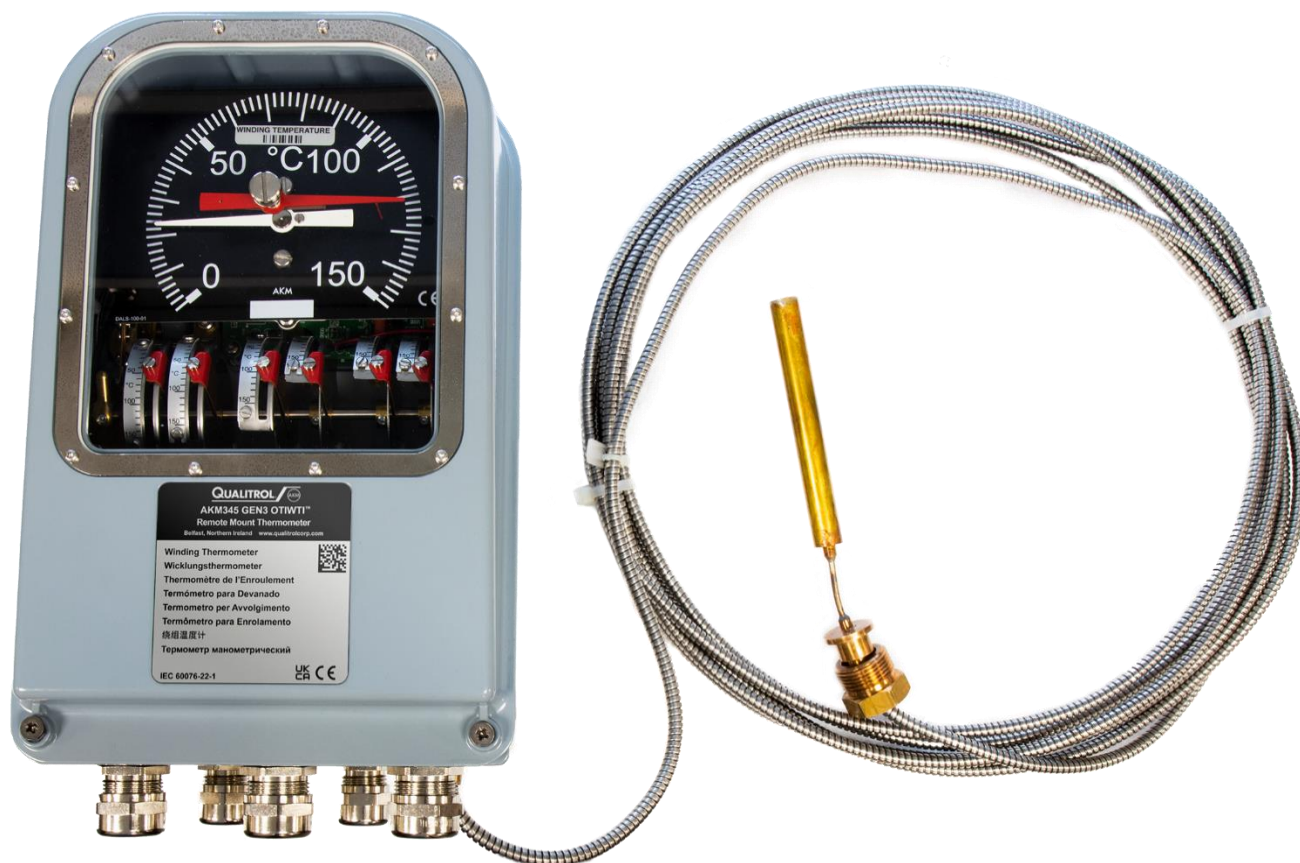


# QUALITROL AKM345 GEN3 OTIWTI™

Индикатор температуры масла OTIWTI™ АКМ, тип 34

Индикатор температуры обмотки OTIWTI™ АКМ, тип 35

Идентификатор документа: 40-08847-00-Rev001



## Юридический

Содержащаяся в настоящем документе информация может быть изменена без предварительного уведомления. Этот документ предоставляется покупателям продуктов Qualitrol для использования при установке, эксплуатации и обслуживании таких продуктов. Использование в иных целях, воспроизведение, распространение этого документа, либо создание производных документов на его основе без официального предварительного письменного разрешения компании Qualitrol запрещены.

Компания Qualitrol приложила все необходимые усилия для обеспечения точности и качества настоящих печатных материалов, однако не предоставляет каких бы то ни было явных или подразумеваемых гарантий в этом отношении. Компания Qualitrol снимает с себя любую ответственность или обязательства в связи с прямыми или косвенными убытками, которые могут возникнуть в результате использования приведенной в настоящем руководстве информации или описанных в нем изделий. Упоминание какого-либо изделия или марки не означает одобрение компанией Qualitrol такого изделия или марки.

Первоначально настоящий документ был составлен на английском языке, после чего он был переведен на другие языки. Качество последующих переводов на другие языки не гарантируется. В случае противоречий



между версиями документа на английском и других языках версия на английском языке имеет преимущественное значение.

©2021 QUALITROL® Company LLC — сертифицирована по системе стандартов ISO 9001. Все права защищены. Информация может быть изменена без предварительного уведомления.

Все товарные знаки, упомянутые в настоящем документе, являются собственностью соответствующих компаний. 40-08847-00-Ред. 001.



## О компании Qualitrol®

QUALITROL® производит устройства контроля и защиты подстанций и трансформаторов, используемые электроэнергетическими предприятиями и компаниями-производителями оригинального оборудования. Компания QUALITROL является признанным мировым лидером по продаже и установке оборудования для защиты трансформаторов, регистраторов аварийных событий и локаторов повреждений в электрических сетях. Компания QUALITROL®, основанная в 1945 году, производит на заказ различные типы продукции, отвечающей уникальным требованиям.

## Оглавление

1.	Список сокращённых наименований и аббревиатур .....	7
2.	Введение.....	8
2.1	QUALITROL AKM345 GEN3 OTIWTI™.....	8
2.2	Эксплуатация .....	9
2.3	Проверка калибровки.....	9
2.4	Имитация обмотки.....	9
2.5	Переключатели.....	10
2.6	Дистанционный выход .....	10
2.7	MODBUS .....	10
3.	Технические характеристики .....	11
3.1	Характеристики окружающей среды .....	11
3.2	Электрическая часть.....	11
3.3	Механические характеристики .....	11
3.4	SCADA .....	12
4.	Безопасность .....	13
4.1	Общие предупреждения .....	13
4.2	Прокладка капиллярной трубки .....	13
4.3	Проводка переключателя.....	13
4.4	Электрический разъем .....	13
4.5	Подключение к источнику питания .....	14
4.6	Токовая петля 4–20 мА .....	14
4.7	Сигнал 0–5 В.....	14
5.	Установка .....	14
5.1	Монтаж АКМ345.....	15
5.1.1	Монтаж кожуха.....	15
5.1.2	Установка зонда .....	16
5.2	Передняя крышка.....	19
5.2.1	Открытие и крепление.....	19
5.2.2	Снятие крышки .....	20
5.3	Электрический разъем .....	21
5.3.1	Кабельные муфты .....	21
5.3.2	Переключатели.....	21
5.3.3	Согласование сопротивления .....	22

5.3.4	Power .....	22
5.3.5	Дистанционный выход .....	23
5.3.6	Modbus .....	24
6.	Настройка переключателей .....	25
6.1	Регулировка значения уставки переключателя.....	25
6.2	Регулируемый дифференциал (дополнительно) .....	26
7.	Имитация температуры обмотки.....	27
7.1	Регулировка внутреннего согласующего сопротивления – TD50 и TD76.....	28
7.2	Использование опции внутреннего 5-амперного ТТ — TD50 (5 A).....	29
7.2.1	Общая информация .....	29
7.2.2	Настройка согласующего сопротивления .....	29
7.3	Двойной градиент (опция) — TD50 (X2) и TD76 (X2) .....	31
7.3.1	Общая информация .....	31
7.3.2	Рекомендации по разводке соединений.....	31
7.4	Внешние согласующие блоки .....	32
8.	Связь по протоколу MODBUS (опция).....	33
8.1	Конфигурации MODBUS по умолчанию .....	33
8.2	Отчеты о событиях по протоколу MODBUS.....	33
8.3	Карта регистров MODBUS.....	33
8.3.1	Регистры MODBUS.....	33
8.3.2	Регистры входа .....	34
8.3.3	Дискретные входы .....	35
8.3.4	Регистры временного хранения .....	35
8.3.5	Примечания по MODBUS .....	36
9.	Поиск и устранение неисправностей .....	37
9.1	Согласование сопротивления .....	37
9.2	УДАЛЕННЫЕ УСТРОЙСТВА ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ.....	37

## 1. Список сокращённых наименований и аббревиатур

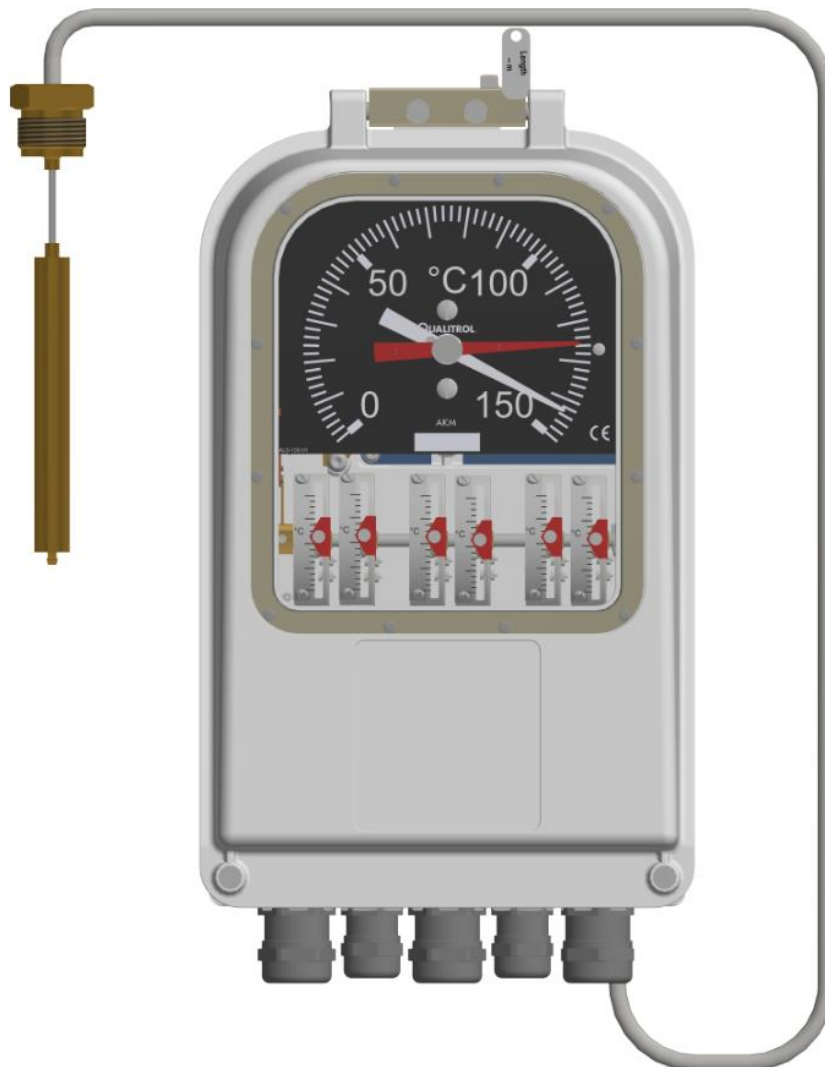
Аббревиатура/акроним	Значение
AKM345	Семейство продуктов Qualitrol — индикаторы температуры масла и обмотки
GEN3	Продукт третьего поколения
ИТМ	Индикатор температуры масла
ИТО	Индикатор температуры обмотки
ЭМДГ	Контакт с электромагнитным дугогашением
ГТО	Горячая точка обмотки
ОТИWTI	Индикаторы температуры масла и обмотки торговой марки Qualitrol

## 2. Введение

### 2.1 QUALITROL AKM345 GEN3 OTIWTI™

Qualitrol AKM345 GEN3 OTIWTI™ воплощает в себе передовые технологии индикации температуры масла и обмоток для трансформаторов всех классов. GEN3 — это прочный, многофункциональный индикатор температуры мирового класса, разработанный и изготовленный для длительного и безотказного рабочего режима в любых условиях.

AKM345 GEN3 OTIWTI™ — это дистанционно устанавливаемый сильфонный индикатор температуры, используемый на трансформаторах в целях индикации температуры масла (ИТМ) или температуры обмотки (ИТО). АКМ345 используется для активации охлаждающего оборудования, сигнализации при достижении значений температуры и электронной передаче показаний температуры.





## 2.2 Эксплуатация

AKM345 использует сифонную технологию. Температурный зонд устанавливается в карман/камеру в стенке или крышке трансформатора. Зонд подключается к системной герметичной капиллярной трубке, заполненной маслом, которая затем подсоединяется к сифонной системе в кожухе устройства. Когда температура масла в зонде увеличивается, масло расширяется, расширяя сифон и, как следствие, перемещая шкалу устройства вместе с переключателями и дистанционными выходами.

В блоках ИТО ток нагрузки от ТТ, встроенного во ввод, можно подавать непосредственно на кожух АКМ345, чтобы использовать его для имитации температуры обмотки. Температуру обмотки имитирует нагреватель, расположенный в сифоне устройства, обеспечивая точную и надежную индикацию градиента.

Переключатели могут использоваться для управления охлаждением и сигнализацией. Дистанционные выходы могут использоваться для передачи данных в локальную или дистанционную систему мониторинга.

## 2.3 Проверка калибровки

Каждый прибор АКМ345 прошел заводскую калибровку, и дальнейшая калибровка не требуется.

Если необходимо проверить калибровку АКМ345, выполните следующую процедуру:

- поместите зонд в баню с кипящей водой (100°C) или откалиброванную масляную баню, установленную на 100°C
  - учтите, что минимальный объем воды или масла должен составлять 5 литров!
- перемешайте содержимое масляной/водяной бани, чтобы обеспечить равномерное распределение температуры, и убедитесь, что температура бани составляет 100°C (проверьте откалиброванным термометром)
- снимите показания температуры на термометре устройства через 15 минут  
Если разница между температурой на устройстве АКМ345 и температурой бани составляет больше 5°C, мы рекомендуем обратиться в Qualitrol для получения дополнительной помощи.

## 2.4 Имитация обмотки

AKM345 GEN3 OTIWTI™ использует технику имитации температуры обмотки путем косвенного измерения, называемого тепловым изображением. Это — часто используемый метод имитации, который измеряет температуру верхнего слоя масла и смещает показания индикатора температуры обмотки пропорционально нагрузке трансформатора, чтобы указать температуру обмотки.

В устройствах ИТО ток нагрузки от ТТ, встроенного во ввод, можно подавать непосредственно в кожух АКМ345, чтобы использовать этот метод имитации температуры обмотки. Температуру обмотки имитирует нагреватель, расположенный в сифоне устройства, обеспечивая точную и надежную индикацию градиента.

В АКМ345 согласующее сопротивление используется для регулировки тока, необходимого нагревательному элементу, для обеспечения требуемого градиента температуры самой горячей точки обмотки (ГТО), обеспечивая параллельный путь для отвода части общего тока. Существует 3 модели внутреннего согласующего сопротивления (TD50, TD76 и TD50/5) и 2 модели внешнего согласующего сопротивления (АКМ 44674 и АКМ 44678).

## 2.5 Переключатели

АКМ345 GEN3 OTIWTI™ может быть оснащен 2, 4 или 6 контактными переключателями формы С. Эти переключатели могут использоваться для сигнализации и управления охлаждающим оборудованием.

Каждый переключатель регулируется автономно по диапазону шкалы. Точность переключения составляет  $\pm 3\%$  от диапазона шкалы.

В качестве опции спецификация переключателей может допускать использование с высоким постоянным током или с золотыми контактами для искробезопасных сред.

Более подробная информация доступна в разделе 6 данного руководства.

## 2.6 Дистанционный выход

АКМ345 GEN3 OTIWTI™ может быть оснащен различными дистанционными выходами для подключения к системе диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA) или системе мониторинга.

Силовые выходы включают выходы 4–20 мА, 2 x 4–20 мА или 4–20 мА и 0–5 В пост. тока. Эти выходы масштабируются равномерно по указанному диапазону шкалы.

Доступен дополнительный несилевой выход в виде сигнала сопротивления Pt100. Сигнал Pt100 будет соответствовать температуре согласно кривой сопротивления Pt100.

Более подробная информация доступна в разделе 5.3.5, а рекомендации по подключению — в разделе 8.

## 2.7 MODBUS

Спецификация АКМ345 GEN3 OTIWTI™ допускает использование протокола связи RS-485 Modbus.

Протокол связи Modbus может быть установлен только с дистанционным силовым выходом.

Дополнительная информация доступна в разделе 8 данного руководства.

### 3. Технические характеристики

#### 3.1 Характеристики окружающей среды

Температура хранения	от -50°C до 80°C
Рабочая температура	от -40°C до 70°C; дополнительно для -60°C
Защита корпуса	IP66
Общие требования	Согласно IEC 60076-22-1, раздел 7.8
Категория перенапряжения, степень загрязнения, класс	Категория III, степень загрязнения 2, класс изоляции 1

#### 3.2 Электрическая часть

Диэлектрическая изоляция — ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ	2000 В перемен. тока на землю в течение 60 секунд
Номинальные характеристики стандартного переключателя (<250 В перемен. тока)	15 А; резистивный или индуктивный <7 мс
Номинальные характеристики стандартного переключателя (125 В пост. тока)	0,75 А резистивный/0,4 А <7 мс индуктивный
Номинальные характеристики стандартного переключателя (<250 В пост. тока)	0,3 А резистивный/0,2 А <7 мс индуктивный
Номинальные характеристики переключателя ЭМДГ (125 В перемен./пост. тока)	10 А резистивный/6 А <7 мс индуктивный
Номинальные характеристики переключателя ЭМДГ (250 В перемен./пост. тока)	3 А резистивный/1,5 А <7 мс индуктивный
Номинальные характеристики переключателя Gold (обесточенная цепь) (125 В пост. тока)	0,1 А резистивный
Размер провода зажима переключателя; крутящий момент	От 1,5 до 4 мм кв.; 0,8 Нм (6–8 фунт-футов)

#### 3.3 Механические характеристики




Точность набора и переключения	Для $T > 0$ градусов: +/-2% от полного диапазона шкалы
Сейсмическое исполнение; стабильность переключения	Согласно IEC 60068-3-3; уровень II
Вибрация; стабильность переключения	Согласно IEC 60721-3-4; класс 4M4
Ударостойкость; стабильность переключения	Согласно IEC 60721-3-4; вертикальная ось, тип 1

### 3.4 SCADA

Выходной сигнал 4–20 мА	Максимальная нагрузка 500 Ом
Выходной сигнал 0–5 В	Минимальная нагрузка 10 кОм
Потребляемая мощность 24 В	Максимальный ток < 0,25 А
Диэлектрическая изоляция: 4–20 мА, 0–5 В, RT100, порт Modbus	500 В перем. тока на землю в течение 60 секунд
Дополнительный источник питания: напряжение/частота; номинальные характеристики	100–240 В перемен. тока, 50/60 Гц или 125–250 В пост. тока
Дополнительный источник питания: рабочий диапазон напряжения	Согласно EN 60255-1; От 80 до 110% от номинального
Дополнительный источник питания: диэлектрическая изоляция — порт ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ	2000 В перем. тока на землю в течение 60 секунд
Дополнительный источник питания: предохранитель	Внутренний 5 x 20 мм; T2A; 250 В
Дополнительный блок питания; экологический класс	IP20
Помехоустойчивость	Согласно EN 61000-6-5; категория подстанции, интерфейс 4 Согласно IEEE C37.90.1,2,3
Уровень электромагнитных помех	Согласно EN55011; класс А
Клеммная проводка: SCADA	0,5–1,5 мм кв. (16–20 AWG)

## 4. Безопасность

### 4.1 Общие предупреждения

-  Работа за пределами предполагаемого использования не является ответственностью Qualitrol.
-  Обратитесь к руководству по установке для получения информации по монтажу и регулировке переключателей.
-  ЗАПРЕЩАЕТСЯ НАГРЕВАТЬ ЛАМПОЧКУ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ТЕРМОМЕТРА ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ, ПРЕВЫШАЮЩИХ МАКСИМАЛЬНЫЙ ДИАПАЗОН ШКАЛЫ.

### 4.2 Прокладка капиллярной трубки

Капиллярная трубка, используемая в АКМ345 GEN3, изготовлена из мягкой меди, что позволяет легко ее прокладывать. Если капиллярная трубка перегибается или раздавлена, устройство будет повреждено.

Чтобы предотвратить перегиб капиллярной трубки, мы рекомендуем минимальный радиус изгиба 38 мм [1,5 дюйма].

### 4.3 Проводка переключателя

#### **Предупреждение**

Кабели или провода к клеммной колодке должны быть рассчитаны на температуру не менее 80°C. Для устройств, в которых предусмотрено переключение напряжения выше чем 24 В, в АКМ345 GEN3 необходимо заземление на трансформатор или шкаф управления с использованием медного провода 1,5 мм<sup>2</sup>–4 мм<sup>2</sup> (16 AWG–10 AWG) с кольцевым зажимом и винт 5 мм к выделенной точке заземления.

**Соединение должно выполняться до и после подачи питания на устройство .**

### 4.4 Электрический разъем

#### **Предупреждение**

- Убедитесь, что устройство заземлено в соответствии с местными нормами.
- Соединения дистанционного выходного сигнала должны обеспечиваться с помощью экранированного кабеля.
- Вся проводка, поставляемая пользователем, должна быть рассчитана на температуру не ниже 80°C.
- Не отключайте защитное заземление, пока устройство находится под напряжением.
- Не допускайте превышения значения 250 В над землей для подключения к переключателю или питающей сети.



Зажим заземления

#### 4.5 Подключение к источнику питания

- Проводка ЗАЕМЛЕНИЯ питающей сети к корпусу показана на рисунке «Зажим заземления» ВЫШЕ. «Нейтраль» может находиться над нулевым потенциалом.
- Пользователь должен установить двухполюсное предохранительное устройство (или двойной предохранитель) с ограничением максимального тока (на 5 или 10 А) и выдержкой времени на источник ПИТАЮЩЕЙ сети.

#### 4.6 Токвая петля 4–20 мА

- Токвая петля 4–20 мА масштабируется по диапазону шкалы.
- Прикрепите экранированный провод ТОЛЬКО к левому/нижнему прижимному винту печатной платы (ПП) с помощью кольцевого или вильчатого зажима. Необходимо обеспечить одноточечное крепление/заземление экрана.

#### 4.7 Сигнал 0–5 В

- Выход 0–5 В пост. тока масштабируется по диапазону шкалы.

### 5. Установка

- Прежде чем приступать к установке, проверьте устройство на наличие повреждений, полученных при транспортировке и погрузке-разгрузке.
- Не беритесь за капиллярную трубку для переноски устройства. Не перекручивайте и не сгибайте капиллярную трубку слишком сильно при ее размотке. Минимальный радиус изгиба составляет 38 мм [1,5 дюйма].

- Зажмите его по всей длине с интервалами примерно 400 мм. Излишек капиллярной трубки можно смотать кольцами диаметром не менее 100 мм.
- В случае с заполняемыми маслом камерами/карманами убедитесь, что после вставки зонда осталось 15% избыточного объема для предотвращения теплового расширения.
- Для предотвращения механического износа устройства, вызываемого вибрациями трансформатора, следует использовать крепежные принадлежности из комплекта поставки, обладающие вибрационной прочностью.

## 5.1 Монтаж АКМ345

### 5.1.1 Монтаж кожуха

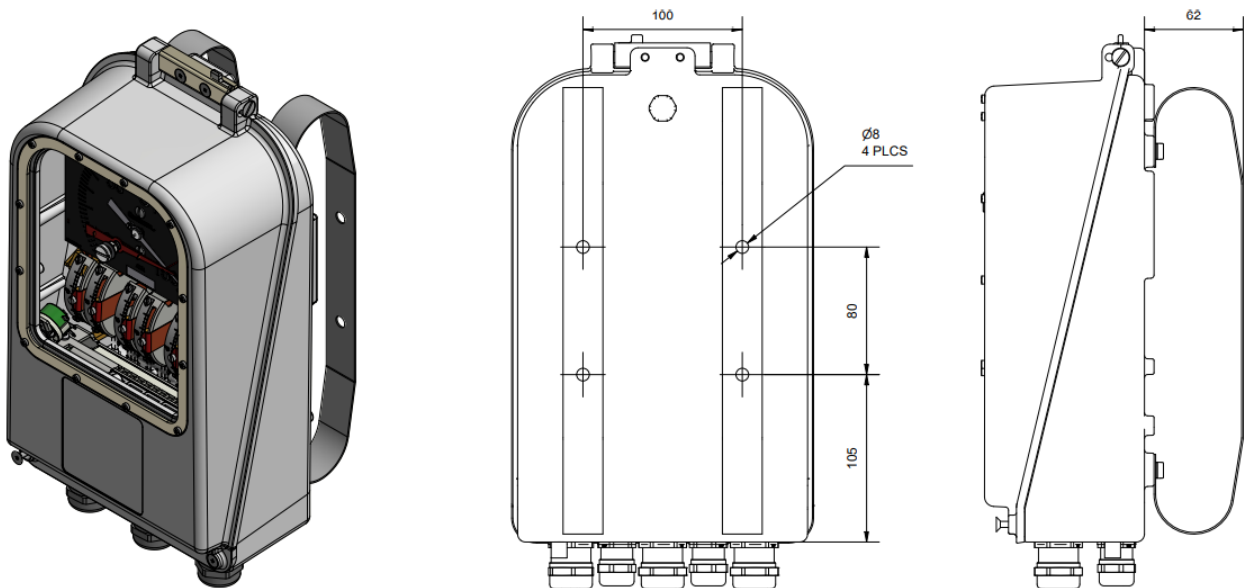
Кожух АКМ345 GEN3 может иметь стандартное, универсальное или сейсмическое крепление.

- Для стандартных и сейсмических креплений установите устройство, используя все 4 отверстия, указанные на монтажных кронштейнах.
- Для универсального крепления используйте не менее 4 из указанных монтажных отверстий.

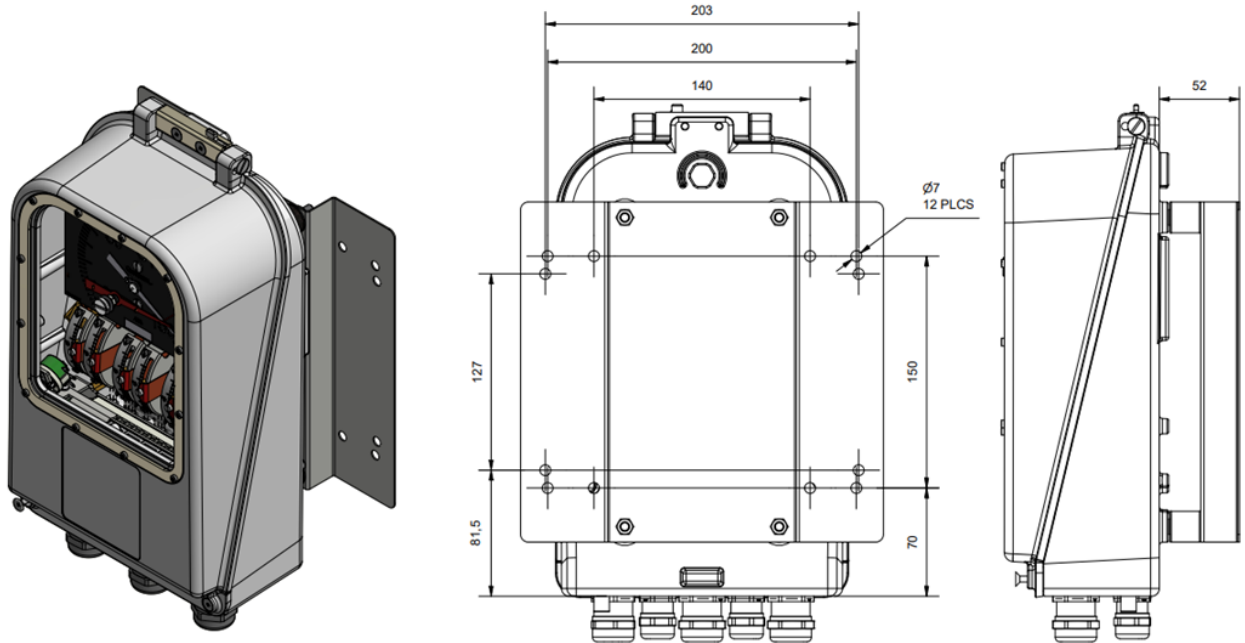
Запрещается модифицировать крепления любым образом.

#### 5.1.1.1 Способы установки, крепления и размеры

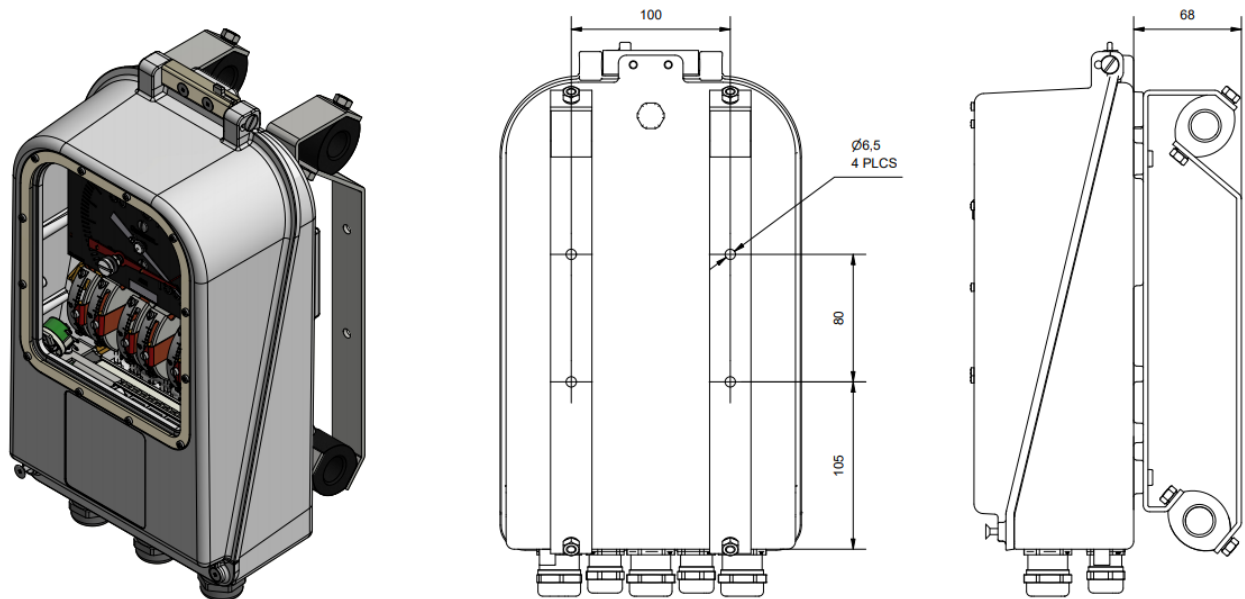
##### 5.1.1.1.1 Стандартное крепление



#### 5.1.1.1.2 Универсальный вариант установки



#### 5.1.1.1.3 Установка в сейсмически активной зоне



### 5.1.2 Установка зонда

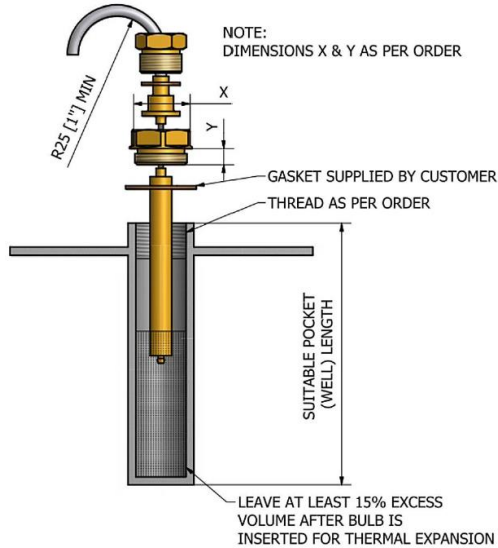
#### 5.1.2.1 Установка в термокарман

Зонд AKM345 GEN3 предназначен для установки в кармане/камере.



Карман/камера может быть сухого типа или наполняться маслом.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** при использовании камеры, заполненной маслом, не забудьте оставить 15% избыточного объема после того, как зонд будет вставлен с целью теплового расширения. Несоблюдение этого условия может привести к повреждению зонда или кармана/камеры.



Пример установки зонда



5.1.2.2 Типы зонда

## PROBE TYPES

11	
12	
15	
16	
18	
19	

## 5.2 Передняя крышка

AKM345 GEN3 имеет новую конструкцию крышки, которая позволяет ее открывать или снимать для облегчения доступа и установки.

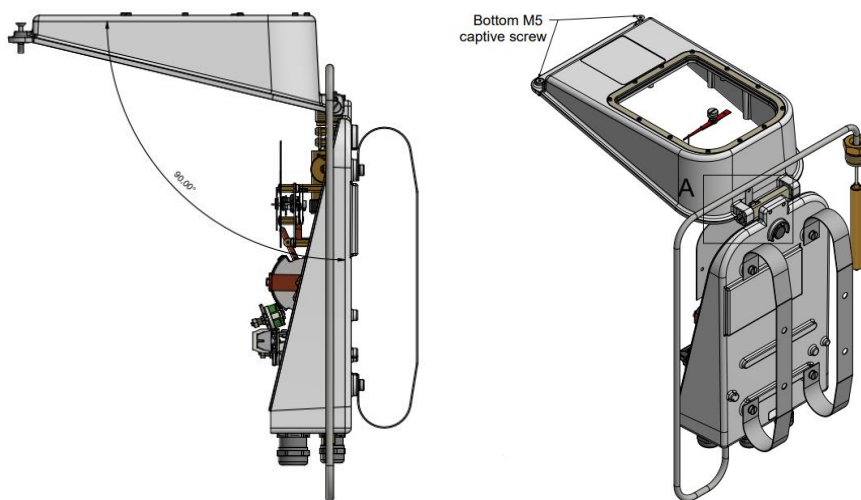
Крышку снимать не нужно, если только устройство не устанавливается в шкафу или под погодозащитным козырьком.

### 5.2.1 Открытие и крепление

Чтобы открыть переднюю крышку, выполните следующие действия:

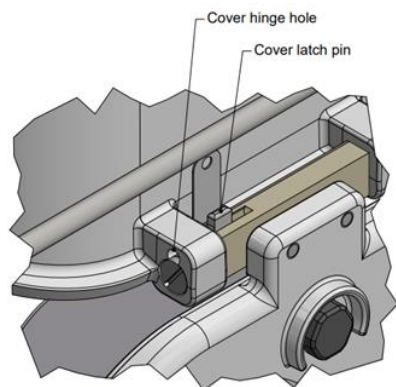
**Шаг 1)** Ослабьте два нижних невыпадающих винта М5, чтобы отсоединить крышку от основания кожуха. ЗАПРЕЩАЕТСЯ выкручивать винты из крышки.

**Шаг 2)** Переведите крышку в открытое положение 90°.



AKM345 GEN3 с открытой крышкой

**Шаг 3)** Переместите фиксатор крышки в отверстие для петли крышки, чтобы установить его в открытом положении.

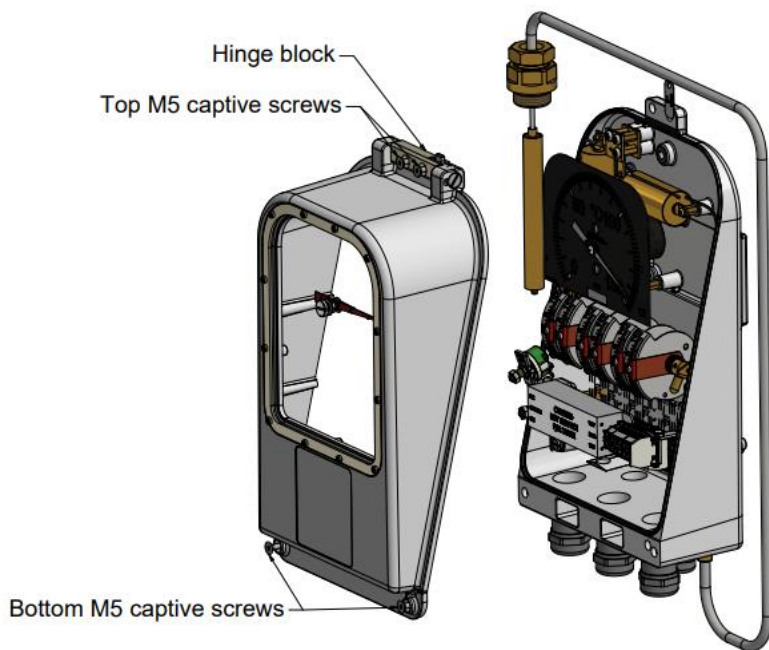


Петля AKM345 GEN3

### 5.2.2 Снятие крышки

Чтобы снять переднюю крышку, выполните следующие действия:

- Шаг 1)** Ослабьте два верхних невыпадающих винта М5. ЗАПРЕЩАЕТСЯ снимать винты из петли.
- Шаг 2)** Удерживая крышку, ослабьте два нижних невыпадающих винта М5, чтобы освободить крышку от основания корпуса. Опять же, НЕ снимайте винты с крышки.
- Шаг 3)** Теперь крышку в сборе можно полностью снять.



AKM345 GEN3 со снятой крышкой

## 5.3 Электрический разъем

### 5.3.1 Кабельные муфты

Устройство по мере необходимости может быть оснащено кабельными сальниками, со всеми заранее установленными кабельными сальниками или с заглушками вместо них.

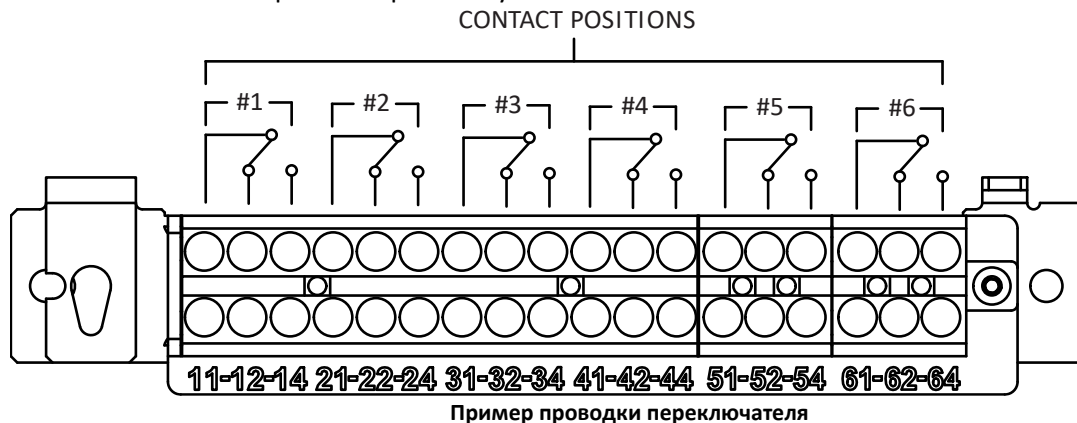
По мере необходимости устройство будет снабжено кабельными сальниками M20 и M25, требуемыми для других указанных функций, т. е. количество переключателей, дистанционных выходов и т. д., а также заглушки в неиспользуемых положениях.

Если спецификацией предусмотрена установка кабельных сальников, устройство будет снабжено 2 сальниками M20 и 3 сальниками M25.

### 5.3.2 Переключатели

Проводка переключателей на АКМ345 GEN3 выглядит следующим образом:

- Первая цифра каждого номера зажима обозначает номер переключателя.
- Вторая цифра каждого номера зажима обозначает положение контакта.
  - 1 = общий
  - 2 = нормально замкнутый
  - 4 = нормально разомкнутый

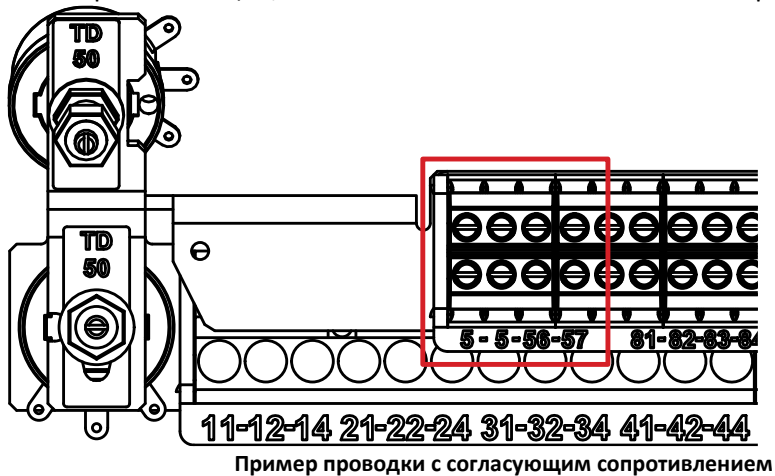


### 5.3.3 Согласование сопротивления

Чтобы использовать внутреннее согласующее сопротивление АКМ345 GEN3, вы должны подключить ввод трансформатора тока (ТТ) напрямую к устройству.

Вход ТТ для АКМ345 GEN3 обозначен на клеммных колодках следующим образом:

- 5-5 = первичное согласующее сопротивление (применимо к TD50, TD76 и TD50 (5A))
- 56-57 = вторичное согласующее сопротивления (применимо к TD50(X2) и TD76(X2))
- **ПРИМЕЧАНИЕ:** расположение клеммной колодки может отличаться в зависимости от других выбранных опций, но обозначение зажимов останется прежним



### 5.3.4 Power

В некоторых конфигурациях для АКМ345 GEN3 потребуется вход источника питания для дистанционной индикации или связи Modbus.

Входы источника питания будут обозначены «+» и «-» (положительный и отрицательный соответственно).

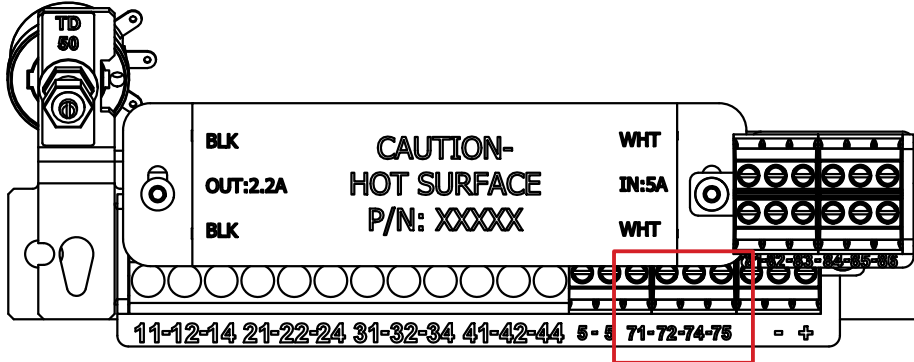
Требуемая входная мощность составляет 24 В пост. тока.

### 5.3.5 Дистанционный выход

AKM345 GEN3 может быть оснащен силовыми выходами: 4–20 мА, 2 x 4–20 мА или 4–20 мА и 0–5 В пост. тока. Эти выходы масштабируются равномерно по указанному диапазону шкалы.

Проводка этих дистанционных выходов обозначается следующим образом:

- 71 = возврат на выходе
- 72 = выход 1
- 73 = не используется
- 74 = выход 2
- 75 = экран вывода
- **ПРИМЕЧАНИЕ:** расположение клеммной колодки может отличаться в зависимости от других выбранных опций, но обозначение зажимов останется прежним

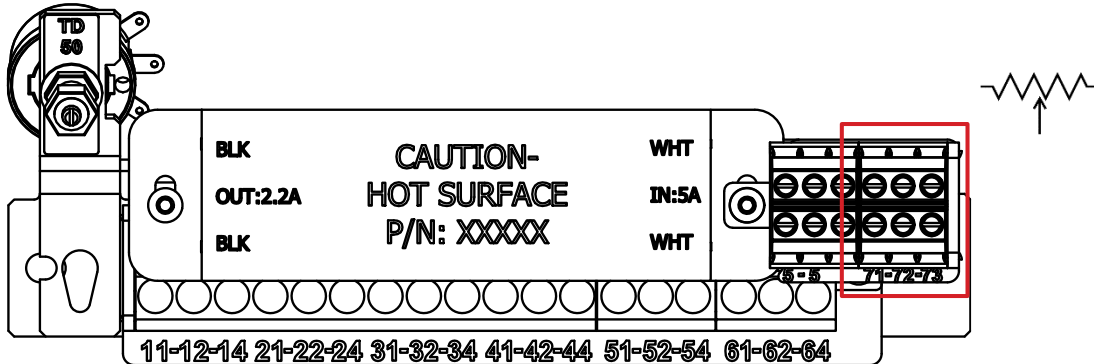


Пример проводки дистанционного силового выхода

Доступен дополнительный несилевой выход в виде сигнала сопротивления Pt100. Сигнал Pt100 будет соответствовать температуре согласно кривой сопротивления Pt100.

Проводка для выхода Pt100 обозначается следующим образом:

- 71 = R2
- 72 = R1
- 73 = R3
- **ПРИМЕЧАНИЕ:** расположение клеммной колодки может отличаться в зависимости от других выбранных опций, но обозначение зажимов останется прежним



Пример проводки для выхода Pt100

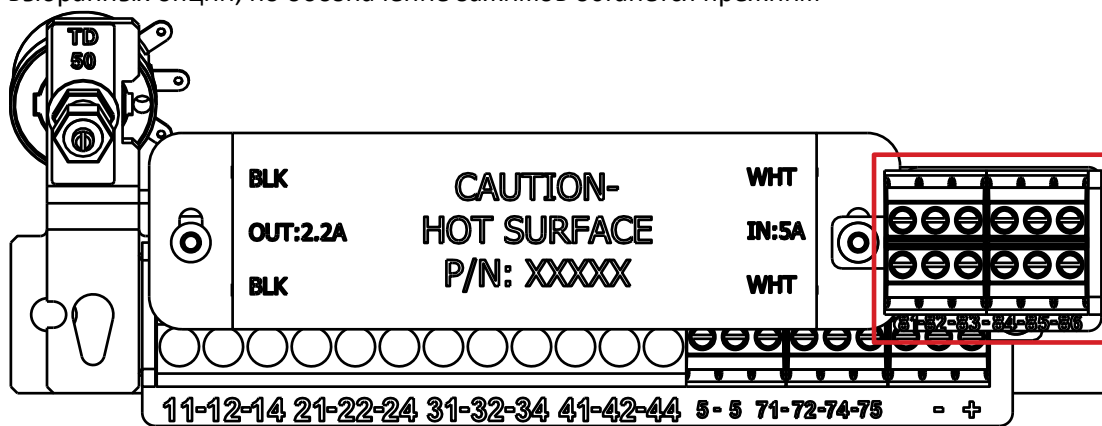
### 5.3.6 Modbus

Согласно спецификации, AKM345 GEN3 может включать протокол связи RS-485 Modbus.

Протокол связи Modbus может быть установлен только с дистанционным силовым выходом. Дополнительная информация доступна в разделе 9 данного руководства.

Проводка для RS-485 Modbus обозначается следующим образом:

- 81 = заземление RxTx
- 82 = TX+
- 83 = TX-
- 84 = RX+
- 85 = RX-
- 86 = экран RxTx
- **ПРИМЕЧАНИЕ:** расположение клеммной колодки может отличаться в зависимости от других выбранных опций, но обозначение зажимов останется прежним



Пример проводки RS-485 Modbus



## 6. Настройка переключателей

Устройство AKM345 GEN3 может быть оснащено 2, 4 или 6 контактными переключателями формы С. Эти переключатели могут использоваться для сигнализации и управления охлаждающим оборудованием.

Каждый переключатель регулируется автономно по диапазону шкалы. Точность переключения составляет  $\pm 3\%$  от диапазона шкалы. Переключатели откалиброваны на заводе.

В качестве опции спецификация переключателей может допускать использование с высоким постоянным током или с золотыми контактами для искробезопасных сред.

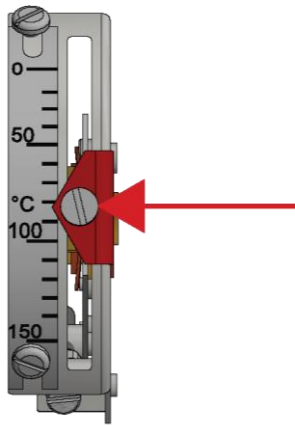
Qualitrol не рекомендует устанавливать более 2 переключателей на одно и то же значение уставки, так как это может снизить точность устройства.

### 6.1 Регулировка значения уставки переключателя

Процедура регулировки каждого значения уставки переключателя следующая:

**Шаг 1)** Откройте устройство, как указано в разделе [5.2.1](#)

**Шаг 2)** Ослабьте винт на красном указателе.



**Стопорный винт для регулировки переключателя**

**Шаг 3)** Удерживая винт в нужном положении, вращайте барабан со шкалой, пока красный указатель не станет на необходимую точку контакта на шкале.

**Шаг 4)** Затяните винт в этом положении.

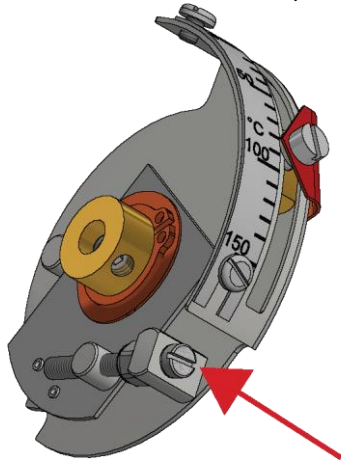
**Шаг 5)** Убедитесь, что контакт установлен, потянув вниз язычок с правой стороны стека переключателей, чтобы стрелка датчика температуры двигалась к более высоким значениям на шкале. Язычок никогда не следует перемещать вверх — это может привести к раскалибровке устройства. При проверке устройства его необходимо поместить в вертикальное положение.

## 6.2 Регулируемый дифференциал (дополнительно)


Еще одной опцией АКМ345 GEN3 является регулировка дифференциалов переключения.

Процедура регулировки дифференциала переключателя следующая:

- Шаг 1)** Отрегулируйте значение уставки сигнала согласно описанию выше.
- Шаг 2)** Переведите многооборотный регулировочный винт, расположенный под шкальным диском переключателя, в крайнее положение по часовой стрелке. На этом этапе дифференциал будет установлен на 5°C. (При полном повороте против часовой стрелки дифференциал устанавливается на 25°C).



- Шаг 3)** Медленно потяните вниз тестовый рычаг (расположенный с правой стороны стека переключателей), чтобы проверить правильность настройки сигнала и дифференциала. Например, если система сигнализации установлена на 50°C, а регулировочный винт полностью повернут против часовой стрелки, переключатель сработает при 50°C при повышении температуры. При снижении температуры до 25°C подача питания на переключатель будет прервана.

 **ПРИМЕЧАНИЕ:** никогда не поднимайте тестовый рычаг вверх

- Шаг 4)** Отрегулируйте параметры дифференциала, постепенно поворачивая регулировочный винт.

## 7. Имитация температуры обмотки

AKM345 GEN3 использует технику имитации температуры обмотки путем косвенного измерения, называемого тепловым изображением. Это — часто используемый метод имитации, который измеряет температуру верхнего слоя масла и смещает показания индикатора температуры обмотки пропорционально нагрузке трансформатора, чтобы указать температуру обмотки.

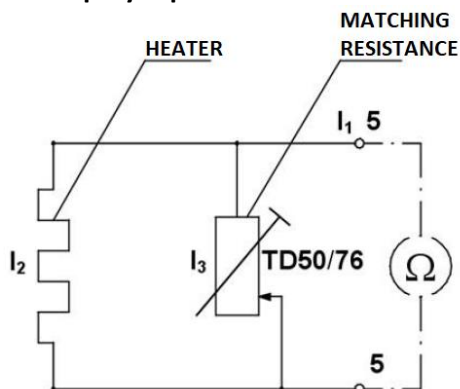
В AKM345 используется эта техника с помощью зонда для измерения температуры верхнего слоя масла; внутреннего нагревательного элемента для обеспечения смещения температуры обмотки; согласующего сопротивления для регулировки тока, подаваемого на нагревательный элемент; и тока, пропорционального нагрузке трансформатора, которая подается от трансформатора тока (ТТ), встроенного во ввод.

Согласующее сопротивление используется для регулировки тока, необходимого нагревательному элементу для обеспечения требуемого градиента температуры обмотки, обеспечивая параллельный путь для отвода части общего тока. Существует 3 модели внутреннего согласующего сопротивления (TD50, TD76 и TD50/5) и 2 модели внешнего согласующего сопротивления (AKM 44674 и AKM 44678).

### Технические данные о внутреннем согласующем сопротивлении TD50, TD76 и TD50/5

	TD50	TD76	TD50/5 Amp
<b>Max Cont. Input at 100% Load</b>	2.2 A from CT	2.65 A from CT	5.0 A from CT
<b>Adj. Range</b>	0 - 80% of Input Current from CT	45 - 85% of Input Current from CT	0 - 35% of Input Current from CT
<b>Insulation</b>	2kV, 50Hz, 60s to Earth	2kV, 50Hz, 60s to Earth	2kV, 50Hz, 60s to Earth
<b>I<sub>3</sub> Resistance</b>	0 - 11Ω	1.75 - 13Ω	0 - 11Ω

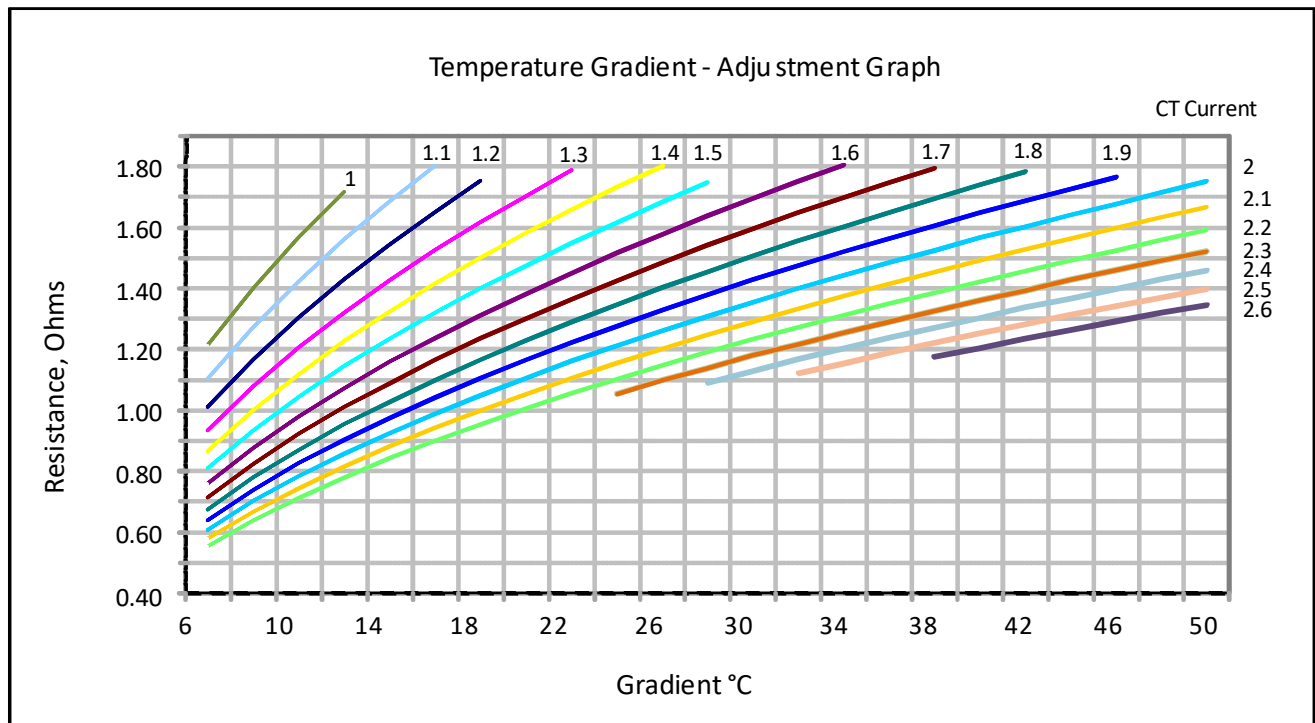
### Схема регулировки AKM345 TD



## 7.1 Регулировка внутреннего согласующего сопротивления – TD50 и TD76

Процедура регулировки внутреннего согласующего сопротивления TD50 или TD76 следующая:

- Шаг 1)** Проверьте или рассчитайте вторичный ток ( $I_s$ ) в амперах от трансформатора тока, встроенного во ввод (ТТВВ), при 100% нагрузке трансформатора.
- Шаг 2)** Проверьте требуемый градиент температуры самой горячей точки обмотки в °С.
  - а. **ПРИМЕЧАНИЕ:** обеспечивается производителем трансформатора
- Шаг 3)** Используйте приведенный ниже **график регулировки градиента температуры**, чтобы определить необходимое параллельное сопротивление нагревательного элемента и заданное значение согласующего сопротивления TD50 или TD76 в Ом, используя ток ТТ и градиент температуры в качестве входных данных для графика. Зафиксируйте это значение.
- Шаг 4)** Подключите мультиметр, настроенный для измерения сопротивления, к зажимам 5-5 внутри индикатора температуры обмотки (ИТО).
- Шаг 5)** Ослабьте стопорную гайку на потенциометре TD50 или TD76 и отрегулируйте согласующее сопротивление, пока не достигнете требуемого значения сопротивления.
- Шаг 6)** Для настройки этого параметра закрепите стопорную гайку на значении согласующего сопротивления.
- Шаг 7)** Проверьте рабочий режим и при необходимости внесите окончательные корректировки.
  - а. Для проверки работоспособности установите крышку на устройство, подайте постоянный и стабильный ток на зажимы 5-5 и подождите 45 минут, прежде чем снимать показание градиента температуры обмотки.



Например, при токе ТТ 1,9 А и необходимом значении градиента температуры 30°С сопротивление = 1,4 Ом.

## 7.2 Использование опции внутреннего 5-амперного ТТ — TD50 (5 А)

### 7.2.1 Общая информация

Опция AKM345 GEN3 TD50 (5A) позволяет подавать ток для имитации температуры обмотки до 5 А без дополнительных затрат или проводки, необходимых для внешнего согласующего блока. Доступно до 6 переключателей с некоторыми ограничениями дополнительных функций. В опции на 5 А используется внутренний ТТ, который принимает 5А на первичной обмотке и выдает 2,2 А на вторичной обмотке. Вторичный ток подается параллельно стандартному согласующему сопротивлению TD50 и нагревателя. Для расчетов степени повышения температуры см. **График регулировки градиента температуры** в разделе 7.1.

- Точность выхода 2,2 А при входе 5 А:
  - ±5% при вторичной нагрузке 0–1,6 Ом
  - ±10% при вторичной нагрузке 1,6–1,8 Ом
- Максимальный непрерывный первичный ток: 6 А
- Максимальный первичный ток: 10 А в течение 2 минут

### 7.2.2 Настройка согласующего сопротивления

В зависимости от требуемой точности доступны два способа настройки согласующего сопротивления. Способ А обеспечивает максимальное удобство использования, а Способ Б — максимальную точность.

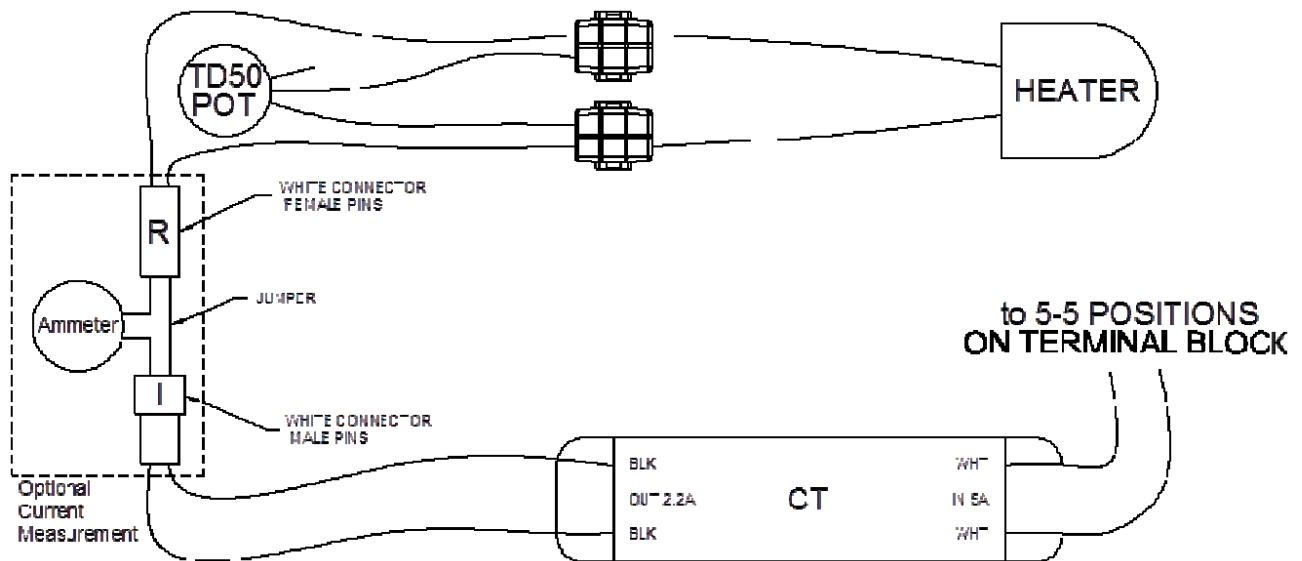
#### 7.2.2.1 Способ А

- Шаг 1)** Рассчитайте  $I_s$  в амперах от вашего ТТБВ при 100% нагрузке трансформатора. Используйте  $I_s$  от ТТБВ в качестве входа для внутреннего ТТ в OTIWTI™ AKM345 и рассчитайте выходной ток, используя коэффициент от 5 до 2,2 А.
- Выходной ток =  $I_s (2,2/5)A$
- Шаг 2)** Отсоедините белый разъем с помощью омметра на штырях «R». Отрегулируйте согласующее сопротивление, чтобы достичь целевого значения R5-5, которое обеспечит необходимый ток нагревателя в соответствии с инструкциями раздела 7.1, используя в качестве входных данных значение выходного тока, вычисленное выше.
- Шаг 3)** Снова подсоедините белый разъем. После установки согласующего сопротивления и повторного подключения белого разъема входной ток имитации обмотки подключается к клеммной колодке в положениях 5–5, как показано на **примере проводки TD50 (5 А)** ниже.

#### 7.2.2.2 Способ Б

- Шаг 1)** Рассчитайте  $I_s$  в амперах от вашего ТТБВ при 100% нагрузке трансформатора. Используйте  $I_s$  от ТТБВ в качестве входа для внутреннего ТТ в OTIWTI™ AKM345 и рассчитайте выходной ток, используя коэффициент от 5 до 2,2 А.
- а. Выходной ток =  $I_s (2,2/5)A$

- Шаг 2)** Отсоедините белый разъем с помощью омметра на штырях «R» отрегулируйте (как указано выше в 7.2.2.1, шаг 2) согласующее сопротивление, чтобы оно соответствовало целевому значению R5-5, которое обеспечит желаемый ток нагревателя в соответствии с инструкциями раздела 7.1, используя в качестве входных данных рассчитанное выше значение выходного тока.
- Шаг 3)** Установите перемычку между одним штырем разъема «R» и одним штырем разъема «I», и подключите амперметр между двумя оставшимися штырями, как показано на изображении.
- Шаг 4)** Подайте требуемый ток первичной обмотки на зажимы 5-5 клеммной колодки и зафиксируйте значение силы тока в цепи. Теперь у вас есть точное внутреннее соотношение входного тока к выходному току ТТ при вторичной нагрузке. Перед отсоединением амперметра и перемычки отключите питание — провода вторичной обмотки всегда должны быть подключены внутри цепи или закорочены, когда ТТ находится под напряжением.
- Шаг 5)** Используя измеренный ток вторичной обмотки, повторно рассчитайте требуемое значение R5-5, что позволит узнать точное значение необходимого тока нагревателя для имитации обмотки. С помощью омметра на контактах «R» отрегулируйте согласующее сопротивление в соответствии с этим значением R5-5.
- Шаг 6)** Снова подсоедините белый разъем. После установки согласующего сопротивления и повторного подключения белого разъема входной ток имитации обмотки подается к клеммной колодке в положениях 5-5, как показано в **примере проводки TD50 (5 A)** ниже.



**Пример проводки TD50 (5 A)**

## 7.3 Двойной градиент (опция) — TD50 (X2) и TD76 (X2)

### 7.3.1 Общая информация

Опция двойного градиента AKM345 GEN3 позволяет настроить две отдельные модели имитации обмотки в одном индикаторе температуры обмотки (ИТО).

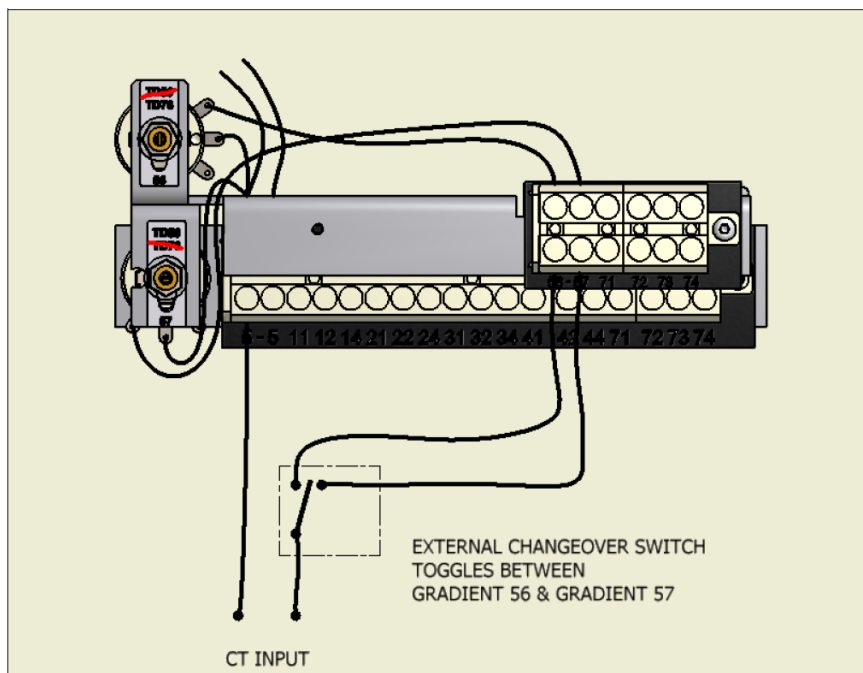
На входе ТТ устанавливают два потенциометра с автономной регулировкой для определения тока нагревателя. Переключение между токами нагревателя осуществляется извне от ИТО.

### 7.3.2 Рекомендации по разводке соединений

Потенциометры подключают к клеммам 56 и 57 блока выводов. Вход ТТ подключается к клеммам 5-5, как показано на рисунке.

- Чтобы активировать градиент 56, установите перемычку между правыми положениями клеммной колодки 5-5 и 56.
- Чтобы активировать градиент 57, установите перемычку между правыми положениями клеммной колодки 5-5 и 57.

Пример проводки внешнего переключателя показан ниже в **Руководстве по проводке переключателя с двойным градиентом**.



Рекомендации по проводки опции с двойным градиентом

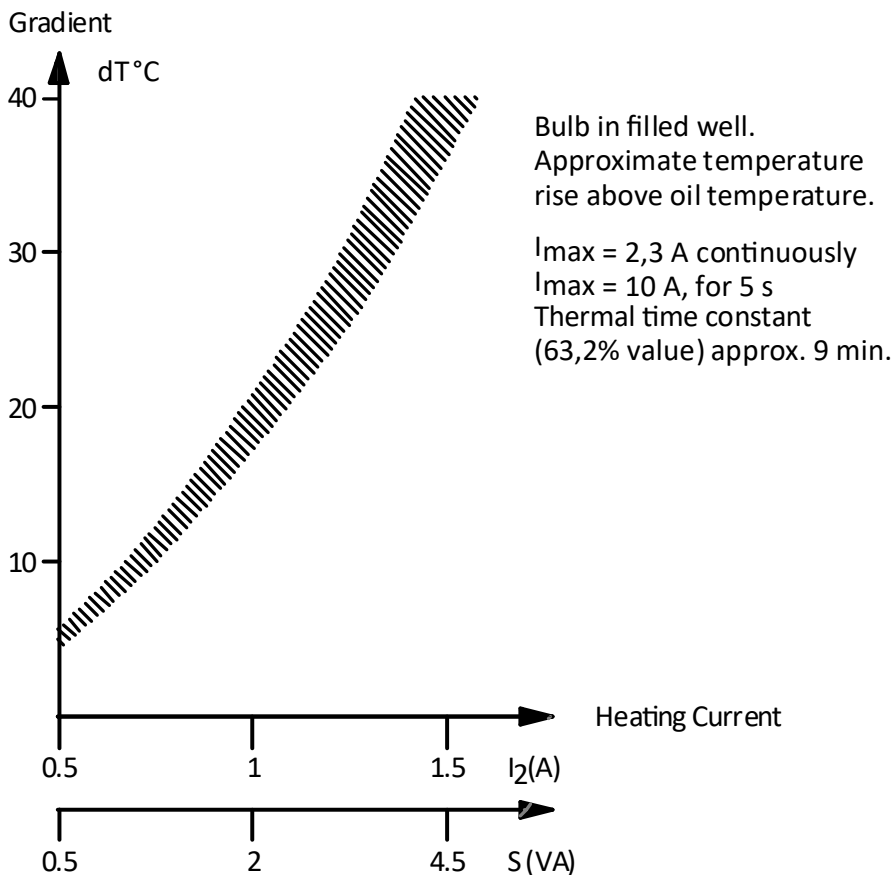


### 7.4 Внешние согласующие блоки

Если внутреннее согласующее сопротивление не указано, есть возможность использовать блок внешнего согласующего сопротивления 1 А или 5 А в зависимости от величины тока от трансформатора тока, встроенного во ввод.

Токовый выход внешнего согласующего сопротивления 1 А или 5 А подключается к зажимам 5-5 на АКМ345 GEN3.

Используйте приведенное ниже **Руководство по регулировке тока нагрева с помощью внешнего согласующего блока**, чтобы определить величину тока, необходимую нагревательному элементу для обеспечения требуемого градиента температуры обмотки в °C.



Oil temp. 30°C	Gradient °C for bulb type 11, 12, 15 and 18										
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
	0.72	0.79	0.86	0.92	0.99	1.04	1.1	1.15	1.21	1.26	1.31
Heating Current Amp. I2 ±5%											



## 8. Связь по протоколу MODBUS (опция)

Согласно спецификации, АКМ345 GEN3 может включать протокол связи RS-485 Modbus. В этом разделе описывается, как реализовать и использовать функции протокола MODBUS.

### 8.1 Конфигурации MODBUS по умолчанию

Конфигурация по умолчанию для MODBUS следующая:

- **Скорость передачи в бодах** — 115200
- **Идентификатор ведомого устройства** — 1
- **Четность** — нет
- **Стартовый бит** — 1

### 8.2 Отчеты о событиях по протоколу MODBUS

АКМ345 GEN3 имеет следующие функции для записи и сообщения о событиях по протоколу MODBUS:

- Физические буферы событий (адреса памяти устройства) отображаются с адресами MODBUS, описанными в разделе 8.4 ниже.
- Устройство сохранит максимум 100 событий выхода температуры за допустимый диапазон.
- Каждое событие состоит из 4 регистров MODBUS.
- Адрес начала события — 30004.
- Клиент может прочитать максимум 25 событий в одном запросе MODBUS.
- Размер буфера ограничен 100 записями событий — устройство перезапишет самое старое событие самым новым событием в случае переполнения буфера. Следовательно, события могут быть указаны не в хронологическом порядке.
- Клиент MODBUS не должен читать неполные события. Требуется, чтобы все регистры событий считывались в одном запросе.

### 8.3 Карта регистров MODBUS

#### 8.3.1 Регистры MODBUS

**Диапазон регистров MODBUS:**

- Регистры дискретного входа начинаются с адреса 10001.
- Регистры входа начинаются с адреса 30001.
- Регистры временного хранения начинаются с адреса 40001.

**Поддерживаемые коды функций:**

- 02 – считывание статуса входа
- 03 – считывание регистров временного хранения
- 04 – считывание регистров входа
- 06 – запись единственного регистра временного хранения
- 16 – запись нескольких регистров временного хранения

### 8.3.2 Регистры ввода

Код функции: 04

Регистр	Операции (Счит./Зап.)	тип	Примечания
30001	R	16-битное целое число без знака	Счетчик сигналов (общее количество сработавших сигналов до даты)
30002, 30003	R	Поплавок	Температура трансформатора
30004	R	16-битное целое число без знака	Запись события со стороны системы сигнализации 1 — номер и тип Младший бит (LSB): номер сигнала (от 1 до 8) Старший бит (MSB): тип сигнала (0: сигнал при падении ниже порогового значения, 1: сигнал при превышении порогового значения)
30005	R	16-битное целое число без знака	Запись сигнала 1 — фактическая температура трансформатора
30006, 30007	R	32-битное целое число без знака	Запись сигнала 1 — время срабатывания (момент времени по UTC)
---	---	---	---
30512	R		Запись сигнала 128 — номер и тип LSB: номер сигнала (от 1 до 8) MSB: тип сигнала (0: сигнал при пониженной температуре, 1: сигнал при превышении температуры)
30513	R		Запись сигнала 128 — фактическая температура трансформатора
30514, 30515	R		Запись сигнала 128 — время срабатывания
30516, 30517	R	Поплавок	Температура кожуха
30518	R	16-битное целое число без знака	Версия прошивки Биты 0–7: минорное приращение версии прошивки. Биты 8–11: минорная версия прошивки. Биты 12–15: мажорная версия прошивки.
30519	R	16-битное целое число без знака	Коды ошибок

### 8.3.3 Дискретные входы

Код функции: 02

Регистр	Операции (Счит./Зап.)	тип	Примечания
10001	R	Дискретный	Статус 1 сигнала Значение = 1, если сигнал во включенном положении Значение = 0, если сигнал в выключенном положении.
10002	R	Дискретный	Статус 2 сигнала Значение = 1, если сигнал во включенном положении Значение = 0, если сигнал в выключенном положении.
---	---	---	---
10008	R	Дискретный	Статус 8 сигнала Значение = 1, если сигнал во включенном положении Значение = 0, если сигнал в выключенном положении.

### 8.3.4 Регистры временного хранения

Код функции: 03, 06, 16

Регистр	Операции (Счит./Зап.)	тип	Примечания
40001	H/D	16-битное целое число без знака	Выбор шкалы температуры С помощью шкалы выберите значение и диапазон температур: 1. 0°C–150°C 2. -20°C–130°C 3. 0°C–160°C 4. -20°C–140°C 5. 0°C–180°C
40002	R / W	16-битное целое число без знака	Идентификатор ведомого устройства Modbus
40003	R / W	16-битное целое число без знака	Четность Modbus
40004	R / W		Скорость передачи Modbus в бодах LSB

		32-битное целое число без знака	[ Примечание: устройство установит новую скорость передачи в бодах после записи регистра MSB. Запись только в регистр LSB не изменит скорость передачи данных в бодах в устройстве. ]
40005	R / W		Скорость передачи Modbus в бодах, MSB
40006	R / W	16-битное целое число без знака	Пороговое значение для срабатывания сигнала 1
40007	R / W	16-битное целое число без знака	Тип сигнала 1 (0: сигнал при падении ниже порогового значения, 1: сигнал при превышении порогового значения)
---	---	---	---
40020	R / W	16-битное целое число без знака	Пороговое значение для срабатывания сигнала 8 [Примечание: рекомендуется установить пороговое значение и тип сигнала в одном запросе Modbus, чтобы избежать срабатывания ненужных сигналов.]
40021	R / W	16-битное целое число без знака	Тип сигнала 8 (0: сигнал при падении ниже порогового значения, 1: сигнал при превышении порогового значения)
40022	R / W	32-битное целое число без знака	Системное время LSB
40023	R / W		Системное время MSB
			[ Примечание: устройство установит новое системное время после записи регистра MSB. Запись только в регистр LSB не изменит системное время в устройстве. ]
40024	R / W	16-битное целое число без знака	Зарезервированный

### 8.3.5 Примечания по MODBUS

#### Специальные значения температуры трансформатора:

- Приложение отобразит значение температуры в формате 555°C, если не будет сделан правильный выбор шкалы.
- Если значение температуры опускается по крайней мере на 2°C от нижнего диапазона шкалы, приложение будет отображать температуру в формате -999°C.
- Если значение температуры по крайней мере на 2°C превышает верхний диапазон шкалы, приложение отобразит температуру как в формате 999°C.

## 9. Поиск и устранение неисправностей

### 9.1 Согласование сопротивления

- Убедитесь в стабильности входного тока.
- Убедитесь, что установлено правильное значение внутреннего согласующего сопротивления.
- Обязательно подождите 45 минут, прежде чем считывать градиент температуры обмотки.

### 9.2 УДАЛЕННЫЕ УСТРОЙСТВА ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ

- Убедитесь, что используется правильное напряжение питания.
- Проверьте проводку, так как схема проводки может отличаться в зависимости от характеристик.