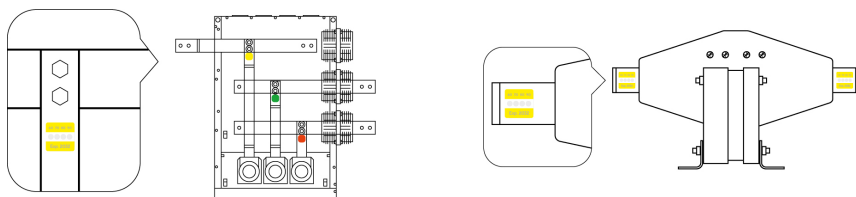
Тип контактного соединения/контакта	Наибольшая допустимая температура, °С	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
аппаратный зажим	105	60-80-90-110
наконечник кабеля с изоляцией из ПВХ	70	50-55-60-70
наконечник кабеля с изоляцией из вулканизирующегося (сшитого) полиэтилена	90	60-70-80-90

**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,	75	50-60-70-80
– с покрытием серебром или никелем в воздухе,	105	60-70-80-100
– с покрытием оловом в воздухе.	90	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.)**



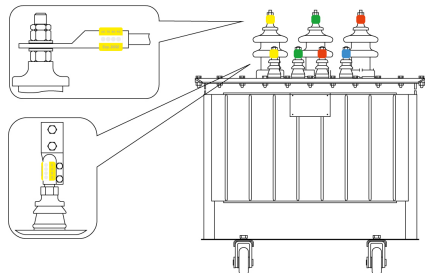
Сборные шины

Трансформаторы тока

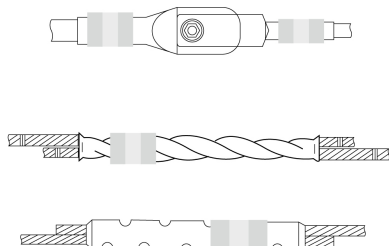
Тип контактного соединения/контакта	Наибольшая допустимая температура, °С	Контролируемые с помощью ТИН температуры, °С
из меди, алюминия и их сплавов:		
- без покрытий	90	60-70-80-90
- с покрытием оловом	105	60-70-80-100



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



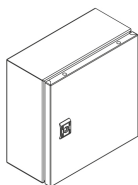
Выводы силовых трансформаторов



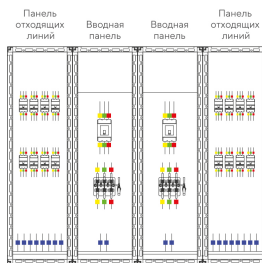
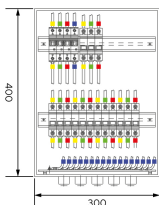
Соединители проводов ВЛ (гильзы)

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 из меди и ее сплавов на аппаратных зажимах вводов конденсаторного типа, вводов с твердой изоляцией 110-220 кВ предназначенных для трансформаторов (автотрансформаторов), реакторов, масляных выключателей, линейных вводов - без покрытия оловом, - с покрытия оловом.	80 100	60 90

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



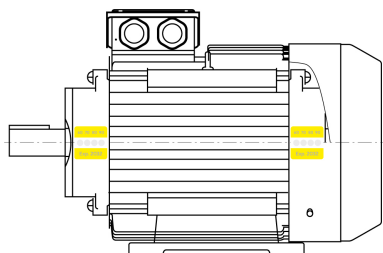
ЩР 0,4 кВ



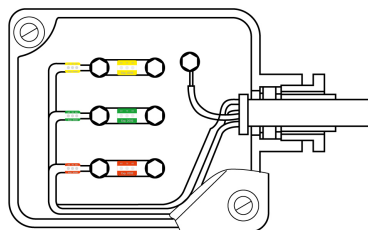
ВРУ 0,4 кВ

Тип проводника	Наибольшая допустимая температура нагрева, °С	Диапазон сечения проводника, мм <sup>2</sup>	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, НУМ-Ј, НУМ-О, 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, °С	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 благородными 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

