

**ВЫБОР СИСТЕМЫ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОГРЕВА  
НА ОСНОВЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ  
КАБЕЛЕЙ ЕЭ (СЭО)**

Методические указания

129344, г. Москва  
ул. Летчика Бабушкина, д.1, к. 3  
тел.: +7 (495) 660-71-18  
office@euroet.ru  
www.euroet.ru





## О КОМПАНИИ

---

**Сфера деятельности нашей компании** – построение систем электроснабжения, электроосвещения и электрообогрева: проектирование, производство, комплексные поставки оборудования и материалов, выполнение монтажных и пусконаладочных работ, а также предоставление сервисного обслуживания.

**Принцип деятельности** – использование надежных технологий и продукции, соответствующих критериям современности, безопасности, энергосбережения и экологичности.

**Основная задача компании** – максимально использовать собственные возможности и ресурсы поставщиков для предоставления полного комплекса услуг по созданию систем энерго- и электроснабжения, электроосвещения, слаботочных систем и электрообогрева на объектах любого назначения.

«Европейская Электротехника» – российский разработчик и производитель кабельных систем электрообогрева для промышленного применения в энергетике, нефтегазовом комплексе, металлургии, горнорудной, химической промышленности. Компания специализируется на создании и применении комплексных решений по электрообогреву, теплоизоляции и электротехнике.

Производимые нами системы удовлетворяют самым высоким требованиям по качеству, что подтверждается соответствующими сертификатами и разрешительными документами, а также отвечает всем российским и международным требованиям по взрывобезопасности, электробезопасности и пожаробезопасности.

Системы кабельного электрообогрева – это высокоэффективный, гибкий и удобный способ поддержания необходимого температурного режима на объектах различной степени важности и сложности. Пре-

имуществами таких систем является простой и удобный монтаж, малая материалоемкость, стойкость к коррозии, автоматическое управление, высокая энергоэффективность и долговечность.

Высококвалифицированными специалистами компании «Европейская Электротехника» разработано, спроектировано и смонтировано более 500 систем электрообогрева, на объектах разной степени сложности.

### ПРЕИМУЩЕСТВА КОМПАНИИ:

Входим в число ведущих инжиниринговых компаний в области создания систем электроснабжения и электрообогрева. На рынке электротехники с 2004 года.

Наши сотрудники – специалисты высшей квалификации: проектировщики, светодизайнеры, руководители проектов, конструкторы, инженеры, монтажники.

Отлаженная инфраструктура логистики предлагает кратчайшие сроки доставки продукции на объекты заказчиков по всей территории России, включая труднодоступные районы Севера, а также Беларусь, Казахстан, Туркменистан, Кыргызстан, Узбекистан. Осуществляем доставку крупногабаритных грузов.

Широкая филиальная сеть.

Действуют системы контроля качества работы компании и охраны окружающей среды.

Имеются все необходимые сертификаты и допуски СРО в сфере строительства и проектирования, в том числе свидетельство СОЮЗАТОМСТРОЙ о допуске к работам, оказывающим влияние на безопасность объектов капитального строительства. А также лицензия ФСБ на осуществление работ, связанных с использованием сведений, составляющих государственную тайну.

Гибкие финансовые возможности компании помогают нашим заказчикам улучшать собственный экономический результат.

*С уважением,  
Команда «Европейская Электротехника»*

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
<b>1. СИСТЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОГРЕВА.....</b>	<b>4</b>
1.1 Назначение.....	4
1.2 Область применения .....	6
1.3 Типы систем электрического обогрева.....	6
1.4 Принципы выбора типа системы электрического обогрева .....	6
<b>2. СЭО НА ОСНОВЕ САМОРЕГУЛИРУЮЩЕГОСЯ НАГРЕВАТЕЛЬНОГО КАБЕЛЯ .....</b>	<b>9</b>
2.1 Область применения .....	9
2.2 Состав системы.....	9
2.3 Назначение элементов системы.....	10
2.4 Выбор способа управления системой и ее комплектующих .....	14
2.5 Примеры подбора оборудования СЭО на основе саморегулирующихся нагревательных кабелей .....	15



## ВВЕДЕНИЕ

---

В связи со сложными технологическими процессами добычи, переработки, хранения и транспортировки различного рода полезных ископаемых и продуктов на их основе, а также климатическими условиями, появляется потребность в дополнительных средствах и системах для поддержания этих технологических процессов на высоком уровне.

Исходя из вышесказанного, одним из таких средств является система обогрева технологических трубопроводов, резервуаров и различного рода технологического оборудования. Основными видами систем обогрева в настоящее время являются:

- системы жидкостного обогрева;
- системы электрического обогрева.

Принимая во внимание, что системы жидкостного обогрева требуют значительных затрат на их организацию, эксплуатацию и техническое обслуживание, а также имеют сложные конструктивные особенности, значительно усложняющие конструкцию самого объекта, наиболее широкое распространение получили системы электрического обогрева различных типов и назначений.

Обогрев технологических и бытовых объектов системами электрического обогрева, является высокоэффективным и технологичным решением проблемы поддержания необходимых условий для технологических процессов, а также для обеспечения безопасной и комфортной эксплуатации не только промышленных, но и различных жилых и административных объектов.

# 1. СИСТЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОГРЕВА

---

## 1.1 НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОГРЕВА

Основным назначением системы электрического обогрева (далее СЭО) является защита от замерзания обогреваемого объекта, путем компенсации его тепловых потерь. Основным принципом СЭО является преобразование электрической энергии в тепловую.

Исходя из условий работы и потребностей Заказчика, СЭО может выполнять следующие задачи:

- защита от замерзания при низких температурах окружающего воздуха;
- поддержание технологической температуры продукта обогреваемого объекта;
- противоконденсационный нагрев;
- разогрев трубопроводов;
- атиобледнительный обогрев (архитектурный).

**ЗАЩИТА ОТ ЗАМЕРЗАНИЯ при низких температурах окружающего воздуха** – обогрев начинает работать при снижении температуры окружающего воздуха до определенного установленного минимального значения и выключается при ее повышении до определенного установленного максимального значения.



***Пример:** Необходимо защитить от замерзания трубопровод с водой, для этого его температура не должна опускаться ниже +5°C. Соответственно, минимальное установленное значение температуры окружающего воздуха, при котором СЭО автоматически включится, +3°C. А максимальное установленное значение температуры окружающего воздуха, при котором СЭО автоматически выключится +8°C. Приведенные максимальное и минимальное значения температур включения и выключения СЭО задаются вручную в процессе пуско-наладочных работ.*


**ПОДДЕРЖАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ продукта обогреваемого объекта** – обогрев работает при снижении температуры поверхности обогреваемого объекта до определенного минимального установленного значения независимо от температуры окружающего воздуха, а выключится при достижении определенного максимального установленного значения температуры поверхности обогреваемого объекта.




***Пример:** Для обеспечения правильного и стабильного технологического процесса, температура трубопровода с нефтью не должна опускаться ниже +40°C. Соответственно, установленное минимальное значение температуры поверхности трубопровода +39°C, при этом значении СЭО автоматически включится, независимо от того, какое значение имеет температура окружающего воздуха +35°C или -15°C, СЭО будет работать и выключится только при достижении максимального установленного зна-*

чения температуры поверхности трубопровода  $+42^{\circ}\text{C}$ . Приведенные максимальное и минимальное значения температур включения и выключения СЭО задаются вручную в процессе пуско-наладочных работ.


**ПРОТИВОКОНДЕНСАЦИОННЫЙ НАГРЕВ** – обогрев оборудования для предотвращения образования конденсата продукта, при процессах его перекачки и хранения.

 **Пример:** Необходимо предотвратить образование конденсата трубопровода с газовой смесью, для этого температура трубопровода не должна опускаться ниже предельного значения  $-21^{\circ}\text{C}$ . Соответственно, минимальное установленное значение температуры поверхности обогреваемого объекта, при котором СЭО включится  $-20^{\circ}\text{C}$ . А выключится СЭО при достижении максимального установленного значения температуры  $-18^{\circ}\text{C}$ . Приведенные максимальное и минимальное значения температур включения и выключения СЭО задаются вручную в процессе пуско-наладочных работ.

**РАЗОГРЕВ ТРУБОПРОВОДОВ** – обогрев включается до начала перекачки продукта и выключается непосредственно при достижении температуры поверхности обогреваемого объекта определенного установленного значения, независимо от температуры окружающей среды.

 **Пример:** Перед началом прокачки продукта, трубопровод необходимо нагреть до температуры  $+10^{\circ}\text{C}$ . Соответственно, обогрев будет включен в ручном режиме и автоматически выключится при достижении температуры поверхности нагреваемого трубопровода  $+11^{\circ}\text{C}$ . Приведенные максимальное и минимальное значения температур включения и выключения СЭО задаются вручную в процессе пуско-наладочных работ.

**АНТИОБЛЕДЕНИТЕЛЬНЫЙ ОБОГРЕВ** – обогрев участков кровли, водосточных систем, открытых площадок с целью предотвращения образования льда на и в их поверхностях.

 **Пример:** Необходимо предотвратить образование наледи на ступеньках пешеходной эстакады при низких температурах. Соответственно, обогрев включится при достижении температуры окружающего воздуха  $+3^{\circ}\text{C}$ . Выключится СЭО при достижении значения температуры окружающего воздуха либо  $+6^{\circ}\text{C}$ , либо  $-15^{\circ}\text{C}$ , поскольку образование наледи и выпадение осадков в осенне-зимний период происходят в этом интервале температур. Так же данный тип системы в алгоритме своей работы учитывает наличие осадков и влажность воздуха. Приведенные максимальное и минимальное значения температур включения и выключения СЭО задаются вручную в процессе пуско-наладочных работ.

**Важно отметить, что СЭО не предназначена для разогрева продукта в процессе его перекачки или хранения!**



## 1.2 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Применение СЭО широко распространено в нефтегазовой отрасли, бытовой и архитектурной сферах. Таким образом СЭО делятся на промышленные и бытовые.

Под промышленными СЭО понимаются системы для обогрева промышленного оборудования: технологических трубопроводов, резервуаров, полов открытых насосных станций, а также различного оборудования КИПиА и т.д., которые используются в промышленности. В качестве продукта перекачки или хранения могут быть нефть, газ, дизельное топливо, различные газовые смеси, промышленные стоки и т.д.

Под бытовыми системами понимаются системы для обогрева водопроводов, бытовой канализации, открытых площадок, кровель, открытых водосточных систем и т.д., имеющих бытовое назначение.

Необходимо учитывать, что промышленные СЭО должны соответствовать не только общим требованиям по пожарной и электрической безопасности, но и специальным требованиям, предъявляемым к электрическим системам и электроустановкам (см. ПУЭ).

## 1.3 ТИПЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОГРЕВА

По типу применяемых нагревательных элементов СЭО можно разделить на три типа:

1. СЭО на основе саморегулирующегося нагревательного кабеля.
2. СЭО на основе резистивного нагревательного кабеля постоянной мощности.
3. СЭО на основе индукционно-резистивного нагревателя (СКИН-система).

Как понятно из названий, основным отличием систем друг от друга является применяемый в них нагревательный элемент.

## 1.4 ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА ТИПА СЭО

При выборе СЭО необходимо знать следующие параметры обогреваемого объекта:

### Для трубопроводов:



1. Назначение системы;
2. Протяженность трубопровода;
3. Температурные режимы (температура поддержания, максимальная температура продукта, наличие и температура пропарки и т.д.);
4. Наличие и количество задвижек, фланцев, фильтров и т.д. на данном трубопроводе;
5. Материал трубопровода;
6. Количество точек подвода питания к системе;
7. Тип и толщина тепловой изоляции.

### Для резервуаров и оборудования:



1. Назначение системы;
2. Габаритные размеры обогреваемого объекта;



3. Температурные режимы (температура поддержания, максимальная температура продукта, наличие и температура пропарки и т.д.);
4. Материал обогреваемого объекта;
5. Количество точек подвода питания;
6. Тип и толщина тепловой изоляции.

#### Для открытых площадок:



1. Площадь обогреваемой поверхности;
2. Тип основания и покрытия;
3. Климатические условия по месторасположению объекта;
4. Имеет ли присутствие механическое воздействие на поверхность.

#### Для кровли и систем водостока:



1. Материал кровли;
2. Климатические условия по месторасположению объекта;
3. Необходимость обогрева водосточных желобов и/или водосточных труб.

Вышеперечисленную информацию должен выдать Заказчик, в виде полностью заполненного опросного листа на СЭО (см. каталог). После получения исходной информации и основываясь на ней, необходимо выбрать тип СЭО.

#### Основные критерии для выбора СЭО:

##### Для трубопроводов:



1. Протяженность трубопровода;
2. Температурные режимы трубопровода;
3. Тип тепловой изоляции и защитного покрытия.

Зависимость типа СЭО от протяженности линейного трубопровода, температурных режимов, типа тепловой изоляции и защитного покрытия:

Тип системы/ СЭО на основе...	Длина трубопровода, м			Температурный режим. Макс. t°C воздействия на кабель		Тип тепловой изоляции	
	≤400	401–3500	>3500	≤250°C	>250°C	Способ монтажа тепло- вой изоляции	
						На объекте	На заводе
саморегулирующего нагревательного кабеля	+	-	-	+	-	+	+
резистивного нагревательного кабеля постоянной мощности	-	+	-	+	+	+	Не все вариан- ты данной СЭО могут быть использованы
индукционно- резистивного нагрева- теля (СКИН-система)	-	-	+	+	-	+	+

**При выборе типа СЭО должны быть учтены все эти факторы  
и выбранный тип СЭО должен удовлетворять им всем**



**Для резервуаров и оборудования:**

1. Температурные режимы.

Зависимость типа СЭО от температурных режимов:

Тип системы	Температурный режим			
	Макс. t°C воздействия на кабель			
	В рабочем состоянии		В нерабочем состоянии	
	≤190°C	>190°C	≤250°C	>250°C
СЭО на основе саморегулирующегося нагревательного кабеля	+	-	+	-
СЭО на основе резистивного нагревательного кабеля постоянной мощности	+	+	+	+

При выборе типа СЭО должны быть учтены все эти факторы и выбранный тип СЭО должен удовлетворять им всем.



**Для обогрева резервуаров и оборудования СЭО на основе индукционно-резистивного нагревателя (СКИН-система) не предназначена!!!**

**Для открытых площадок и кровли:**

Основным типом СЭО для обогрева данных объектов является СЭО на основе саморегулирующегося нагревательного кабеля.

## 2. СЭО НА ОСНОВЕ САМОРЕГУЛИРУЮЩЕГОСЯ НАГРЕВАТЕЛЬНОГО КАБЕЛЯ

### 2.1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данный тип СЭО широко применяется как в нефтегазовой отрасли, для обогрева трубопроводов, резервуаров и различного оборудования с нефтью, газом, маслом, дизельным топливом и т.д., так и в бытовой сфере для обогрева кровли, водостоков, водопроводов, открытых площадок и т.д.

СЭО на основе саморегулирующегося нагревательного кабеля возможно применять для оборудования, расположенного как на открытом воздухе, так и подземно, и оборудования находящегося в проветриваемом подполье.

### 2.2 СОСТАВ СИСТЕМЫ

В общем случае СЭО на основе саморегулирующегося нагревательного кабеля состоит из (рис. 1):

- Нагревательных секций
- Соединительных и распределительных коробок
- Датчиков температуры
- Шкафов управления
- Монтажных изделий и аксессуаров
- Тепловой изоляции.

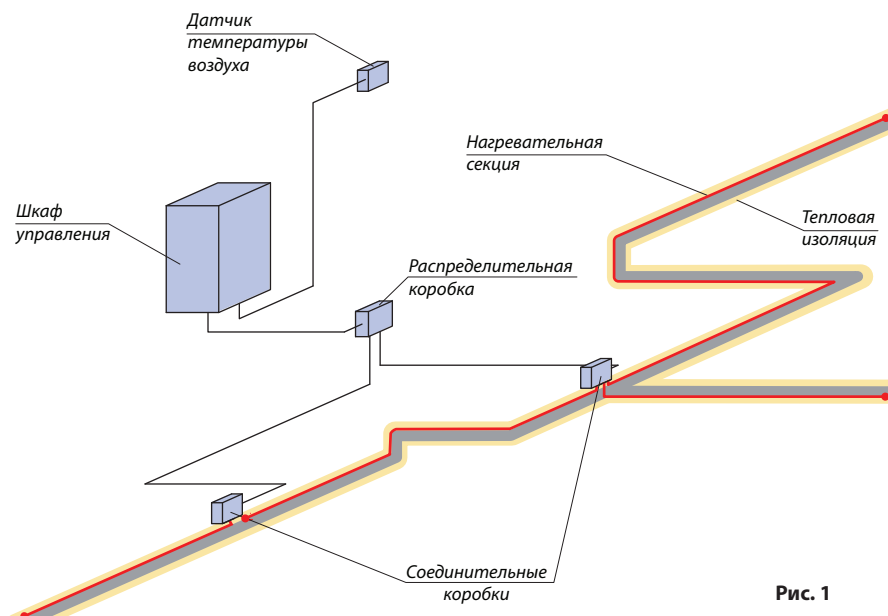


Рис. 1

### 2.3 НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ

**Нагревательная секция** – является нагревательным элементом системы и состоит из саморегулирующегося нагревательного кабеля, длина которого не превышает установленное максимальное значение для каждой конкретной марки кабеля и концевой заделки.

Конструктивно саморегулирующийся нагревательный кабель состоит из двух токопроводящих жил (1) с нанесенной на них матрицей из полупроводящей пластмассы (2), изоляции (3), экранирующей оплетки (4) и внешней оболочки (5) (рис. 2).

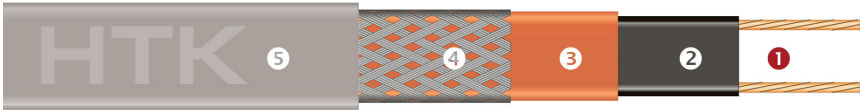


Рис. 2

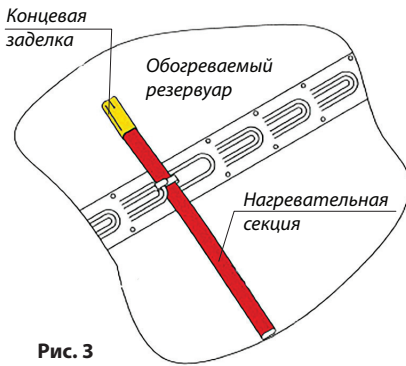


Рис. 3

**Концевая заделка** является конечным элементом нагревательной секции, конструктивно состоит из обжимных наконечников и термоусаживаемых трубок, а также трубки для усиления концевой заделки (рис.3).

В зависимости от температурного режима обогреваемого объекта и типа окружающей среды, возможно исполнение внешней оболочки в двух вариантах: из термопластичного эластомера или из фторполимера.

Основное назначение – преобразование электрической энергии в тепловую и передача ее обогреваемому объекту.

**Датчик температуры** – термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом, измеряет температуру окружающего воздуха или поверхности обогреваемого объекта, затем передает преобразованный сигнал на управляющее оборудование.

Конструктивно датчик температуры состоит из выносного термометра сопротивления, корпуса с размещенным в нем преобразователем аналогового сигнала в цифровой (Рис.4).

Основное назначение – измерение и контроль температуры, передача сигнала на управляющую аппаратуру.

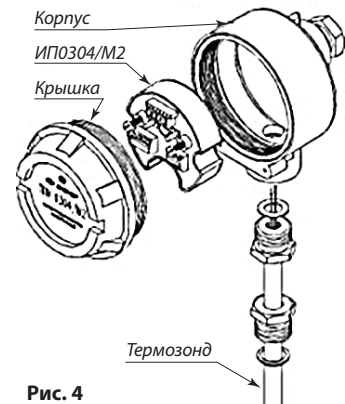


Рис. 4



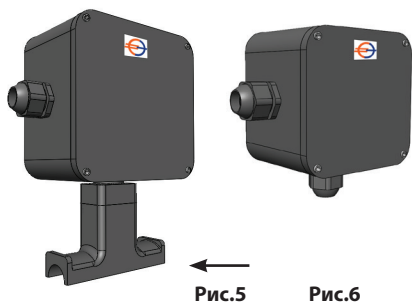


Рис.5

Рис.6

**Соединительная коробка** – является электромонтажным изделием и служит для подвода питания к нагревательной(ым) секции(ям) от шкафа управления электрическим обогревом.

Основное назначение – коммутация нагревательной секции с сетью электропитания.

Соединительная коробка имеет два конструктивных исполнения:

- со специальным кронштейном, для установки на обогреваемый объект и ввода нагревательной(ых) секции(й) под тепловую изоляцию (Рис. 5);
- без специального кронштейна, для установки на ближайшей металлоконструкции или опорный кронштейн (Рис. 6).

Соединительные коробки так же различаются по количеству подключаемых одновременно секций (см. Рис. 7):

- а) 1 нагревательная секция;
- б) 2 нагревательные секции;
- в) 3 нагревательные секции;
- г) 4 нагревательные секции.

Имеется вариант исполнения соединительных коробок со световой индикацией состояния (работает/не работает) (Рис. 8).

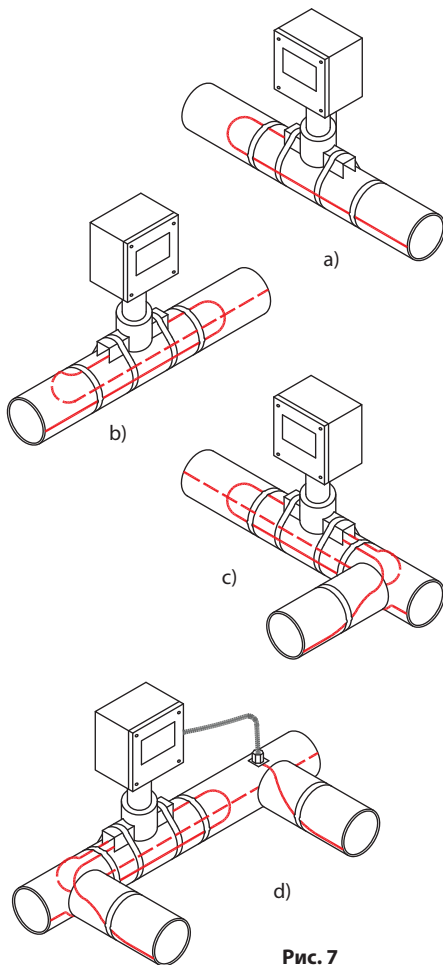


Рис. 7

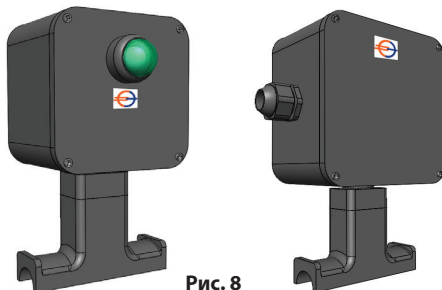


Рис. 8

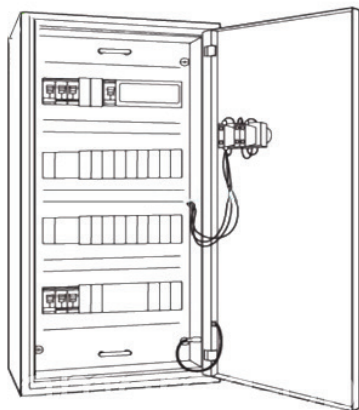


Рис.9

**Шкаф управления системой электрического обогрева** – низковольтный щит, от которого осуществляется питание соединительной(ых) коробки(ок), в котором установлена управляющая аппаратура системы электрического обогрева (регулятор температуры).

В состав шкафа управления входят (Рис. 9):

- автоматические выключатели;
- рубильники, предохранители;
- устройства защитного отключения;
- электромагнитные контакторы;
- регуляторы температуры;
- программируемые контроллеры;
- устройства коммутации и индикации;
- прочее электрооборудование.

Основное назначение – контроль состояния обогреваемого объекта и управление системой электрического обогрева.

**Монтажные изделия** – под монтажными изделиями понимаются, монтажные и крепежные ленты, крепежные комплекты, опорные кронштейны, устройства ввода нагревательных секций и датчиков температуры под тепловую изоляцию и т.д.

Монтажные и крепежные ленты служат для крепления нагревательного кабеля и датчиков температуры к обогреваемому объекту и для обеспечения плотного прилегания нагревательного кабеля или чувствительного элемента датчика температуры к обогреваемой поверхности (рис. 10).

Крепежные комплекты предназначены для крепления к обогреваемому объекту соединительных коробок и датчиков температуры (рис. 11).

Опорные кронштейны предназначены для крепления соединительных коробок и корпусов датчиков температур на ближайших металлоконструкциях или обогреваемом объекте, в тех случаях, когда использование специального кронштейна технически невозможно (рис. 12).

Устройства ввода под тепловую изоляцию служат для организации подвода нагревательной секции или чувствительного элемента датчика температуры к поверхности обогреваемого объекта (Рис. 13).

Основное назначение – обеспечение надежного крепления системы электрического обогрева к обогреваемому объекту.



Рис. 10



Рис. 11

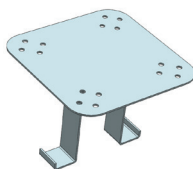


Рис. 12

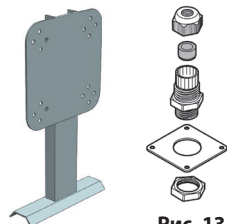
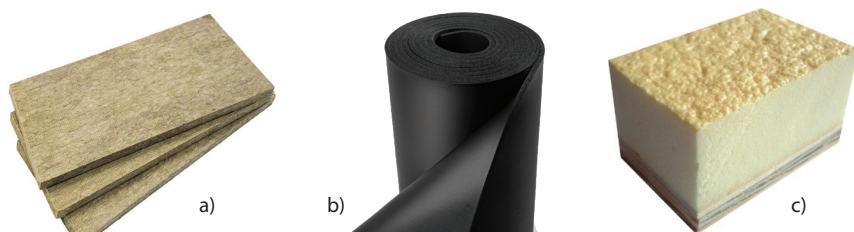


Рис. 13

**Тепловая изоляция** – материал, обладающий низкой удельной теплопроводностью, которым покрывается обогреваемый объект, с целью снижения теплообмена с окружающей средой, тем самым снижающий тепловые потери.

Материалы, применяемые в качестве тепловой изоляции (Рис. 14):

- а) Минеральная вата;
- б) Вспененный каучук;
- в) Пенополиуретан.



**Рис. 14**

Тепловая изоляция может поставляться в виде матов, рулонов, трубок, цилиндров и плит (Рис. 15):

- **Маты и плиты** применяются при изоляции различного рода резервуаров и емкостей.
- **Цилиндры и трубки** применяются при изоляции линейных участков трубопроводов сравнительного небольшого диаметра ( $D_{\text{у}} \leq 300$  мм).
- **Рулоны** применяются при изоляции трубопроводов большего диаметра ( $D_{\text{у}} \geq 300$  мм).

После монтажа тепловая изоляция покрывается специальным защитным покрытием (кожухом).

Защитный кожух может быть выполнен из ПВХ, фольги, алюминия, из оцинкованной или нержавеющей стали. Основное его назначение защита теплоизоляционного материала от:

- внешних механических воздействий;
- ультрафиолетового излучения;
- влажности и осадков.



**Рис.15**

Основное назначение тепловой изоляции – снижение тепловых потерь обогреваемого объекта.

## 2.4 ВЫБОР СПОСОБА УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ И ЕЕ КОМПЛЕКТУЮЩИХ

При выборе системы управления необходимо **точно понимать назначение системы электрического обогрева** (см. п. 1.1).



**Для трубопроводов** – если назначением системы электрического обогрева является защита от замерзания при низких температурах окружающего воздуха, то управление системой электрического обогрева на основе саморегулирующихся нагревательных кабелей осуществляется **по температуре окружающего воздуха**.

Исключения составляют трубопроводы большого диаметра, т.к. они обладают большой тепловой инерцией. За счет этого время реакции на изменение температуры окружающего воздуха довольно длительное, в связи с чем, управление обогревом трубопроводов необходимо вести по температуре поверхности обогреваемого объекта. К таким трубопроводам относятся трубопроводы диаметром от 630 мм и выше.

Если назначением системы электрического обогрева является поддержание технологической температуры, противоконденсационный нагрев, разогрев трубопроводов, то управление осуществляется по **температуре поверхности обогреваемого объекта**.



**Для резервуаров и оборудования** – управление СЭО *всегда* осуществляется **по температуре поверхности обогреваемого объекта**, независимо от ее назначения.




**Для открытых площадок, кровель и водостоков** – управление СЭО осуществляется по трем параметрам:

- температуре окружающего воздуха;
- наличию осадков;
- влажности окружающего воздуха.




## 2.5 ПРИМЕРЫ ПОДБОРА ОБОРУДОВАНИЯ СЭО НА ОСНОВЕ САМОРЕГУЛИРУЮЩИХСЯ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ

### Пример 1. Обогрев трубопровода

 Необходимо защитить от замерзания трубопровод с производственными стоками.

 Исходные данные:

1. Необходимая температура поддержания.....+5°C
2. Максимальная допустимая температура продукта .....+20°C
3. Максимальная технологическая температура продукта .....+15°C
4. Абсолютная минимальная температура окружающего воздуха ..... -46°C
5. Температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92.. -42°C
6. Абсолютная максимальная температура окружающего воздуха .....+35°C
7. Наличие (температура) пропарки..... не предусмотрена
8. Диаметр трубопровода ..... 159 мм
9. Длина трубопровода ..... 152 м
10. Количество задвижек..... 2 шт
11. Количество фланцев ..... 1 шт
12. Количество опор..... 53 шт
13. Материал трубопровода ..... углеродистая сталь
14. Материал тепловой изоляции..... минеральная вата
15. Толщина слоя тепловой изоляции ..... 100 мм
16. Коэффициент теплопроводности тепловой изоляции ..... 0,05 Вт/(мхК)
17. Монтаж тепловой изоляции..... на объекте

 Проанализировав исходные данные, мы понимаем, что для обогрева данного трубопровода нам достаточно использовать серию низкотемпературных кабелей ЕЭ-ХИТФЛЕКС НТК, так как они полностью удовлетворяют всем критериям, описанным выше.

После того, как были выбраны тип СЭО и серия кабелей, которыми будет выполнен обогрев, необходимо определить тепловые потери на трубопроводе, для того чтобы выбрать мощность кабеля.

Расчетные теплотери данного трубопровода составляют 22,6 Вт/м. В соответствии с этим значением выбирается кабель ЕЭ-ХИТФЛЕКС НТК25, потому что выделяемая им тепловая мощность имеет самое близкое значение к величине тепловых потерь 25 Вт/м.

Согласно техническому описанию кабеля, максимальная длина нагревательной секции на основе выбранного кабеля составляет 117 м, таким образом, для обогрева данного трубопровода понадобится не более двух таких секций. Определив количество нагревательных секций, закладывается такое же количество **комплектов для оконцевания нагревательных секций ЕЭ-ХИТФЛЕКС ОНС1**, специально разработанных для кабелей серии ЕЭ-ХИТФЛЕКС НТК.

Для подключения двух нагревательных секций к сети силового электропитания необходима одна соединительная коробка, выбирается коробка **ЕЭ-ХИТФЛЕКС СКУ11-1Б/0**. Соединительная коробка выбирается исходя из необходимости и целесообразности, по ее техническому описанию. В данном случае эта коробка позволяет нам подключить к сети силового электропитания одновременно две нагревательные секции, так же данная коробка оснащена специальным кронштейном, позволяющим не применять дополнительных мер защиты нагревательных секций при вводе их под тепловую изоляцию. Для крепления нагревательной секций к трубопроводу выбирается **лента крепежная ЕЭ-ХИТФЛЕКС УКЛ**.

Для крепления соединительной коробки к обогреваемому трубопроводу выбирается **комплект крепежный ЕЭ-ХИТФЛЕКС КР15**, тип комплекта выбирается исходя из диаметра трубопровода. Данный комплект укомплектован всеми необходимыми изделиями для крепления соединительных коробок на трубопроводы диаметром 159 мм.

Для управления СЭО, исходя из задачи и условий, выбирается датчик температуры окружающего воздуха ТПУ 0304.

В соответствии с полной мощностью СЭО и типа управления, подбирается из типовых или вновь разрабатывается шкаф управления электрическим обогревом. В данном случае выбирается шкаф электрический низковольтный **ЕЭ-ШУ-П-230-100-1/3-32-002**. Данный шкаф оснащен регулятором температуры, рассчитан на напряжение до 230 В, имеет вводной автоматический выключатель номиналом 100 А, одну отходящую трехфазную линию, а также автоматический выключатель отходящей линии номиналом 32 А. Исходя из выше перечисленных параметров, шкаф полностью удовлетворяет потребности СЭО.



После анализа и подбора комплектующих получаем минимально-необходимый перечень оборудования СЭО:

1. Кабель нагревательный ЕЭ-ХИТФЛЕКС НТК25
2. Комплект для оконцевания нагревательной секции ЕЭ-ХИТФЛЕКС ОНС1
3. Коробка соединительная ЕЭ-ХИТФЛЕКС СКУ11-1Б/0
4. Датчик температуры ТПУ 03/04Exd/ВР12Exd/КБ17/Pt100(-50...+200)/-/300
5. Лента крепежная ЕЭ-ХИТФЛЕКС УКЛ
6. Комплект крепежный ЕЭ-ХИТФЛЕКС КР15
7. Шкаф низковольтный электрический ЕЭ-ШУ-П-230-100-1/3-32-002



**Данный перечень является минимальным и не полным, но достаточным для определения оценочной стоимости.**

## Пример 2. Обогрев резервуара



**Необходимо поддерживать температуру резервуара не ниже +15 °С.**

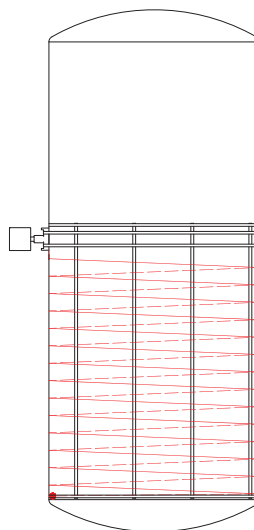
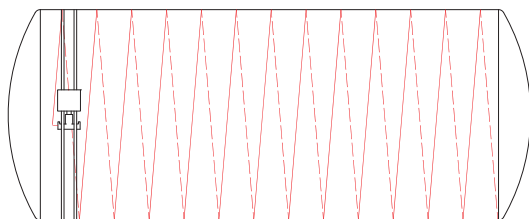


Исходные данные:

1. Необходимая температура поддержания ..... +15 °С
2. Максимальная допустимая температура продукта ..... +40 °С
3. Максимальная технологическая температура продукта ..... +40 °С
4. Температура пропарки ..... +170 °С
5. Абсолютная минимальная температура окружающего воздуха ..... -46 °С
6. Температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92... -42 °С
7. Абсолютная максимальная температура окружающего воздуха ..... +35 °С
8. Диаметр резервуара ..... 3612 мм
9. Длина цилиндрической части резервуара ..... 8000 мм
10. Полная длина резервуара ..... 9600 мм
11. Количество опор ..... 2 шт
12. Материал трубопровода ..... углеродистая сталь
13. Материал тепловой изоляции ..... минеральная вата
14. Толщина слоя тепловой изоляции ..... 100 мм
15. Коэффициент теплопроводности тепловой изоляции ..... 0,05 Вт/(мхК)
16. Монтаж тепловой изоляции ..... на объекте



Перед началом подбора оборудования необходимо определиться со способом укладки нагревательного кабеля на резервуар. Способ выбирается в зависимости от типа резервуара и его диаметра. Для резервуаров с диаметром до 2 м способ укладки нагревательного кабеля – спиралью (рис. 16), независимо от ориентации его расположения (горизонтально/вертикально).



**Рис.16**

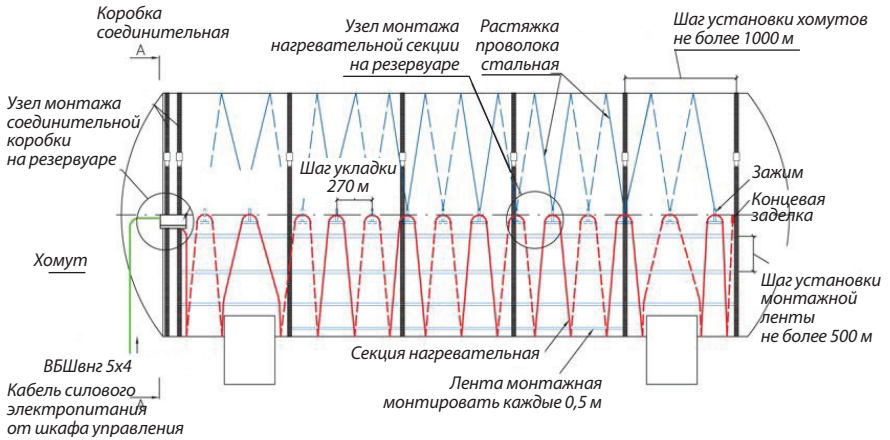
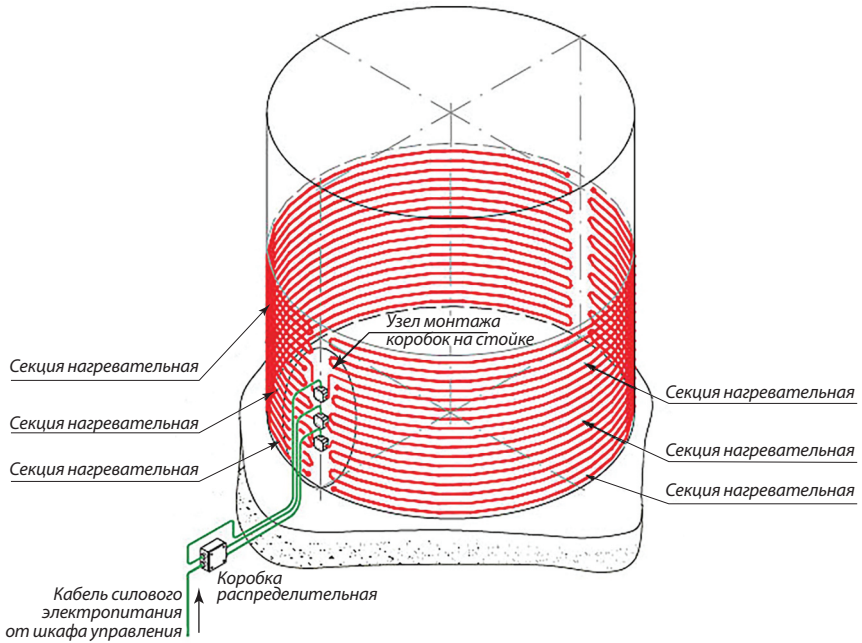


Рис.17



Для резервуаров с диаметром свыше 2 м способ укладки нагревательного кабеля – петлями (Рис.17), независимо от ориентации его расположения (горизонтально/вертикально).

От способа укладки нагревательного кабеля зависит состав комплектующих для монтажа СЭО.

В рассматриваемом случае обогревается горизонтальный резервуар, с диаметром 3612 мм, таким образом для его обогрева нагревательный кабель необходимо укладывать петлями, согласно рис. 17.

Поскольку в резервуарах как правило продукт хранится достаточно длительное время, то для поддержания температуры необходимо греть только его нижнюю часть, а за счет конвекции продукт сам будет выравнивать свою температуру по объему. Как правило высота обогрева составляет не более 50% от всей высоты резервуара.

После того как определен способ укладки или параллельно с этим, производится теплотехнический расчет и определяются тепловые потери резервуара.

У рассматриваемого резервуара величина тепловых потерь составляет 4321,8 Вт. Важно отметить что нагревательный кабель укладывается только на цилиндрические части резервуаров, а величина тепловых потерь определяется для всего резервуара в целом.

При определении величины тепловых потерь, так же определяются тип нагревательного кабеля и его длина, необходимые для их компенсации. Данные вычисления проводятся с помощью специальной программы, для теплотехнических расчетов.

Таким образом определяется количество и марка кабеля, в данном случае это **кабель нагревательный ЕЭ-ХИТФЛЕКС СТК60**, общей длиной 77 м. Для выбора соединительной коробки, необходимо проверить максимальную длину нагревательной секции, которую можно организовать на основе кабеля данной марки (см. каталог). В рассматриваемом примере, максимально возможная длина нагревательной секции 77 м. Если максимальная и необходимая длины совпадают, то в таких случаях следует всегда делать большее количество секций, чтобы уменьшить длину каждой из них. Согласно этому, данный резервуар необходимо обогревать двумя секциями примерно равной длины. Соответственно закладывается два **комплекта для оконцевания нагревательных секций ЕЭ-ХИТФЛЕКС ОНС2**.

Для подключения двух нагревательных секций к сети силового электропитания необходима одна соединительная коробка, выбирается **коробка ЕЭ-ХИТФЛЕКС СКУ11-1Б/0**. Принцип выбора смотри **пример 1**.

Поскольку при обогреве резервуаров и оборудования управление СЭО осуществляется по температуре поверхности, то закладывается датчик ТПУ 0304 (см. каталог).

Для крепления соединительной коробки и датчика температуры к резервуару, необходимо заложить **комплект крепежный ЕЭ-ХИТФЛЕКС КР-У (см. каталог)**. Так же, для датчика температуры необходимо заложить **кронштейн ЕЭ-ХИТФЛЕКС КУ1** и **устройство ввода под теплоизоляцию ЕЭ-ХИТФЛЕКС УВТ2**.

Для крепления нагревательного кабеля к обогреваемому резервуару необходимо заложить:

- ленту монтажную 25;
- ленту монтажную алюминиевую самоклеящуюся ЛАМС;
- обходное устройство ЭЭ-ХИТФЛЕКС УТО;
- проволоку, оцинкованную диаметром 1,2 мм.

Алгоритм подбора шкафа управления, такой же, как и в примере 1. Следуя ему, выбирается шкаф электрический низковольтный ЭЭ-ШУ-П-230-100-1/3-32-002 (технические параметры см. пример 1).



Аналогично примеру 1, составляем минимально-необходимый перечень оборудования СЭО:

1. Кабель нагревательный ЭЭ-ХИТФЛЕКС СТК60
2. Комплект для оконцевания нагревательной секции ЭЭ-ХИТФЛЕКС ОНС1
3. Коробка соединительная ЭЭ-ХИТФЛЕКС СКУ11-1Б/0
4. Датчик температуры ТПУ 0304-Exd/ВР12/КБ17/Рt100(-50...+200)/-/5000
5. Лента крепежная ЭЭ-ХИТФЛЕКС УКЛ
6. Обходное устройство ЭЭ-ХИТФЛЕКС УТО
7. Кронштейн ЭЭ-ХИТФЛЕКС КУ1
8. Устройство ввода под теплоизоляцию ЭЭ-ХИТФЛЕКС УВТ2
9. Лента монтажная алюминиевая самоклеящаяся ЛАМС
10. Комплект крепежный ЭЭ-ХИТФЛЕКС КР-У
11. Шкаф низковольтный электрический ЭЭ-ШУ-П-230-100-1/3-32-002



**Данный перечень является минимальным и не полным, но достаточным для определения оценочной стоимости.**







