



1ZSC000857-ABG ru

# Интеллектуальная система контроля, тип ТЕС

## Техническое руководство



## Заявление о соответствии

Производитель      АББ АВ  
Components  
SE-771 80 LUDVIKA  
Sweden (Швеция)

Настоящим заявляет, что

продукт                      Система электронного управления трансформаторами (ТЕС)

конструктивно соответствует следующим требованиям:

- Директивы по ЭМС 89/336/ЕЕС (с изменениями Директивы 91/263/ЕЕС, Директивы 92/31/ЕЕС и Директивы 93/68/ЕЕС) в отношении характеристик по уровням эмиссии и устойчивости  
и
- Директивы по низковольтному оборудованию 73/23/ЕЕС (с изменениями Директивы 93/68/ЕЕС).

Дата                      30-01-2008

Подпись

Карл-Хенрик Вигерт (Carl-Henrik Wigert)

Должность              Главный управляющий по системам ТЕС

Настоящее Руководство пользователя подготовлено с целью предоставления производителям трансформаторов, а также их конструкторам и инженерам доступа ко всей технической информации, необходимой для выбора системы контроля. Руководство также является информационным источником по системам ТЕС для конечных пользователей.

Информация, представленная в настоящем документе, носит общий характер и не описывает все возможные области применения. О возможности применения в тех областях, которые не описаны в настоящем документе, необходимо консультироваться с АББ.

АББ не дает гарантий или рекомендаций и не несет какой-либо ответственности за точность информации, изложенной в данном документе, или за использование этой информации. Все сведения, содержащиеся в данном документе, могут быть изменены без предварительного уведомления.

Мы сохраняем за собой все права на настоящий документ и всю содержащуюся в нем информацию. Воспроизведение, использование или раскрытие содержания третьим сторонам без предварительного разрешения строго запрещено.

## Рекомендации

АББ рекомендует обратить особое внимание на следующие факторы при техобслуживании электронной системы управления трансформаторами (ТЕС).

- Перед началом работ по техобслуживанию устройства необходимо убедиться в том, что персонал, выполняющий работы, прочитал и полностью понял *Руководство по монтажу и вводу в эксплуатацию* и *Техническое руководство*, поставляемые в комплекте с устройством.
- Во избежание повреждения устройства запрещается превышать эксплуатационные параметры, указанные в сопроводительной документации и на паспортных табличках.
- Запрещается производить изменения или модификации устройства без предварительной консультации с АББ.
- Во всех случаях необходимо следовать принятым в вашей стране правилам и международным стандартам, регламентирующим монтаж электропроводки.
- Использовать только разрешенные производителем запасные части и процедуры.

## Указания ОСТОРОЖНО, ВНИМАНИЕ и ПРИМЕЧАНИЕ

### ОСТОРОЖНО

---

Указание ОСТОРОЖНО содержит информацию, пренебрежение которой может привести к травме или летальному исходу.

---

### ВНИМАНИЕ

---

Указание ВНИМАНИЕ содержит информацию, пренебрежение которой может привести к повреждению оборудования.

---

*ПРИМЕЧАНИЕ: указание ПРИМЕЧАНИЕ содержит дополнительную информацию в помощь при выполнении описанной работы.*

## Товарные знаки

Internet Explorer® и Excel® являются зарегистрированными товарными знаками корпорации Microsoft Corporation в США и в других странах.

HYDRAN® является товарным знаком компании General Electric в США и в других странах.



## Содержание

|  |    |
|--|----|
| 1. О данном Руководстве _____  | 7  |
| 1.1 Общая информация _____   | 7  |
| 1.2 Терминология _____   | 7  |
| 1.3 Сопроводительная документация _____  | 7  |
| 2. Введение _____  | 8  |
| 3. Аппаратные средства _____   | 9  |
| 3.1 Базовый вариант системы ТЕС _____  | 9  |
| 3.1.1 Шкаф _____   | 9  |
| 3.1.1.1 Общие сведения _____   | 11 |
| 3.1.1.4 Передняя панель _____  | 12 |
| 3.1.1.5 Нагреватель _____  | 13 |
| 3.1.1.6 Освещение _____  | 13 |
| 3.1.1.7 Электропитание 24 В _____  | 13 |
| 3.1.1.8 Стандартные клеммы _____   | 14 |
| 3.1.1.9 Кабель от ТЕС к шкафу трансформатора _____                                       | 14 |
| 3.2 Встраиваемый вариант системы ТЕС _____   | 15 |
| 3.2.1 Стойка _____   | 15 |
| 3.1.1.1 Общие сведения _____   | 17 |
| 3.3 Общие аппаратные средства _____  | 18 |
| 3.3.1 Электронные платы и клеммы _____   | 18 |
| 3.3.2 Источник питания _____   | 18 |
| 3.3.2.1 Плата электропитания ТС 110 и клеммы X1, X2, X3 _____                            | 19 |
| 3.3.3 Процессор _____  | 20 |
| 3.3.3.1 Плата процессора ТС 122 и группа клемм X11 _____                                 | 20 |
| 3.3.4 Аналоговый вход 4–20 мА _____  | 21 |
| 3.3.4.1 Плата ТС 130 и группа клемм X21<br>аналогового входа 4–20 мА _____               | 21 |
| 3.3.5 Вход датчика температуры Pt100 _____   | 22 |
| 3.3.5.1 Плата входа температурного датчика ТС 140<br>и группа клемм X31 _____            | 22 |
| 3.3.6 Цифровой вход _____  | 23 |
| 3.3.6.1 Плата цифрового входа ТС 150 и группа клемм X41 _____                            | 23 |
| 3.3.7 Управление и вывод _____   | 25 |
| 3.3.7.1 Плата управления и вывода ТС 160 и группа клемм X51 _____                        | 25 |
| 3.4 Аксессуары _____   | 27 |
| 3.4.1 Оптоволоконный преобразователь ТС 190 _____  | 27 |
| 3.4.1.1 Синхронизация времени _____  | 27 |
| 3.4.2 Реле двигателя ТС 180 _____  | 27 |
| 3.4.3 Аварийное сигнальное устройство ТС 181 _____                                       | 28 |
| 3.5 Проведенные испытания _____  | 29 |
| 3.5.1 Испытания электромагнитной совместимости _____                                     | 29 |
| 3.5.2 Механические, вибрационные и сейсмические испытания _____                          | 30 |
| 3.5.3 Климатические испытания _____  | 30 |
| 3.5.4 Испытания оптоволоконного преобразователя ТС190 _____                              | 31 |
| 3.5.4.1 Испытания электромагнитной совместимости _____                                   | 31 |
| 3.5.4.2 Климатические испытания _____  | 31 |
| 3.6 Сигналы расцепления, аварии и предупреждения на выходе ТЕС _____                     | 32 |
| 3.6.1 Сигналы на выходе из шкафа ТЕС _____   | 32 |
| 3.6.2 Варианты вывода аварийных/предупредительных сигналов _____                         | 32 |
| 3.6.3 Варианты вывода сигналов расцепления _____   | 33 |
| 3.6.4 Параллельное подключение устройств<br>как традиционным способом, так и к ТЕС _____ | 35 |

|   |    |
|---|----|
| 4. Программное обеспечение  | 36 |
| 4.1 Состояние трансформатора  | 37 |
| 4.1.1 Температура масла<br>в верхней и нижней частях трансформатора | 38 |
| 4.1.2 Измерение тока  | 38 |
| 4.1.3 Температура РПН   | 38 |
| 4.1.4 Положение РПН   | 38 |
| 4.1.5 Измерение напряжения  | 38 |
| 4.2 Расчет зоны температурного максимума                            | 38 |
| 4.3 Управление охлаждением  | 39 |
| 4.4 Термическое старение  | 40 |
| 4.5 Максимально допустимая мощность                                 | 41 |
| 4.6 Способность выдерживать кратковременную перегрузку              | 41 |
| 4.6.1 Сигналы перегрузки  | 41 |
| 4.6.2 Тенденция изменения температуры масла в верхней части         | 41 |
| 4.7 Прогнозирование зоны температурного максимума                   | 42 |
| 4.8 Износ контактов РПН   | 43 |
| 4.9 Водород   | 44 |
| 4.10 Содержание влаги в масле трансформатора и РПН                  | 45 |
| 4.11 Температурный баланс трансформатора                            | 45 |
| 4.12 Температурный баланс РПН                                       | 46 |
| 4.13 Конфигурирование на месте эксплуатации                         | 46 |
| 4.14 Обработка событий  | 47 |
| 4.14.1 Список событий   | 47 |
| 4.14.2 Защита   | 48 |
| 4.14.3 Резервный датчик   | 48 |
| 4.14.4 Окна сообщений   | 50 |
| 4.15 Условия размещения шкафа                                       | 50 |
| 4.16 Связь  | 50 |
| 4.17 Конфигурируемые вводы  | 51 |
| 4.18.1 Испытания под нагрузкой                                      | 51 |
| 5. Монтаж   | 52 |
| 5.1 Датчики   | 52 |
| 5.1.1 Температура воздуха   | 53 |
| 5.1.2 Температура масла   | 54 |
| 5.1.3 Преобразователь тока  | 55 |
| 5.1.4 Содержание водорода в масле                                   | 55 |
| 4.1.5 Датчик содержания влаги в масле                               | 55 |
| 5.2 Кабели и заземление   | 56 |
| 5.2.1 Pt100   | 56 |
| 5.2.2 Цифровой вход   | 56 |
| 5.2.3 4–20 мА   | 56 |
| 5.2.4 RS 485 и обмен данными  | 56 |
| 5.2.5 Шина обмена данными CAN                                       | 56 |
| 5.2.6 Кабельный ввод и Roxtec                                       | 57 |
| 5.3 Синхронизация времени   | 57 |
| 6. TEC-сервер   | 58 |

## 1. О данном Руководстве

### 1.1 Общая информация

В данном Руководстве приводится описание аппаратных и программных функций интеллектуальной системы контроля типа ТЕС. ТЕС является устройством электронного управления, контроля и диагностирования.

Информация данного Руководства предназначена для операторов. Читатель данного Руководства должен разобраться в функциональных возможностях аппаратуры и программного обеспечения системы ТЕС.

### 1.2 Терминология

Ниже приведен список терминов, относящихся к системе ТЕС, с которыми необходимо ознакомиться. Список содержит термины и аббревиатуры, которые введены АББ или имеют употребление или толкование, отличное от обычного употребления в отрасли.

| Термин                    | Описание   |
|---------------------------|--|
| ТЕС                       | Интеллектуальная система контроля  |
| ТЕС-сервер                | Аппаратура ПК с web-интерфейсом ТЕС-сервера.   |
| Web-интерфейс ТЕС-сервера | Web-система ТЕС-сервера.   |
| HEX                       | Расширение файла для программных файлов системы ТЕС. Это сокращение для выражения «hexadecimal file» (шестнадцатеричный файл). |
| OPC                       | Технология OLE для управления процессом.   |

### 1.3 Сопроводительная документация

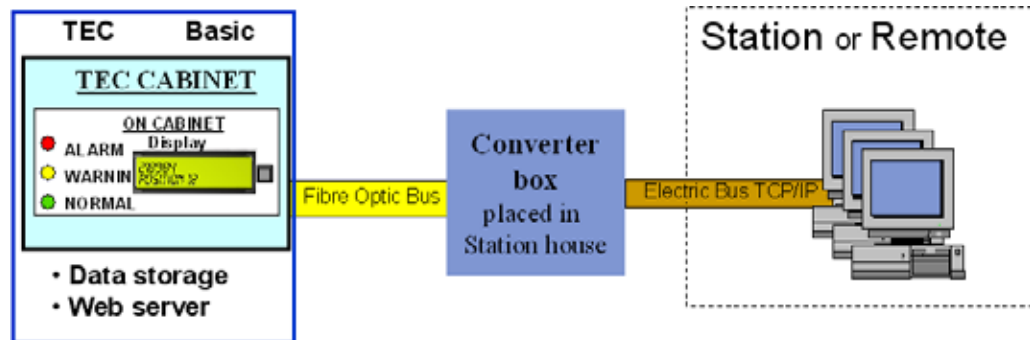
В нижеследующей таблице перечислена вся сопроводительная документация по системе ТЕС.

| Название                                      | Идентификационный номер документа | Описание   |
|---|-----------------------------------|--|
| Руководство по монтажу и вводу в эксплуатацию | 1 ZSC000857-ABH                   | Описание монтажа и конфигурации системы ТЕС.   |
| Основные факты                                | 1 ZSE 954003-003                  | Коммерческий документ, в котором приводится описание основных данных и принципа работы системы ТЕС.  |
| Руководство пользователя                      | 1 ZSC000857-ABK                   | Этот документ содержит описание различных функций системы ТЕС и действий операторов, производимых с помощью дисплея шкафа или web-интерфейса.                      |
| Руководство по техническому обслуживанию      | 1 ZSC000857-ABJ                   | Этот документ содержит описание web-интерфейса, встроенного в систему ТЕС, и способа загрузки файлов HEX в систему ТЕС. Этот документ предназначен для операторов. |
| Руководство пользователя ТЕС-сервера          | 1 ZSC000857-ABL                   | Этот документ содержит описание пользовательских интерфейсов ТЕС-сервера интеллектуальной системы контроля.  |
| Дополнительная информация                     |                                   | <a href="http://www.abb.com/electricalcomponents">www.abb.com/electricalcomponents</a>   |

## 2. Введение

Оснащение трансформатора устройством электронного управления предоставляет множество новых возможностей по сравнению с использованием реле для защиты от токов утечки на землю. В комплект могут входить средства контроля и диагностики, и вся информация, относящаяся к трансформатору, может быть собрана в одном месте для оценки и хранения. Устройство электронного управления не только обеспечивает функциональную замену применяемым в настоящее время реле, оно также добавляет несколько новых функций, что способно улучшить работу трансформатора.

Интеллектуальная система управления (ТЕС) АББ является устройством электронного управления, контроля и диагностирования. Система конфигурируется с помощью «характерных параметров» трансформатора. Устройство обеспечивает единый интерфейс для всего трансформатора с информацией о текущем состоянии и состоянии в прошлом с целью прогнозирования нагрузок. Необходимо минимальное количество дополнительных датчиков.



tec\_0220

Выходы различных датчиков соединены с платами входов системы ТЕС. Система ТЕС собирает и обрабатывает данные. Эта система использует детальные математические модели трансформатора, включая данные характерных параметров, полученные при испытании на нагрев при длительной работе. Результаты могут быть переданы в систему управления, или/и их можно просмотреть, воспользовавшись графическим web-интерфейсом ПК. Система ТЕС располагает встроенным web-сервером и флеш-памятью для хранения данных.

Система конфигурируется при заказе путем заполнения формуляра заказа и затем доставляется с готовой конфигурацией в соответствии с упомянутой спецификацией.

### 3. Аппаратные средства

Имеется два варианта системы TEC:

- базовый вариант системы TEC (TEC Basic);
- встраиваемый вариант системы TEC (TEC Integrated).

Базовый вариант установлен в шкафу TEC.

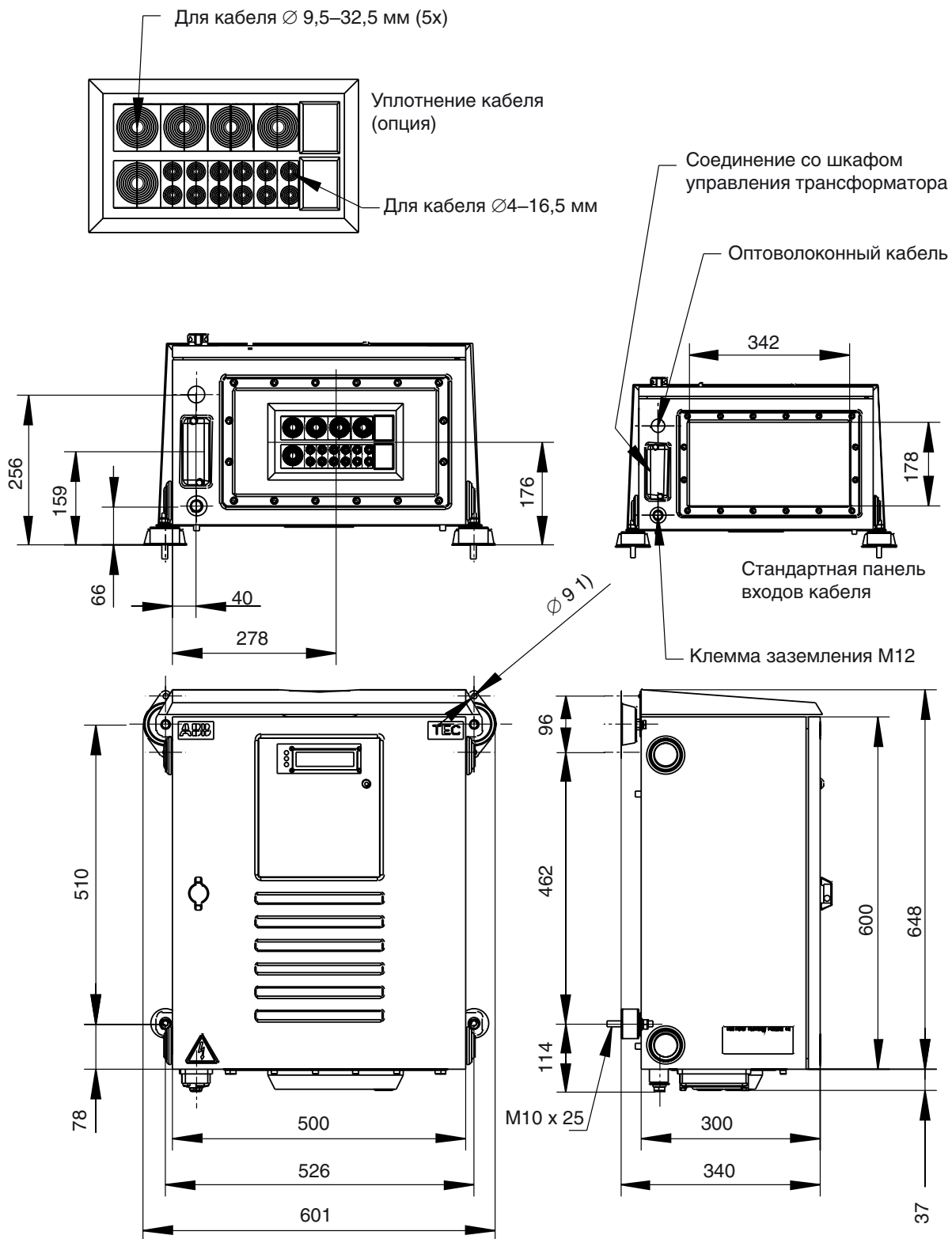
В основе встраиваемого варианта системы TEC та же концепция, согласно которой выполнен базовый вариант системы TEC, но без шкафа TEC. Он размещается на стойке и может быть установлен в шкафу трансформатора.

#### 3.1 Базовый вариант системы TEC

Базовый вариант установлен в шкафу TEC с его собственными группами клемм.

##### 3.1.1 Шкаф





tec\_0019

1) Монтажные отверстия на трансформаторе.

### 3.1.1.1 Общие сведения

#### Окружающая среда

|  |  |
|--|--|
| Рабочая температура                                    | от –40 до +55 °С (от –40 до 131 °F)  |
| Степень защиты   | IP 54, согласно IEC 60529  |
| Испытано циклами изменения температуры                 | от –40 до +70 °С, влажность 90% согласно IEC 60068–1, IEC 60068–2, IEC 60068–3 и IEC 60068–5 |
| Габариты, мм   | ширина 600, высота 650, глубина 340  |
| Масса  | 35 кг  |
| Соответствие требованиям ЭМС                           | IEC 61000–4, EN 61000–6-2 и EN 61000–4   |
| Испытано на вибростойкость                             | IEC 60255–21–1, IEC 60255–2, IEC 60255–3 и IEC 60068–2-6, IEC 60068–27, IEC 60068–29         |
| Циклы изменения температуры                            | IEC 60068–2  |
| Макс. сечение кабеля на клеммы                         | 2,5 мм <sup>2</sup>  |
| Макс. сечение кабеля на вход датчика температуры Pt100 | 1,5 мм <sup>2</sup>  |
| Цвет   | RAL 7035   |

#### Характеристики входов

Характеристики входов шкафа для базового варианта системы ТЕС следующие:

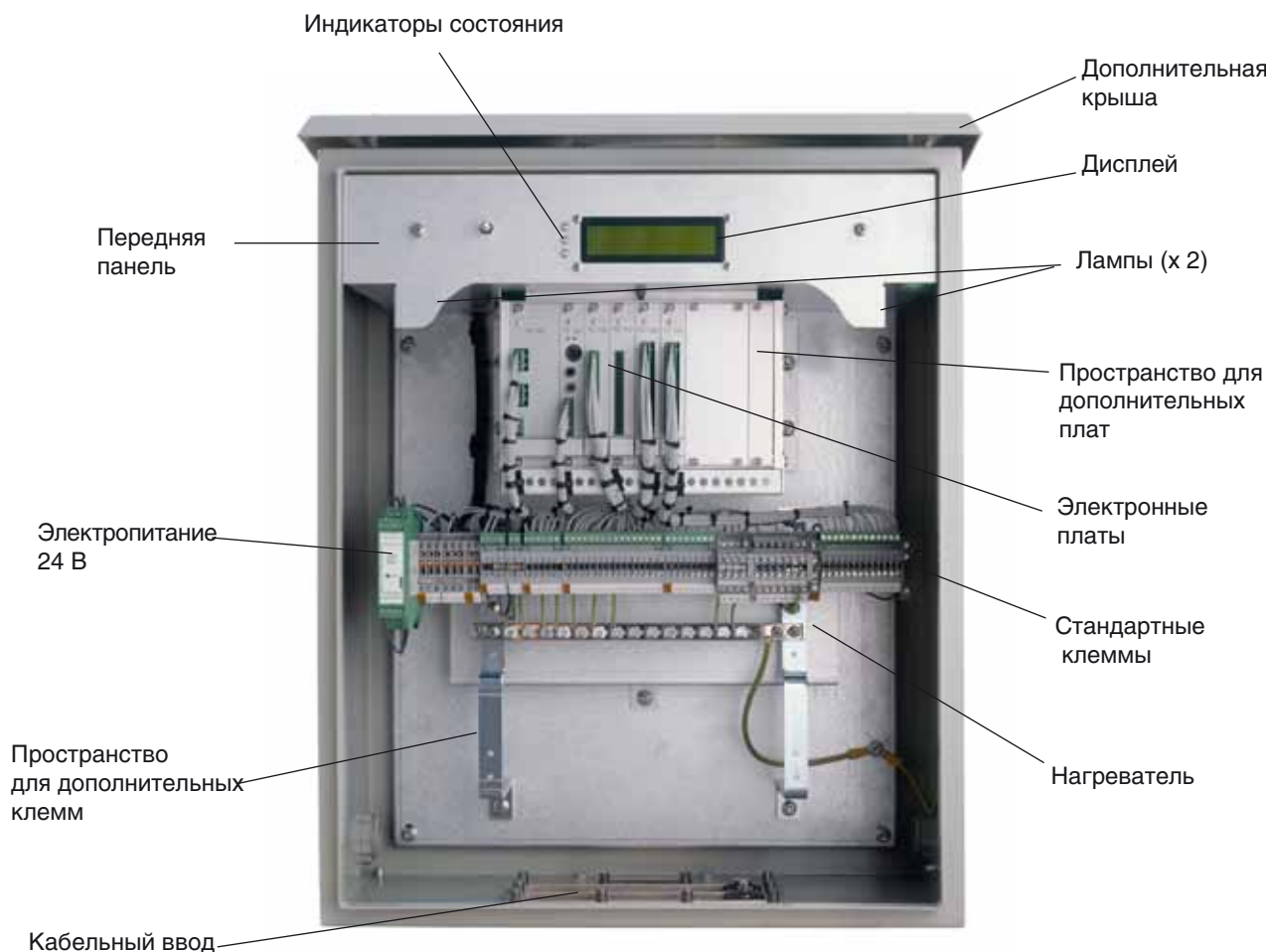
- 8 отдельных аналоговых входов 4–20 мА с подключением через клеммы (для трансформаторов тока, датчиков и т. д.);
- четыре отдельных входа с гальванической связью по постоянному току для Pt100 (для температурных датчиков);
- 12 отдельных цифровых входов с подключением через клеммы, (для сигналов о состоянии двигателя вентилятора, аварии/расцепления и т. д.);
- один вход для датчика положения устройства РПН, резисторный мост ( $R_{\text{общ}} \geq 80 \text{ Ом}$  или  $R_{\text{ступ}} \geq 10 \text{ Ом}$ ).

Количество входных сигналов может быть увеличено.

#### Характеристики выходов

Характеристики выходов шкафа для базового варианта системы ТЕС следующие:

- три выхода для сигналов аварии, предупреждения и расцепления;
- способность отключения допустимой нагрузки на выходных клеммах – 8 А 250 В перем. тока, 0,1 А 250 В пост. тока L/R=40 мс, 5 А 30 В пост. тока.



tec\_0045

### 3.1.1.4 Передняя панель

Индикатор состояния (внутри шкафа)

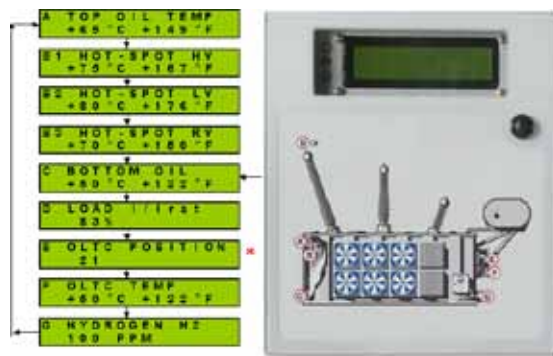
- Красный свет индикатора означает состояние подачи аварийного сигнала или сигнала расцепления.
- Желтый свет индикатора означает состояние подачи предупредительного сигнала.
- Зеленый свет индикатора означает нормальное состояние.

Дисплей (на шкафу)

При нажатии кнопки на передней панели шкафа на дисплее отображаются различные значения данных.

Информацию на дисплее легко конфигурировать с ПК для отображения других имеющихся данных. Кроме того, на дисплее можно представить информацию о причине подачи предупредительного или аварийного сигнала. Температура отображается как в градусах Цельсия, так и в градусах Фаренгейта.

При доставке плата дисплея TC170 соединена с платой процессора.



\* Position only shown with numbers 1..n

tec\_0634



tec\_0057

На дисплее отображается следующая информация:

- A Масло верхней части
- B1 Темп. макс. обм. ВН
- B2 Темп. макс. обм. НН
- B3 Темп. макс. третичной обм.
- C Масло нижней части
- D Нагрузка  $I/I_{ном.}$
- E Положение РПН
- F Темп. 1 РПН
- F Темп. 2 РПН
- F Темп. 3 РПН
- F Темп. 4 РПН
- G Водород H<sub>2</sub>
- Влага в трансформаторе
- Влага в РПН

Напряжение

- E1: Дополн. 1
- E2: Дополн. 2
- E3: Дополн. 3
- E4: Дополн. 4
- E5: Дополн. 5
- E6: Дополн. 6
- E7: Дополн. 7
- E8: Дополн. 8
- E9: Дополн. 9
- E10: Дополн. 10

IP-адрес

Информация, выделенная курсивом, относится к дополнительным датчикам и отображается при наличии.

### 3.1.1.5 Нагреватель

Нагреватель шкафа соединен с источником питания переменного тока системы ТЕС. Он рассчитан на питание от сети переменного тока 100–240 В. В зависимости от температуры в шкафу, нагреватель может обеспечивать нагревательную мощность 100–135 Вт (при –30 °С нагревательная мощность составляет 135 Вт).

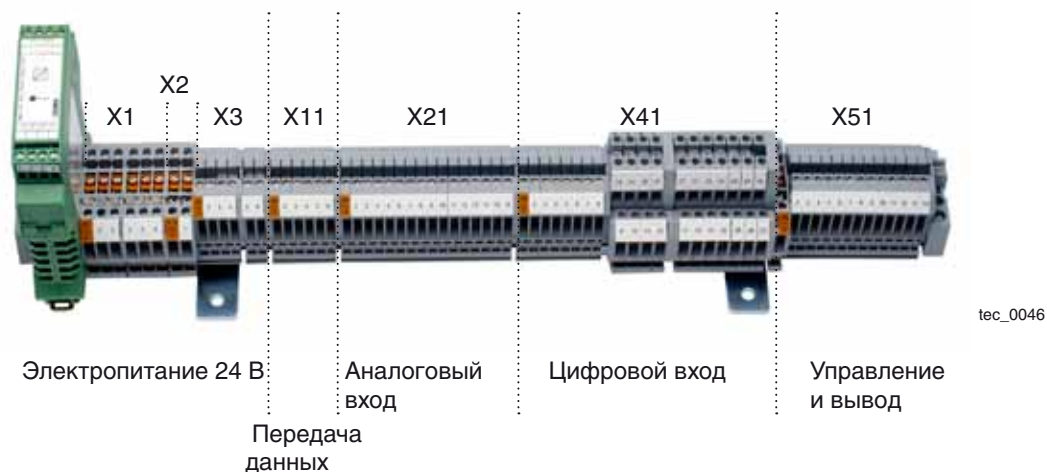
### 3.1.1.6 Освещение

Освещение в шкафу обеспечивается двумя лампами ниже передней панели. Лампы представляют собой стандартные автомобильные лампы типа Ва15 s 18 x 35, 24 В, 10 Вт.

### 3.1.1.7 Электропитание 24 В

Электропитание 24 В предназначается только для освещения.

### 3.1.1.8 Стандартные клеммы



### 3.1.1.9 Кабель от ТЕС к шкафу трансформатора

Этот кабель можно использовать для обеспечения простого соединения между шкафом трансформатора и системой ТЕС. Кабель состоит из следующих элементов:

- один экранированный кабель типа «витая пара» с маркировкой А – предназначен для коммуникационных соединений RS 485 с двигателем и аварийными сигнальными устройствами. Следует обратить внимание, что из всех проводов соединены только два провода;
- два экранированных кабеля, каждый с двумя витыми парами;
- 24 одинарных провода.

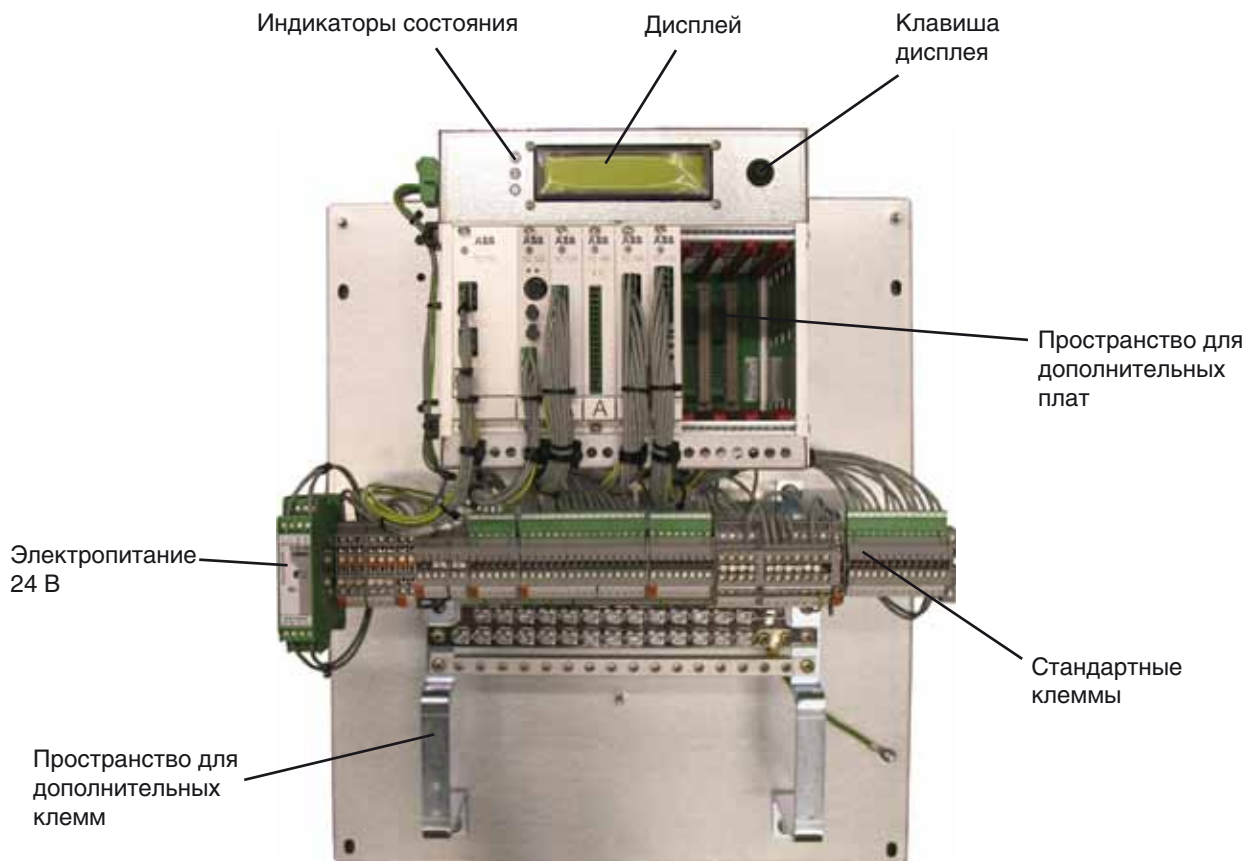


### 3.2 Встраиваемый вариант системы ТЕС

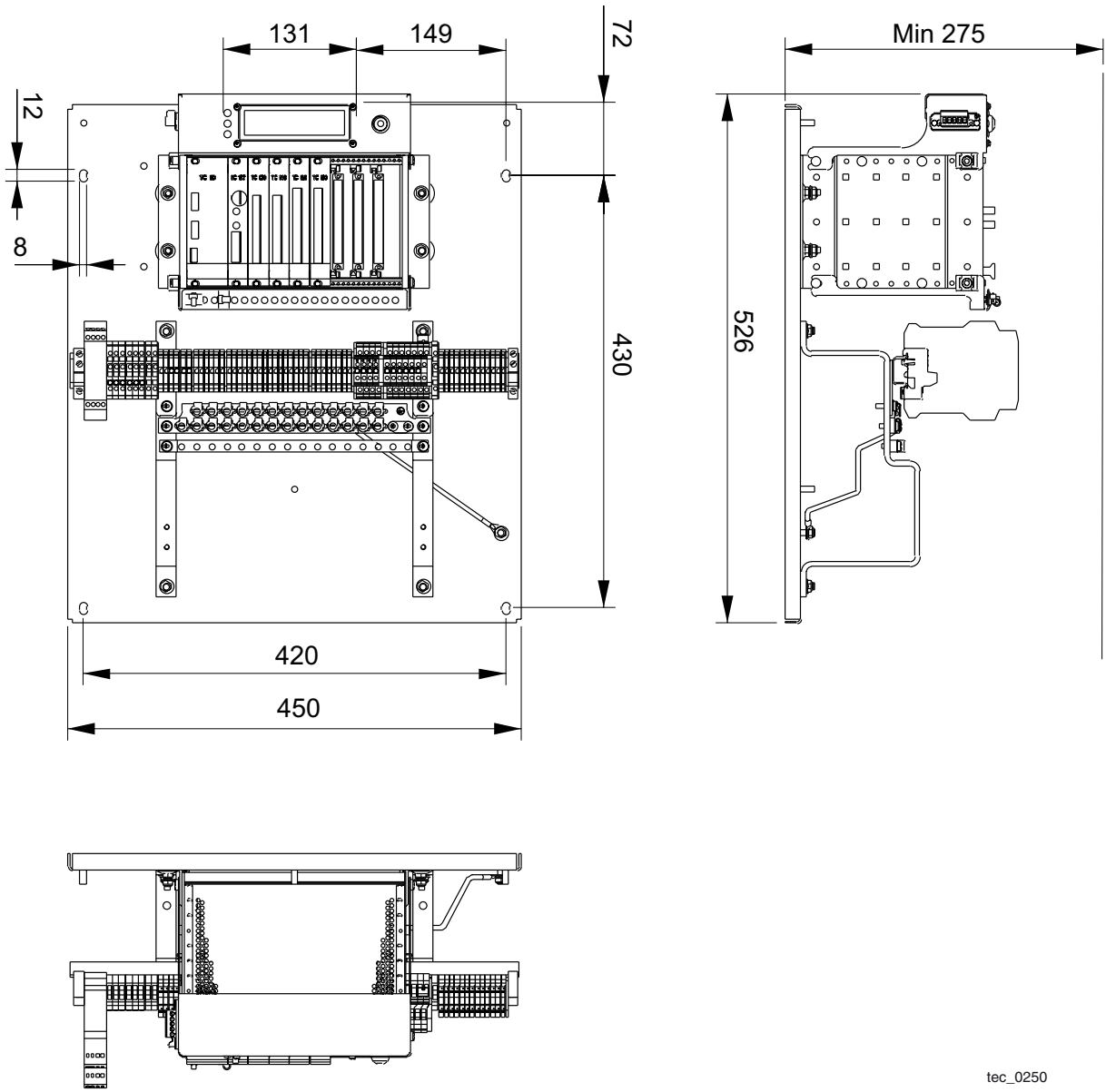
Встраиваемый вариант системы ТЕС размещается на стойке; в его основу заложена та же концепция, согласно которой выполнен базовый вариант системы ТЕС, но без шкафа ТЕС и нагревателя.

#### 3.2.1 Стойка

Преимущество встраиваемого варианта состоит в том, что он может быть установлен внутри шкафа трансформатора. Встраиваемый вариант оснащен дисплеем с теми же функциями, которые имеются у дисплея базового варианта. Дополнительную информацию о дисплее см. в разделе 3.1.1.4.



tec\_0249



tec\_0250

### 3.1.1.1 Общие сведения

#### Окружающая среда

|   |  |
|---|--|
| Рабочая температура                           | от –40 до +70 °C (от 32 до 150 °F)   |
| Степень защиты                                | IP 20, согласно IEC 60529  |
| Габариты, мм                                  | ширина 450, высота 526, глубина 275  |
| Масса   | 5 кг   |
| Соответствие требованиям ЭМС                  | IEC 61000–4, EN 61000–6-2 и EN 61000–4   |
| Испытано на вибростойкость                    | IEC 60255–21–1, IEC 60255–2, IEC 60255–3 и IEC 60068–2-6, IEC 60068–27, IEC 60068–29 |
| Макс. сечение кабеля на соединительный штекер | 1,5 мм <sup>2</sup>  |

#### Характеристики входов

Характеристика входов стойки для встраиваемого варианта системы ТЕС следующие:

- 8 отдельных аналоговых входов 4–20 мА (для трансформаторов тока, датчиков и т. д.);
- четыре отдельных входа с гальванической связью по постоянному току для Pt100 (для температурных датчиков);
- 12 отдельных цифровых входов (для сигналов о состоянии двигателя вентилятора, аварии/расцепления и т. д.);
- один вход для датчика положения устройства РПН, резисторный мост ( $R_{\text{общ}} \geq 80 \text{ Ом}$  или  $R_{\text{ступ}} \geq 10 \text{ Ом}$ ).

Количество входных сигналов может быть увеличено.

#### Характеристики выходов

Характеристики выходов стойки для встраиваемого варианта системы ТЕС следующие:

- три выхода для аварийных, предупредительных сигналов и сигналов расцепления;
- способность отключения допустимой нагрузки на выходных клеммах – 8 А 250 В перем. тока, 0,1 А 250 В пост. тока L/R=40 мс, 5 А 30 В пост. тока.

#### Требования к наружному корпусу

|                |                 |
|----------------|-----------------|
| Степень защиты | IP 54 или выше  |
| Влажное тепло  | без конденсации |

### 3.3 Общие аппаратные средства

#### 3.3.1 Электронные платы и клеммы

Электронные платы установлены на соединительной панели, что обеспечивает электропитание и внутреннюю связь между платами.

Платы расположены в следующем порядке слева направо:

- плата электропитания, ТС 110;
- плата процессора, ТС 122;
- плата аналогового входа 4–20 мА, ТС130;
- плата входа температурного датчика Pt100, ТС 140;
- плата цифрового входа, ТС 150;
- плата управления и вывода, ТС160.

Справа от этих стандартных плат находится три дополнительных слота для максимум двух плат аналогового входа 4–20 мА и/или плат входа температурного датчика Pt100, и/или плат цифрового входа.

В стандартный комплект входят также:

- плата дисплея ТС170 (перед шкафом ТЕС).

Дополнительное оборудование:

- плата реле двигателя, ТС180 (в шкафу управления трансформатора);
- аварийное сигнальное устройство, ТС181 (в шкафу управления трансформатора или в системе ТЕС).

#### 3.3.2 Источник питания

##### **ОСТОРОЖНО**

---

Опасное напряжение!

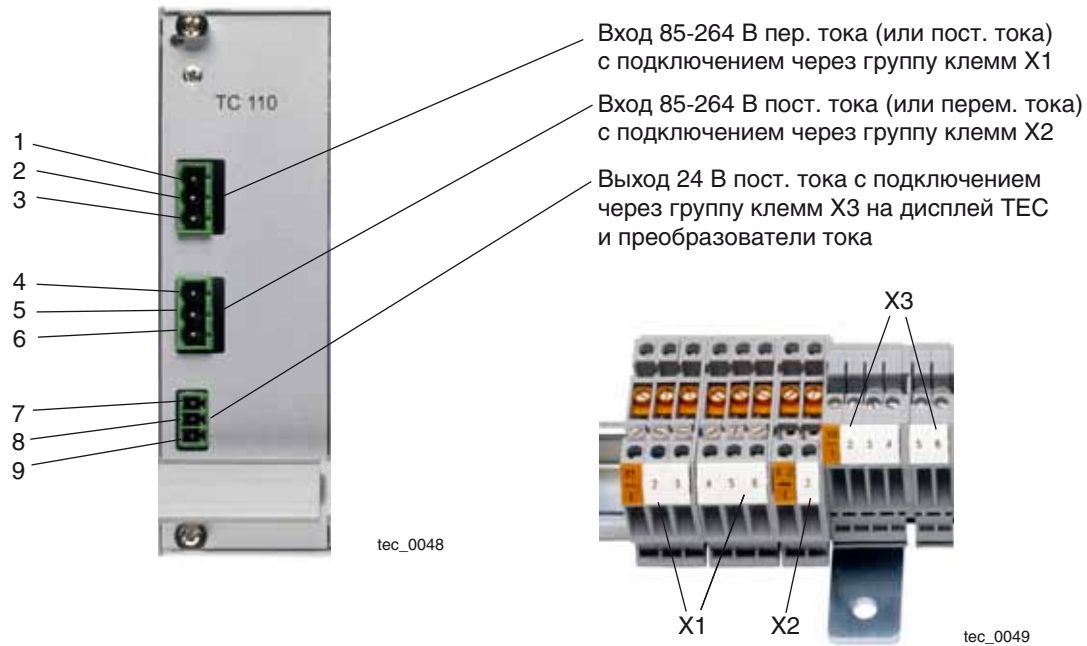
---

Система ТЕС может работать с напряжением питания либо переменного тока, либо постоянного тока (универсальное 110–230 В перем. тока, 50/60 Гц и 85–265 В пост. тока). Рекомендуется подключать как питание переменного тока в качестве основного источника питания, так и питание постоянного тока от стационарной батареи в качестве резервного источника питания. Можно также подключить два различных источника питания переменного тока. Плата электропитания обеспечит автоматическое переключение между двумя источниками без перебоя питания, в случае если один источник питания откажет.

Потребляемая мощность электронных плат составляет менее 20 Вт плюс потребление датчиков. Нагревательный элемент шкафа соединен с входным источником переменного тока и может иметь пиковый ток до 8 А. Рекомендуется применение предохранителя не менее 10 А.

Каждую клемму можно отсоединить, переместив оранжевую планку отсоединения клеммы вниз.

### 3.3.2.1 Плата электропитания ТС 110 и клеммы X1, X2, X3



#### Группа клемм X1

- 1 Вход линии 85–264 В перемен. тока, 50/60 Гц.
- 2, 3 Выход линии перемен. тока. Подсоединен к X1:1 и всегда включен, даже в том случае, когда планка отсоединения клеммы перемещена в положение отсоединения. Эту клемму можно использовать для электропитания специальных датчиков.
- 4 Вход нейтрали по переменному току.
- 5, 6 Выход нейтрали по переменному току.

#### Группа клемм X2

- 1 Вход плюса источника питания 85–264 В пост. тока.
- 2 Вход минуса источника питания 85–264 В пост. тока.

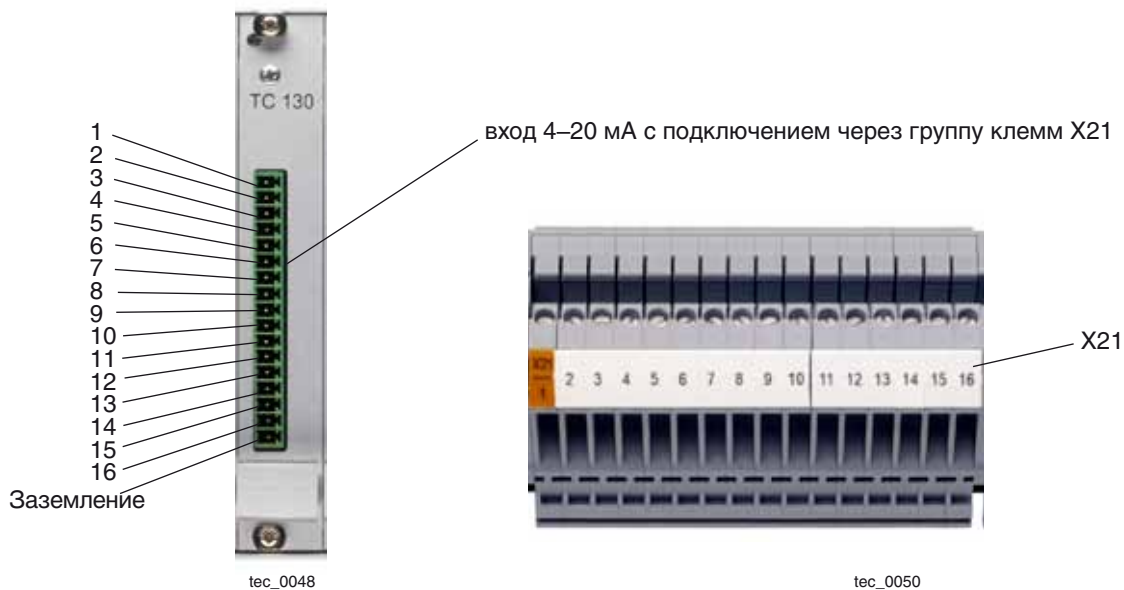
#### Группа клемм X3

- 1 Выход (+) 24 В пост. тока от платы электропитания. Дисплей (1,6 Вт) имеет внутреннее соединение с этим источником питания. Здесь также можно подключить до трех преобразователей тока. Общая максимальная нагрузка на этом источнике питания составляет 5 Вт.
- 2 Выход (-) 24 В пост. тока от платы электропитания. Здесь также можно подключить до трех преобразователей тока.
- 3 Вход (+) 24 В пост. тока от отдельного блока питания 24 В в шкафу ТЕС (подсоединен при доставке). Это электропитание для освещения шкафа.
- 4 Выход (+) 24 В пост. тока от X3:3. Эта клемма используется для питания датчиков 4–20 мА (за исключением трансформаторов тока).
- 5 Вход (-) 24 В пост. тока.
- 6 Выход (-) 24 В пост. тока от X3:5.



### 3.3.4 Аналоговый вход 4–20 мА

#### 3.3.4.1 Плата TC 130 и группа клемм X21 аналогового входа 4–20 мА



При поставке датчики откалиброваны и соотнесены со своими клеммами, см. раздел 4.17 *Данные для заказа*.

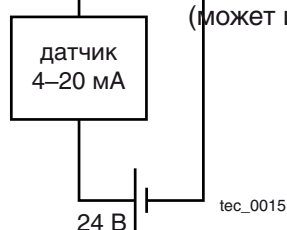
Если требуется новая калибровка, см. *Руководство пользователя*.

Три преобразователя тока могут получать питание 24 В пост. тока от клеммы X3:1 и X3:2. Питание для других датчиков, которые требуют источника питания 24 В пост. тока, должно обеспечиваться изготовителем трансформатора.

#### Группа клемм X21

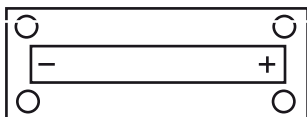
Это конфигурация по умолчанию для датчиков 4–20 мА. Другие конфигурации см. в *формуляре заказа*.

|    |    |  |
|----|----|--|
| 1  | 2  | Ток стороны высшего напряжения (ВН) трансформатора   |
| 3  | 4  | Ток стороны низшего напряжения (НН) трансформатора   |
| 5  | 6  | Ток стороны третичного напряжения трансформатора   |
| 7  | 8  | Температура устройства РПН, измеренная датчиком влаги (может иметь иной источник питания, чем 24 В пост. тока) |
| 9  | 10 | Датчик влаги в масле устройства РПН (может иметь иной источник питания, чем 24 В пост. тока)                   |
| 11 | 12 | Температура трансформатора, измеренная датчиком влаги (может иметь иной источник питания, чем 24 В пост. тока) |
| 13 | 14 | Датчик водорода (может иметь иной источник питания, чем 24 В пост. тока)                                       |
| 15 | 16 | Датчик влаги в масле трансформатора (может иметь иной источник питания, чем 24 В пост. тока)                   |



Дополнительные платы TC130 используют тот же принцип.

Преобразователь тока



Преобразователь тока соединяется с системой ТЕС следующим образом:

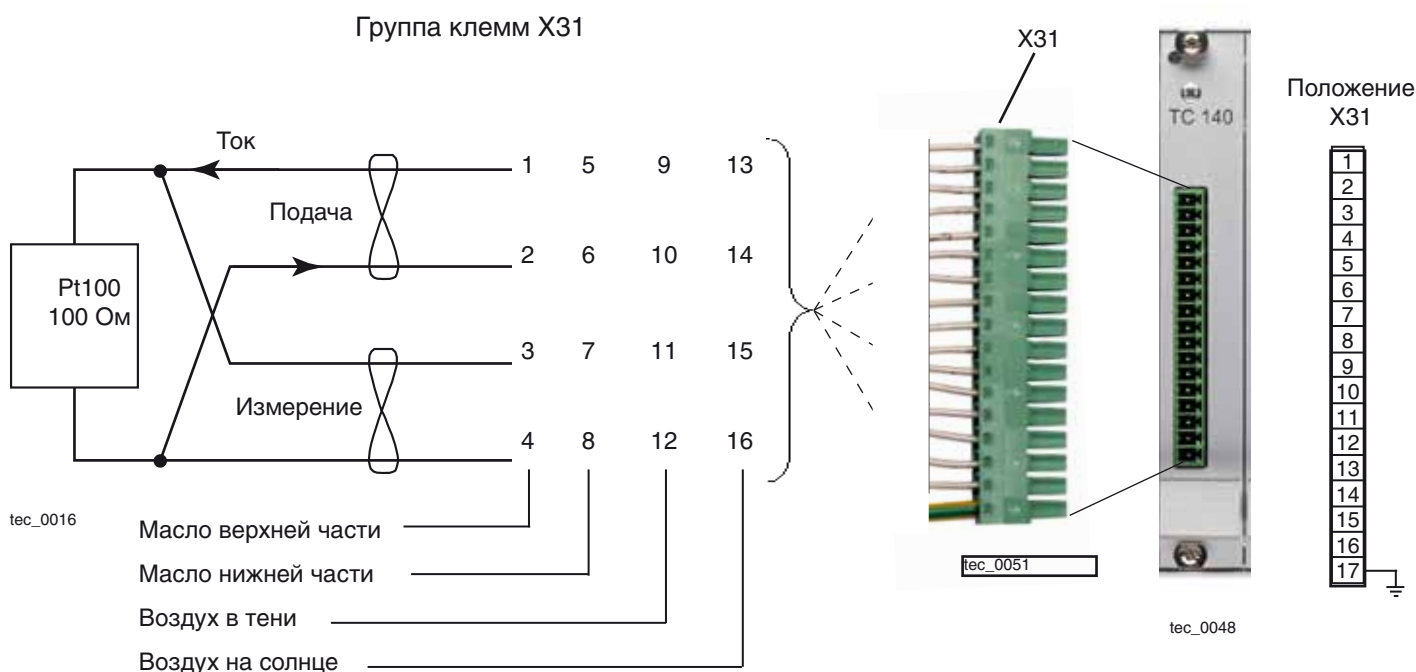
1. Соединить +24 В от X3:1 с «плюсом» датчика.
2. Соединить «минус» датчика с клеммой системы ТЕС (номер нижней клеммы 1, 3 и 5).
3. Соединить 0 В от X3:2 с клеммой системы ТЕС (номер верхней клеммы 2, 4 и 6).

### 3.3.5 Вход датчика температуры Pt100

Для повышения точности измерения датчики температуры Pt100 подключены непосредственно к передней панели платы, а не через клеммы в нижней части шкафа. Это соединение обозначается как группа клемм X31. Если требуется одна или несколько дополнительных плат, они могут быть размещены после стандартных плат, и группы клемм будут иметь обозначения X32, X33 и т. д.

Датчики Pt100 калиброваны при поставке и не требуют повторной калибровки.

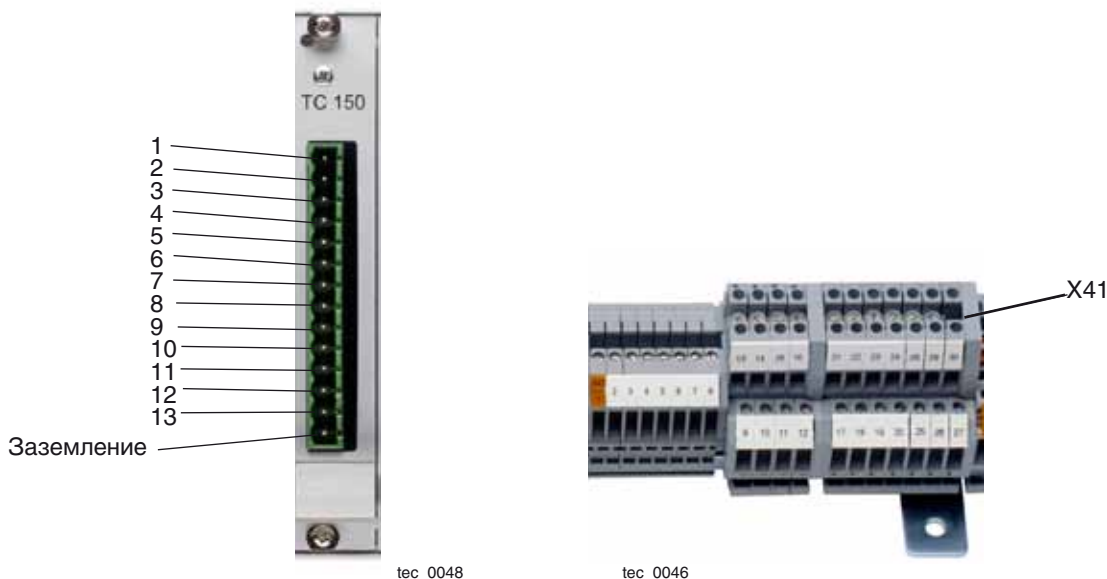
#### 3.3.5.1 Плата входа температурного датчика TC 140 и группа клемм X31



Дополнительные платы TC140 используют тот же принцип.

### 3.3.6 Цифровой вход

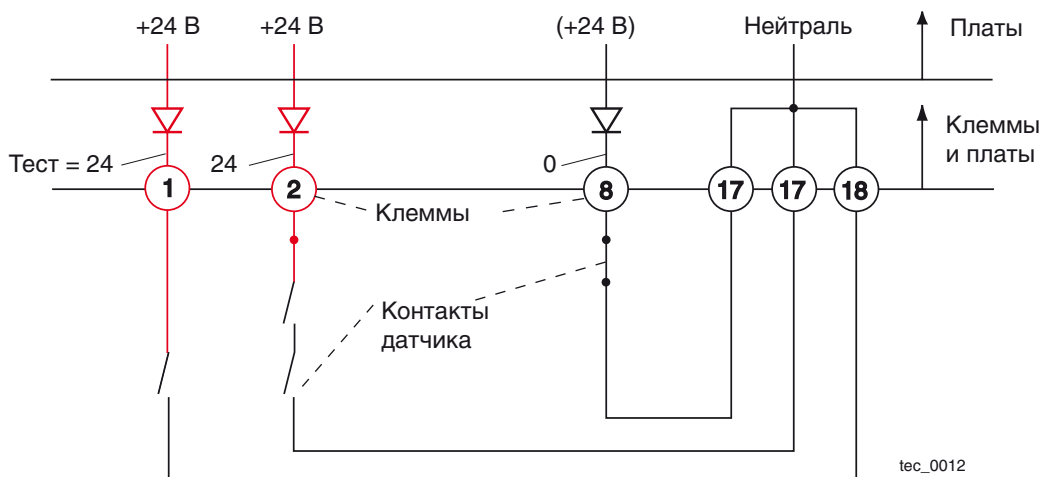
#### 3.3.6.1 Плата цифрового входа TC 150 и группа клемм X41



Плата цифрового входа анализирует релейные сигналы двух различных типов:

- подтверждение функционирования, т. е. нормальной работы устройства, при этом разомкнутый релейный контакт означает, что устройство не работает, а замкнутый контакт указывает на нормальную работу устройства. Пример: индикатор потока масла в контуре охладителя.
- При управлении группой охладителя системы ТЕС канал обратной связи от каждой группы охладителей должен быть соединен с системой ТЕС. Первый вход должен быть подсоединен к входу X41:1, а затем другие входы.
- Устройства предупредительной и аварийной сигнализации и сигнализации расцепления, где разомкнутый релейный контакт указывает на нормальное функционирование, а замкнутый контакт генерирует предупредительный/аварийный сигнал или сигнал расцепления. Пример: реле скачка давления.

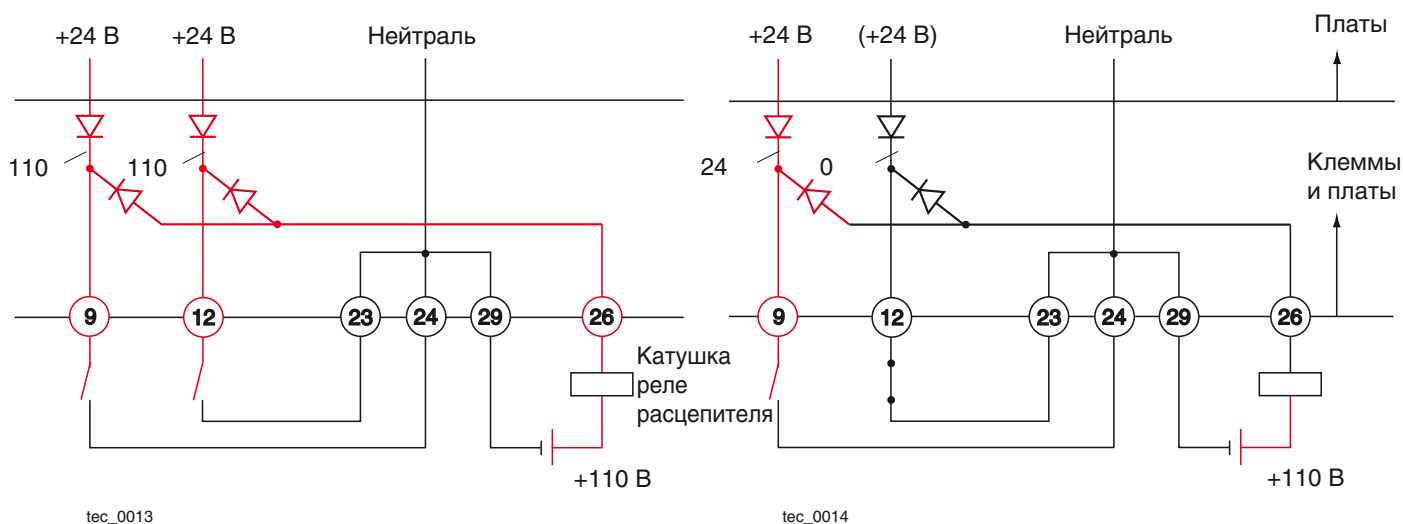
Тип каждого контакта, соединенного с платой цифрового входа, определяется данными, указанными в формуляре заказа.



tec\_0012

Клеммы 1–8 отведены для контактов предупредительной и аварийной сигнализации, например, детектора уровня масла и реле Бухгольца (уровни предупреждения). Каждая из этих восьми клемм может также быть использована для контактов типа «подтверждения функции». В этих случаях соответствующие контакты от каждой группы охладителя должны быть подсоединены последовательно к той же клемме, например, дополнительный контакт на контакторе двигателя вентилятора и индикатор потока масла той же группы охладителя. Если система ТЕС управляет охладителями, каждая группа охладителя должна посылать сигнал подтверждения функционирования на плату цифрового входа.

Плата цифрового входа обеспечивает питание +24 В пост. тока на клемму, а также измерение напряжения на клемме. Пока контакт датчика разомкнут, подача напряжения поддерживается и состояние предупредительных/аварийных сигналов – в норме. Состояние сигналов функционирования – «not running» (не работает), что тоже является нормальным, пока не включена группа охладителя. Когда контакт датчика замкнут, питание от платы не может поддерживаться на уровне 24 В, измеренное напряжение падает до нуля и генерируется сигнал ошибки для ввода предупредительного/аварийного сигнала. Входные сигналы функционирования изменяют состояние на «running» (работает). Когда измеренное напряжение ниже 8 В, генерируется предупредительный/аварийный сигнал (или функция изменяется на «running» (работает)).



Клеммы 9–12 отведены для контактов датчиков, которые обычно применяются для расцепления трансформатора, например, контакты реле скачка давления и реле защиты Бухгольца. Этот пример показывает, как соединяются два контакта датчика, батарея 110 В и катушка реле расцепителя. Пока все контакты датчика разомкнуты, измеренное давление составляет 110 В и состояние – в норме. Если один контакт замыкается, замыкается цепь 110 В; ток, проходящий через катушку реле расцепителя, обеспечивает расцепление трансформатора, и измеренное напряжение на клемме падает до нуля. Напряжение батареи также исчезает с других клемм, но затем питание 24 В от платы поддерживает измеренное напряжение выше 8 В.

Любая из двенадцати клемм может активизировать предупредительный, аварийный сигнал или расцепления от ТЕС через выходные дополнительные релейные контакты платы управления и вывода (см. раздел 3.3.7 Управление и вывод).

При использовании более 8 датчиков предупредительной/аварийной сигнализации/функционирования или более 4 датчиков расцепления необходимо применять одну или более дополнительных плат. Эти группы клемм находятся в нижнем ряду и имеют обозначения X42, X43 и т. д.

### Группа клемм X41

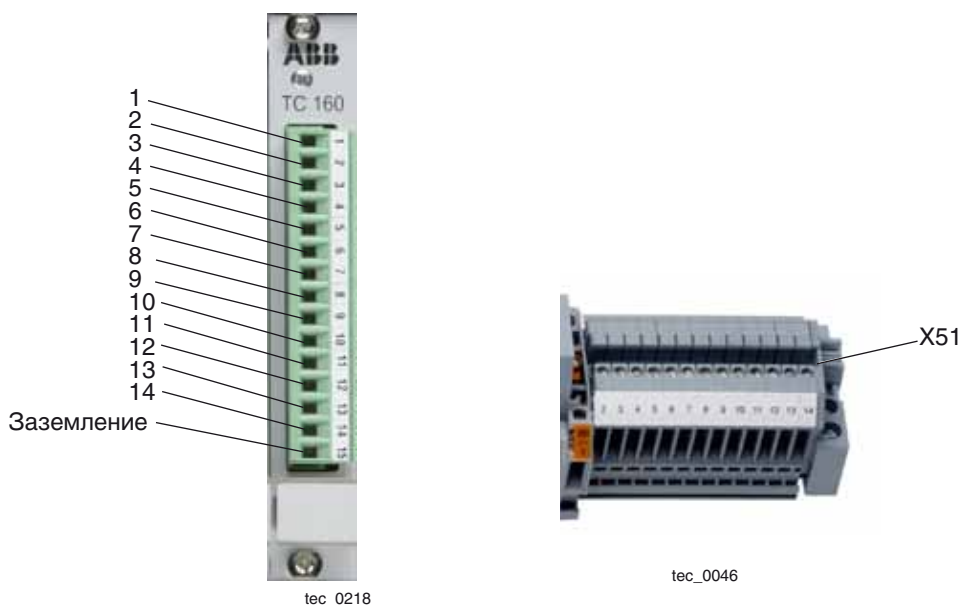
Каждый датчик соединен с одной из клемм 1–12 и с одной из нейтральных клемм 17–24.

- 1–8 Входные контакты для предупредительного/аварийного сигнала и сигнала функционирования от датчика.
- 9–12 Входные контакты для сигнала расцепления от датчика.
- 13–16 Не используются.
- 17–24 Вход нейтрали. Каждый номер клеммы представляет две клеммы: одну на верхней стороне и одну на нижней стороне.
- 25 Не используются.
- 26 Вход (+) пост. тока от батареи и катушки реле расцепителя согласно вышеприведенной схеме. Напряжения выше +220 В пост. тока и отрицательные напряжения запрещены.
- 27–28 Не используются.
- 29 Вход нейтрали от батареи и катушки реле расцепителя.
- 30 Не используются.

О функциях расцепления и аварийной/предупредительной сигнализации см. раздел 3.6.

## 3.3.7 Управление и вывод

### 3.3.7.1 Плата управления и вывода ТС 160 и группа клемм X51

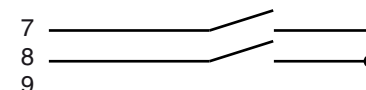
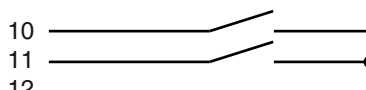
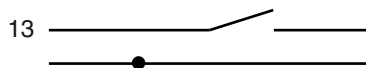



Эта плата используется для формирования релейных сигналов.

### ОСТОРОЖНО

Опасное напряжение!

#### Группа клемм X51

- |        |   |  |
|--------|---|--|
| 1      | Выходная разъемная клемма последовательно с клеммой 14 (разъединение в направлении вниз).   |  |
| 2–3    | Измерения входного напряжения. Номинальное напряжение 85–140 В перем. тока. Нейтраль на 3.  |  |
| 4–6    | Входной датчик положения устройства РПН,<br>4 = верх. положение, 5 = перемещение контакта,<br>6 = ниж. положение. $R_{общ.} \geq 80$ Ом или<br>$R_{ступ} \geq 10$ Ом. 0 Ом в положении 1.   |   |
| 7–9    | Конфигурируемый выходной сухой контакт.   |  |
| 10, 12 | Выходной сухой контакт для предупредительного сигнала.  |   |
| 11, 12 | Выходной сухой контакт для аварийного сигнала.  |   |
| 13, 14 | Выходной сухой контакт для сигнала расцепления.<br>Этот выход также имеет контакт, который может быть отсоединен на клемме 1. Эти контакты соединены с цифровой платой для формирования выходного сигнала расцепления на клеммах X41:26 и X41:29. |  |

tec\_0017

#### Допустимая нагрузка

Допустимая нагрузка (отключающая способность) на выходных клеммах:

Перем. ток 250 В 8 А

Пост. ток 250 В 0,1 А L/R = 40 мс

Пост. ток 30 В 5 А

### 3.4 Аксессуары

#### 3.4.1 Оптоволоконный преобразователь ТС 190

Для дистанционной передачи данных, в том числе внутри станционного здания, необходимо использовать оптоволоконное соединение.

Оптоволоконный кабель должен быть подсоединен к преобразователю ТС190. Преобразователь ТС190 должен быть установлен внутри помещения и требует отдельного источника питания 24 В пост. тока.



tec\_0215

##### 3.4.1.1 Синхронизация времени

Входной сигнал синхронизации времени должен быть на уровне 5 В с выходным импедансом сигнального тракта 50 Ом. Соединение выполнено посредством разъема BNC, и рекомендуется использовать экранированный коаксиальный кабель. Импульс должен иметь положительную амплитуду для индикации.



#### 3.4.2 Реле двигателя ТС 180

Плата реле двигателя, ТС180, расположена в шкафу управления трансформатора.

Все вентиляторы и насосы одной группы охладителя должны быть подсоединены таким образом, чтобы они включались посредством одного релейного выхода. Предусмотрена возможность управления 6 группами охладителей (максимум). Экранированный провод А в кабеле между системой ТЕС и шкафом трансформатора предназначен для связи по интерфейсу RS 485. Если соединение через интерфейс RS 485 с системой ТЕС прервано, все реле последовательно автоматически замкнутся с интервалом в 10 секунд. На замкнутое реле указывает светящийся светодиод. Рекомендуется предусмотреть подачу питания 24 В пост. тока на плату реле двигателя от шкафа трансформатора для включения всех двигателей даже в том случае, если полностью пропадет соединение с системой ТЕС. При отключении подачи питания на систему ТЕС плата реле двигателя произведет пуск всех групп охладителей. Во избежание этого, на выведенном из эксплуатации

трансформаторе сначала необходимо отсоединить питание 24 В пост. тока от платы двигателя. Во избежание включения охладителей, следует также подключить питание системы ТЕС, прежде чем подключать питание 24 В пост. тока к плате двигателя.

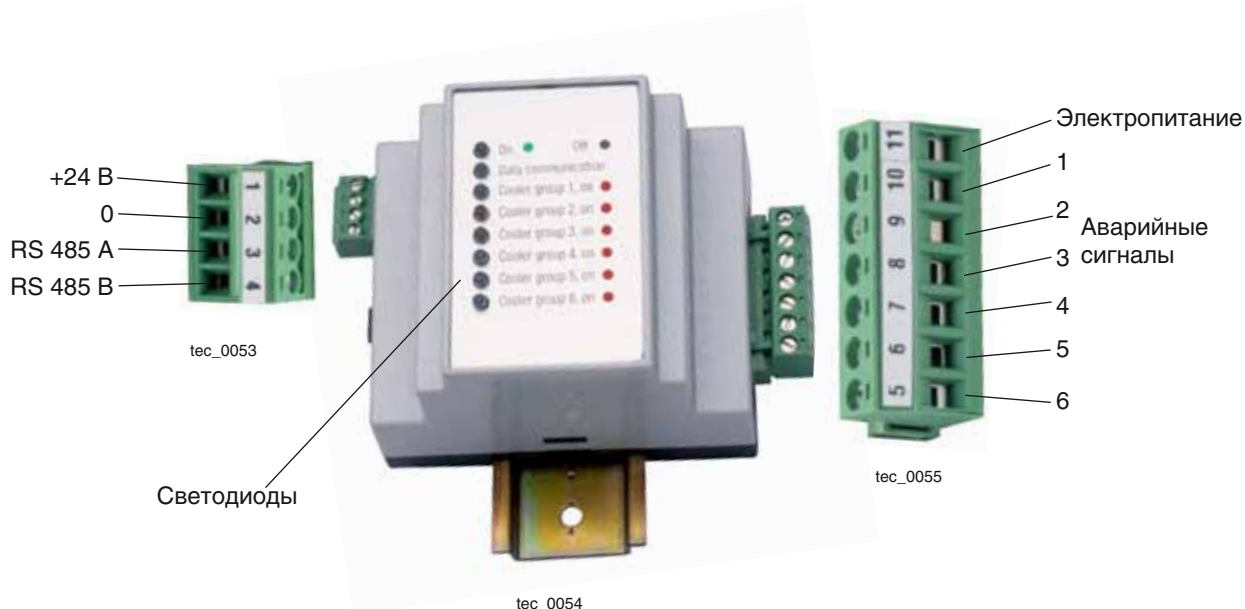
Вместе с этим вариантом системы ТЕС рекомендуется также применять традиционный термометр масла верхней части в качестве резервного средства. Он должен быть установлен на пуск всех групп охладителей при температуре, которая на 5 °С выше максимальной температуры пуска в системе ТЕС.

Допустимая нагрузка на реле такая же, как и на выходных клеммах платы управления и вывода.

О допустимой нагрузке (отключающая способность) на выходных клеммах см. раздел 3.3.7.1 Плата управления и вывода (ТС 160).

### 3.4.3 Аварийное сигнальное устройство ТС 181

Аварийное сигнальное устройство может быть использовано для получения вы-



хода с сухим контактом определенных аварийных сигналов в системе ТЕС. Можно использовать не более двух аварийных сигнальных устройств. Не должно быть соединений с неприменяемыми сигналами.

На замкнутое реле указывает светящийся светодиод.

Аварийные сигнальные устройства могут быть размещены либо в шкафу управления трансформатором, либо в системе ТЕС.

Источник питания и интерфейс RS 485 могут быть подключены параллельно с коробкой реле двигателя. Можно использовать отдельный источник питания.

### 3.5 Проведенные испытания

#### 3.5.1 Испытания электромагнитной совместимости

##### Устойчивость согласно EN 61000-6-2:1999

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Излучаемое ВЧ-поле:               | IEC/EN 61000-4-3 (1995), ENV50204 (1995) |
| Кондуктивное напряжение ВЧ:       | IEC/EN 61000-4-6 (1996)                  |
| Быстрый переходный режим/всплеск: | IEC/EN 61000-4-4 (1995)                  |
| Электростатический разряд (ESD):  | IEC/EN 61000-4-2 (1995/96)               |
| Перенапряжение:                   | IEC/EN 61000-4-5 (1995)                  |
| НЧ магнитное поле 1:              | IEC/EN 61000-4-8 (1993)                  |

##### Дополнительные испытания на устойчивость

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| Затухающая колебательная волна <sup>1</sup> :      | IEC/EN 61000-4-12 (1995), SS436 15 03 |
| Искра <sup>1</sup> :                               | SS436 15 03                           |
| Нестабильность питающего напряжения <sup>1</sup> : | IEC SC77AWG 6 (информ. Приложение)    |

##### Эмиссия согласно EN 50081-2:1993

|                      |                                  |
|----------------------|----------------------------------|
| Излучаемая помеха:   | CISPR 11 (1997), EN 55011 (1998) |
| Кондуктивная помеха: | CISPR 11 (1997), EN 55011 (1998) |

1) Этот метод не предусмотрен для лабораторного освидетельствования качества.

| Излучение                           | Порт                         | Категория             | Пределы  |                   |                                 | Результат <sup>1</sup> |
|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------|--|-------------------|---------------------------------|------------------------|
| Излучаемая помеха                   | Наружный корпус              | A                     | Предельные значения Стандарта EN 55011, увеличенные на 10 дБ для измеренного расстояния 10 м в соответствии со Стандартом EN 50081-2 |                   |                                 | Соответствует          |
| Кондуктивная помеха                 | Сеть перемен. тока           | A                     | Предельные значения Стандарта EN 55011   |                   |                                 | Соответствует          |
| Устойчивость                        | Защищенный порт              | Технологические порты | Порт линии питания   | Заземленные порты | Результат/критерии <sup>1</sup> |                        |
| Излучаемые ВЧ-поля                  | 15 В/м                       | -                     | -  | -                 | Соотв./A                        |                        |
| Кондуктивное напряжение ВЧ:         | -                            | 10 В                  | 10 В   | 10 В              | Соотв./A                        |                        |
| Электростатич. разряд               | 8 кВ контакт<br>15 кВ воздух | 4 кВ                  | 4 кВ   | 4 кВ              | Соотв./A                        |                        |
| Бросок напряжения                   | -                            | 4 кВ (CM)             | 4 кВ (CM)<br>2 кВ (NN)   | -                 | Соотв./A                        |                        |
| Магнитное поле частоты сети         | 1000 А/м                     | -                     | -  | -                 | Соотв./A                        |                        |
| Нестабильность питающего напряжения | -                            | -                     | -/+10 %, 15 с  | -                 | Соотв./A                        |                        |
| Затухающая колеб. волна             | -                            | 2,5 кВ                | 2,5 кВ   | -                 | Соотв./A                        |                        |
| Быстрый переходный процесс/искра    | -                            | 4-8 кВ                | 4-8 кВ   | -                 | Соотв./A                        |                        |

1) Соответствует = соответствует требованиям стандарта.

Не соответствует = не соответствует требованиям стандарта.

См. подробности в соответствующей главе.

О критериях см. раздел 4.4 Критерии утверждения.

### 3.5.2 Механические, вибрационные и сейсмические испытания

Система ТЕС, изготовленная АББ в Швеции, прошла механические испытания, указанные в главе 3.

Результаты этих испытаний представлены ниже:

| Испытание                | Стандарты                        | Степень воздействия               | Результат |
|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------|
| Вибрация                 | IEC 60255–21–1<br>IEC 60068–2–6  | 10–150 Гц, 2 g, 20 циклов качания | В норме   |
| Толчки                   | IEC 60255–21–2<br>IEC 60068–2–29 | 10 g, 16 мс, 6 x 1 000 толчков    | В норме   |
| Удары                    | IEC 60255–21–2<br>IEC 60068–2–27 | 15 g, 11 мс, 6 x 3 ударов         | В норме   |
| Сейсмическое воздействие | IEC 60255–21–3<br>IEC 60068–2–6  | 1–35 Гц, 7,5 мм/2 g, 1 колебание  | В норме   |

- 1) В норме: в ходе испытаний не было замечено никаких неполадок, а после испытаний – никаких повреждений.

### 3.5.3 Климатические испытания

| Испытание  | Степень воздействия   | Время                          | Стандарт                     |
|--|---|--------------------------------|------------------------------|
| Сухое тепло  | В раб. сост. +85 °С   | 72 часа                        | IEC 60068–2-2, испытание Bd  |
| Холод  | В раб. сост. -40 °С   | 72 часа                        | IEC 60068–2-1, испытание Ab  |
| Изменение температуры                                  | В раб. сост. от –40 до +70 °С                                 | 3 цикла<br>t = 2 ч<br>3 °С/мин | IEC 60068–2-14, испытание Nb |
| Устойчивость к теплу при повышенной влажности          | В раб. сост. +40 °С, >93% без образования конденсата          | 4 дня                          | IEC 60068–2-3, испытание Ca  |
| Циклическое воздействие тепла при повышенной влажности | В раб. сост. от +25 до +55 °С, >93% с образованием конденсата | 6 x 24-часовых цикла           | IEC 60068–2-30, испытание Dd |

### 3.5.4 Испытания оптоволоконного преобразователя TC190

#### 3.5.4.1 Испытания электромагнитной совместимости

##### Устойчивость согласно EN 61000–6-2:2001

|   |  |
|---|--|
| Устойчивость к излучаемым ВЧ помехам:   | EN 61000–4-3 изд. 2 (2002) ENV50204 (1995) |
| Устойчивость к кондуктивным ВЧ помехам: | EN 61000–4-6 (1996) + A1 (2001)            |
| Быстрый переходный процесс/всплеск:     | EN 61000–4-4 (1995) + A1 + A2 (2001)       |
| Электростатический разряд (ESD):        | EN 61000–4-2 (1996) + A1 (1998)            |
| Бросок напряжения:                      | EN 61000–4-5 (1995) + A1 (2000)            |

##### Дополнительные испытания на устойчивость

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| Затухающая колебательная волна <sup>1)</sup> : | IEC/EN 61000–4-12 (1995), SS436 15 03 |
|--|---------------------------------------|

1) Это испытание не предусмотрено в рамках лабораторного освидетельствования качества.

##### Эмиссия согласно EN 61000–6-4:2001

|                     |   |
|---------------------|---|
| Излучение ВЧ помех: | CISPR 11 (1997),<br>EN 55011 (1998) + A1 (1999) + A2 (2002) |
|---------------------|---|

#### 3.5.4.2 Климатические испытания

##### Эксплуатационные испытания

| Испытание                                     | Испытат. оборудование | Степень воздействия                        | Время                           | Стандарт                      |
|---|-----------------------|--|---------------------------------|-------------------------------|
| Холод   | В работе              | -10 °С                                     | 16 часов                        | IEC 60068–2-1, испытание Ad   |
| Сухое тепло                                   | В работе              | +55 °С                                     | 16 часов                        | IEC 60068–2-2, испытание Bd   |
| Устойчивость к теплу при повышенной влажности | В работе              | +40 °С,<br>>93% без образования конденсата | 4 дня                           | IEC 60068–2-78, испытание Cab |
| Изменение температуры                         | В работе              | от +5 до +55 °С                            | 3 цикла<br>3 °С/мин.<br>t = 1 ч | IEC 60068–2-14, испытание Nb  |

##### Испытания на хранение

| Испытание   | Испытат. оборудование | Степень воздействия | Время    | Стандарт                    |
|-------------|-----------------------|---------------------|----------|-----------------------------|
| Холод       | При хранении          | -40 °С              | 96 часов | IEC 60068–2-1, испытание Ab |
| Сухое тепло | При хранении          | +70 °С              | 96 часов | IEC 60068–2-2, испытание Bb |

### 3.6 Сигналы расцепления, аварии и предупреждения на выходе ТЕС

#### 3.6.1 Сигналы на выходе из шкафа ТЕС

*ПРИМЕЧАНИЕ: номера клемм только для базового варианта системы ТЕС.*

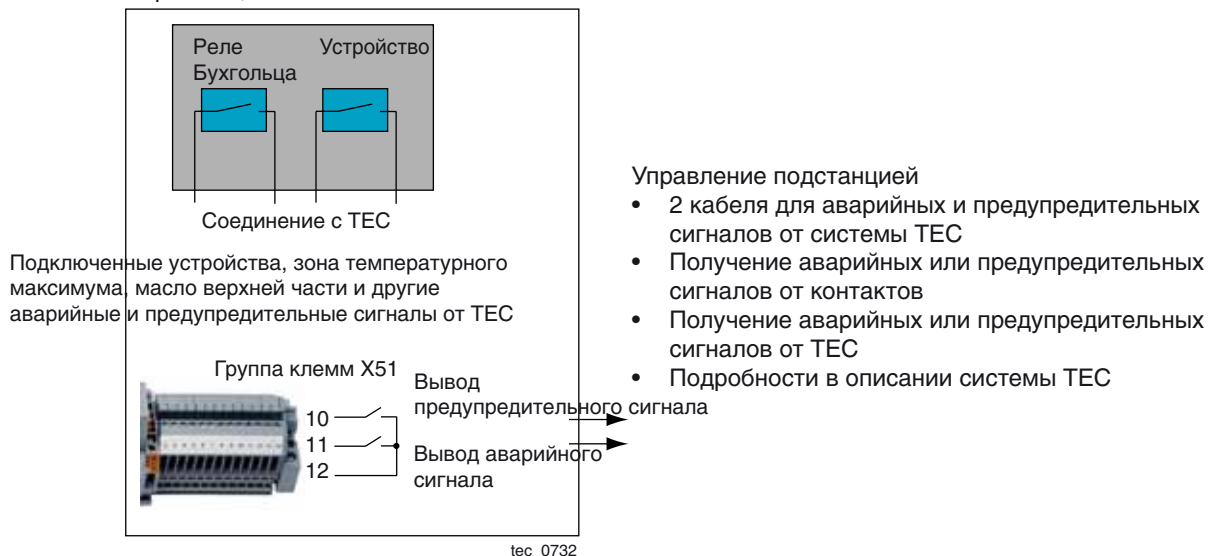


#### 3.6.2 Варианты вывода аварийных/предупредительных сигналов

Вариант 1 вывода аварийных/предупредительных сигналов

Устройства, соединенные с системой ТЕС, подают аварийный сигнал с клемм X51:11 и X51:12, а предупредительный сигнал – с клемм X51:10 и X51:12. Аварийные/предупредительные сигналы от компонентов системы ТЕС также выводятся на эти контакты. Отдельно заказываемый преобразователь ТС190 предоставляет возможность направлять по оптоволоконному кабелю данные об аварийных/предупредительных сигналах с устройств и из журнала регистрации событий системы ТЕС на ПК.

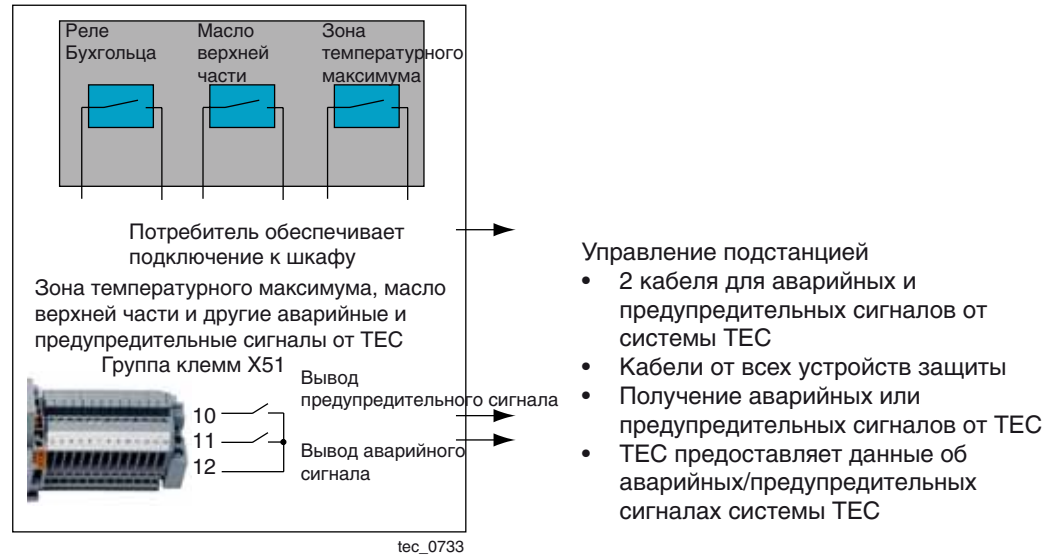
Вариант 1, ТЕС



### Вариант 2 вывода аварийных/предупредительных сигналов

К системе ТЕС не подключены никакие устройства. Аварийные/предупредительные сигналы от компонентов системы ТЕС поступают с клемм X51:11 и X51:12 (аварийный сигнал) и с клемм X51:10 и X51:12 (предупредительный сигнал). Отдельно заказываемый преобразователь TC190 предоставляет возможность направлять по оптоволоконному кабелю данные об аварийных/предупредительных сигналах из журнала регистрации событий системы ТЕС на ПК.

#### Вариант 2, ТЕС с традиционным исполнением контактов



### 3.6.3 Варианты вывода сигналов расцепления

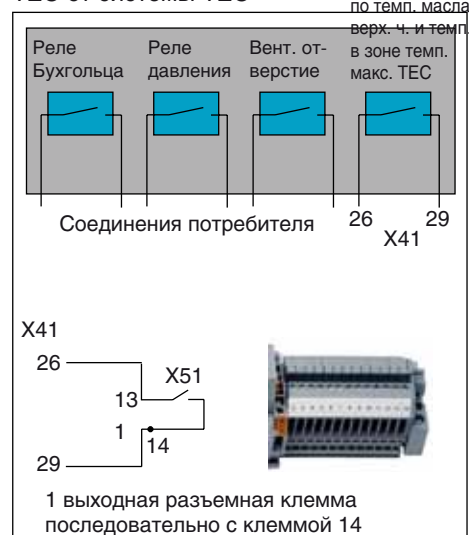
#### Вариант 1 вывода сигналов расцепления

К системе ТЕС не подключены никакие устройства расцепления. Для сигналов расцепления от компонентов системы ТЕС используются клеммы X41:26 и X41:29. Потребитель подключает этот сигнал таким же образом, как и любое другое устройство. Отдельно заказываемый преобразователь TC190 предоставляет возможность направлять по оптоволоконному кабелю данные о сигналах расцепления из журнала регистрации событий системы ТЕС на ПК.

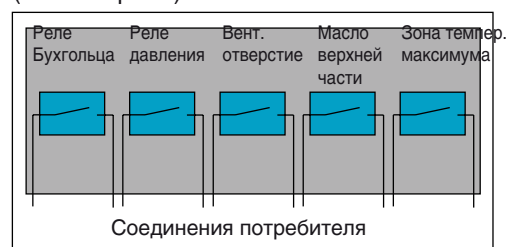
#### Вариант 1 вывода сигналов расцепления

К системе ТЕС не подключены никакие устройства расцепления. Расцепление, обусловленное компонентами системы ТЕС, не используется. Информация о расцеплении в журнале регистрации событий системы ТЕС отсутствует.

#### Вариант 1 с устройством расцепления ТЕС от системы ТЕС



#### Вариант 2, на трансформаторе (в наст. время)



#### Управление подстанцией

- 1 кабель для устройства расцепления от ТЕС (вариант 1)
- Кабели от всех устройств защиты
- ТЕС предоставляет данные о сигнале расцепления ТЕС (вариант 1)

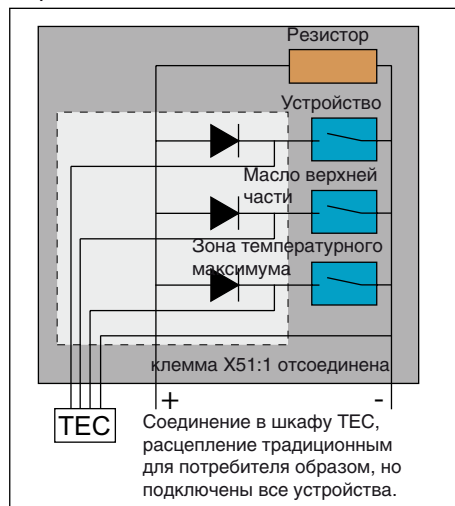
### Вариант 3 вывода сигналов расцепления

Устройства расцепления, соединенные с системой ТЕС, подают сигнал расцепления на клеммы X41:26 и X41:29. Если устройство расцепления системы ТЕС отсоединено от клеммы X51:1, этот сигнал не будет включен в суммарный сигнал расцепления. Отдельно заказываемый преобразователь TC190 предоставляет возможность направлять по оптоволоконному кабелю данные об аварийных и предупредительных сигналах с устройств и из журнала регистрации событий системы ТЕС на ПК.

### Вариант 4 вывода сигналов расцепления

Устройства расцепления, соединенные с системой ТЕС, и внутренняя аппаратура системы ТЕС обеспечивают только один сигнал расцепления на клеммах X41:26 и 29. Отдельно заказываемый преобразователь TC190 предоставляет возможность направлять по оптоволоконному кабелю данные о сигналах расцепления с устройств и из журнала регистрации событий системы ТЕС на ПК.

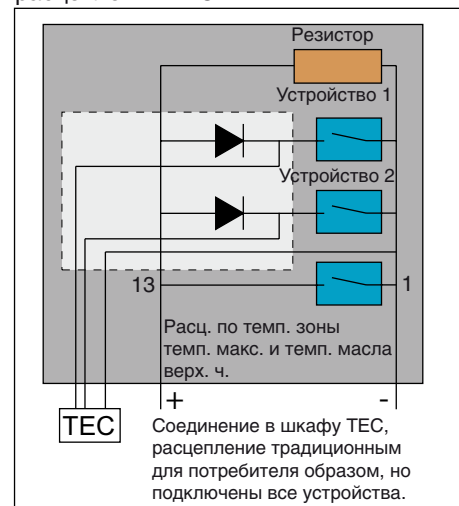
Вариант 3 системы ТЕС



#### Управление подстанцией

- 1 кабель для расцепления от ТЕС
- ТЕС предоставляет данные обо всех сигналах расцепления

Вариант 4 системы ТЕС с устройством расцепления ТЕС



tec\_0735

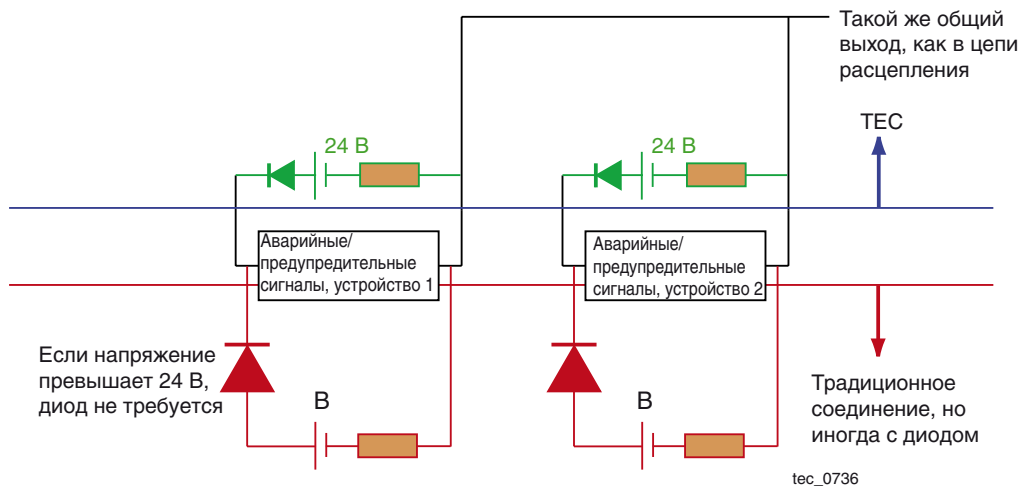
#### Управление подстанцией

- 1 кабель для расцепления от ТЕС
- Расцепление ТЕС включено в схему
- ТЕС предоставляет данные обо всех сигналах расцепления

### 3.6.4 Параллельное подключение устройств как традиционным способом, так и к ТЕС

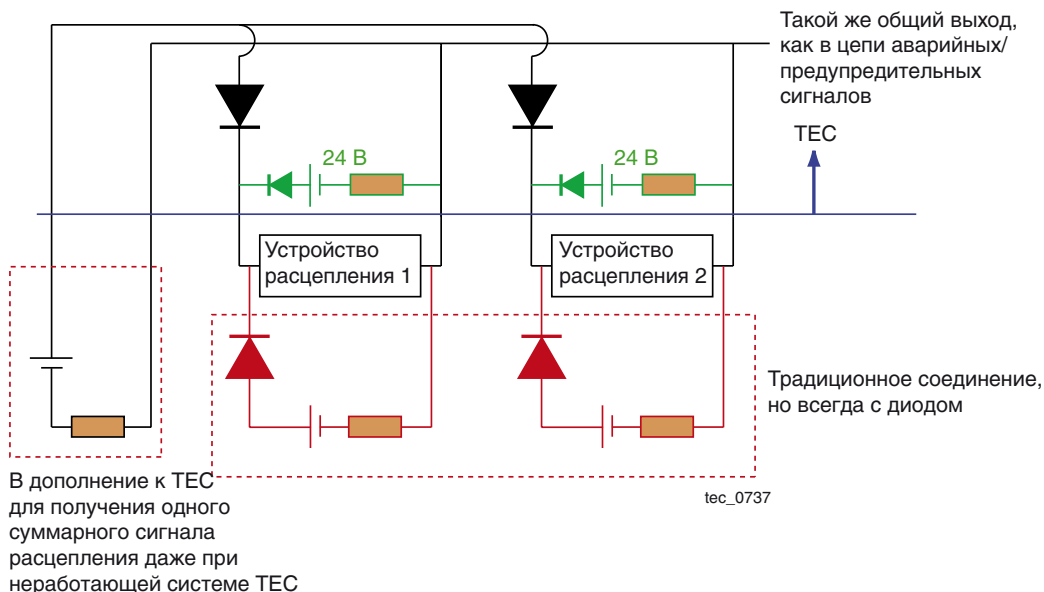
#### Устройства аварийной/предупредительной сигнализации

На рисунке ниже показано, каким образом устройства аварийной/предупредительной сигнализации могут быть подсоединены традиционным образом параллельно с системой ТЕС. Если напряжение в контуре аварийной/предупредительной сигнализации станции превышает 24 В, в ней не требуется применять диод.



#### Устройства расщепления

На рисунке ниже показано, каким образом устройства аварийной/предупредительной сигнализации могут быть подсоединены традиционным образом параллельно с системой ТЕС. Следует заметить, что в традиционной цепи расщепления требуется применение диода.



#### 4. Программное обеспечение

В системе ТЕС предусмотрены нижеследующие функции, которые описаны в данной главе.

- Состояние трансформатора
- Расчет температурного максимума обмотки
- Содержание влаги и температура образования пузырьков
- Управление охлаждением
- Термическое старение
- Максимально допустимая мощность
- Способность кратковременно выдерживать перегрузку
- Прогнозирование зоны макс. температуры
- Износ контактов РПН
- Водород
- Влага в трансформаторе и РПН
- Температурный баланс трансформатора
- Температурный баланс РПН
- Конфигурирование на месте
- Обработка событий
- Связь
- Конфигурируемые входы

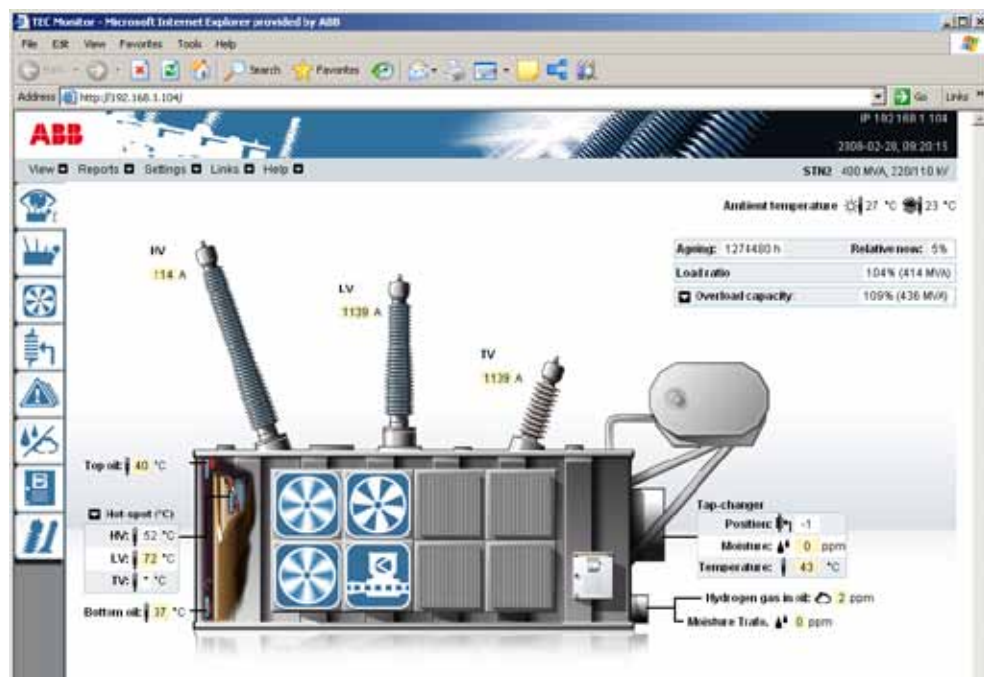
#### 4.1 Состояние трансформатора

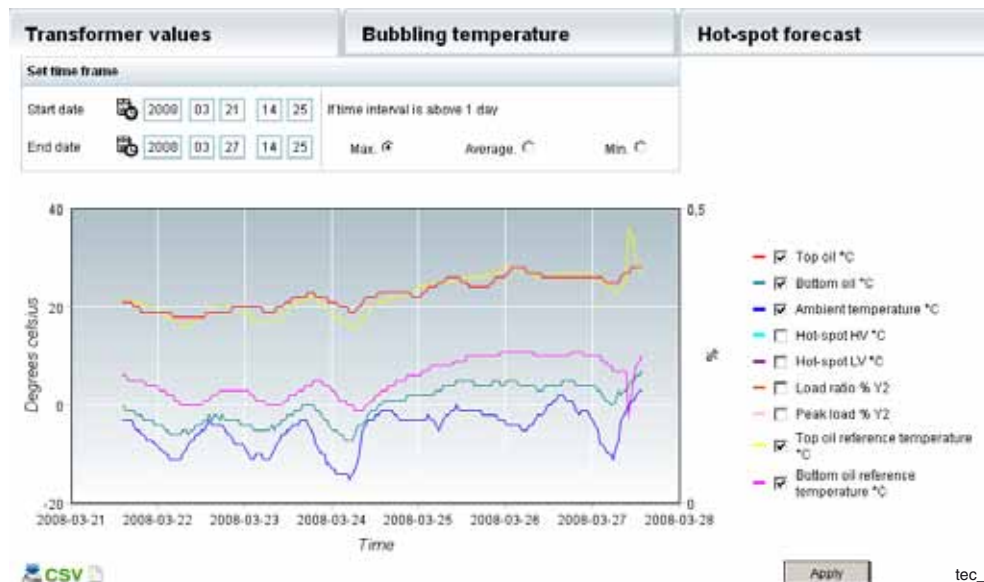
Дисплей и главная страница web-интерфейса отображают текущее состояние трансформатора. Они демонстрируют как значения некоторых важных параметров, так и общее состояние, представленное небольшими мигающими индикаторами предупредительных, аварийных сигналов или сигналов расцепления. Посредством web-интерфейса можно также отобразить предысторию состояния трансформатора. Эти данные предыстории, показанные на графиках, сохраняются с интервалами в 10 минут в течение 56 недель.

Базовые системные значения описаны ниже.

Web-интерфейс демонстрирует состояние трансформатора.

- На изображенном ниже экране отображено текущее состояние трансформатора.
- Данные предыстории состояния отображены на графиках.
- Небольшие мигающие индикаторы-знаки (один для каждого события) загораются слева/справа от соответствующего поля значения, а также на быстрых вкладках.
- Язык, используемый во всех экранах системы ТЕС, можно выбрать из двух языков предварительной конфигурации (местный и английский).
- Подключение к системе ТЕС возможно с ПК посредством Internet Explorer® 6 или более поздней версии, или Mozilla Firefox 2 или более поздней версии.
  - Систему ТЕС можно легко подключить по локальной сети LAN.
  - Систему ТЕС можно подсоединить к модему для обеспечения доступа по телефону.





#### 4.1.1 Температура масла в верхней и нижней частях трансформатора

Производится измерение и отображение температуры масла в верхней и нижней частях трансформатора.

#### 4.1.2 Измерение тока

Ток с трансформаторов тока используется для расчета тока в обмотках и проходных изоляторах. Посредством интерфейса осуществляется индикация тока в проходных изоляторах. Максимальная нагрузка используется для индикации нагрузки трансформатора. Точность измерения тока составляет примерно 3% от полной нагрузки.

#### 4.1.3 Температура РПН

Измеряется температура в устройствах РПН. Пользуясь web-интерфейсом, можно легко сравнить ранее измеренные температуры с температурами трансформатора и окружающей среды, чтобы проверить стабильность ситуации. На той же диаграмме можно также отобразить нагрузку.

#### 4.1.4 Положение РПН

Эта функция позволяет отслеживать положение устройства РПН.

#### 4.1.5 Измерение напряжения

Напряжение трансформатора можно подключить к системе ТЕС. Сигнал 85–145 В должен поступать с внешнего устройства.

#### 4.2 Расчет зоны температурного максимума

Расчет температурного максимума обмотки проводится для обеспечения соответствия требованиям стандартов IEC и IEEE.

- Расчет зоны температурного максимума может быть выполнен максимум для трех обмоток. Расчет производится без обычной временной задержки ( $\approx 6$  мин.) для более быстрого включения охлаждения.
- Значения отображаются на дисплее и на мониторе системы ТЕС. Значения предыдущих расчетов также можно отобразить на мониторе системы ТЕС.

### 4.3 Управление охлаждением

Управление охлаждением может быть использовано как для охладителя, так и для трансформаторов с радиаторной системой охлаждения. Усовершенствование по сравнению с традиционным охлаждением состоит в следующем:

1. Система ТЕС способна обеспечивать управление максимум 6 группами охладителей.
2. Пуск осуществляется на основе данных температуры масла в верхней части, температуры в зоне температурного максимума и прогнозирования.
3. Все группы охладителей используются попеременно.
4. Пуск всех групп охладителей производится каждую неделю.
5. Время эксплуатации отображается посредством интерфейса станции.
6. Пуск двигателя с выдержкой времени.
7. Безотказная работа.

#### 1. Система ТЕС способна обеспечивать управление максимум 6 группами охладителей

Благодаря этому предоставляется возможность производить охлаждение, используя до 6 ступеней, вместо обычных двух ступеней. В результате:

- снижается уровень шума;
- температура трансформатора поддерживается на более стабильном уровне и уменьшается газообмен.

#### 2. Пуск осуществляется на основе данных температуры масла в верхней части, температуры в зоне температурного максимума и прогнозирования

Управление охлаждением производится на основе следующих факторов:

- температуры масла верхней части;
- температуры зоны температурного максимума;
- расчетов зоны температурного максимума и температуры масла в верхней части, исходя из фактической нагрузки и температуры окружающей среды. Все группы охладителей вступят в действие, если рассчитанная установившаяся температура будет выше, чем необходимо для пуска всех групп охладителей;
- ручной пуск групп охладителей с помощью web-интерфейса.

Также предусмотрена возможность конфигурации групп охладителей, пуск которых будет производиться на основе данных температуры масла в верхней части и в зоне температурного максимума с внешних устройств по отношению к обычной системе управления ТЕС.

Имеется возможность изменения настроек управления охладителями посредством web-интерфейса, после поставки системы ТЕС.

#### 3. Все группы охладителей используются попеременно

Когда необходимо выполнить пуск группы охладителей, система ТЕС всегда включает ту из них, которая имеет самое малое время наработки.

#### 4. Пуск каждой группы охладителя производится каждую неделю

Каждую неделю все группы охладителей работают в течение 10 минут. По прошествии 10 минут продолжает работать охладитель с самой малой наработкой, если этого требует состояние. Это делается для предотвращения длительного простоя охладителей. У двигателей, которые не применяются, могут возникать проблемы, например, в отношении коррозии или повреждения шарикоподшипников.

#### 5. Время эксплуатации отображается посредством интерфейса станции

Время, в течение которого группы охладителей находились в эксплуатации, отображается посредством интерфейса станции. Эту функцию можно использовать для планирования техобслуживания оборудования системы охлаждения.

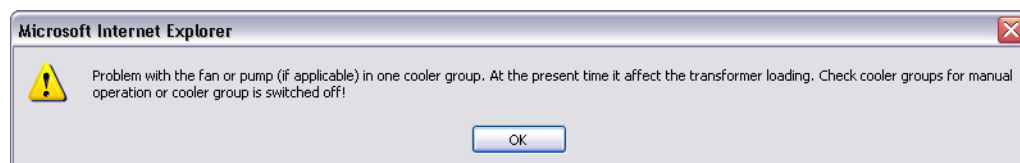
### 6. Пуск двигателя с выдержкой времени

Пуск групп охладителей осуществляется с 10-секундной выдержкой времени. Благодаря этому предотвращается:

- пик тока в случае отказа первичной системы питания и пуска резервной системы питания;
- импульс давления от насосов, который может повредить устройства защиты от превышения давления в баке трансформатора.

### 7. Безотказная работа

Система ТЕС произведет пуск новой группы охладителя в том случае, если при попытке системы осуществить пуск одной группы охладителя от последней в течение 1 минуты не было получено ответного сигнала о работе группы. Система ТЕС также генерирует предупреждение с текстом, указанным ниже.



tec\_0694

Если группа охладителя не работает и в наличии нет дополнительного охладителя, система ТЕС генерирует аварийный сигнал и отобразит следующее сообщение.



tec\_0695

Если система ТЕС откажет, или если по какой-либо иной причине она не направит никакой команды на блок управления охладителями, то блок управления перейдет в режим пуска всех групп охладителей. Когда система ТЕС затем вернется в нормальный режим работы, она автоматически возьмет на себя управление от блока управления охладителями. Блок управления охладителями должен быть установлен рядом с контакторами групп охладителей.

Если не работают ни система ТЕС, ни блок управления охладителями, традиционный термометр масла в верхней части осуществит пуск всех охладителей согласно уставке температуры.

## 4.4 Термическое старение

Старение, обусловленное воздействием тепла в зоне термического максимума обмотки, можно рассчитать с применением обычной бумаги (согласно стандарту IEC) или бумаги повышенной термостойкости (согласно стандарту IEEE). Суммарное старение и старение в данный момент будет отображено посредством web-интерфейса. Информация о суммарном старении может быть использована для сравнения старения различных трансформаторов. Ее можно применять при принятии решения перегрузках или о замене трансформатора.

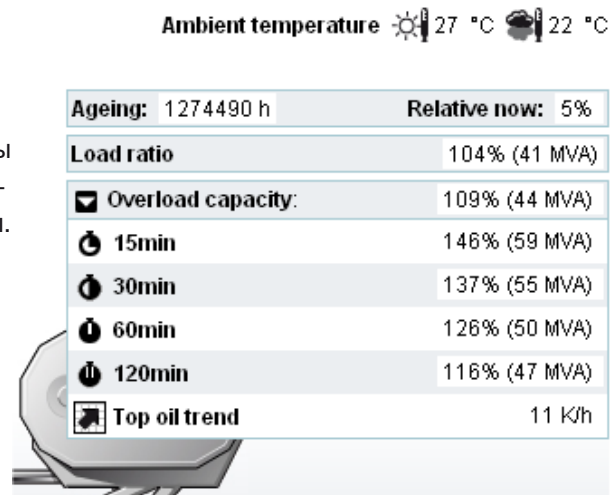
#### 4.5 Максимально допустимая мощность

Максимально допустимая мощность трансформатора отображается посредством web-интерфейса. Допустимая мощность указывает на условия нагрузки, в которых можно эксплуатировать трансформатор без превышения температур масла в верхней части и в зоне температурного максимума. Она рассчитана на основе температурной модели трансформатора с вводом данных характерных параметров конкретного трансформатора и измерений в реальном времени.

#### 4.6 Способность выдерживать кратковременную перегрузку

Основная идея состоит в том, чтобы знать возможность нагрузки трансформатора в течение определенного времени без превышения предельного значения. Диапазоны времени – 15, 30 мин., 1 и 2 часа. При превышении предельного значения сохраняется некоторая способность работать с перегрузкой, если нагрузка снижается. В большинстве случаев, при высокой температуре окружающей среды и при разных предельных значениях для параметров температурного максимума и температуры масла в верхней части трансформатора, возможно, что температура масла в верхней части трансформатора первой достигнет предельного значения.

Способность к перегрузке – это расчетная нагрузка, которая вынуждает температуру зоны температурного максимума подняться до максимально допустимой температуры в течение ограниченного времени. Если температура зоны температурного максимума превысит максимально допустимую температуру, способность к перегрузке представляет собой нагрузку, которая немедленно обусловит снижение температуры зоны температурного максимума до максимально допустимой температуры. Если температура масла верхней части трансформатора превысит максимально допустимую температуру, способность к перегрузке равна нулю, так как способность работы исчерпана.



**ПРИМЕЧАНИЕ:** нагрузка, характеризующая способность к перегрузке, не должна превышать 150%, что обусловлено предельными значениями для перегрузки, установленными для другого оборудования, например, для устройства РПН.

##### 4.6.1 Сигналы перегрузки

Имеется два сигнала перегрузки: перегрузка через 5 мин. и перегрузка через 0 мин. Первый сигнал основывается на пятиминутном прогнозе, он активируется в случае прогноза о превышении температурой зоны температурного максимума предельного значения в течение 5 мин. Второй сигнал активируется в тот момент, когда температура зоны температурного максимума превысила предельное значение. Оба сигнала активны до тех пор, пока температура зоны температурного максимума не станет на три градуса ниже предельного значения.

##### 4.6.2 Тенденция изменения температуры масла в верхней части

Скорость изменения температуры – это расчетная средняя скорость изменения температуры (K/ч) масла в верхней части трансформатора при текущем коэффициенте нагрузки, на основе 15-минутного прогноза. Если скорость изменения температуры близка к нулю, можно считать, что трансформатор вошел в установившийся режим.

#### 4.7 Прогнозирование зоны температурного максимума

Расчет температурного максимума позволяет прогнозировать температуру трансформатора в условиях конфигурированной нагрузки.

Алгоритмы теплового расчета базируются на спецификациях IEC, хотя тот же метод используется в институте IEEE. Параметры, примененные в алгоритмах, являются характерными данными конкретного трансформатора. Фактические значения измеренной температуры из системы ТЕС используются в качестве исходных значений. См. подробную информацию в *Руководстве пользователя*, которое содержит также рекомендации IEC и IEEE по максимальной допустимой мощности.

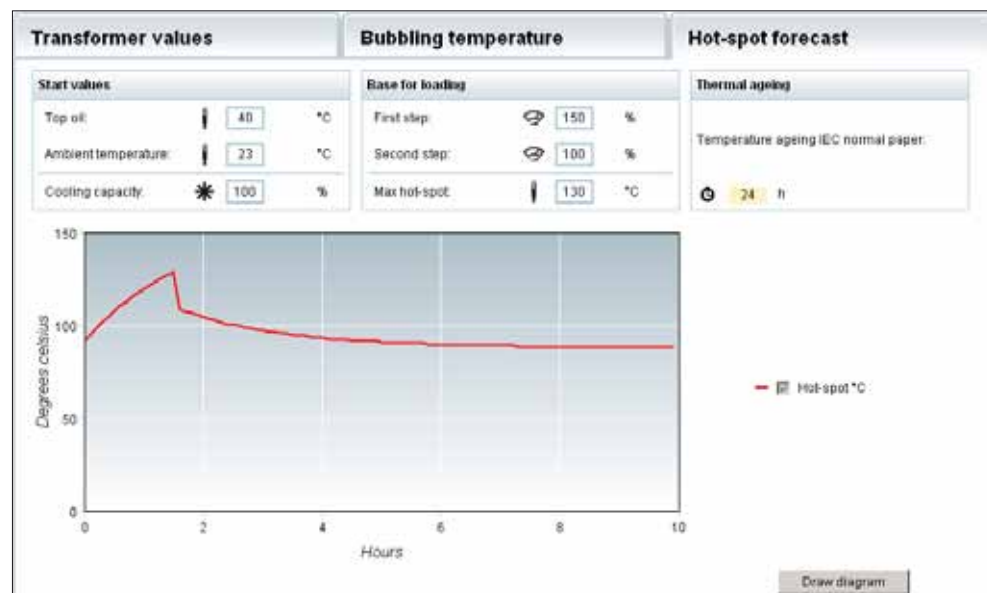
Путем определения двух коэффициентов нагрузки на следующие 10 часов можно рассчитать прогнозируемую зону температурного максимума на этот период. Отображается также термическое старение при перегрузке.

Температура зоны температурного максимума рассчитывается на основе нагрузки на «первой ступени» до тех пор, пока она не достигнет «максимального значения в зоне температурного максимума».

Когда достигнуто «максимальное значение в зоне температурного максимума», расчет зоны температурного максимума основывается на нагрузке на «второй ступени».

Имеется также возможность изменения:

1. Температуры окружающей среды, для определения ее влияния на зону температурного максимума.
2. Охлаждающей способности, для определения эффекта сниженной охлаждающей способности.
3. Максимального значения в зоне температурного максимума на первой ступени.



#### 4.8 Износ контактов РПН

Функция контроля износа контактов позволяет отслеживать износ на каждом контакте во время эксплуатации и рассчитывать количественный износ материала. На основе этой информации производится расчет наработки и времени до следующего сервисного обслуживания/замены контакта. Когда этот срок приближается, генерируются предупредительные сообщения, и, если не предпринимаются своевременные действия, генерируются аварийные сигналы. Данную функцию необходимо использовать в качестве функции прогнозирования и напоминания о том, когда требуется выполнять техобслуживание и замену контактов. Это особенно важно для трансформаторов с частым использованием РПН, где требуется более регулярное техобслуживание. Вместо рекомендации по обслуживанию на основе времени эксплуатации (1/5 срока службы контакта), система ТЕС проводит оценку износа 1/5 контактов. Благодаря этому можно увеличить интервал между операциями техобслуживания без ущерба для функциональных свойств устройства РПН. Следует отметить, что существуют также временные интервалы обслуживания.



tec\_0620

## 4.9 Водород

Система ТЕС может регистрировать и хранить данные, если на трансформаторе установлен датчик водорода. С помощью системы ТЕС можно:

- увидеть текущее значение на обзорном экране трансформатора;
- увидеть, как на графиках со временем изменяется содержание водорода.

Нагрузка трансформатора также может быть отображена в виде графиков, что дает возможность увидеть, зависят ли от нагрузки изменения содержания водорода. Если содержание водорода зависит от нагрузки, это указывает на проблему перегрева.



tec\_0625

На экране также отображаются текущие тенденции, рассчитанные в единицах:

- часть на млн/час (ppm/hour) (краткосрочная тенденция);
- часть на млн/сутки (ppm/day) (среднесрочная тенденция);
- часть на млн/4 недели (ppm/4-week) (долгосрочная тенденция).

В большинстве случаев важной информацией является тенденция изменения водородного эквивалента, а не абсолютное показание.

В некотором оборудовании, таком как HYDRAN<sup>®</sup>, содержание водорода задается как водородный эквивалент, который включает в себя содержание H<sub>2</sub> (водород) и часть других углеводородов, таких как C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> и т. д., а также состоит из частей содержания CO (окись углерода) в масле трансформатора. Другие поставщики имеют оборудование, которое измеряет только содержание водорода в масле. См. более подробную информацию в инструкции по эксплуатации датчика водорода, установленного на трансформаторе. При необходимости можно выполнить калибровку датчика, воспользовавшись web-интерфейсом. Дополнительную информацию см. в *Руководстве по техобслуживанию*.

#### 4.10 Содержание влаги в масле трансформатора и РПН

Система ТЕС способна регистрировать и хранить данные, если на трансформаторе или на устройстве РПН установлен датчик влаги. Предусмотрена также возможность расчета содержания влаги в масле трансформатора в частях на миллион (ppm), если это предпочтительнее в сравнении с относительной влажностью или активностью воды. Не требуется наличие дисплея на датчике влаги, так как значения отображаются на дисплее системы ТЕС или посредством web-интерфейса. Web-интерфейс позволяет отобразить предыдущие значения. На графиках можно увидеть любое повышение содержания влаги в трансформаторе.

Для устройства РПН содержание влаги в масле является самой важной причиной для проведения техобслуживания со строгой периодичностью.

#### 4.11 Температурный баланс трансформатора

Температурный баланс трансформатора – это тепловая модель конкретного трансформатора, данные которой можно сравнить с измеренными значениями и которая указывает на эффективность работы системы охлаждения. Она может также указывать на то, имеется ли в трансформаторе избыточное тепло. Расчетные опорные значения для температуры масла в верхней и нижней части трансформатора можно сравнить с измеренным значением для определения тенденций.

Расчет температуры масла в верхней и нижней частях трансформатора проводится на основе:

- условий нагрузки;
- температуры окружающего воздуха;
- работы групп охладителей;
- характерных параметров трансформатора.



#### 4.12 Температурный баланс РПН

Температурный баланс устройства РПН является тепловой моделью конкретного трансформатора и устройства РПН, данные которой можно сравнить с измеренными значениями температуры устройства РПН. Чрезмерное тепловыделение в устройстве РПН в течение длительного времени явно указывает на неисправность устройства РПН.

Расчет температуры масла в устройстве РПН проводится на основе:

- нагрузки;
- тепла от операций переключения;
- температуры окружающего воздуха;
- температуры трансформатора;
- характерных параметров.



tec\_0632

#### 4.13 Конфигурирование на месте эксплуатации

Некоторое конфигурирование можно произвести на месте эксплуатации. Новые датчики можно подключить к системе ТЕС после поставки. Уровни предупредительных/аварийных сигналов, а также некоторые другие данные можно изменить после поставки. Легко изменить также и параметры системы охлаждения.

Информацию на дисплее удобно конфигурировать с ПК для отображения других имеющихся данных.

## 4.14 Обработка событий

В системе ТЕС имеются четыре типа уровня события.

События «Note» (Указание) используются для действий указательного типа и могут, например, указывать на то, что открыта дверь системы ТЕС или трансформатора.

- События «Warning» (Предупреждение) указывают на то, что произошло нечто незначительное, что может привести к более серьезной проблеме, например, масло в верхней части начинает нагреваться. Они также указывают на неполадки датчика. При предупреждении начинает мигать небольшой знак предупреждения (Warning) слева/справа от соответствующего поля значения на обзорной схеме (Overview), а также на соответствующих быстрых вкладках.
- События «Alarm» (Авария) указывают на серьезную проблему с трансформатором или системой ТЕС. Например, событие аварийного сигнала генерируется, когда температура в верхней части трансформатора повышается до опасного уровня. Рекомендуется проанализировать причину и оценить ситуацию. При аварии начинает мигать небольшой знак аварии (Alarm) слева/справа от соответствующего поля значения на обзорной схеме (Overview), а также на соответствующих быстрых вкладках.
- События «Trip» (Расцепление) указывают на серьезные проблемы с трансформатором. Рекомендуется выключить питание трансформатора и изучить причину. При расцеплении начинает мигать небольшой знак расцепления (Trip) слева/справа от соответствующего поля значения на обзорной схеме (Overview), а также на соответствующих быстрых вкладках.

### 4.14.1 Список событий

События показаны в списке событий на устройстве графического интерфейса и на локальном дисплее. Посредством web-интерфейса можно видеть порядок событий с разрешением 1 мс.

| Val                      | Händelstid               | Händelstyp | Funktion | Beskrivning                                    | Åtgärd väntas den |
|--------------------------|--------------------------|------------|----------|--|-------------------|
| <input type="checkbox"/> | 2008-02-22, 10:41:40.737 | Alarm      | Kylning  | Obiträcklig kylkapacitet                       | (Åtgärd väntas)   |
| <input type="checkbox"/> | 2008-02-22, 09:58:01.720 | Varning    | Kylning  | Kylargrupp 1 ej släp                           | (Åtgärd väntas)   |
| <input type="checkbox"/> | 2008-02-22, 09:58:01.720 | Varning    | Kylning  | Kylargrupp 2 ej släp                           | (Åtgärd väntas)   |
| <input type="checkbox"/> | 2008-02-18, 12:02:41.802 | Alarm      | Kylning  | Förlust av kommunikation till kylarkontrollbox | (Åtgärd väntas)   |
| <input type="checkbox"/> | 2007-12-12, 08:35:27.501 | Sensortfel | Skydd    | Stömsensor högspänningsändring                 | (Åtgärd väntas)   |

Markera alla   Avmarkera alla   Åtgärd utförd av:   Signera   Ladda om sida

tec\_0608

После устранения причины события, воспользовавшись web-интерфейсом, можно отключить сигнал события. Отключенные события заносятся в память, объем памяти в системе составляет более 3 500 событий.

#### 4.14.2 Защита

Система ТЕС может вырабатывать релейные выходные сигналы для защиты системы управления. Выходные сигналы зависят от событий, внутренних или внешних, и могут быть отдельными или групповыми.

Все внешние устройства защиты можно подключить к системе ТЕС. Все подключенные устройства появятся в списке событий системы ТЕС. Они также станут частью, которая генерирует сигналы для сухих контактов, представляющих состояния расцепления, аварии и предупреждения. Внешние сигналы расцепления посредством гальванической связи могут быть выведены на клеммы системы ТЕС, так что суммарный сигнал расцепления будет отправлен из шкафа системы ТЕС, даже если система ТЕС отключена.



#### 4.14.3 Резервный датчик

На случай выхода из строя датчика в системе ТЕС имеется резервный датчик. Если показания датчика Pt100 превышают пределы (-50–150 °С) в течение одной минуты, резервный датчик займет его место, как описано ниже. Будет выдано предупреждение, и имя отказавшего датчика появится в списке событий. Если датчик Pt100 заменен, то резервный датчик начнет работать примерно через 30 секунд.

Если показания датчика 4–20 мА превышают пределы, например, он показывает менее 3,5 мА или более 22 мА, выдается предупреждение и имя отказавшего датчика появляется в списке событий. Неправильное показание датчика не будет отображено. Если датчик заменен, то резервный датчик начнет работать через 30 секунд. Для датчиков тока см. также описание логических схем, приведенное ниже.

#### Неисправность термометра масла в верхней части трансформатора

Если датчик неисправен, температура масла в верхней части трансформатора определяется на основе температуры масла в нижней части. В стабильных условиях расчетная температура будет относительно близка к реальной температуре. Хотя при быстром увеличении нагрузки расчетная температура масла в верхней части будет расти намного быстрее, чем реальная температура. Во избежание преждевременного расцепления в таких случаях, функция расцепления по температуре масла в верхней части трансформатора отключается, хотя аварийная и предупредительная сигнализация все же будут работать. Будет выдано предупреждение о неисправности датчика.

$$\Theta_{\text{Топ (Верх)}} = \Theta_{\text{Бот (Ниж)}} + 2 [\Delta\Theta_{\text{imr}} - \Delta\Theta_{\text{br}}] K_y$$

### **Неисправность термометра масла в нижней части трансформатора**

Если датчик неисправен, температура масла в нижней части трансформатора определяется на основе температуры масла в верхней части. Будет выдано предупреждение о неисправности датчика.

$$\Theta_{\text{Bot (Ниж)}} = \Theta_{\text{Top (Верх)}} - 2 [\Delta\Theta_{\text{imr}} - \Delta\Theta_{\text{br}}]K^y$$

### **Неисправность термометров масла в верхней и нижней частях**

Если оба датчика выйдут из строя, в системе ТЕС вырабатывается аварийный сигнал неисправности датчика.

### **Неисправность термометра воздуха окружающей среды**

Если неисправен датчик для измерения в тени, для расчета отображается и применяется значение от датчика для измерения на солнце. Если неисправен датчик для измерения на солнце, отображается значение от датчика для измерения в тени.

При неисправности одного датчика выдается предупреждение. При неисправности обоих датчиков также выдается предупреждение и отображаются значения датчиков до момента их выхода из строя.

### **Датчики тока**

На случай ошибок датчиков предусмотрено три различных режима работы.

Ошибка датчика трансформатора с двумя обмотками будет компенсирована расчетом тока для отказавшего датчика на основе данных другого датчика тока. Расчет проводится на основе остаточного тока, коэффициента трансформации и положения РПН.

Для всех других типов соединений расчет тока не производится. Для неисправного датчика будет отображаться символ «\*».

В случае автотрансформаторов неисправность датчика тока на последовательной обмотке станет причиной показания тока «\*» обоими датчиками тока. Если неисправен датчик тока на стороне НН или на общей обмотке, то будет отображаться «\*», но показание датчика тока последовательного соединения будет нормальным.

При неисправности одного датчика тока выдается предупреждение. При неисправности обоих датчиков тока выдается аварийный сигнал.

#### **4.14.3.1 Последствия отказа датчика**

Расчет температуры зоны температурного максимума

Всегда проводится расчет температурного максимума обмоток ВН и НН. Если термометр или трансформатор тока выйдут из строя, утраченное значение будет рассчитано по формулам, указанным в предыдущем разделе, и будет использовано для расчета температурного максимума.

#### **Термическое старение**

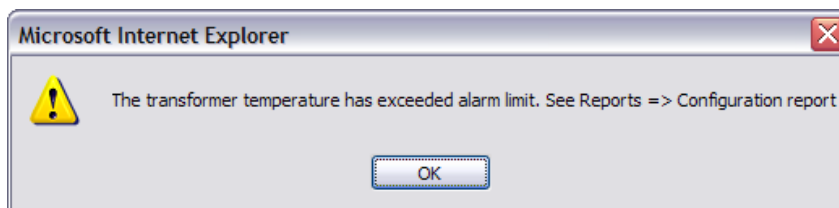
Если невозможно рассчитать температурный максимум самой нагретой обмотки ввиду, например, неисправности трансформатора тока, то для расчета старения будет использоваться вторая по степени нагрева обмотка.

#### **Управление охлаждением**

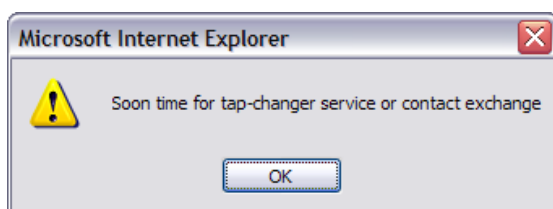
Если невозможно рассчитать температурный максимум самой нагретой обмотки ввиду, например, неисправности трансформатора тока, то для управления охлаждением будет использоваться вторая по степени нагрева обмотка.

#### 4.14.4 Окна сообщений

В случае возникновения условий для расцепления, аварии или предупреждения в системе ТЕС также появляется окно сообщения под кнопкой с пиктограммой проблемы. Окно сообщения предоставляет больше информации о причине аварийного сигнала и рекомендации для действий.



tec\_0676



tec\_0669

#### 4.15 Условия размещения шкафа

Эта функция позволяет снимать показания температуры и относительной влажности на плате процессора в шкафу.

Производится контроль температуры, поскольку высокая температура является основной причиной старения электронных устройств. Система ТЕС сконструирована таким образом, чтобы обеспечивать низкую температуру электроники. Чтобы предотвратить старение, некоторые компоненты дополнительно усовершенствованы с целью увеличения термостойкости.

Производится контроль содержания влаги, даже если платы имеют влагостойкое покрытие. Показания выводятся как для текущих условий, так и в виде гистограммы, отображающей периодичность различных уровней температуры и влажности.

#### 4.16 Связь

Систему ТЕС можно просто подключить к локальной сети LAN и работать с обычного компьютера с помощью программы Internet Explorer® 6 или более поздней версии, либо Mozilla Firefox 2 или более поздней версии. Дополнительное программное обеспечение не требуется. Систему ТЕС можно также подключить к модему для получения доступа по телефону. Имеется несколько уровней защищенного паролем доступа в web-интерфейсе.

Система ТЕС может обмениваться данными с внешними системами тремя различными способами: посредством сухих контактов, OPC и файлов XML.

#### **4.17 Конфигурируемые вводы**

Система ТЕС базируется на модульной структуре, что позволяет ввести дополнительные датчики. Предусмотрена возможность добавления любых датчиков 4–20 мА, датчиков Pt100 или цифровых устройств.

Относительно других типов датчиков, например, датчиков шины CAN, следует консультироваться с АББ. В память будут занесены значения дополнительного датчика, и будут конфигурированы уровни сигнальных событий.

#### **4.18 Данные для заказа**

Спецификация на систему ТЕС составляется путем заполнения формуляра заказа в формате Microsoft Excel®. В формуляре заказа определяются соединения для системы ТЕС. В нем также указываются уставки контрольных параметров трансформатора.

Дополнительную информацию см. *Руководство по заполнению данных для заказа*.

##### **4.18.1 Испытания под нагрузкой**

Если данные испытания трансформатора на нагрев при длительной работе отклоняются от расчетных значений, указанных в разделе 2.21 Данные для заказа, в модель трансформатора в системе ТЕС следует добавить новые значения.

## 5. Монтаж

Дополнительную информацию см. в *Руководстве по монтажу и вводу в эксплуатацию*.

### Характеристики входов

- 8 отдельных аналоговых входов 4–20 мА с подключением через клеммы (возможность увеличения до 24).
- Четыре отдельных входа для датчиков Pt100, с гальванической связью по постоянному току (возможность увеличения до 16).
- Один вход для измерения напряжения (80–140 В).
- Один вход для датчика положения устройства РПН, резисторный мост ( $R_{\text{общ}} \geq 80 \text{ Ом}$  или  $R_{\text{ступ}} \geq 10 \text{ Ом}$ ).
- 12 отдельных цифровых входов\* с подключением через клеммы (возможность увеличения до 48).
- Возможность подключения к шине CAN, рекомендуется обратиться в АББ.
- Импульсы синхронизации PPS/PPM.

### Характеристики выходов

- 5 выходных реле\*, быстродействующие (мс) реле, три используются для вывода предупредительных и аварийных сигналов, а также сигналов расцепления.
- До 12 выходных реле\*, медленнодействующие реле.
- До 6 выходных реле\* для реле управления охладителями.

\* Способность отключения допустимой нагрузки на выходных клеммах – 8 А 250 В перем. ток, 0,1 А 250 В пост. ток, L/R=40 мс, 5 А 30 В пост. ток

### 5.1 Датчики

Датчики могут быть включены в комплект поставки. Дополнительную информацию см. *Руководство по заполнению данных для заказа*.

Подсоединение экрана кабеля описано в разделе 4.2 *Кабели и заземление*.

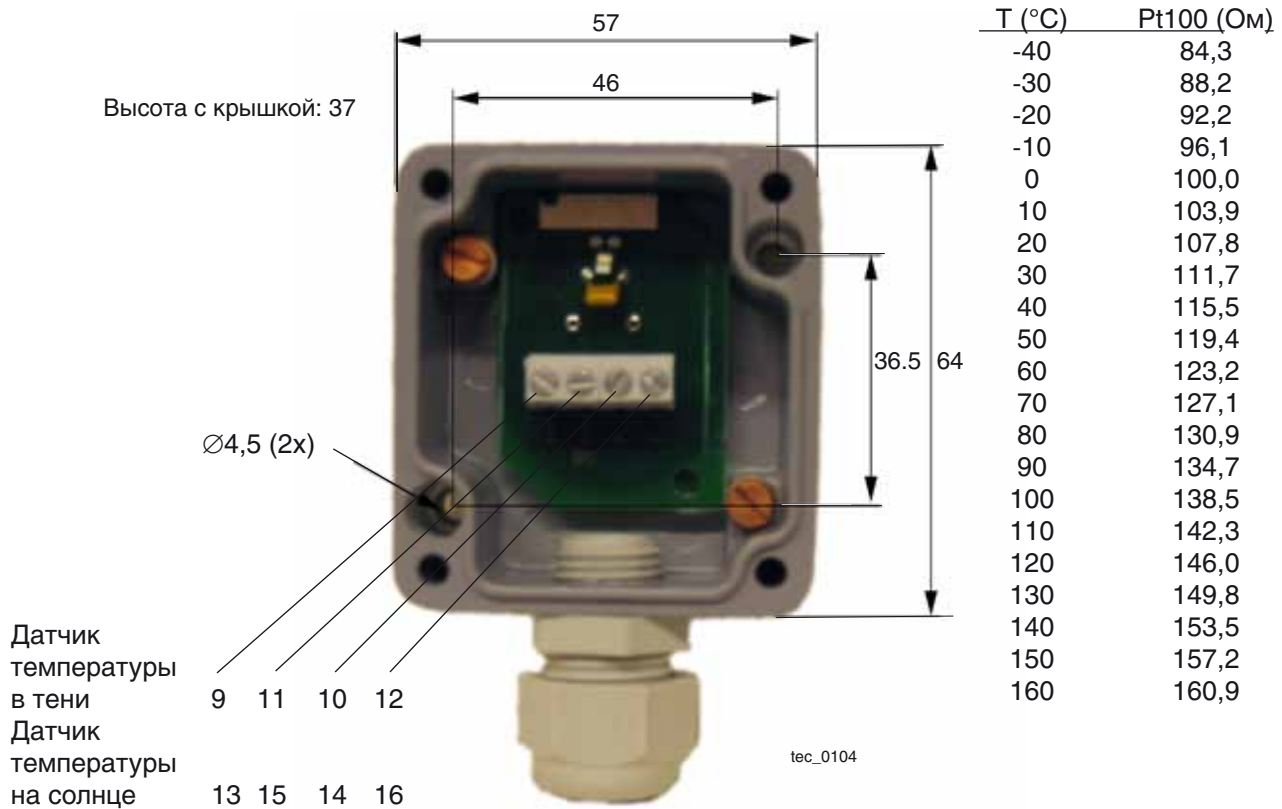
### 5.1.1 Температура воздуха

Датчик Pt100 для измерения температуры воздуха на солнце и в тени. Датчик в тени не должен испытывать воздействие тепла от трансформатора.

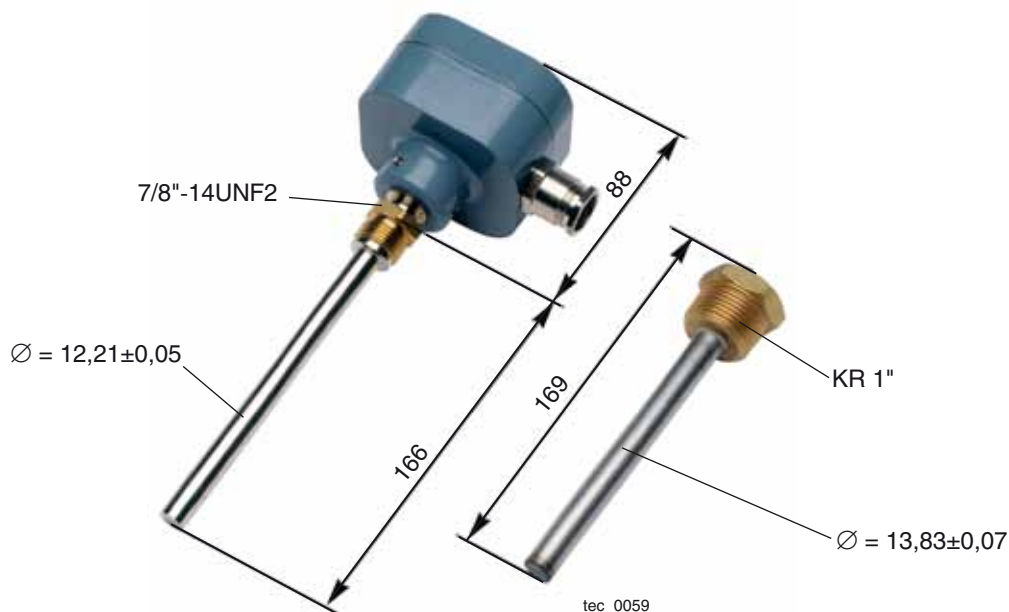
После замены датчик Pt100 автоматически начинает работать примерно через 30 с.

Ввод, входящий в комплект поставки, предназначен для кабеля с диаметром 4–8 мм. Если применяется кабель большего диаметра, ввод должен обеспечить потребитель.

Вход датчика температуры Pt100

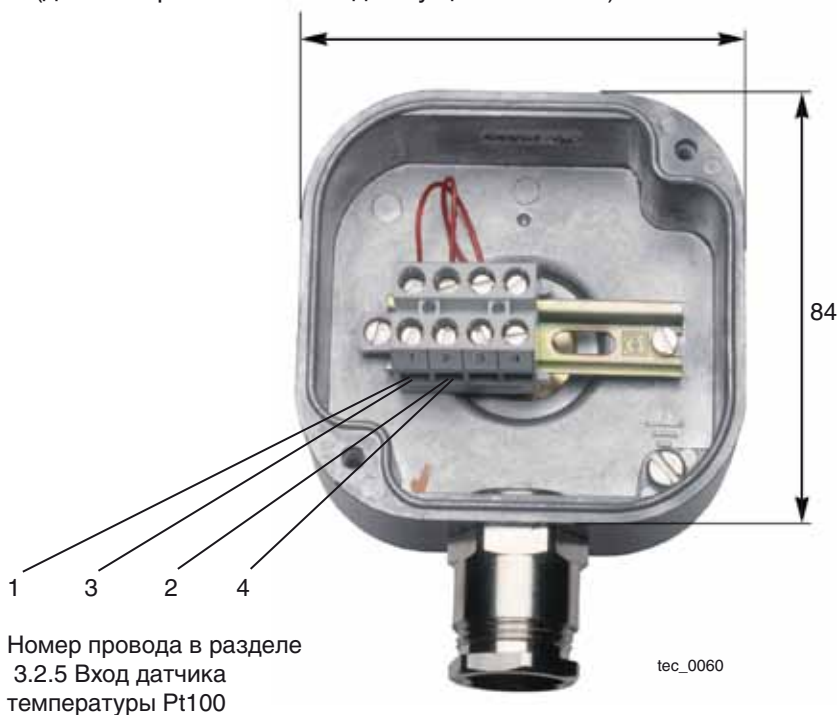


### 5.1.2 Температура масла



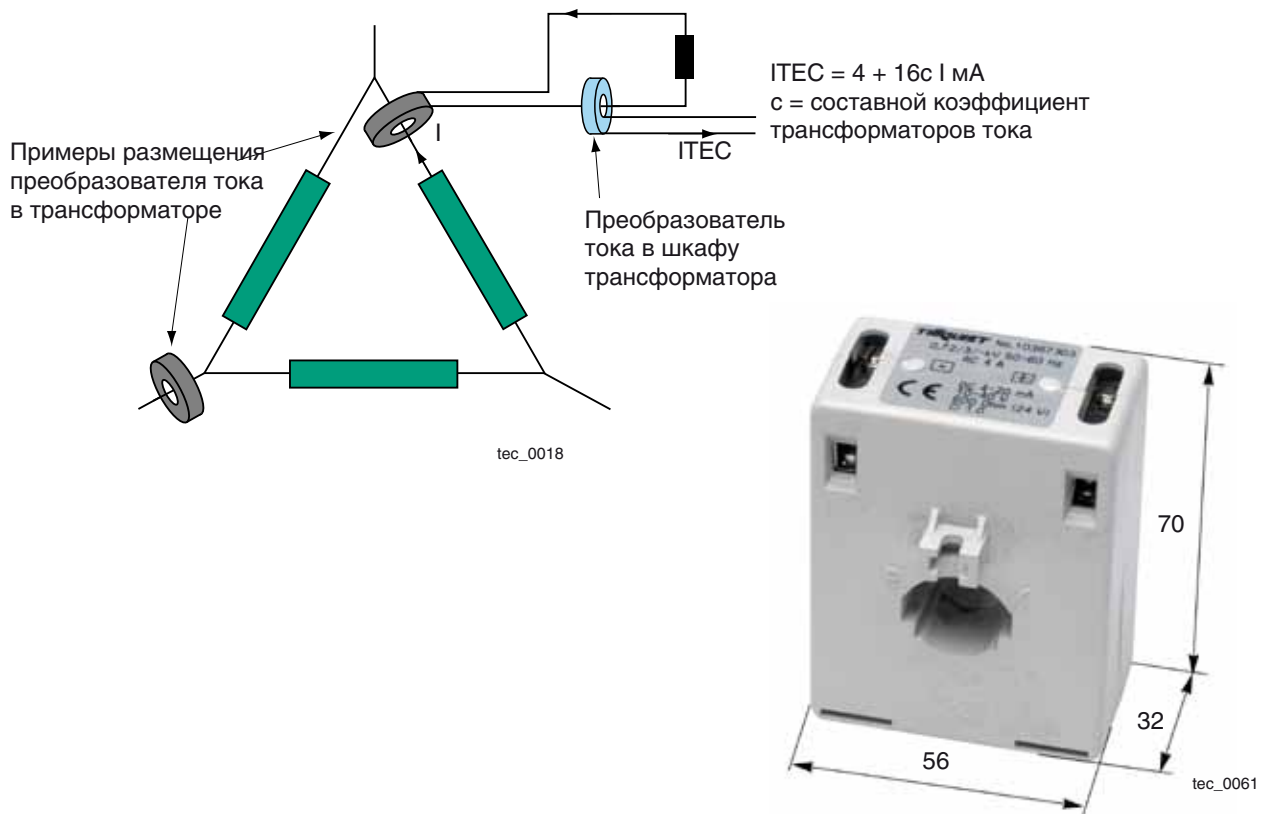
Датчик Pt100 для измерения температуры масла в верхней и нижней частях трансформатора и в устройстве РПН. Карман для термометра входит в комплект температурного датчика. Датчик для устройства РПН следует заказывать вместе с устройством РПН. Рекомендации по установке термометра масла в нижней части:

- датчик температуры масла в нижней части следует устанавливать в положении, в котором показание представляет температуру масла, поступающего к обмоткам;
- его следует устанавливать вровень с нижним распорным кольцом (во избежание воздействия неподвижного нижнего слоя масла охладителя);
- его не следует устанавливать на расстоянии 0,5–1 м от выхода охладителя (для измерения в потоке движущегося масла).



### 5.1.3 Преобразователь тока

Преобразователь тока представляет собой датчик 4–20 мА, присоединенный к кабелю от трансформатора тока. Датчик требует питания 24 В пост. тока, подключенного последовательно с сигналом. Необходимо использовать подачу питания 24 В пост. тока с клемм X3:1 и X3:2. Кабель от трансформатора тока иногда должен образовывать более одного витка через преобразователь тока. Количество витков можно указать в формуляре заказа. Предусмотрена возможность выполнения калибровки преобразователя тока посредством интерфейса. Дополнительную информацию см. в *Руководстве по техобслуживанию*. Если используется только один преобразователь тока, на тот же токовый трансформатор необходимо установить два преобразователя тока для резервирования.



### 5.1.4 Содержание водорода в масле

HYDRAN® является подходящим датчиком для измерения содержания водорода. Можно применять другие датчики, обеспечивающие сигнал 4–20 мА. Датчик HYDRAN® S2 компании General Electric можно также соединить с системой TEC посредством шины CAN.

За дополнительной информацией следует обращаться к региональному представителю АББ.

### 4.1.5 Датчик содержания влаги в масле

Можно применять датчик содержания влаги в масле, обеспечивающий выход 4–20 мА. Показание может быть выведено в следующем виде: части на млн (ppm), активность воды или % относительной влажности. Если показание в част./млн (ppm), температурный выход (4–20 мА) от датчика не требуется соединять с системой TEC.

## 5.2 Кабели и заземление

Опволоконные кабели и кабели для соединения с датчиками обычно входят в комплект поставки системы ТЕС и имеют длину, указанную в *Руководстве по выполнению данных для заказа*. Все экраны кабелей должны соединяться со шкафом ТЕС одним из следующих способов:

- с помощью системы уплотнения Roxtech на входе в шкаф;
- с помощью кабельного сальника, отвечающего требованиям ЭМС, на входе в шкаф;
- на общей шине заземления в шкафу. Длина пучка от кабеля/экрана до шины заземления не должна превышать 50 мм.

Экраны кабеля датчика должны быть заземлены только в одной точке и, следовательно, не должны быть заземлены на датчиках.

### 5.2.1 Датчик Pt100

Экранированный кабель с четырьмя проводами с витыми парами. Одна пара для подачи тока и одна пара для измерения сопротивления/падения напряжения. Рекомендуемое сечение проводника 0,5 мм<sup>2</sup> (макс. 1,5).

### 5.2.2 Цифровой вход

Экранированный кабель. Рекомендуемое сечение проводника 0,75 мм<sup>2</sup> (макс. 2,5).

### 5.2.3 Датчик 4–20 мА

Экранированный кабель с витыми парами. Сечение проводника между 0,5 и 2,5 мм<sup>2</sup>.

### 5.2.4 RS 485 и обмен данными

Экранированный кабель с двумя проводами с витыми парами. Рекомендуемое сечение проводника 0,5 мм<sup>2</sup>. Используется для двигателя и аварийного сигнального устройства.

### 5.2.5 Шина обмена данными CAN

Для шины CAN следует использовать экранированный кабель с витыми парами, импеданс 120 Ом.

Для предотвращения помех сигнала на шине CAN требуется применение на конце шины одного резистора с таким же импедансом, как у кабеля. Если шина CAN имеет большую длину, рекомендуется применить по одному резистору на каждом конце. Как правило, один резистор 120 Ом подсоединяется между клеммами X11:1 и X11:2 в системе ТЕС и один резистор 120 Ом – между теми же клеммами на датчике CAN.

Номер узла или идентификатор узла на датчике CAN для обнаружения водорода должен быть 110.

### 5.2.6 Кабельный ввод и Roxtec

Кабели входят в шкаф в донной части через фланец, который просверлен и снабжен кабельными сальниками на блоке трансформатора, или через систему уплотнения Roxtec.

Габариты указаны в разделе 3.1.1 Шкаф. Следует использовать оригинальное руководство по монтажу.



tec\_0072

### 5.3 Синхронизация времени

Система ТЭС оснащена внутренними часами для определения времени событий и данных. Часы синхронизированы во время заводских испытаний. Система ТЭС оснащена резервным источником питания для часов для работы примерно в течение месяца.

Синхронизация системы ТЭС может осуществляться посредством сервера NTP (см. *Руководство по техобслуживанию*) и/или импульса секунд/минут от ТС190.

## 6. ТЕС-сервер

ТЕС-сервер является расширением системы ТЕС.

Он расширяет функциональные возможности системы ТЕС в трех важных областях:

- увеличение емкости хранилища данных;
- единый интерфейс с трансформатором вместе с преобразователем протоколов;
- портал для нескольких систем ТЕС.

Другие функции:

- улучшенный пользовательский интерфейс;
- улучшенное прогнозирование перегрузок;
- возможности документирования и видео;
- онлайн-журнал обслуживания;
- развитые логические функции прогнозирования.

ТЕС-сервер обеспечивает общий интерфейс для каждого трансформатора, соединенного с компьютером, как для персонала, так и для системы управления. Информация от систем ТЕС и подключенных специальных датчиков третьей стороны сохраняется в базе данных ТЕС-сервера, и ее удобно просматривать и анализировать, используя web-интерфейс ТЕС-сервера. Доступ к web-интерфейсу возможен с любого ПК, подсоединенного к той же сети, в которой работает ТЕС-сервер.

Расширенные возможности хранения данных позволяют соблюдать требования по техобслуживанию трансформатора на протяжении его срока службы, а также позволяют более высокую частоту выборки по сравнению с ТЕС. Обеспечивается большая простота контроля и возможность предотвращения опасных тенденций и других проблематичных явлений.

Поток информации от систем ТЕС на ТЕС-сервер может быть преобразован и передан другим системам, например, системе SCADA, непосредственно в формате данных. ТЕС-сервер можно использовать в качестве единого интерфейса с трансформатором. Все данные трансформатора и важные результаты оценок представляются из единой системы.

Дополнительную информацию см. в *Руководстве пользователя ТЕС-сервера*.



# Contact us

## **ABB AB**

### **Components**

SE-771 80 Ludvika, Sweden (ШВЕЦИЯ)

Тел. +46 240 78 20 00

Факс +46 240 121 57

E-Mail: [sales@se.abb.com](mailto:sales@se.abb.com)

[www.abb.com/electricalcomponents](http://www.abb.com/electricalcomponents)