

«Утверждаю»:

Главный инженер
ООО «СМУ № 36»

_____ **В.А. Жданов**
« ____ » _____ 2015 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

по монтажу электрической системы обогрева трубопроводов
«Тепломаг» с использованием саморегулирующихся
нагревательных лент

по объекту **«Реконструкция ДКС-2»** (код А.0000053.0255.0008),
входящему в состав стройки

**«Реконструкция газопромысловых сооружений и АСУТП Северо-
Ставропольского ПХГ ООО «Кавказтрансгаз»**
(код стройки А.0000053.0255)

г. Саратов
2015 г.

№ изменения:	0	1	2	3	4	5	6
Дата:							
Разработал/фамилия:	М.В. Санников						
Подпись:							

Область применения

Технологическая карта предусматривает выполнение операций по монтажу электрической системы обогрева трубопроводов «Тепломаг» с использованием саморегулирующихся нагревательных лент на объекте «Реконструкция ДКС-2» входящему в состав стройки «Реконструкция газопромысловых сооружений и АСУТП ССПХГ ООО «Кавказтрансгаз».

1. Определения

- 1.1. Система «Тепломаг»** - система обогрева трубопроводов (резервуаров) на основе резистивных, саморегулирующихся и пр. электронагревателей, комплектуемых необходимыми аксессуарами, устройствами управления и регулирования.
- 1.2. Саморегулирующаяся нагревательная лента** – изготовлена по кабельной технологии на основе полупроводниковой матрице, преобразует электрическую энергию в тепловую для поддержания технологической температуры, разогрева или защиты от замерзания трубопровода (резервуара). Отличается значительной величиной положительного температурного коэффициента сопротивления, благодаря чему саморегулирующаяся нагревательная лента по мере повышения своей температуры снижает выделяемую линейную мощность обогрева, в связи с чем, не происходит разрушения кабеля от перегрева. Предназначена для монтажа на обогреваемую поверхность резервуара (трубопровода), а так же внутри них или внутри специально приспособленных для этого каналов.
- 1.3. Нагревательная секция** – является элементом электрической системы обогрева, представляющая собой специальное изделие, состоящее из нагревательной ленты, соединительных, концевых заделок.
- 1.4. Токопроводящая жила** – элемент саморегулирующейся нагревательной ленты, выполненный из меди и предназначенный для передачи электрической энергии по токопроводящей матрице.
- 1.5. Холодный конец** – элемент нагревательной секции, выполненный из установочного, силового кабеля, и предназначенный для соединения нагревательного элемента секции с сетью электрического тока в соединительной коробке.
- 1.6. Соединительная коробка** – устройство системы электрообогрева, необходимое для соединения силового кабеля с нагревательной секцией и подачи электропитания на нагревательную секцию.
- 1.7. Броня** – элемент кабеля, предназначенный для защиты от внешних механических воздействий и увеличения продольной механической прочности. Броня может быть выполнена из металлических лент, проволок в виде повива, или оплетки.
- 1.8. Экран** – элемент нагревательного кабеля, выполненный из металлических проволок, металлических или металлизированных лент, или их комбинации, который окружает нагревательный элемент и предназначен для заземления нагревательной секции и защиты от электромагнитных полей.
- 1.9. Соединительная заделка** – элемент нагревательной секции, предназначенный для электрического и механического соединения нагревательного кабеля с холодными концами или отрезков нагревательного кабеля между собой с герметизацией и механической защитой места соединения.
- 1.10. Концевая заделка** – элемент нагревательной секции, предназначенный для герметизации и механической защиты конца нагревательной секции.

2. Общие положения

- 2.1.** Монтаж электрических систем обогрева «Тепломаг» должен производиться в соответствии с проектно-сметной и рабочей документацией на систему, разработанным и утвержденным планом производства работ (ППР), «Правилами устройства электроустановок», местными инструкциями о безопасном выполнении монтажных работ.

2.2. Не допускаются отступления от рабочей документации и ППР без согласования с организациями, разработавшими и утвердившими их.

2.3. Условия хранения изделий до монтажа должны соответствовать требованиям конструкторской и нормативно-технической документации (НТД). При хранении должен быть обеспечен доступ для осмотра, созданы условия, предотвращающие соприкосновения с химическими и нефтехимическими продуктами, механические повреждения, попадание влаги и пыли во внутренние полости оборудования и сопутствующих материалов.

2.4. При погрузке, разгрузке, перемещении, подъеме и установке монтируемого оборудования должна быть обеспечена его сохранность.

2.5. Монтажные работы по установке нагревательных секций проводить при температуре, указанной в проекте.

2.6. Монтаж и испытания систем электрического обогрева «Тепломаг» должен производить обученный персонал. Обученный наблюдатель должен присутствовать при всех стадиях работы, особенно при монтаже во взрывоопасных зонах.

3. Подготовка к монтажу

3.1. Перед началом монтажа необходимо проверить комплектность поставленных материалов и оборудования по спецификации проектной документации.

3.2. При монтаже должен осуществляться входной контроль качества и количества материалов, изделий, указанных в спецификации проектной документации, на соответствие требованиям рабочих чертежей.

3.3. Не подлежат монтажу изделия загрязненные, деформированные, с повреждением обработанных поверхностей до устранения повреждений и дефектов.

3.4. При подготовке монтажной организации к производству работ необходимо:

- утвердить ППР на выполнение монтажа;
- подготовить грузоподъемные, транспортные средства, передвижные электроустановки, устройства и приспособления для монтажа и испытания изделий;
- подготовить производственную базу для выполнения вспомогательных работ;
- выполнить предусмотренные нормами и правилами мероприятия по охране труда, противопожарной безопасности и охране окружающей среды.

3.5. Перед монтажом необходимо обеспечить условия для монтажа элементов системы электрического обогрева:

- измерить сопротивление изоляции нагревательного кабеля на барабане перед монтажом. Результаты измерений оформить протоколом;
- сравнить фактическую длину, внешний диаметр и конфигурацию обогреваемых труб на объекте с параметрами трубопроводов, указанными в проектной документации (далее ПД). При несоответствии длин или других параметров и наличии не предусмотренных проектом дополнительных узлов на трубопроводах, совместно с заказчиком составить протокол. Выявленные несоответствия довести до проектной организации. Работы возобновить после внесения проектной организацией изменений в проект электрического обогрева и получение разрешения проектной организации на продолжение работ;
- произвести осмотр поверхности трубопроводов в местах соприкосновения с нагревательной лентой (нагревательными секциями). Поверхности должны быть очищены от грязи и ржавчины, быть без каких-либо острых ребер, капель от сварки, брызг цемента или других веществ, которые могли бы

повредить оболочку нагревателей, и должны быть подготовлены под монтаж системы электрического обогрева;

трубопроводы должны быть окончательно смонтированы и установлены на опоры согласно проектной документации (перемещение, изгиб, сварка и др. воздействия на трубопроводы после монтажа системы электрического обогрева недопустимы).

3.6. Вокруг трубопровода в зоне монтажа не должно быть посторонних предметов и конструкций, мешающих проведению монтажных работ.

Резервуары принимаются под монтаж системы электрического обогрева согласно Акта установленной формы.

Работы по монтажу теплоизоляции скоординировать таким образом. Чтобы провести их в кратчайшие сроки после установки системы обогрева и тем самым снизить риск механического повреждения элементов системы электрообогрева.

4. Монтаж

4.1. Отметить и зафиксировать на трубопроводе местоположение всех соединительных коробок и датчиков температуры. **Обратить особое внимание на расположение любых внешних устройств, влияющих на показание датчиков температуры.**

4.2. Для крепления нагревательной ленты на трубопроводе использовать предусмотренные ПД крепления. Использование другого типа фиксаторов освобождает производителя системы от гарантийных обязательств.

4.3. При перекатке и переноске барабана с нагревательной лентой принять меры против захвата его выступами частей одежды. Выступающие из барабана части (гвозди, щепки, скобы) удалить. При размотке нагревательной ленты с барабана не допускать защемления, перекручивания и соскакивания витков нагревательной ленты со щеки барабана. Принять меры, предупреждающие повреждения нагревательной ленты при размотке.

Не допускается сматывать нагревательную ленту через щеку барабана!

4.4. До начала прокладки нагревательной ленты, произвести проверку целостности токопроводящих жил. Для этого зачистить оба конца нагревательной ленты, свернутой в бухту или намотанную на барабан. Затем закоротить между собой токопроводящие жилы с одного конца, а с другого конца мультиметром проверить наличие цепи. После чего на конец нагревательного кабеля, намотанного на барабан или свернутого в бухту, можно установить концевую заделку. Установку заделок выполнять в строгом соответствии с инструкциями по их монтажу.

При монтаже заделок запрещается соединять между собой токопроводящие жилы саморегулирующейся нагревательной ленты, так как это приведет к короткому замыканию.

После установки заделок, в соответствии с проектной документацией, провести проверку сопротивления изоляции нагревательной секции (см. п. 8.3.)

Предохранять нагревательные секции от влаги, повреждений или других воздействий, если они остаются открытыми в течение длительного времени.

Проверку сопротивления нагревательной ленты на барабане перед прокладкой оформить протоколом. *Измеренное сопротивление изоляции должно быть не менее 10^3 МОм/м.*

4.5. Прокладка и крепление нагревательной ленты.

В местах ввода нагревательной секции под теплоизоляцию, установить на трубопровод предусмотренное ПД устройство ввода под теплоизоляцию с заведенной в него нагревательной секцией и закрепить на

трубопроводе указанном в ПД способом. Соединительную коробку установить и закрепить на устройстве ввода под теплоизоляцию.

При прокладке и креплении нагревательной ленты необходимо следовать указаниям и требованиям, приведенным в проектной документации.

Нагревательная лента может быть смонтирована на обогреваемой трубе прямолинейно, спирально или в несколько ниток (Рис.1,2,3). Монтаж выполняется в соответствии с требованиями проектной документации, в которой должен быть указан шаг навивки и коэффициент прокладки нагревательной ленты. Нагревательная лента монтируется в соответствии с ПД на удалении от нижней стороны фланцев и др. соединений, которые могли бы пропускать жидкости на работающую нагревательную секцию (рис. 6) Нагревательная лента всегда должна проходить по внешнему радиусу изгиба трубы (отводов).

Начиная от точки ввода под теплоизоляцию, прикрепить нагревательную секцию к обогреваемой поверхности крепежной лентой. Для достижения максимальной эффективности системы необходимо обеспечить хороший контакт нагревательной ленты с обогреваемой поверхностью.

В процессе монтажа на обогреваемую поверхность нагревательную ленту укладывать, по возможности, маркированной стороной наружу.

Прокладку нагревательной ленты (нагревательной секции) производить с барабана или бухты с *легким* натяжением. Закреплять нагревательные ленты крепежной лентой с шагом, указанным в ПД. (Рис.2) или намоткой крепежной ленты непрерывной спиралью поверх нагревательной ленты (Рис.2).

4.6. Укладка нагревательной ленты в местах обогрева элементов с дополнительными теплопотерями.

Для каждого элемента, который является дополнительным источником теплопотерь (опоры трубопроводов, запорная и регулирующая арматуры, фланцы и т.п.) необходимо предусмотреть дополнительную длину нагревательной ленты в виде петли.

Величина дополнительных петель, в зависимости от условного диаметра трубопровода, приведена в Таблице № 1.

Дополнительные петли также необходимы для проведения ремонтных работ на обогреваемых элементах трубопровода, поэтому укладка на них нагревательных секций должна быть выполнена с возможностью частичного демонтажа (отвода в сторону) нагревательной секции на величину дополнительной петли. При укладке обращать внимание на минимально допустимый радиус изгиба.

Рис.4.....Рис.8 показаны схемы укладки нагревательной ленты на типовых элементах дополнительных теплопотерь.

Таблица №1. Добавочная длина нагревательной ленты для различных элементов дополнительных теплопотерь.

Труба Øу мм	Фланцы м	Задвижки, сетчатые фильтры м	Насосы м	Фильтры и прочее м	Опоры неизвестной длины м
1	2	3	4	5	6
8	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1
10	0,2	0,2	0,4	0,2	0,1
15	0,2	0,3	0,5	0,3	0,1
20	0,3	0,3	0,7	0,3	0,1
25	0,3	0,4	0,8	0,4	0,2
40	0,4	0,6	1.2	0,6	0,2

50	0,4	0,8	1.5	0,7	0,2
65	0,4	0,9	1.8	0,7	0,2
80	0,5	1.1	2.2	0,9	0,3
100	0,6	1.4	2.9	1,1	0,3
150	0,6	2.1	4.2	1,7	0,3
200	1	2.8	5.5	2,3	0,3
250	1	3.4	6.9	2,7	0,5
300	1,3	4.1	8.1	3,3	0,5
350	1,3	4.5	8.9	3,6	0,5
400	1,3	5.1	10.2	4,1	0,6
450	1,3	5.7	11.5	4,6	0,6
500	1,5	6.4	12.8	5,1	0,7
600	1,5	7.7	15.3	6,2	0,8

4.7. Укладка нагревательной ленты на вертикальных компенсаторах.

При укладке нагревательной ленты на вертикальных компенсаторах, следует учесть, что кроме обогрева транспортной трубы и вентиля выпуска продукта перекачки, необходимо обогреть трубу отвода воздуха и вентиль выпуска воздуха. Укладка нагревательной ленты на вертикальном компенсаторе проводится согласно схеме раскладки, указанной в проектной документации. Необходимая дополнительная длина нагревательной ленты в каждом конкретном случае определяется отдельно и учитывается проектной документацией. Примеры укладки нагревательной ленты приведены на рис. 9а,б,в.

4.8. Полимерные трубопроводы.

Полимерные трубопроводы обогреваются нагревательными лентами малой мощности, обычно закрепляемой с помощью крепежной ленты из металлической фольги с клейким нижним слоем. Кроме того, проектом может быть предусмотрено использование теплопроводящей пасты.

4.9. Тройник (Т - образное разветвление труб)

Монтаж нагревательной секции на тройниках выполняется согласно ПД. Нагревательная секция, для предотвращения повреждения при монтаже покровного слоя изоляции (оцинкованной кожухи), должна проходить тройник только по его образующей (см. рис10).

Можно также выполнить обогрев прямолинейного участка тройника одной нагревательной секцией, а само ответвление снабдить дополнительной коробкой с подключенной к ней другой секцией.

Минимальный радиус изгиба нагревательного кабеля указан в проектной документации. При укладке нагревательной секции не допускается прилагать растягивающее усилие более 50Н.

После монтажа нагревательных секций совместно с заказчиком и подрядчиком, осуществляющим монтаж теплоизоляции произвести проверку сопротивления изоляции нагревательных секций (см. п.п. 8.3 и п.п. 8.4).

Проверку Риз осуществляют между:

- токопроводящими жилами, соединенными вместе, и экраном.
- экраном нагревательного элемента и обогреваемой поверхностью (при обогреве нагревательными секциями пластмассовых трубопроводов - относительно земли).

Результаты проверок оформляются протоколами и записями в кабельном журнале.

4.10. Расположение и монтаж датчиков температуры.

Датчики температуры трубопровода разместить согласно ПД на обогреваемой поверхности (не менее 100 мм от нагревательной секции для труб $D > 200$ мм и в пределах не менее 60° от нагревательной секции для труб $D < 200$ мм), если нет другого указания. Для крепления датчиков температуры на трубопроводе использовать крепежи, указанные в ПД (Рис.11). Установку и крепление датчика температуры на трубопровод следует производить таким образом, чтобы исключить возможность попадания материала теплоизоляции между датчиком температуры и трубопроводом.

Датчик температуры должен устанавливаться на минимальном расстоянии от ШУ, согласно ПД. Датчик температуры должен быть удален от других источников искажения температуры.

Датчики температуры воздуха установить в соединительной коробке и выполнить подключение датчика внутри коробки. Соединительную коробку установить снаружи помещения (улица), в месте, исключая воздействие на нее прямых солнечных лучей и тепловых потоков. Проектное место установки соединительной коробки уточняется при монтаже по месту.

После окончания работ по укладке нагревательной ленты, установки датчиков температуры, соединительных коробок оформляется Акт установленного образца.

5. Монтаж силового кабеля и кабеля управления. Электрические соединения.

5.1. Открытая прокладка силовых кабелей и кабелей управления.

Если проектная документация предусматривает открытую прокладку кабелей, то следует придерживаться следующих требований:

- Открытая прокладка силовых кабелей и кабелей управления во взрывоопасных зонах должна производиться по лоткам, кабельным эстакадам, стенам, колоннам и другим строительным конструкциям (ВСН 332-74).

- Во взрывоопасных зонах всех классов внутри и вне помещения устанавливать соединительные и ответвительные кабельные муфты запрещается.

- В силовых сетях взрывоопасных зон классов В-I, В-Ia, В-Iг, В-Ie, В-II, для открытой прокладки должны применяться только бронированные кабели. Во взрывоопасных зонах классов В-Iб, В-IIa допускается применять небронированные кабели.

5.2. Монтаж изолированных кабелей и проводов в стальных трубах.

Если проектной документацией предусмотрена прокладка кабелей в металлических трубах, то следует придерживаться следующих требований:

- Во взрывоопасных зонах для монтажа трубопроводов электрических сетей следует применять только обыкновенные или легкие стальные водогазопроводные трубы и соединительные части к ним (коробки, муфты, футорки, ниппеля и т.п.).

- Соединение труб между собой, с патрубками коробок, а также с аппаратурой и вводными устройствами должны выполняться только на трубной цилиндрической резьбе.

- Применять для соединения сварку не допускается.

- Присоединения трубопроводов к аппаратам должны быть разъемными, что позволяло бы производить замену аппаратов без демонтажа труб.

- Крепление трубопроводов во всех взрывоопасных зонах должно осуществляться скобами, хомутами, и т.п.

· Подключения и электрические соединения осуществлять в шкафах и соединительных коробках. До этого силовые кабели и кабели системы управления должны быть смонтированы полностью.

· После завершения работ по прокладке и монтажу силовых кабелей и кабелей управления составляется акт установленной формы с записью в кабельном журнале и журнале прокладки кабелей.

6. Шкафы управления, распределительные коробки.

6.1. Общие положения.

Шкафы управления до монтажа должны храниться в сухом помещении. В процессе транспортировки к месту установки соблюдать осторожность, исключить удары и падения панелей и шкафов. Монтировать в специально отведенных местах, удобных для обслуживания и размещения. При монтаже ШУ должна быть обеспечена их вертикальность. Допускается разность уровней несущей поверхности под ШУ 1 мм на 1м поверхности, но не более 5 мм на всю длину несущей поверхности.

6.2. Окончательное подключение.

Монтаж силовых кабелей и кабелей управления завершить у ШУ, соединительных коробок без осуществления окончательных подключений. Перед подключениями в ШУ, силовых коробках и панелях проверить все кабели на обрыв и сопротивление изоляции. Только после завершения проверки и оформления записей в протоколе всех проведенных испытаний приступить к окончательному подключению. При подключении обеспечить надежное крепление кабелей в клеммных зажимах и маркировку кабелей в соответствии с требованиями нормативной и проектной документации.

7. ЗАЗЕМЛЕНИЕ.

После монтажа системы электрообогрева выполнить заземление в соответствии с проектной документацией и «Правилами устройства электроустановок».

Оборудование и изделия системы электрообогрева, требующие заземления, соединить специальным заземляющим проводником с имеющимся заземляющим устройством (паспорт заземляющего устройства предоставляется эксплуатирующей или Генподрядной организацией). Все соединения должны иметь защиту от воздушной коррозии и должны соответствовать местным требованиям к заземлению. Величина сопротивления заземления не должна превышать максимально допустимых значений, установленных местными государственными органами. Все незащищенные заземлители должны быть защищены от механических повреждений и помечены.

Особое внимание следует уделить заземлению металлической оболочки (экрана) кабелей. В случае ввода в разветвительную коробку или шкаф управления более 8-10 кабелей с броней, рекомендуется использовать специальные шины. На шине каждый монтажный конец фиксируется винтом, что позволяет далее вести заземление одним проводом.

Окончание работ по монтажу системы электрообогрева «Тепломаг» оформляется актом о передаче оборудования системы в пуско-наладку.

8. Пуско-наладочные работы

Основная цель испытаний - подтверждение работоспособности системы электрического обогрева в пределах допускаемых отклонений, регламентированных нормативно-технической документацией на оборудование и установление пригодности использования её в соответствии с назначением.

8.1. Приборы.

При проведении испытаний должны применяться поверенные Госстандартом средства измерений (ГОСТ Р 8.568-97 п.4.5), которые должны иметь соответствующий сертификат.

Рекомендуется использовать:

- Стандартный универсальный измерительный прибор для измерения сопротивления цепи. (Мультиметр АМ 1097 или аналогичный);
- Прибор для испытания сопротивления изоляции на 500В постоянного напряжения ("Мегомметр" - ЭСО 202/2Г);
- Цифровой LCR-метр ELC-131D;
- Измеритель тока короткого замыкания ЭКО-200;
- Измеритель температуры ИВТМ-7.
- Тепловизор ThermaCAM P25
- Омметр Ф4103
- Рефлектометр Рейс - 205

8.2. Общие положения.

Испытания и измерения смонтированной системы электрического обогрева «Тепломаг» проводятся перед приемкой их в эксплуатацию в сроки, определенные графиком производства работ по программе приемосдаточных испытаний включающие:

- Визуальный осмотр на предмет соответствия проекту смонтированной системы электрического обогрева «Тепломаг».
- Проверку работы электрических аппаратов, вторичных цепей и электропроводки напряжением до 1000В.
- Измерения заземляющих устройств и заземлителей.
- Проверку и испытания силового и кабеля управления.
- Тестирование нагревательных секций.
- Проверку работы шкафа управления.
- Настройку систем управления и контроля.

8.3. Измерение сопротивления изоляции нагревательной секции.

Измерения проводятся мегомметром ЭСО 202/2Г испытательным напряжением на 500В после установки заделок (типа ТК\.. и SK\..) между:

- токопроводящими жилами и оплеткой нагревательного элемента.
- оплеткой и обогреваемой поверхностью. В случае обогрева поверхностей из пластмасс проверять сопротивление изоляции между оплеткой и ближайшей металлоконструкцией, или между оплеткой и контуром заземления.

Результаты проверки оформляются протоколом.

Примечание:

Саморегулирующиеся (с полупроводящей матрицей) нагревательные ленты имеют температурно-зависимое сопротивление и данные по сопротивлению не являются достоверным ориентиром для определения присоединенной нагрузки. По этой причине саморегулирующиеся нагревательные ленты обычно проверяются только на сопротивление изоляции нагревательного элемента (замер производится между токонесущими жилами и оплеткой нагревательной ленты) и сопротивление изоляции оболочки нагревательного элемента (между оплеткой нагревательной ленты и контуром заземления).

8.4. Проверка сопротивления изоляции силового кабеля и кабеля управления.

Проверка осуществляется:

- между жилами кабеля (по фазно);
- между жилами кабеля и землей.

Проверку сопротивления изоляции осуществляют мегомметром ЭСО 202/2Г:

- для кабеля управления испытательное напряжение 500 В;
- для силового кабеля испытательное напряжение 2500 В.

Результаты пуско-наладочных испытаний оформляются протоколами с составлением технического отчета.

9. Настройка и испытания.

9.1. Перед пробным включением системы электрообогрева, убедиться, что имеются удовлетворительные результаты ИСПЫТАНИЙ и ОТЧЕТ для всех цепей относительно целостности, сопротивления изоляции и правильности электрических соединений.

9.2. При пробном включении произвести замеры напряжения и пусковые токи каждой секции.

9.3. Убедиться в работоспособности цепей системы управления и контроля.

- Проверить работоспособность автоматики
- Согласно инструкции по эксплуатации регулятора, указанного в проекте, произвести проверку и установку требуемого диапазона температур работы системы.

9.4. Произвести замеры рабочего напряжения и токов.

9.5. Провести индивидуальное испытание системы в течение 24 часов.

По результатам проведенных испытаний и проведения пуско-наладочных работ оформляется Акт установленного образца.

9.6. Комплексное опробование системы проводится заказчиком в течение 72 часов.

Лист ознакомления с технологической картой

№ п/п	Ф.И.О.	Подпись	Дата
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			