



**Оборудование и принадлежности  
для местной термической  
обработки**

## Оглавление

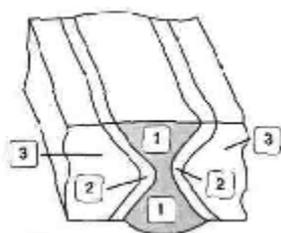
1.	НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТЕОРИИ ТЕРМООБРАБОТКИ.....	3
2.	ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ МЕСТНОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ.....	8
3.	ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ МОНТАЖА НАГРЕВАТЕЛЕЙ НА ПОВЕРХНОСТЬ ТРУБОПРОВОДА.....	14
4.	НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ КОВРИКИ.....	15
5.	ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ КОВРИКОВ.....	20
6.	ПАЛЬЧИКОВЫЕ НАГРЕВАТЕЛИ.....	21
7.	ЖЕЛОБКОВЫЕ НАГРЕВАТЕЛИ.....	22
8.	КАБЕЛИ И КАБЕЛЬНЫЕ СБОРКИ .....	24
9.	РАЗЪЕМЫ ДЛЯ КАБЕЛЕЙ И КАБЕЛЬНЫХ СБОРОК .....	28
10.	ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	29
11.	СТАЦИОНАРНАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ.....	32
12.	ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ НАГРЕВАТЕЛЕЙ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ .....	34
13.	ПРИБОРЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И РЕГИСТРАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ .....	37
14.	ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И СПРАВОЧНЫХ ПОСОБИЙ ПО МЕСТНОЙ ТЕРМООБРАБОТКЕ.....	42

# 1. Некоторые аспекты теории термообработки

## 1.1. Необходимость местной термообработки

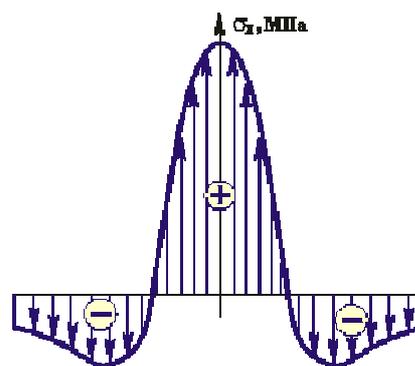
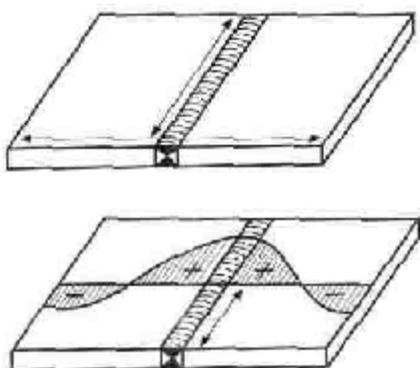
Сварные соединения, выполненные дугowymi способами непосредственно после процесса характеризуются неоднородностью структуры и свойств сварного шва, зоны термического влияния, а также наличием в них сварочных напряжений.

- Неоднородная структура и свойства, зависят главным образом от неравномерности нагрева металла при сварке. Металл шва в процессе сварки в расплавленном состоянии имеет температуру свыше  $1500^{\circ}\text{C}$ , в то время, как соседние слои металла находятся в твердом состоянии. Прочность и твердость металла шва обычно в 1,5-2 раза превышает прочность и твердость металла в основном металле. Также неравномерно распределяются в сварном соединении такие специальные свойства, как жаропрочность, хладостойкость, коррозионная стойкость.
- Вдоль сварного шва возникает область металла, которая при сварке нагревается до очень высокой температуры, а потом охлаждается до комнатной. Эта область называется зоной термического влияния (ЗТВ).



1. Навариваемый металл
2. Зона термического влияния
3. Свариваемые изделия

- Все металлы сжимаются при снижении температуры. Этому процессу в области сварки препятствуют окружающие холодные слои металла и как следствие в области сварного шва и в ЗТВ возникают остаточные сварочные напряжения. Сварочные напряжения, могут достигать значительных величин, близких к пределу текучести ( $250-350\text{ МПа}$ ). Сварочные напряжения опасны тем, что могут вызвать появление трещин в сварных соединениях, особенно из легированных сталей. Кроме того, эти стали, в производственных условиях при сварке быстро остывают, что приводит к образованию закалочных структур в сварном шве и ЗТВ, также способствующих образованию трещин. При больших остаточных напряжениях в присутствии определенных химических веществ могут происходить особый вид разрушения – коррозионное растрескивание. Например, очень малые концентрации хлоридов могут серьезно воздействовать на обычно устойчивые нержавеющие стали.



- Ещё одна проблема – водород. Если в зоне сварки окажется вода, она может попасть под электрическую дугу. Под воздействием электричества вода будет разложена на кислород и водород, который, в свою очередь, попадет в расплав. Присутствие водорода может привести к серьезным проблемам при сварке. Кроме естественных (влажная труба или лист), вода может оказаться в зоне сварки и по другим причинам. Например, определенное количество воды присутствует в электродных присадках. Она может присутствовать в виде паров в газах, используемых в газосварке. Так как электроды и другие составляющие присутствуют в течение всего времени сварки, проблема влаги остается насущной все время. В некоторых случаях водород может образовывать в сварном шве при его охлаждении сквозные поры. Но атомы водорода очень малы и могут легко выделяться из металла. Этот процесс называется диффузией водорода. При высоких температурах диффузия довольно быстрая, при низких – более медленная. Повышение температуры металла делает удаление водорода более эффективным.

Одним из основных средств решения этих проблем и повышения надежности сварных соединений является нагрев или термическая обработка, в результате которой снижается уровень сварочных напряжений, улучшается структура и свойства металла соединения, удаляется водород.

## 1.2. Виды термической обработки

### Предварительный подогрев

Предварительный подогрев – это разогрев зоны сварки перед непосредственным выполнением работ. Желательно, чтобы полоса нагрева шириной была как минимум 75 мм с каждой стороны сварочного шва и имела одинаковую температуру. Предварительный нагрев способствует удалению влаги из зоны сварки и обеспечивает фоновую температуру свариваемых поверхностей для получения качественной сварки.

### Сопутствующий подогрев

Сопутствующий подогрев на практике продолжает предварительный. Эти два термина часто путают и называют обе операции предварительным нагревом. Но во многих случаях необходимо обеспечить определённый уровень фоновой температуры свариваемых поверхностей для получения качественной сварки. Это и называется сопутствующим подогревом. Сопутствующий подогрев может использоваться по четырём причинам:

- Если поместить расплавленный металл на кусок стали, он охлаждается от очень высоких температур порядка 1700 – 1800°C до комнатной температуры. Скорость, с которой он охлаждается, называется скоростью охлаждения. Если нагреть стальную пластину перед нанесением сварочного слоя, скорость охлаждения уменьшится. Таким образом, сопутствующий подогрев уменьшает скорость охлаждения области сварки и ЗТВ.
- Сопутствующий подогрев способствует удалению из металла водорода путем диффузии.
- Сопутствующий подогрев способствует снижению остаточных напряжений. Эффект от сопутствующего подогрева особенно заметен для металлов с низкой температурой плавления (как олово или алюминий) или если коэффициент теплового расширения высок по сравнению с другими металлами (сталь).
- Такие металлы как медь и алюминий имеют высокую теплопроводность что приводит к излишнему отводу тепла из зоны сварки. Это может затруднить сварку. Предварительный и сопутствующий подогрев используется для таких металлов, чтобы избежать дефектов сварки. Толстые слои меди иногда по этой причине нагревают до 400°C.

В большинстве случаев предварительный и сопутствующий подогрев используется для стали и необходим для исключения присутствия водорода и снижения скорости охлаждения.

Трубы из низкоуглеродистых и низколегированных сталей перлитного класса подогревают (особенно в зимнее время) до 100-300 °С, что предохраняет сварное соединение при сварке от быстрого охлаждения, приводящего к возникновению трещин в шве.

### Послесварочный нагрев

Послесварочный нагрев заключается в нагревании соединения до температур, которые в достаточной степени снижают напряжения в металле. Представьте себе металл, который с подъемом температуры становится похожим на пластилин. Как мы уже говорили, после сварки остаются остаточные напряжения в металле. При повышении температуры шов не может удерживать эти напряжения и деформируется как пластичный материал. Можно считать, что в шве снято напряжение.

Послесварочный нагрев смягчает как шов, так и зону термического влияния. Это часто называют "отпуском".

## 1.3. Некоторые правила и последовательность проведения термической обработки

### Общие правила

При монтажных работах и ремонте технологического оборудования и трубопроводов сварные соединения подвергаются местной термообработке, при которой нагревают сварной шов, ЗТВ и участки основного металла, примыкающие к сварному шву с двух сторон. В отдельных случаях для сварных конструкций применяют полную (объемную) термообработку, когда сварную конструкцию нагревают целиком за один цикл (объемная термообработка шаровых резервуаров) или последовательно участками (восстановительная термообработка паропроводов и барабанов на тепловых электростанциях).

Необходимость проведения термообработки определяют научно-исследовательские институты при проведении опытных работ. При этом учитывают требования, предъявляемые к сварным соединениям, химический состав используемых металлов, эксплуатационные условия производства (температура, давление и коррозионная опасность рабочей среды, климатические условия и т. п.). Определяют вид термообработки, разрабатывают ее режимы и выпускают НТД (нормативно-технические документы), которые являются руководящим материалом при назначении и проведении термообработки.

Термообработка обычно назначается для сварных соединений из перлитных закаливаемых сталей типа 12Х1МФ и т. п.. Реже выполнять термообработку предписывают для сварных соединений из перлитных низкоуглеродистых сталей типа Сталь 20 и низколегированной стали типа 09Г2С для снижения уровня сварочных напряжений в том случае, если эти стали работают в контакте с коррозионно-опасными средами (например, газ с высоким содержанием сероводорода). Как правило, каждая отрасль промышленности имеет свои НТД по термообработке сварных соединений, которые отражают особенности данного производства. Эти документы должны проходить согласование с инспекцией Госгортехнадзора.

## 1.4. Процесс термообработки

Процесс термообработки состоит из трех последовательных этапов: нагрев до определенной температуры с заданной скоростью, выдержка при этой температуре в течение определенного времени и последующее охлаждение с заданной скоростью.

Соблюдение регламентируемых значений этих параметров имеет большое значение для качества термообработки.

### 1. Нагрев.

Высокая скорость подъема температуры из-за неравномерного прогрева свариваемой конструкции по толщине стенки приводит к возникновению значительных температурных (временных) напряжений, что может привести к образованию трещин, особенно в начальный период нагрева (до 500-550 °С).

### 2. Время выдержки

Требуется точного соблюдения и регламентируемое время выдержки. Сокращение его не позволяет снизить сварочные напряжения до требуемых минимальных значений, а также не способствует процессу полного распада закалочных структур в сварном шве и ЗТВ легированных сталей перлитного класса. Это приводит к недостаточному снижению твердости. Увеличение времени выдержки может привести к разупрочнению сварного соединения, т. е. к значительному снижению механических свойств.

### 3. Скорость охлаждения

Повышение скорости охлаждения при отпуске выше 400 °С/ч способствует возникновению значительных температурных напряжений, которые, складываясь со сварочными напряжениями, могут привести к образованию трещин (особенно у толстостенных сварных соединений). При охлаждении продолжается распад закалочных структур, поэтому повышенная скорость охлаждения нежелательна. В то же время при аустенизации необходима высокая скорость охлаждения, которая способствует распаду ферритной составляющей структуры шва и ЗТВ. Для сварных соединений сталей перлитного класса обычно допускают охлаждение под слоем теплоизоляции без контроля температуры (практика показала, что при этом скорость охлаждения не превышает 400 °С/ч).

## 1.5. Виды послесварочной термообработки

В монтажных и ремонтных условиях для сварных соединений трубопроводов и оборудования применяют следующие виды термообработки: высокий отпуск, нормализацию, термический отдых, стабилизирующий отжиг и аустенизацию.

### Высокий отпуск

Это вид термообработки, которая следует за закалкой. При закалке стали, весь углерод остается связанным в кристаллической структуре. Если мы снова нагреем металл, но до более низкой температуры, чем раньше, весь углерод, или его часть, перейдет в свободное состояние. Такой нагрев после закалки называется отпуском. В результате получается более мягкий металл, имеющий большую пластичность, т. е. возможность изменения формы без разрушения. Отпуск может производиться как при малых температурах порядка 100°С, так и при высоких порядка 760°С. Отпуск очень важен при послесварочном нагреве. Мы уже говорили о том, что зона сварки и ЗТВ может очень быстро охлаждаться от очень высоких температур – как при закалке. Это особенно заметно в толстых слоях металла. Если вы проведете испытания на твердость, вы увидите, каких значений может достигать эта твердость. Послесварочный нагрев вместе со снятием напряжений смягчает зону сварки и ЗТВ, улучшая их свойства. Таким образом, испытание на твердость может быть хорошим тестом на качество и эффективность послесварочного нагрева. Степень уменьшения твердости зависит от температуры нагрева: чем выше температура, тем мягче станет металл. Она также зависит от времени поддержания температуры, но это время имеет тем меньшее значение, чем дольше нагрев. Большинство стальных пластин или труб, которые мы подвергаем послесварочному нагреву, поставляются уже закаленными и отпущенными. Поэтому надо внимательно следить, чтобы не перегреть металл. Это может привести к существенному падению прочности стали. Время также имеет значение. При высоком отпуске сварное соединение нагревают до температуры на 20-30 °С ниже температуры критической точки Ас1, выдерживают в течение 1 – 5 ч и затем медленно охлаждают. При этом на 70-90% снижается уровень сварочных напряжений, происходят структурные изменения в сварном шве и ЗТВ, заключающиеся для низколегированных сталей в распаде закалочных структур, что в конечном итоге приводит к заметному снижению твердости и повышению пластичности металла. Высокому отпуску обычно подвергают сварные соединения труб из сталей перлитного класса. При проведении высокого отпуска большое значение имеет точность соблюдения регламентируемого режима термообработки. Отклонение от заданного режима может привести к существенному ухудшению механических и специальных свойств сварного соединения.

### Нормализация

Сварное соединение нагревают до температуры на 20-30 °С выше температуры критической точки Ас3, выдерживают в течение непродолжительного времени и охлаждают на спокойном воздухе. Цель нормализации – получить однородную мелкозернистую структуру металла и улучшить механические свойства сварного соединения, а также снизить уровень сварочных напряжений. Нормализации чаще всего подвергают сварные соединения тонкостенных труб малого диаметра из низколегированных сталей перлитного класса, соединенные газовой сваркой, которые в исходном состоянии (после сварки) имеют крупнозернистую структуру с пониженными пластическими свойствами.

## **Нормализация с последующим высоким отпускком**

При восстановительной термообработке паропроводов ТЭС из стали 12Х1МФ применяют термообработку по режиму улучшения (нормализация с последующим высоким отпускком), для снижения уровня эксплуатационных и сварочных напряжений, а также восстановления структуры и свойств металла, изменившихся в процессе длительной эксплуатации и сварки.

Этот режим термообработки применяется при использовании шлаковой сварки.

### **Термический отдых**

Сварное соединение нагревают до 250-300 °С и затем выдерживают в течение нескольких часов. При термическом отдыхе уменьшается содержание водорода в сварных соединениях, а также несколько снижается уровень сварочных напряжений. Отдых обычно назначают для сварных соединений толстостенных конструкций, для которых трудно выполнить термообработку по режиму высокого отпуска.

### **Стабилизирующий отжиг**

Ферритные стали, меняют свою кристаллическую структуру при повышении температуры до 800-900°С. При повышении температуры сталь может перейти из одной формы в другую даже без плавления. Для низколегированных сталей формы их твердого состояния имеют специальные названия.

Нагревание стали на 20°С и более сверх этого уровня, называется аустенитизацией. Это действие является основным для многих других сложных видов термообработки.

Аустенитная форма сильно отличается от ферритной. В аустенитной стали растворяется любое количество углерода, как сахар в воде. Ферритная же берет в себя только небольшое количество, отторгая остальное, если возможно. Это легко видеть под микроскопом.

Отжиг состоит из двух частей. Сначала сталь приводится в аустенитное состояние, затем очень медленно охлаждается. В результате мы получаем мягкий и легкообрабатываемый металл, в котором связан почти весь углерод.

При стабилизирующем отжиге сварное соединение нагревают до 850-870 °С, выдерживают в течение 2-3 ч и охлаждают на воздухе. Такая термообработка приводит к снижению сварочных напряжений на 70-80% и обеспечивает стабильную структуру, хорошо противодействующую возникновению межкристаллитной коррозии. Стабилизирующий отжиг применяют для сварных соединений трубопроводов из высоколегированных сталей аустенитного класса марок 08Х18Н10Т и т. п.

### **Аустенизация**

Мы уже показали, что большинство низколегированных сталей при применении послесварочного нагрева меняют свою структуру при изменении температуры.

Теперь вы немного знакомы с терминологией перехода от ферритной к аустенитной форме. Температура перехода обычной углеродистой стали из одной формы в другую примерно 900°С. При добавлении различных элементов (хрома, молибдена и т. д.) температура перехода также меняется. В некоторых случаях она повышается, в некоторых – понижается. Никель, например, понижает температуру. При содержании 18% хрома и 8% никеля сталь является стабильно аустенитной при комнатной температуре. Поэтому для этой нержавеющей стали используется термин "аустенитная".

Однако, коррозионная стойкость стали часто зависит от углерода, выделяющегося из стали при нагревании до 500-800°С. Хотя обычно можно снять остаточные напряжения при 850-900°С, чаще используется расплавляющий нагрев или аустенизация. При этом весь углерод переходит в расплав при 1050°С или около того, а быстрое охлаждение предотвращает кристаллизацию углерода из расплава.

При аустенизации сварное соединение нагревают примерно до 1080-1130 °С, выдерживают в течение 1-2 ч и охлаждают на воздухе. В результате аустенизации удается получить однородную структуру аустенита, улучшить механические свойства стали и снизить уровень сварочных напряжений. Аустенизации подвергают сварные соединения трубопроводов из высоколегированных сталей аустенитного класса марок 08Х18НЮТ и др. Аустенизация способствует снижению сварочных напряжений на 70-80% и повышению пластичности металла сварного соединения, при этом обеспечивается выравнивание структуры металла шва и ЗТВ. Соблюдение температуры нагрева имеет большое значение для работоспособности сварного соединения. Когда термообработка протекает при температурах ниже регламентируемых, получить однородную аустенитную структуру невозможно, а превышение заданных температур может вызвать рост зерна в металле шва и тем самым повысить склонность металла к растрескиванию.

**Имеется множество марок нержавеющей стали и видов термообработки. Хотя информация, приведенная выше, может быть полезной, во всех случаях следует обращаться к квалифицированным специалистам**

## **1.6. Зоны нагрева и время выдержки**

В понятие "режим термообработки сварного соединения", кроме вышеуказанных видов термообработки, температуры и скорости нагрева, времени выдержки, скорости (характера) охлаждения, входят значения зон полного и равномерного (в пределах температуры термообработки) нагрева, методы нагрева и контроля температуры. В некоторых случаях также оговаривают время допустимого перерыва между окончанием сварки и началом термообработки, толщину и ширину теплоизоляции сварного соединения. В зарубежной практике к режиму термообработки относят предварительный и сопутствующий подогрев.

Значение зоны полного нагрева равно ширине установленного на сварное соединение электронагревателя (зона А). Зона равномерного нагрева в пределах 30 °С (например, 710-740 °С) равна 2/3 зоны полного нагрева.

Значение зоны равномерного нагрева как правило, задается нормативно-технической документацией и в общем случае равно ширине шва плюс ширина участков, равных двум-трем толщинам стенки в каждую сторону от сварного шва.

Время выдержки рассчитывается индивидуально. Например, для сосудов и аппаратов исходя из 2,5 – 3 минут на каждый миллиметр толщины стенки, но не менее 2 часов.

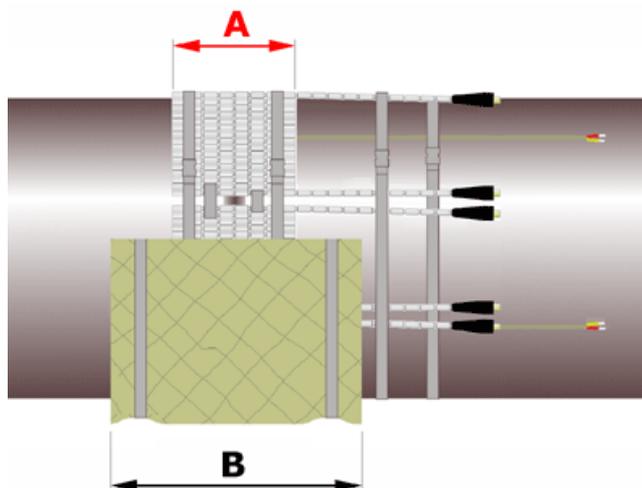


Рис. 1. Схема установки нагревателей и теплоизоляции

А – зона, занимаемая нагревателем

В – теплоизоляция

### 1.7. Подбор нагревательных элементов для термообработки кольцевых сварных швов

Подбор нагревательных элементов для термообработки кольцевых сварных соединений осуществляется в следующем порядке. Для примера подберем нагревательные элементы для высокого отпуска кольцевого сварного шва на трубопроводе диаметром 219 мм с толщиной стенки 20 мм из стали 15Х5М.

На первом этапе определяется необходимая ширина зоны равномерного нагрева. Стандартно она принимается равной трем толщинам стенки в каждую сторону от сварного шва. В нашем примере, ширина зоны равномерного нагрева составит не менее  $20 \cdot 3 = 60$  мм в каждую сторону от сварного шва.

Температура термообработки стали 15Х5М по режиму высокого отпуска составляет 720 – 750°С. При одностороннем нагреве трубопроводов до температур свыше 700°С и отсутствии теплоизоляции изнутри, начинаются активные потери тепла внутрь трубопровода за счет излучения. В данном случае необходимо, чтобы зона А, занимаемая нагревательными элементами (см. Рис. 1), превышала ширину зоны равномерного нагрева минимум вдвое. Таким образом, ширина зоны, занимаемой нагревательными элементами, должна быть не менее  $60 \cdot 2 = 120$  мм в каждую сторону от сварного шва.

На следующем этапе определяется длина нагревательного пояса по окружности трубы. В нашем примере она равна  $(219+10) \cdot 3,14 = 719$  мм, где 10 мм - толщина керамических изоляторов, из которых изготовлены нагревательные элементы, постоянная величина. При большой ширине зоны, занимаемой нагревательными элементами, рекомендуется разделить ее на несколько нагревательных поясов, которые будут располагаться симметрично относительно сварного шва. В нашем примере зона делится на два пояса. Из таблицы типоразмеров нагревателей (см. раздел 4.5) с учетом рабочего напряжения, используемого для питания нагревательных элементов, подбираются нагреватели с шириной не менее 120 мм и длиной, позволяющей разместить целое количество нагревателей в поясе без перекрытия. При этом зазор между нагревателями по окружности не должен быть более 25 мм. Таким образом, в нашем примере, при использовании источников напряжения на 60 В, необходимо выбрать нагревательный элемент размером 355x150 мм (код заказа 161407, см. пункт 4.5.2). При этом в каждом нагревательном поясе будет по 2 нагревательных элемента, зазор между нагревателями составит  $(719-355 \cdot 2)/2 = 4,5$  мм.

Такой вариант подбора нагревательных элементов будет оптимальным и с точки зрения подключения к установкам мощностью 75 и 150 кВА (см. раздел 2.1) позволяющим подключать по 4 нагревательных элемента на каждый канал. Соответственно можно одновременно выполнить термообработку 6 или 12 сварных швов указанного выше типоразмера. Каждый канал установки управляется одной термопарой, таким образом, установив термопару в верхней точке сварного шва, будет в точности выполнено требование ОСТ 36-50-86 по количеству термопар необходимых для контроля температуры.

## 2. Оборудование для управления процессом местной термообработки

### 2.1. Установки для местной термообработки

#### 2.1.1. Общие сведения

С появлением новых установок процесс термообработки стал максимально простым и безопасным для оператора. Установки для местной термообработки различаются способом управления работой нагревателей, мощностью, количеством каналов управления, количеством каналов регистратора и количеством регистраторов. Практически заказчик имеет возможность либо самостоятельно специфицировать всё, что ему необходимо для работы исходя из собственного опыта, либо воспользоваться накопленными нами знаниями.



Рис. 2. 12-ти канальная установка для термообработки, модель PT150-12

#### Мощность установки

Различная мощность установок, в конечном счёте, это число нагревателей, которое возможно подключить для одновременной работы. Соответственно для установок 50кВА – 18, 70кВА – 24, 100кВА – 36, 150кВА – 48 нагревателей. Различная мощность установок выбирается в зависимости от характера работ. В наших установках применены мощные трёхфазные трансформаторы с естественным воздушным охлаждением. Вследствие чего, уровень шума установки значительно снижен.

**По Вашему заказу мы можем изготовить установки любой мощности.**

#### Число каналов

Мощность установки разделяется на каналы. Например, если установка 70кВа имеет 6 каналов, то на каждый канал можно подключить по  $24/6=4$  нагревателя. Соответственно управление ведётся по каждому из каналов, и регистратор температуры фиксирует диаграмму работы каждого канала. Это означает, что при необходимости обязательной паспортизации каждого стыка, такой установкой можно одновременно термообработать 6 стыков диаметром до 325 мм включительно. Обычно этого вполне достаточно для работы в условиях монтажной организации. С трубами свыше 159 мм и толщине стенки более 20 мм уже требуется установка нагревателей двумя поясами (симметрично в каждую сторону от сварного шва), по два и более нагревателя в каждом поясе, поэтому для термообработки одного стыка приходится задействовать 2 и более каналов управления.



Для работы с трубами малого диаметра в установке сделаны выводы вторичного напряжения 30В. Если Вам достаточно часто приходится иметь дело с трубами меньшего диаметра, то целесообразно использовать 12 канальную установку, помогающую наиболее полно использовать мощность установки, выполняя одновременно больший объём работы.

### Управление работой нагревателей

Возможно автоматическое и ручное управление.

Автоматическое управление работой осуществляется по заданной оператором программе. Встроенный в установку программатор анализирует показание термопар и сравнивает их с заданной программой. В зависимости от изменения температуры включает или выключает нагреватели.

В основном используются 2 типа программаторов.

Тип первый: индивидуальный программатор для каждого канала. Такие программаторы очень удобны при монтаже трубопроводов. Они позволяют задавать индивидуальные программы для каждого канала и выполнять старт программы в разное время по мере готовности сварных стыков.

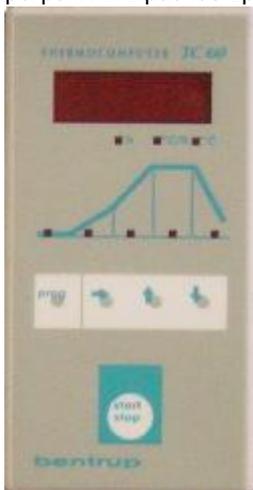


Рис. 3. Программатор TC60

Технические данные программатора модели TC-60	
Программные характеристики	- Задержка времени запуска – 0 – 10 часов - 1-я скорость нагрева – 0 – 998°/час до 1320° - 2-я скорость нагрева – 0 – 999°/час до 1320° - Температура выдержки – 0 -1320° - Время выдержки – 0 – 80 часов - Скорость охлаждения 0 – 998°/час - 5 предустановленных программ с возможностью редактирования.
Управление	PID контроллер
Класс точности	0,5%
Защита при разрыве термопары	Автоматическое отключение, индикация ошибок
Контрольная температура	20
Контроль процесса	Светодиодная индикация процесса
Ввод программы	5 клавиш управления
Параметры	параметра PID регулятора Возможность отображения на дисплее текущей температуры или температуры по программе

Тип второй: один программатор на все шесть каналов. Такой программатор очень удобен при термообработке труб большого диаметра и корпусов аппаратов и используется в основном в установках большой мощности. При термообработке изделий большого диаметра возникает естественная разница между температурой внизу и вверху сварного шва. Главное достоинство данного типа программаторов в том, что он выравнивает температуру на всех каналах управления при выходе на выдержку. До выравнивания, каналы, достигшие нужной температуры, находятся в режиме ожидания.

Ручное управление это применение регулятора мощности. Регулятор мощности – устройство, обеспечивающее определённую скважность включения нагревателей на канале, то есть другими словами определённое время, при котором нагреватели выключены, и определённое время при котором нагреватели включены. Вращая ручку регулятора и следя за показаниями регистратора температуры можно подобрать нужную скорость нагрева или температуру выдержки.



Рис. 4. Фрагмент передней панели

(регулятор мощности, амперметр, неоновый индикатор включения контактора, переключатель режима управления автоматический/ручной)

## 2.1.2. Технические характеристики



Вид спереди

Вид сзади

Рис. 5. Общий вид установки для местной термообработки серии РТ

Модель	РТ50-6	РТ75-6	РТ100-12	РТ150-12
Код заказа	750050	750075	750100	750150
Корпус	Жёсткий рамный корпус с порошковой покраской и дополнительным лаковым покрытием. Съёмные панели по всем сторонам корпуса обеспечивают удобный доступ. Силовые гнёзда на задней панели. Для передвижения вручную специальные колёса. Усиленное основание для транспортировки погрузчиком. На верхней панели 4 рым болта для передвижения краном.			
Трансформаторы	Естественное воздушное охлаждение Класс изоляции – Н Напряжение на первичной обмотке – 50 Гц, 3 отвода 380, 400, 415В			
Мощность при 100% нагрузке.	50кВт	75кВт	100кВт	150кВт
Рабочее напряжение (вторичная обмотка)	0 – 30 – 60В			
Номинальная мощность на канале	8,1 кВт 3 нагревателя	10,8 кВт 4 нагревателя	8,1 кВт 3 нагревателя	10,8 кВт 4 нагревателя
Количество каналов	6	6	12	12
Потребляемый первичный ток при 100% нагрузке	80А	110А	160А	240А
Безопасность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контроль рабочей температуры трансформатора с принудительным отключением при перегрузке или коротком замыкании.</li> <li>• Аварийный выключатель грибового типа.</li> <li>• Контактное напряжение относительно земли 30В.</li> <li>• Устройство защитного отключения 300мА. (опция по заказу)</li> <li>• Блок стабилизации управляющего напряжения. (опция по заказу)</li> <li>• Индивидуальная защита каждого канала через предохранитель</li> </ul>			
Контактное напряжение относительно земли	Максимум 30В с быстродействующим размыканием через встроенное устройство защитного отключения 300 мА			
Регистратор	12-ти канальный, электронный. Запись на диаграммную бумагу 180 мм (по заказу – безбумажный регистратор) (по заказу в установки 100 и 150 кВА ставятся 2 регистратора)			
Термопарные входы	12 термопарных панельных разъёмов тип К (ХА)			
Тип используемого программатора	ТС-60 с специальным программным обеспечением, отдельное управление по каждому каналу  По заказу  Р250А или Р256А в случае управления всех каналов по одной программе			
Визуальный контроль работы каналов	Неоновый индикатор Амперметр 200А			
Ручное управление	Регуляторы мощности на каждом канале			
Размеры, ДхШхВ	940x750x1680	940x750x1680	1340x850x1680	1340x850x1680
Вес	450	580	700	900

Для примерного определения необходимой мощности установки предлагаем таблицу с расчётом необходимого количества нагревателей

Наружн. Диаметр трубы мм	Код нагреват.	Размеры нагреват. Мм	Кол-во нагреват. В поясе, шт.	Кол-во поясов нагрева шт.	Общее кол-во нагреват. На стык, шт.	Макс. кол. термооб. Стыков на установке 50 кВА, 6 каналов	Макс. кол. термооб. Стыков на установке 70 кВА, 6 каналов	Макс. кол. термооб. Стыков на установке 100 кВА, 12 каналов	Макс. кол. термооб. Стыков на установке 150 кВА 12 каналов
<b>Трубы малого диаметра</b>									
Для таких труб обычно используются 30В нагревательные ленты, при этом возможно 2 варианта подключения:									
1. Подключение 2-х нагревателей последовательно (термообработка 2 стыков на каждом канале одновременно с регулировкой температуры только по одному из них). В этом случае максимальное количество одновременно термообрабатываемых стыков можно увеличить вдвое.									
2. Подключение через специальный 30В выход от установки (термообработка одного стыка на каждом канале).									
25	132402	650x45	1	1	1	6	6	12	12
27	132402	650x45	1	1	1	6	6	12	12
32	132402	650x45	1	1	1	6	6	12	12
42	132402	650x45	1	1	1	6	6	12	12
<b>Трубы среднего и большого диаметра</b>									
57	164802	1220x45	1	1	1	6	6	12	12
89	164802	1220x45	1	1	1	6	6	12	12
114	161507	380x150	1	1	1	6	6	12	12
159	162005	510x105	1	2	2	6	6	12	12
219	161407	355x150	2	2	4	3	6	6	12
273	161706	430x125	2	2	4	3	6	6	12
325	162005	510x105	2	2	4	3	6	6	12
426	161307	330x150	4	2	8	2	3	4	6
530	161606	410x130	4	2	8	2	3	4	6
820	161407	355x150	7	2	14	1	1	2	3

### 2.1.3. Схема подключения установок для местной термообработки

Подключение нагревательных элементов и термопар к установке производится соединительными кабелями. Обычно сварочные стыки находятся на значительном удалении от установки, поэтому используются силовые кабельные сборки разной длины, выбираемой заказчиком в зависимости от особенностей работы (обычно 30 метров). Силовые сборки состоят из двух силовых кабелей и компенсационного провода для безошибочной передачи сигнала от термопары (подробнее о работе термопар см. стр. 37). Нагреватели должны быть подключены параллельно, поэтому используются кабели разделители. Число ветвей в кабеле разделителе, а также сечение кабеля силовой сборки зависит от мощности установки и максимального числа нагревателей, подключаемых к каждому каналу.

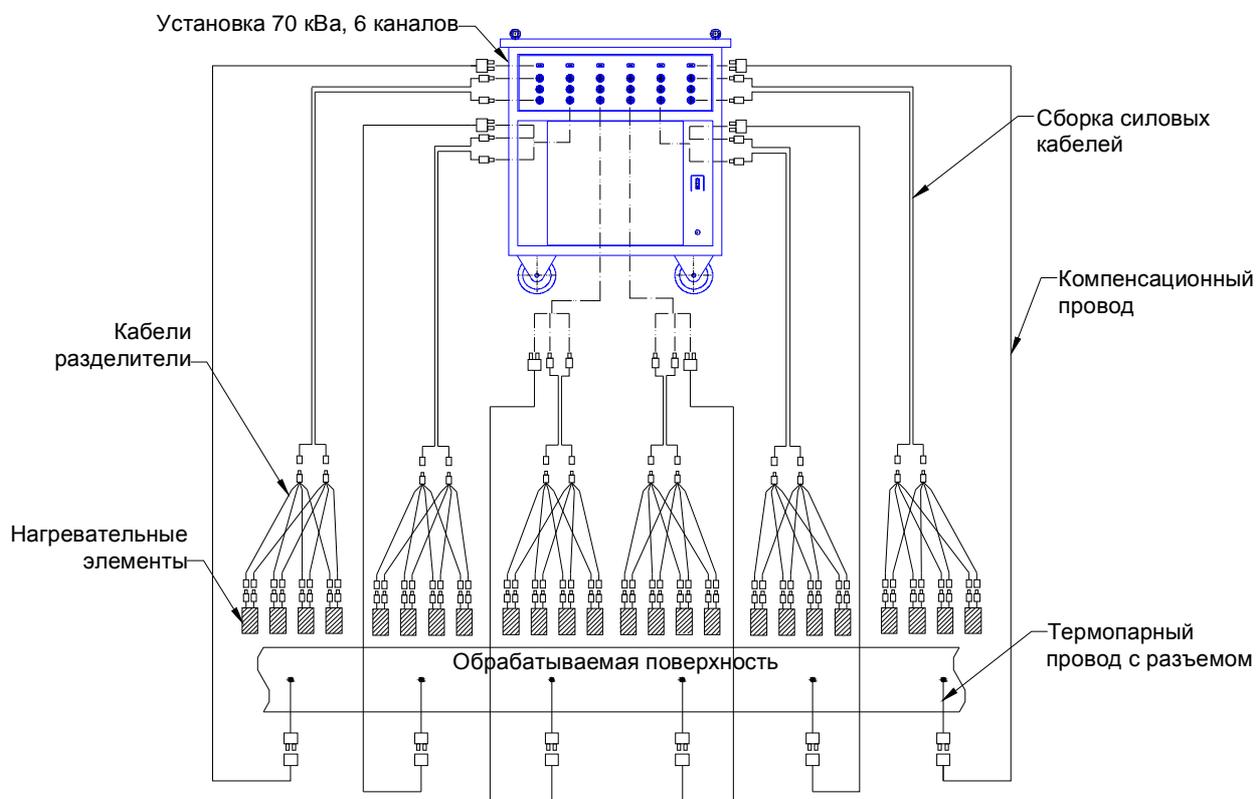


Рис. 6. Схема подключения установки для местной термообработки

## 2.2. Контактные модули для контроля и управления процессом термообработки

### 2.2.1. Общие сведения



Рис. 7. Контактный модуль контроля термообработки серии КМКТ

Качество термообработки определяется возможностью точного регулирования скорости нагрева, выдержки и скорости охлаждения. При применении Оператору приходится постоянно следить за показаниями регистратора температуры, корректируя процесс балластными реостатами. При выполнении термообработки на нескольких сварных швах одновременно и становится сложно контролировать все изменения температуры.

Для решения этих проблемы наша компания разработала специальные контактные модули, предназначенные для полной автоматизации процесса термообработки. Оператору остаётся только задать программу.

Модули рассчитаны на использование источника постоянного или переменного напряжения 30 - 80В. Они компактны и удобны в использовании. Одновременное применение регулятора мощности и программного температурного контролера обеспечивает возможность проведения термообработки как в ручном, так и в автоматическом режиме.

Контроллер сам анализирует показания термопары и сравнивая их с заданной программой включает или выключает контакторы, отражая на дисплее текущую температуру нагрева и показывая в какой точке выполнения программы он находится. Программирование сводится к заданию скорости нагрева до заданной температуры, времени выдержки и скорости охлаждения (°С/час) и занимает в среднем 3-4 минуты. Вы можете сохранить в памяти контроллера до 5 наиболее часто повторяющихся программ. В ручном режиме работой контакторов управляет регулятор мощности.

Контроллер имеет термопарные разъёмы типа "К" вход/выход, к которым на вход подключается компенсационный провод от термопары, а на выход компенсационный провод от регистратора температуры.

### 2.2.2. Технические характеристики

Напряжение питания в цепи управления	220 В, 50 Гц
Количество каналов регулирования	2*
Режимы регулирования температуры	Ручной и автоматический
Напряжение в силовой цепи	~30 – 80В или ±30 – 80В
Номинальный ток	180 А
Максимальный ток	270 А
Регулировка скорости нагрева	2 этапная
Задержка времени запуска программы	0.00 – 10.00 часов
Скорость нагрева 1 этап	10 – 700 °С/час или максимально возможная
Скорость нагрева 2 этап	10 – 700 °С/час или максимально возможная
Максимальная температура нагрева	20 – 1260°С
Время выдержки	0.00 – 80.00 часов
Скорость охлаждения	10 – 700 °С/час или естественная
Количество сохраняемых в памяти программ	5
Тип термопар	ХА
Точность регулирования	0,5%
Масса, кг	Не более 11,5
Габаритные размеры	270x210x370 мм

\* По заказу поставляются 3, 4, 6 канальные контактные модули.

### 2.2.3. Схема подключения модулей КМКТ

Подключение нагревательных элементов и термопар к контактному модулю КМКТ производится соединительными кабелями. Также, как и при подключении термообработывающих установок, часто сварочные стыки находятся на значительном удалении от модулей, поэтому используются силовые кабельные сборки разной длины, выбираемой заказчиком в зависимости от особенностей работы (обычно 30 метров). Силовые сборки состоят из трех силовых кабелей (один идет от модуля КМКТ к нагревателям, второй от модуля к сварочному трансформатору, третий - от трансформатора к нагревателям) и компенсационного провода для безошибочной передачи сигнала от термопары (подробнее о работе термопар см. стр. 37). Как и при использовании установок, нагреватели должны быть подключены параллельно, поэтому используются кабели разделители. Число ветвей в кабеле разделителя (максимально возможное число одновременно подключенных нагревателей) для модуля КМКТ-2/180 составляет 4 шт., для модуля КМКТ-2/270 - 6 шт.

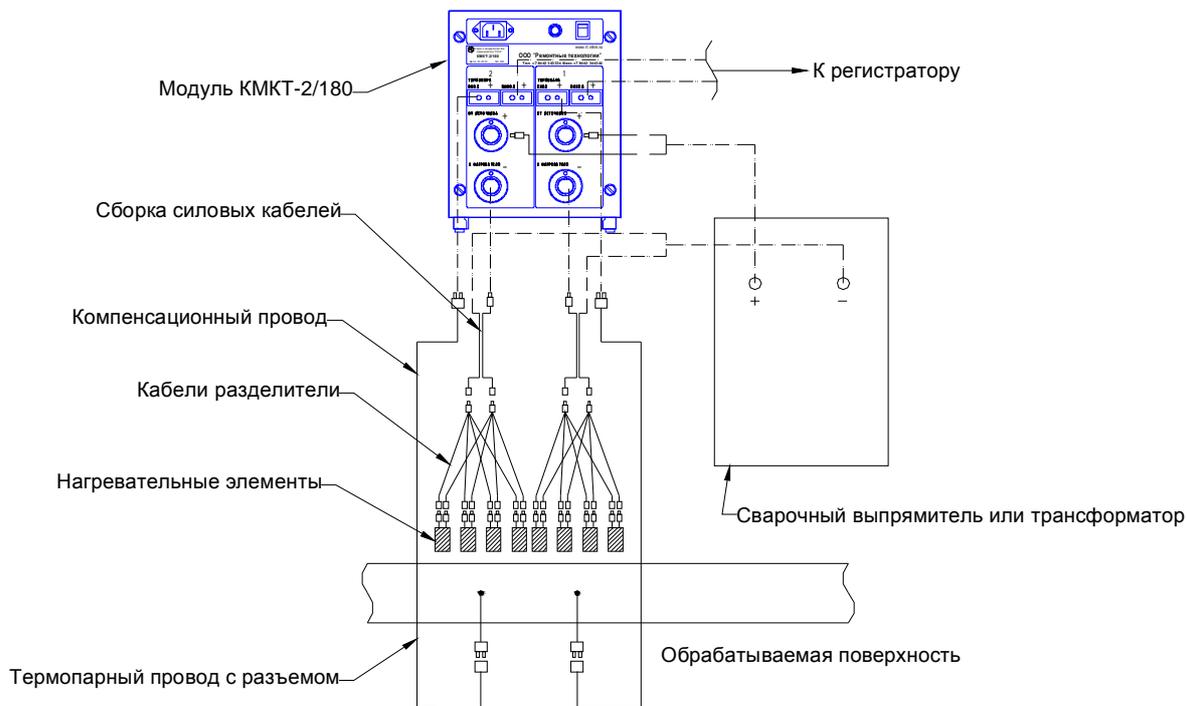


Рис. 8. Схема подключения контакторного модуля КМКТ-2/180

### 2.3. Сведения о разрешительных документах

Все установки для местной термической обработки серии РТ и контакторные модули серии КМКТ, выпускаемые нашим предприятием, сертифицированы в системе ГОСТ Р, имеют разрешение Госгортехнадзора на применение на опасных объектах.

Регистраторы температуры, которыми оснащаются все установки, внесены в реестр средств измерения Российской Федерации, поставляются поверенными с представлением соответствующего свидетельства о поверке.



Рис. 9. Примеры разрешительных документов, выданных на установки для местной термической обработки серии РТ и контакторные модули КМКТ

### 3. Последовательность монтажа нагревателей на поверхность трубопровода

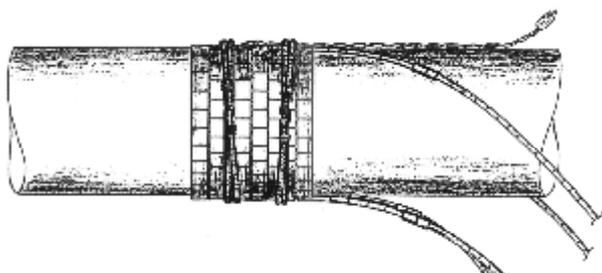
1. Приварка термопарного провода.



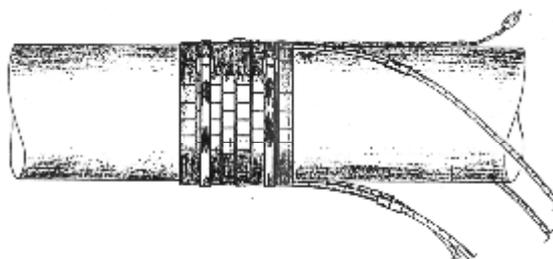
2. Защита места приварки от воздействия излучения нагревателя.



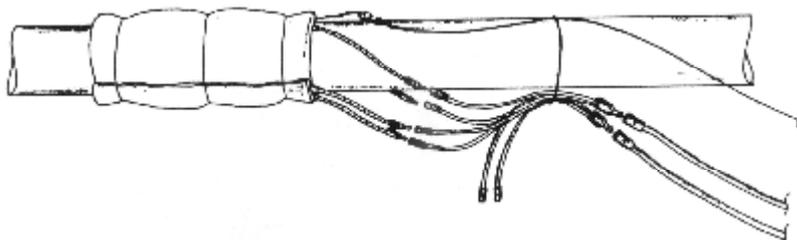
3. Предварительная установка и фиксация нагревателей с помощью резиновых жгутов.



4. Фиксация нагревателей с помощью бандажной ленты.



5. Установка теплоизоляции и соединение разъемов.



## 4. Нагревательные коврики

### 4.1. Конструкция нагревательных ковриков

Изготовленные из термостойких материалов коврики способны работать при температуре до 1200°C и могут запитываться, как и от термообрабатывающих установок, так и от сварочных трансформаторов. Многожильный элемент (19 жил) из нихромовой проволоки, электрически изолирован нанизанными и соединенными между собой бусинами из глинозема, обеспечивающими высокую теплопроводность ковриков и надежную электробезопасность. Холодные концы выполнены из многожильной никелевой проволоки с низким сопротивлением. Изоляторы разъёмов выполнены из специального эпоксидного стекломатериала выдерживающего температуру до 260°C.

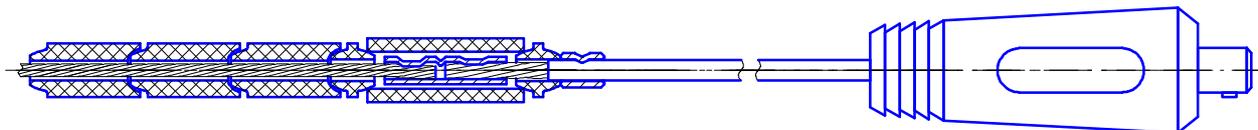


Рис. 10. Термообработка сварного стыка труб диаметром 620 мм с толщиной стенки 30 мм

### 4.2. Конструкция холодного конца нагревательного коврика

Нагреватели разных производителей термообрабатывающего оборудования различаются конструкцией "холодного конца" (проводник с низким сопротивлением разделяющий нихромовый тросик и соединительный разъём, такой проводник необходим для того, чтобы снять температуру с разъёма, т.е. предотвратить его нагрев и обгорание изолятора на разъёме) и типом используемого разъёма. По заказу могут быть изготовлен и поставлены нагреватели с любым типом разъёма и любой конструкции.

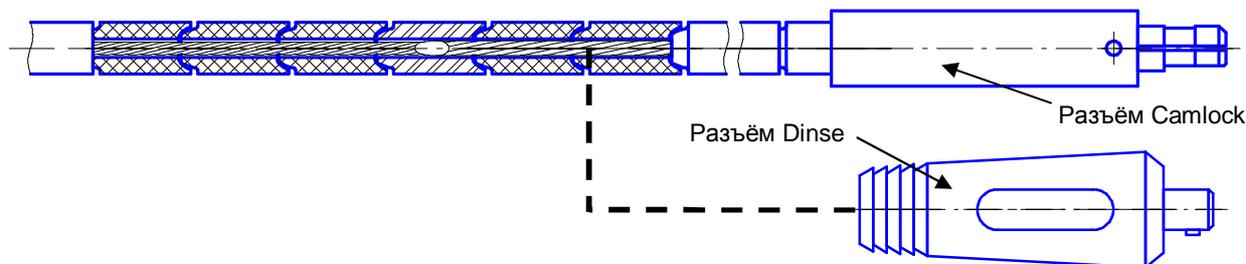
#### 4.2.1. Тип исполнения с тефлоновым проводом



Узким местом такой конструкции холодного конца является использование никелевой обжимной муфты соединяющей нихромовый тросик и медный проводник в тефлоновой изоляции. Муфта очень удобна при ремонте и изготовлении нового нагревателя, но при нагреве достаточно часто происходит обрыв в месте соединения уже после 15 – 18 циклов. Производитель муфты даёт гарантию её бесперебойной работы только при температурах до 650°C, а место соединения, попадая под теплоизоляцию, может нагреваться до 1000°C. Высокая температура и является причиной обрыва. При использовании данного типа "холодного" конца, время работы нагревательного коврика при прочих равных снижается до 19 – 25 циклов.

#### 4.2.2. Тип исполнения с никелевым тросиком

В этом случае конструкция холодного конца нагревателей предполагает использование никелевого тросика, защищённого круглыми бусинами в качестве холодного конца, и соединение с нихромовым тросиком посредством сварки в аргоне.

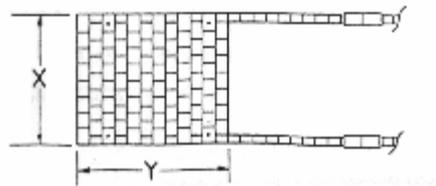
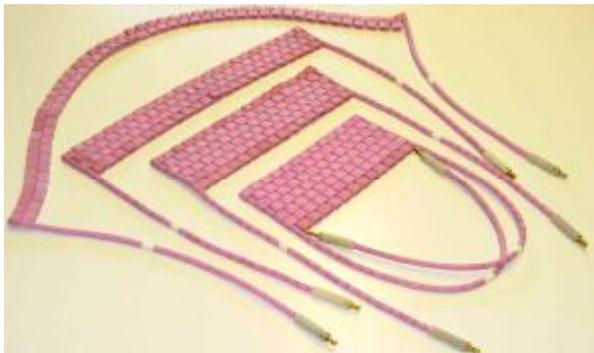


Сварка обеспечивает гораздо более прочное соединение, как при нагреве, так и при механической нагрузке. Время работы нагревательного коврика составляет 30-40 циклов. При такой конструкции возможно использование обоих типов разъёмов. Разъёмы Camlock имеют преимущество перед Dinse, так как изолятор разъёма выполнен не из резины, а из стекловолоконного материала, который выдерживает температуру до 260°C.

### 4.3. Виды нагревателей

Гибкие керамические коврики в зависимости от конфигурации различаются на стандартные, растяжные, П-образные и нагревательные ленты.

#### 4.3.1. Стандартные коврики (поперечного и продольного нагрева)



Нагреватель сгибается по оси X

Рис. 11. Гибкий керамический нагревательный коврик

Данный вид ковриков является самым распространенным и предназначен для выполнения местной термообработки цилиндрических и плоских поверхностей. Подробнее типоразмеры и модификации нагревательных ковриков описаны в разделе 4.5.

#### 4.3.2. Растяжные коврики

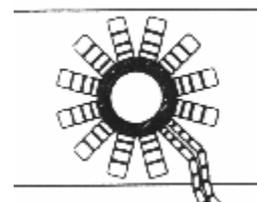
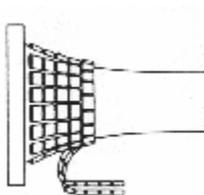


Рис. 12. Растяжной керамический коврик мод. 361208

Применяются для термообработки конических и короннообразных деталей, а так же для термообработки штуцеров. В растяжном исполнении могут быть выполнены различные коврики на любое напряжение. Подробности можно узнать при оформлении заказа.

#### 4.3.3. Нагревательные ленты

Применяются главным образом для термообработки сварных швов на отводах и в местах с ограниченным доступом.

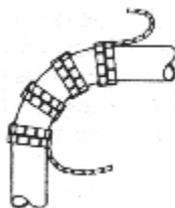
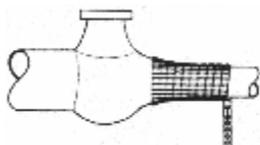


Рис. 13. Нагревательная лента мод. 206010

#### 4.3.4. П-образные нагревательные коврики

Данный вид нагревательных ковриков применяется при термообработке мест приварки штуцеров малого диаметра.

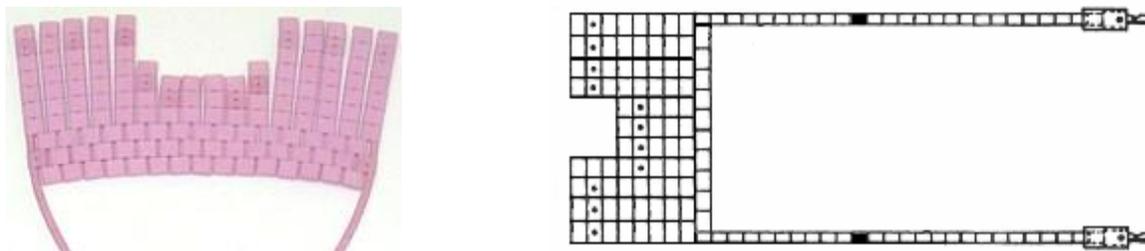
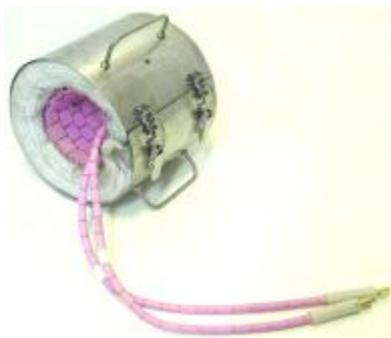


Рис. 14. П-образный нагревательный коврик мод. 308205

Код заказа	Описание
303200	П-образный нагреватель 150x145 30В, 45А, 1.35кВт для проведения термообработки штуцеров наружным диаметром от 20 до 60 мм <b>(Внимание для обеспечения использования стандартного напряжения 60В два нагревателя подключаются последовательно)</b>
306200	П-образный нагреватель 280x190 60В, 45А, 2.7 кВт для проведения термообработки штуцеров наружным диаметром от 60 до 90 мм
306205	П-образный нагреватель 255x235 60В, 45А, 2.7 кВт для проведения термообработки штуцеров наружным диаметром от 90 до 120 мм
306210	П-образный нагреватель 330x190 60В, 45А, 2.7 кВт для проведения термообработки штуцеров наружным диаметром от 120 до 140 мм
306215	П-образный нагреватель 350x190 60В, 45А, 2.7 кВт для проведения термообработки штуцеров наружным диаметром от 140 до 170 мм

Примечание: П-образные коврики могут быть выполнены на любое напряжение (30, 60, 70, 80 В).

#### 4.3.5. Скрепленные нагреватели



Применяются в тех случаях, когда требуется частая термообработка сварных стыков на трубах одного и того же диаметра.

Наружный кожух из нержавеющей стали, с удобно расположенными ручками и защелками, поможет экономить время, затрачиваемое на монтаж и демонтаж нагревательных ковриков.



Рис. 15. Скрепленный нагреватель

#### 4.3.6. Нагреватели для решеток теплообменных аппаратов

При изготовлении теплообменных аппаратов с нержавеющей решетками и трубами, после обварки труб в трубных решетках, требуется проведение термообработки мест обварки. Для решения данной задачи разработана и успешно внедрена соответствующая технология.



Рис. 16. Термообработка мест приварки труб к трубной решетке

#### 4.4. Различие нагревательных тросов

На практике встречаются случаи, когда выполнить термообработку стандартными нагревательными ковриками не представляется возможным. Для таких случаев наша компания изготавливает нагреватели с различными типами нагревательного троса.

### Стандартный нагревательный трос

Стандартно все коврики изготавливаются с использованием 19-ти жильного нагревательного троса NiCr 80/20 и используются для выполнения термообработки с максимальной температурой на изделии 1050 °С.

### Высокотемпературный нагревательный трос

При выполнении термообработки с более высокими температурами используется фехральный 19-ти жильный трос FeCr. С помощью таких ковриков достигаются температуры до 1200 °С.. Для заказа таких ковриков к коду заказа добавляется литера "В".

### Специальный нагревательный трос

Для повышения удельной мощности нагревателя используется специальный нагревательный трос с меньшим сопротивлением. В отличие от стандартного, у такого троса номинальный ток 65А с максимальной температурой на изделии 1050 °С Для заказа таких ковриков к коду заказа добавляется литера "S".

## 4.5. Типоразмеры ковриков

Типоразмеры нагревателей зависят от напряжения на которые они рассчитаны. Исторически в разных странах применялись разные стандарты безопасности рабочего напряжения (например, в Англии и США 40 и 80В, во Франции 30 и 70В, в Германии 30 и 60В), это породило различие выходного напряжения установок выпущенных разными производителями в разных странах. Наша компания изготавливает нагревательные коврики на любое напряжение.

Наиболее распространенным напряжением установок в России и СНГ является напряжение 60В.

### 4.5.1. Нагревательные коврики на 30В (применяются главным образом для работы с трубами малого диаметра и при повышенных требованиях к безопасности)

Код заказа	Количество бусин	Размер в мм	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Мощность, кВт
130316	3x12	75x255	30	45	1,35
130410	4x10	100x210	30	45	1,35
130508	5x8	130x170	30	45	1,35
130607	6x7	150x150	30	45	1,35
130705	7x5	180x105	30	45	1,35
130805	8x5	205x105	30	45	1,35
130904	9x4	230x85	30	45	1,35
131004	10x4	255x85	30	45	1,35
132402	24x2	610x45	30	45	1,35

### 4.5.2. Нагревательные коврики на 60В

Код заказа	Количество бусин	Размер в мм	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Мощность, кВт
160332	3x32	75x685	60	45	2,7
160424	4x24	100x515	60	45	2,7
160519	5x19	130x405	60	45	2,7
160616	6x16	150x340	60	45	2,7
160714	7x14	180x300	60	45	2,7
160812	8x12	205x255	60	45	2,7
160911	9x11	230x235	60	45	2,7
161010	10x10	255x210	60	45	2,7
161109	11x9	280x190	60	45	2,7
161208	12x8	305x170	60	45	2,7
161307	13x7	330x150	60	45	2,7
161407	14x7	355x150	60	45	2,7
161507	15x7	380x150	60	45	2,7
161606	16x6	410x130	60	45	2,7
161706	17x6	430x125	60	45	2,7
161805	18x5	460x105	60	45	2,7
161905	19x5	485x105	60	45	2,7
162005	20x5	510x105	60	45	2,7
162105	21x5	535x105	60	45	2,7
162204	22x4	560x85	60	45	2,7
162304	23x4	585x85	60	45	2,7
162404	24x4	610x85	60	45	2,7
162504	25x4	635x85	60	45	2,7

При проведении местной термообработки толстостенных изделий иногда возникает необходимость расширить зону нагрева (уменьшая тем самым перепад температуры по толщине стенки изделия) даже если при этом уменьшается удельная мощность коврика. В этих случаях к стандартным установкам с 60В вторичным напряжением подключают 70, 80В нагреватели.

#### 4.5.3. Нагревательные коврики на 70В

Код заказа	Количество бусин	Размер в мм	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Мощность, кВт
170336	3x36	75x770	70	45	3,15
170427	4x27	100x580	70	45	3,15
170522	5x22	130x470	70	45	3,15
170618	6x18	150x385	70	45	3,15
170716	7x16	180x340	70	45	3,15
170813	8x13	205x275	70	45	3,15
170912	9x12	230x255	70	45	3,15
171011	10x11	255x235	70	45	3,15
171110	11x10	280x210	70	45	3,15
171209	12x9	305x190	70	45	3,15
171308	13x8	330x170	70	45	3,15
171408	14x8	355x170	70	45	3,15
171507	15x7	380x150	70	45	3,15
171607	16x7	410x150	70	45	3,15
171706	17x6	430x130	70	45	3,15
171806	18x6	460x130	70	45	3,15
172105	21x5	535x105	70	45	3,15
172205	22x5	560x105	70	45	3,15
172504	25x4	635x85	70	45	3,15
172604	26x4	660x85	70	45	3,15
172704	27x4	685x85	70	45	3,15
172804	28x4	710x85	70	45	3,15

#### 4.5.4. Нагревательные коврики на 80В

Код заказа	Количество бусин	Размер в мм	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Мощность, кВт
180344	3x44	75x940	80	45	3,6
180434	4x34	100x730	80	45	3,6
180528	5x28	130x600	80	45	3,6
180623	6x23	150x490	80	45	3,6
180720	7x20	180x430	80	45	3,6
180817	8x17	205x365	80	45	3,6
180915	9x15	230x320	80	45	3,6
181014	10x14	255x300	80	45	3,6
181112	11x12	280x240	80	45	3,6
181211	12x11	305x235	80	45	3,6
181310	13x10	330x210	80	45	3,6
181410	14x10	355x210	80	45	3,6
181509	15x9	380x190	80	45	3,6
181609	16x9	410x190	80	45	3,6
181708	17x8	430x170	80	45	3,6
181808	18x8	460x170	80	45	3,6
181907	19x7	485x150	80	45	3,6
182007	20x7	510x150	80	45	3,6
182106	21x6	530x130	80	45	3,6

Существует множество типоразмеров ковриков с уменьшенной шириной. Необходимость таких типоразмеров иногда возникает при лимите пространства вокруг сварного стыка. В таких ковриках горячие концы изготавливаются более длинными, для сохранения необходимого сопротивления нагревательного троса. Размеры коврика оговариваются при заказе.

#### 4.6. Подбор кода заказа для нагревательных ковриков разного исполнения:

<b>1</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	-	<b>T</b>	<b>S</b>	<b>D</b>
1 Тип нагревателя	2 Напряжение	3 Размер в бусинах по ширине	4 Размер в бусинах по длине	5 Тип холодного конца	6 Тип нагревательного троса	7 Тип разъёма			

<p><b>1. Тип нагревателя</b></p> <p>1 = Стандартный нагревательный коврик 3 = Растяжной нагревательный коврик</p> <p><b>2. Номинальное напряжение</b></p> <p>3 = 30В 4 = 48В 6 = 60В 7 = 70В 8 = 80В</p> <p><b>3. Размер в бусинах по ширине</b></p> <p>Например: Если ширина коврика 3 бусины то код – 03 Если ширина коврика 20 бусин то код – 20 Ширина бусины равна 25,4 мм</p>	<p><b>4. Размер в бусинах по длине</b></p> <p>Например: Если длина коврика 5 бусин то код – 05 Если длина коврика 24 бусины то код – 24 Ширина бусины равна 20 мм</p> <p><b>5. Тип холодного конца</b></p> <p>Без указания = никелевый трос (способ крепления – сварка) T = тефлоновый трос (способ крепления – обжимка)</p> <p><b>6. Тип нагревательного троса</b></p> <p>Без указания = 19 жильный NiCr (45A) B = 19 жильный FeCr (45A) высокотемпературный S = 19 жильный специальный (65A)</p> <p><b>7. Тип разъёма</b></p> <p>Без указания = разъём Camlock D = разъём Dinse</p>
---	---

## 5. Запасные части нагревательных ковриков



Рис. 17. Бусины для нагревательных ковриков

Код заказа	Наименование
100003	Основная бусина (Е)
100001	Верхняя бусина (В)
100004	Нижняя бусина (G)
100006	Круглая бусина (А)
100002	Основная бусина с отверстием (С)
100005	Круглая бусина белая (F)
100007	Оливовидная бусина (D)
100002P	Основная бусина с отверстием ремонтная (две половинки)
100008	Нагревательный трос, 1 м
100008В	Нагревательный трос высокотемпературный, 1 м.
100008С	Нагревательный трос специальный, 1 м ток 65А
100009	Трос для холодных концов, 1м
100050	Тефлоновый провод для холодных концов, 1 м
100051	Сварная муфта для сварки холодного и горячего концов
100052	Изолятор сварного соединения или никелевой муфты
100053	Никелевое соединение
100054	Защитный валик
100055	Тефлоновый провод 0,5 м в комплекте с разъёмом К-25
100056	Тефлоновый провод 0,5 м
100116	Трос, для 60В нагревателя с холодными концами
100116В	Трос высокотемпературный, для 60В нагревателя с холодными концами
100116С	Трос специальный, для 60В нагревателя с холодными концами
100117	Трос, для 70В нагревателя с холодными концами
100117В	Трос высокотемпературный, для 70В нагревателя с холодными концами
100117С	Трос специальный, для 70В нагревателя с холодными концами
100118	Трос, для 80В нагревателя с холодными концами
100118В	Трос высокотемпературный, для 80В нагревателя с холодными концами
100118С	Трос специальный, для 80В нагревателя с холодными концами
100120	Ремкомплект для 60В нагревателей

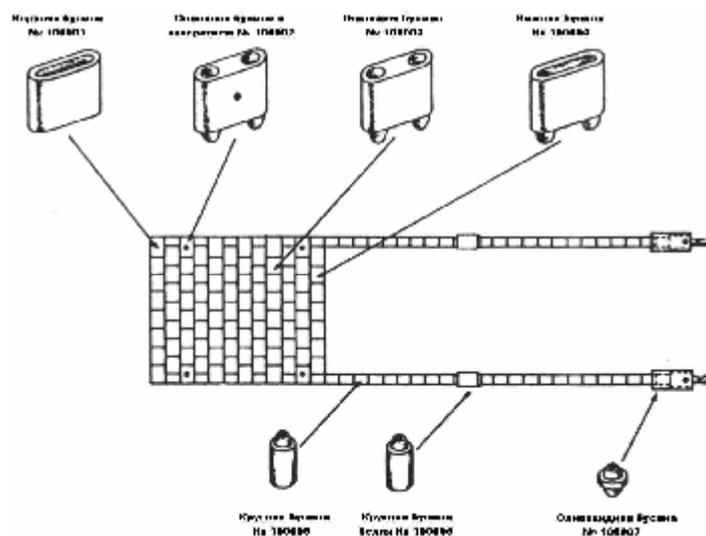


Рис. 18. Детализовка нагревателя

## 6. Пальчиковые нагреватели



Рис. 19. Пальчиковый нагреватель

Пальчиковые нагреватели (ГЭНы) широко используются для до- и послесварочной термообработки и могут подключаться как к сварочным трансформаторам работающим на постоянном или переменном токе, так и к термообрабатывающим установкам и центрам. Они требуют минимального обслуживания и способны выдерживать небрежное обращение. Нагреватели состоят из двух жестких нихромовых проволок  $\varnothing 3.6$  мм, продетых через бусины из оксида алюминия, обеспечивающих электрическую изоляцию в сочетании со способностью высокотемпературной передачи. Для стандартных нагревателей, максимальная температура работы которых  $1050^{\circ}\text{C}$ , каждый палец рассчитан на силу тока 120А при напряжении 1.3В. Для термообработки нержавеющей стали требуется специальная высокотемпературная проволока для того, чтобы дать максимальную температуру  $1250^{\circ}\text{C}$ . В качестве выводов используются стальные соединительные колодки. В случае повреждения, нагреватели могут быть отремонтированы на месте с помощью ремонтного набора, либо возвращены в нашу компанию для ремонта и испытания.

При использовании установок для местной термообработки, размер пальчиковых элементов (количество пальцев) ограничивается только напряжением: при напряжении 60В количество пальцев равно  $\frac{60V}{1.3V} = 46$

пальцев или при напряжении 80В -  $\frac{80V}{1.3V} = 62$  пальца.

### 6.1. Формула для определения количества пальцев

$$\frac{(\text{Внешний диаметр трубы в мм} + 30) * 22}{7 * 30}$$
, например, для трубы 152 мм:  $\frac{(152 + 30) * 22}{7 * 30} = 19$  пальцев

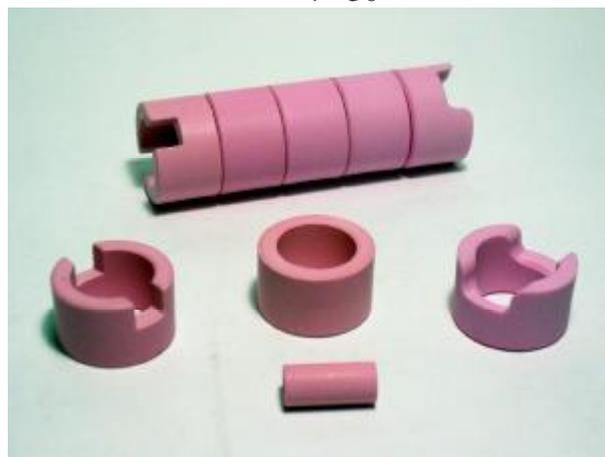
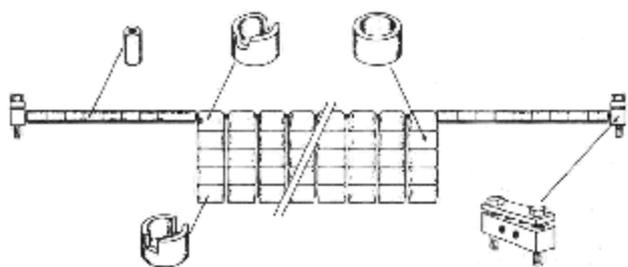


Рис. 20. Детализовка пальчикового нагревателя

## 7. Желобковые нагреватели

Желобковые нагреватели применяются в двух случаях: как элементы временных печей (в частности при внепечной термообработке замыкающих сварных швов корпусов аппаратов большого диаметра) и для сопутствующего подогрева сварных швов аппаратов при выполнении орбитальной сварки.

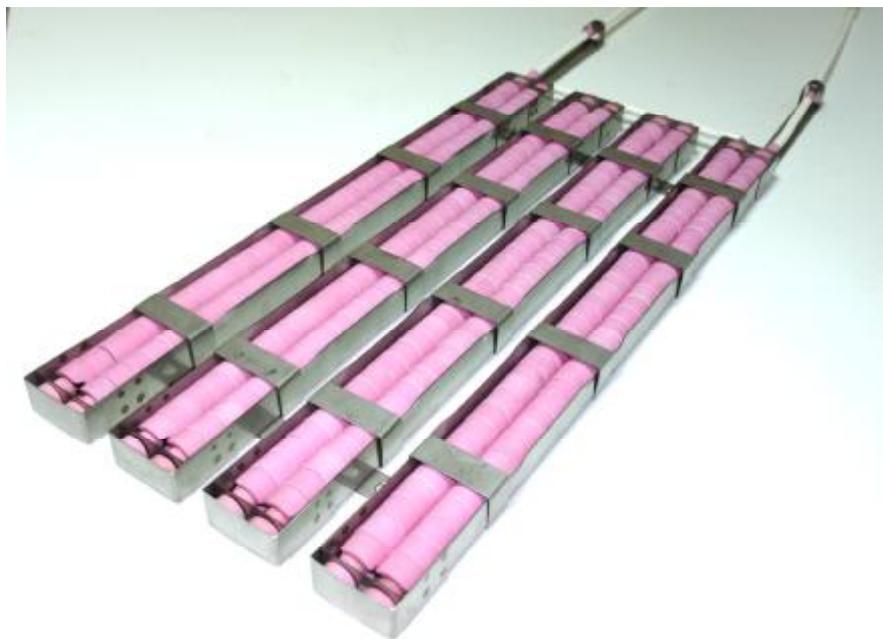


Рис. 21. Желобковый нагреватель

### 7.1. Термообработка замыкающих сварных швов корпусов аппаратов большого диаметра

Иногда размеры изделия, подлежащего термообработке, превышают размеры имеющейся на предприятии стационарной печи. В этом случае, целесообразно выполнять термообработку, установив нагреватели внутри аппарата. При этом сварной шов снаружи и зона термообработки внутри изолируется для повышения эффективности.

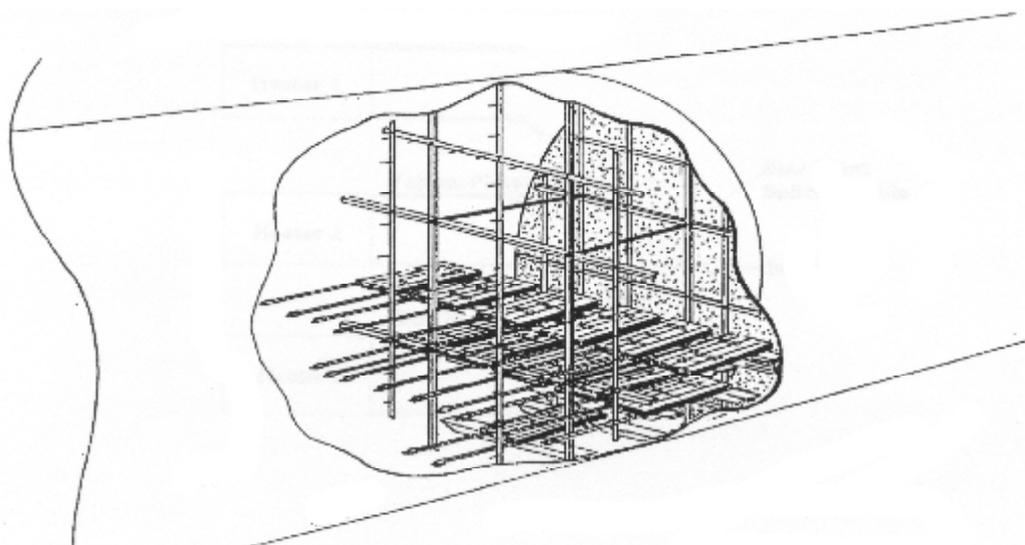


Рис. 22. Схема установки желобковых нагревателей при термообработке замыкающего шва корпуса аппарата большого диаметра

Нагреватели устанавливаются на направляющих по центру шва. Количество нагревателей зависит от диаметра аппарата. Для предотвращения тепловых потерь зону термообработки отсекают двумя теплоизоляционными перегородками. Снаружи нагреваемую зону укрывают двухслойной теплоизоляцией, предварительно установив термолары. Таким образом, создаётся временная печь внутри аппарата.

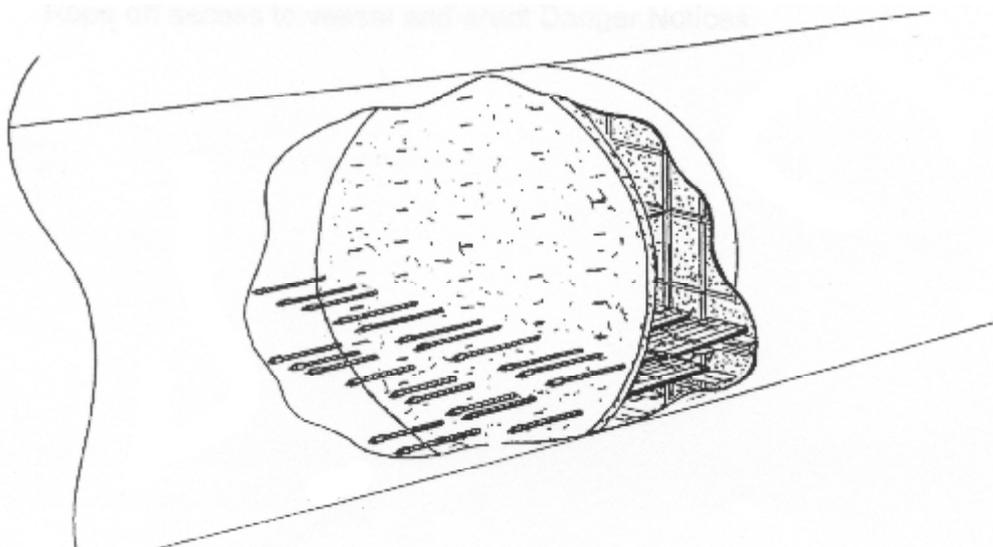


Рис. 23. Термообработка замыкающего шва корпуса аппарата большого диаметра

Нагрев обычно выполняется в полуавтоматическом режиме.

### 7.2. Сопутствующий подогрев при сварке вращающегося корпуса аппарата

При использовании орбитальной сварки часто требуется подогрев сварного шва. Проблема состоит в том, что аппарат вращается на роликоопорах, и нет возможности установки нагревателей непосредственно на поверхности аппарата. В этом случае желобковые нагреватели устанавливаются на расстоянии примерно 50 мм от вращающейся поверхности на специальных опорах.



Рис. 24. Пример установки желобковых нагревателей при сопутствующем подогреве вращающегося корпуса аппарата

При подогреве емкостей с большой толщиной стенки может потребоваться установка теплоизоляции изнутри аппарата для уменьшения разницы температур между наружной и внутренней поверхностью.

## 8. Кабели и кабельные сборки

Сварные швы обычно располагаются на некотором расстоянии от установки. Поэтому для соединения элементов (установки с нагревателями или контакторного модуля со сварочным трансформатором, регистратором, и нагревателями) используются сборки силовых кабелей (два силовых кабеля в комплекте с компенсационным кабелем) с быстросъемными разъемами. Разъемы бывают двух типов: Dinse и Camlock (подробнее см. на станции №28).

### 8.1. Одиночные кабели без разъемов

Код заказа	Описание
800006	Одиночный кабель 6 мм <sup>2</sup>
800008	Одиночный кабель 8 мм <sup>2</sup>
800010	Одиночный кабель 10 мм <sup>2</sup>
800016	Одиночный кабель 16 мм <sup>2</sup>
800025	Одиночный кабель 25 мм <sup>2</sup>
800035	Одиночный кабель 35 мм <sup>2</sup>
800050	Одиночный кабель 50 мм <sup>2</sup>
800070	Одиночный кабель 70 мм <sup>2</sup>
800095	Одиночный кабель 95 мм <sup>2</sup>



Рис. 25. Кабель мод. 800050

Примечание: Длина кабеля по выбору заказчика.

### 8.2. Одиночные кабели с разъемами

#### Разъем Camlock



Рис. 26. Силовой кабель мод. 801050

Код заказа	Описание
801010	Силовой кабель 10мм <sup>2</sup> , длина 3 м, с разъемами Camlock 60A (гнездо-штекер)
801016	Силовой кабель 16мм <sup>2</sup> , длина 3 м, с разъемами Camlock 60A (гнездо-штекер)
801025	Силовой кабель 25мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъемами Camlock 300A (гнездо-штекер)
801035	Силовой кабель 35мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъемами Camlock 300A (гнездо-штекер)
801050	Силовой кабель 50мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъемами Camlock 300A (гнездо-штекер)
801070	Силовой кабель 70мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъемами Camlock 300A (гнездо-штекер)

Примечание: Кабели других размеров поставляются по заказу.

#### Разъем Dinse

Код заказа	Описание
811010	Силовой кабель 10мм <sup>2</sup> , длина 3 м, с разъемами Dinse 10-25 мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер)
811016	Силовой кабель 16мм <sup>2</sup> , длина 3 м, с разъемами Dinse 10-25 мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер)
811025	Силовой кабель 25мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъемами Dinse 35-50 мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер)
811035	Силовой кабель 35мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъемами Dinse 35-50 мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер)
811050	Силовой кабель 50мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъемами Dinse 35-50 мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер)
811070	Силовой кабель 70мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъемами Dinse 70-95 мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер)
811095	Силовой кабель 95мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъемами Dinse 70-95 мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер)



Рис. 27. Силовой кабель мод. 811050

Примечание: Кабели других размеров поставляются по заказу.

### 8.3. Сборки силовых кабелей для установок модели РТ без компенсационного провода

#### Разъём Camlock

Код заказа	Описание
802025	Сборка – 2 шт. силовых кабеля 25мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Camlock 300А (гнездо-штекер)
802035	Сборка – 2 шт. силовых кабеля 35мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Camlock 300А (гнездо-штекер)
802050	Сборка – 2 шт. силовых кабеля 50мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Camlock 300А (гнездо-штекер)
802070	Сборка – 2 шт. силовых кабеля 70мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Camlock 300А (гнездо-штекер)
802095	Сборка – 2 шт. силовых кабеля 95мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Camlock 300А (гнездо-штекер)

Примечание: Сборки кабелей других размеров поставляются по заказу.

#### Разъём Dinse

Код заказа	Описание
812025	Сборка – 2 шт. силовых кабеля 25мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Dinse 35-50 мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер)
812035	Сборка – 2 шт. силовых кабеля 35мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Dinse 35-50 мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер)
812050	Сборка – 2 шт. силовых кабеля 50мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Dinse 35-50 мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер)
812070	Сборка – 2 шт. силовых кабеля 70мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Dinse 70-95 мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер)
812095	Сборка – 2 шт. силовых кабеля 95мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Dinse 70-95 мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер)

Примечание: Сборки кабелей других размеров поставляются по заказу.

### 8.4. Сборки силовых кабелей для установок модели РТ с компенсационным проводом

#### Разъём Camlock



Рис. 28. Сборка кабелей мод. 802150Б

Код заказа	Описание
802125Б	Сборка – Силовой кабель 25мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Camlock 300А (гнездо-штекер) - 2 шт. Компенсационный провод 1,5 мм <sup>2</sup> , длина 33 м с терморезными разъёмами - 1 шт.
802135Б	Сборка – Силовой кабель 35мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Camlock 300А (гнездо-штекер) - 2 шт. Компенсационный провод 1,5 мм <sup>2</sup> , длина 33 м с терморезными разъёмами - 1 шт.
802150Б	Сборка – Силовой кабель 50мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Camlock 300А (гнездо-штекер) - 2 шт. Компенсационный провод 1,5 мм <sup>2</sup> , длина 33 м с терморезными разъёмами - 1 шт.
802170Б	Сборка – Силовой кабель 70мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Camlock 300А (гнездо-штекер) - 2 шт. Компенсационный провод 1,5 мм <sup>2</sup> , длина 33 м с терморезными разъёмами 1 шт.

Примечание: Сборки кабелей других размеров поставляются по заказу.

#### Разъём Dinse

Код заказа	Описание
812135Б	Сборка – Силовой кабель 35мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Dinse 35-50 мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер) - 2 шт. Компенсационный провод 1,5мм <sup>2</sup> , длина 33 м с терморезными разъёмами - 1 шт.
812150Б	Сборка – Силовой кабель 50мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Dinse 35-50 мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер) - 2 шт. Компенсационный провод 1,5мм <sup>2</sup> , длина 33 м с терморезными разъёмами - 1 шт.
812170Б	Сборка – Силовой кабель 70мм <sup>2</sup> , длина 30 м, с разъёмами Dinse 70-95 мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер) - 2 шт. Компенсационный провод 1,5мм <sup>2</sup> , длина 33 м с терморезными разъёмами - 1 шт.



Рис. 29. Сборка кабелей мод. 812150Б

Примечание: Сборки кабелей других размеров поставляются по заказу.

## 8.5. Сборки силовых кабелей для модулей КМКТ-180 с компенсационным проводом

### Разъём Camlock



Рис. 30. Сборка кабелей мод. 803053Б

Код заказа	Описание
803051Б	Сборка – Силовой кабель 50мм2, длина 10 м с разъёмами Camlock 300А (гнездо-штекер) – 2 шт. Силовой кабель 50мм2, длина 5 м с разъёмом Camlock 300А (штекер) – 1 шт. Компенсационный провод 1,5 мм2, длина 13 м с термопарными разъёмами – 1 шт.
803053Б	Сборка – Силовой кабель 50мм2, длина 30 м с разъёмами Camlock 300А (гнездо-штекер) – 2 шт. Силовой кабель 50мм2, длина 5 м с разъёмом Camlock 300А (штекер) – 1 шт. Компенсационный провод 1,5 мм2, длина 33 м с термопарными разъёмами – 1 шт.

Примечание: Сборки кабелей других размеров поставляются по заказу.

### Разъём Dinse

Код заказа	Описание
813051Б	Сборка – Силовой кабель 50мм2, длина 10 м с разъёмами Dinse 35-50 мм2 (гнездо-штекер) – 2 шт. Силовой кабель 50мм2, длина 5 м с разъёмом Dinse 35-50 мм2 (штекер) – 1 шт. Компенсационный провод 1,5 мм2, длина 13 м с термопарными разъёмами – 1 шт.
813053Б	Сборка – Силовой кабель 50мм2, длина 30 м с разъёмами Dinse 35-50 мм2 (гнездо-штекер) – 2 шт. Силовой кабель 50мм2, длина 5 м с разъёмом Dinse 35-50 мм2 (штекер) – 1 шт. Компенсационный провод 1,5 мм2, длина 33 м с термопарными разъёмами – 1 шт.



Рис. 31. Сборка кабелей мод. 813053Б

Примечание: Сборки кабелей других размеров поставляются по заказу.

## 8.6. Сборки силовых кабелей для модулей КМКТ-270 с компенсационным проводом

### Разъём Camlock



Рис. 32. Сборка кабелей мод. 803073Б

Код заказа	Описание
803071Б	Сборка – Силовой кабель 50мм2, длина 10 м с разъёмами Camlock 300А (гнездо-штекер) – 2 шт. Силовой кабель 70мм2, длина 13 м с разъёмом Dinse 70-95 мм2 (гнездо) – 1 шт. Силовой кабель 70мм2, длина 5 м с разъёмом Dinse 70-95 мм2 (штекер) – 1 шт. Компенсационный провод 1,5 мм2, длина 13 м с термопарными разъёмами – 1 шт.
803073Б	Сборка – Силовой кабель 50мм2, длина 30 м с разъёмами Camlock 300А (гнездо-штекер) – 2 шт. Силовой кабель 70мм2, длина 33 м с разъёмом Dinse 70-95 мм2 (гнездо) – 1 шт. Силовой кабель 70мм2, длина 5 м с разъёмом Dinse 70-95 мм2 (штекер) – 1 шт. Компенсационный провод 1,5 мм2, длина 33 м с термопарными разъёмами – 1 шт.

Примечание: Сборки кабелей других размеров поставляются по заказу.

## Разъём Dinse

Код заказа	Описание
813071Б	Сборка – Силовой кабель 50мм <sup>2</sup> , длина 10 м с разъёмами Dinse 35-50мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер) – 2 шт. Силовой кабель 70мм <sup>2</sup> , длина 13 м с разъёмом Dinse 70-95мм <sup>2</sup> (гнездо) – 1 шт. Силовой кабель 70мм <sup>2</sup> , длина 5 м с разъёмом Dinse 70-95 мм <sup>2</sup> (штекер) – 1 шт. Компенсационный провод 1,5 мм <sup>2</sup> , длина 13 м с термопарными разъёмами – 1 шт.
813073Б	Сборка – Силовой кабель 50мм <sup>2</sup> , длина 30 м с разъёмами Dinse 35-50мм <sup>2</sup> (гнездо-штекер) – 2 шт. Силовой кабель 70мм <sup>2</sup> , длина 33 м с разъёмом Dinse 70-95мм <sup>2</sup> (гнездо) – 1 шт. Силовой кабель 70мм <sup>2</sup> , длина 5 м с разъёмом Dinse 70-95 мм <sup>2</sup> (штекер) – 1 шт. Компенсационный провод 1,5 мм <sup>2</sup> , длина 33 м с термопарными разъёмами – 1 шт.



Рис. 33. Сборка кабелей мод. 813073Б

Примечание: Сборки кабелей других размеров поставляются по заказу.

## 8.7. Кабели разделители

Для подключения различного числа нагревателей используются кабели разветвители.

На каждый канал нагрева требуется 2 кабеля разветвителя, так как нагреватели подключаются параллельно. В зависимости от мощности установки применяют 2, 3, 4, 5 и 6-ти путевые кабели разветвители.

### Кабели разделители с разъёмами Camlock



Рис. 34. Кабель разделитель мод. 820030

Код заказа	Описание
820010	2-х путевой кабель разделитель 2x10мм <sup>2</sup> , длина 2 м
820015	3-х путевой кабель разделитель, 3x10мм <sup>2</sup> ,длина 2 м
820020	4-х путевой кабель разделитель, 4x10мм <sup>2</sup> ,длина 2 м
820025	5-и путевой кабель разделитель, 5x10мм <sup>2</sup> ,длина 2 м
820030	6-и путевой кабель разделитель, 6x10мм <sup>2</sup> ,длина 2 м
820110	2-х путевой кабель разделитель 2x10мм <sup>2</sup> , длина 3 м
820115	3-х путевой кабель разделитель, 3x10мм <sup>2</sup> ,длина 3 м
820120	4-х путевой кабель разделитель, 4x10мм <sup>2</sup> ,длина 3 м
820125	5-и путевой кабель разделитель, 5x10мм <sup>2</sup> ,длина 3 м
820130	6-и путевой кабель разделитель, 6x10мм <sup>2</sup> ,длина 3 м

### Кабели разделители с разъёмами Dinse

Код заказа	Описание
821010	2-х путевой кабель разделитель 2x10мм <sup>2</sup> , длина 2 м
821015	3-х путевой кабель разделитель, 3x10мм <sup>2</sup> ,длина 2 м
821020	4-х путевой кабель разделитель, 4x10мм <sup>2</sup> ,длина 2 м
821025	5-и путевой кабель разделитель, 5x10мм <sup>2</sup> ,длина 2 м
821030	6-и путевой кабель разделитель, 6x10мм <sup>2</sup> ,длина 2 м
821110	2-х путевой кабель разделитель 2x10мм <sup>2</sup> , длина 3 м
821115	3-х путевой кабель разделитель, 3x10мм <sup>2</sup> ,длина 3 м
821120	4-х путевой кабель разделитель, 4x10мм <sup>2</sup> ,длина 3 м
821125	5-и путевой кабель разделитель, 5x10мм <sup>2</sup> ,длина 3 м
821130	6-и путевой кабель разделитель, 6x10мм <sup>2</sup> ,длина 3 м



Рис. 35. Кабель разделитель мод. 821030

### Кабели разделители со штекером Dinse и гнездами Camlock



Рис. 36. Кабель разделитель мод. 823030

Код заказа	Описание
823010	2-х путевой кабель разделитель 2x10мм <sup>2</sup> , длина 2 м
823015	3-х путевой кабель разделитель, 3x10мм <sup>2</sup> ,длина 2 м
823020	4-х путевой кабель разделитель, 4x10мм <sup>2</sup> ,длина 2 м
823025	5-и путевой кабель разделитель, 5x10мм <sup>2</sup> ,длина 2 м
823030	6-и путевой кабель разделитель, 6x10мм <sup>2</sup> ,длина 2 м
823110	2-х путевой кабель разделитель 2x10мм <sup>2</sup> , длина 3 м
823115	3-х путевой кабель разделитель, 3x10мм <sup>2</sup> ,длина 3 м
823120	4-х путевой кабель разделитель, 4x10мм <sup>2</sup> ,длина 3 м
823125	5-и путевой кабель разделитель, 5x10мм <sup>2</sup> ,длина 3 м
823130	6-и путевой кабель разделитель, 6x10мм <sup>2</sup> ,длина 3 м

## 9. Разъемы для кабелей и кабельных сборок

### Разъемы Camlock



Рис. 37. Виды разъемов Camlock

Код заказа	Описание
830600	Гнездо Camlock 60A в сборе
830601	Штекер Camlock 60A в сборе
830610	Изолятор для гнезда Camlock 60A
830611	Изолятор для штекера Camlock 60A
830630	Сердечник для гнезда Camlock 60A
830631	Сердечник для штекера Camlock 60A
830640	Штифт для разъема Camlock 60A
833000	Гнездо Camlock 300A в сборе
833001	Штекер Camlock 300A в сборе
833020	Изолятор для гнезда Camlock 300A
833021	Изолятор для штекера Camlock 300A
833030	Сердечник для гнезда Camlock 300A
833031	Сердечник для штекера Camlock 300A
833041	Штифт для разъема Camlock 300A
833060	Гнездо Camlock 300A для крепления в панель



Рис. 38. Гнездо Camlock 300A мод. 833000 в разобранном виде

### Разъемы Dinse



Рис. 39. Виды разъемов Dinse

Код заказа	Описание
842500	Гнездо Dinse 16-25 мм в сборе
842501	Штекер Dinse 16-25 мм в сборе
842510	Изолятор для гнезда Dinse 16-25 мм
842511	Изолятор для штекера Dinse 16-25 мм
842520	Сердечник для гнезда Dinse 16-25 мм
842521	Сердечник для штекера Dinse 16-25 мм
847000	Гнездо Dinse 35-50 мм в сборе
847001	Штекер Dinse 35-50 мм в сборе
847010	Изолятор для гнезда Dinse 35-50 мм
847011	Изолятор для штекера Dinse 35-50 мм
847020	Сердечник для гнезда Dinse 35-50 мм
847021	Сердечник для штекера Dinse 35-50 мм
849500	Гнездо Dinse 70-95 мм в сборе
849501	Штекер Dinse 70-95 мм в сборе
849510	Изолятор для гнезда Dinse 70-95 мм
849511	Изолятор для штекера Dinse 70-95 мм
849520	Сердечник для гнезда Dinse 70-95 мм
849521	Сердечник для штекера Dinse 70-95 мм



Рис. 40. Штекер Dinse 35-50 мм мод. 847001 в разобранном виде

## 10. Теплоизоляционные материалы



Специально предназначенные для теплоизоляции нагревательных ковриков при проведении местной термообработки, маты являются идеальным изоляционным материалом. Маты помещены в проволочную нержавеющую или инконелевую сетку, что повышает кратность их использования.

Благодаря высокой теплоустойчивости маты отличаются долговечностью даже при использовании в условиях высокой температуры.

### 10.1. Рулонный керамический материал

Код заказа	Описание
400000с	Рулон керамического волокна 7320х610 мм толщина <b>12 мм</b> , плотность 128 кг/м <sup>3</sup> , химсостав SiO <sub>2</sub> – 53-58%, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 42-47% <b>Рабочая температура 1250°С</b> , температура плавления 1760°С
400000	Рулон керамического волокна 7320х610 мм толщина <b>25 мм</b> , плотность 128 кг/м <sup>3</sup> , химсостав SiO <sub>2</sub> – 53-58%, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 42-47% <b>Рабочая температура 1250°С</b> , температура плавления 1760°С
410000	Рулон керамического волокна 7320х610 мм толщина <b>25 мм</b> , плотность 128 кг/м <sup>3</sup> , SiO <sub>2</sub> – 52-56%, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 28-30%, ZrO <sub>2</sub> – 14-18% <b>Рабочая температура 1400°С</b> , температура плавления 1740°С



Рис. 41. Рулон керамического волокна мод. 400000

### 10.2. Сетчатый рукав

Код заказа	Описание
400001-6	Сетчатый рукав из нержавеющей проволоки шириной 640 мм
400001-3	Сетчатый рукав из нержавеющей проволоки шириной 320 мм
410001-6	Сетчатый рукав из инконелевой проволоки шириной 640 мм
410001-3	Сетчатый рукав из инконелевой проволоки шириной 320 мм



Рис. 42. Сетчатый рукав мод. 400001-6

### 10.3. Теплоизоляционные маты из керамического волокна в проволочной сетке



Рис. 43. Маты теплоизоляционные из керамического волокна

**Маты из керамического волокна с пределом рабочей температуры 1250 гр. С, толщина 25 мм, плотность 128 кг/м<sup>3</sup>, в проволочной сетке из нержавеющей стали**

Код заказа	Описание
400002	Мат теплоизоляционный 7200x600
400003	Мат теплоизоляционный 3600x600
400004	Мат теплоизоляционный 1800x600
400005	Мат теплоизоляционный 1200x600
400010	Мат теплоизоляционный 900x600
400020	Мат теплоизоляционный 600x600
400030	Мат теплоизоляционный 300x600
400040	Мат теплоизоляционный 300x300

**Маты из керамического волокна с пределом рабочей температуры 1400 гр. С, толщина 25 мм, плотность 128 кг/м<sup>3</sup>, в проволочной сетке из инконеля**

Код заказа	Описание
410002	Мат теплоизоляционный 7200x600
410003	Мат теплоизоляционный 3600x600
410004	Мат теплоизоляционный 1800x600
410005	Мат теплоизоляционный 1200x600
410010	Мат теплоизоляционный 900x600
410020	Мат теплоизоляционный 600x600
410030	Мат теплоизоляционный 300x600
410040	Мат теплоизоляционный 300x300

**Маты из керамического волокна с пределом рабочей температуры 1250 гр. С, толщина 50 мм, плотность 128 кг/м<sup>3</sup>, в проволочной сетке из нержавеющей стали**

Код заказа	Описание
420002	Мат теплоизоляционный 7200x600
420003	Мат теплоизоляционный 3600x600
420004	Мат теплоизоляционный 1800x600
420005	Мат теплоизоляционный 1200x600
420010	Мат теплоизоляционный 900x600
420020	Мат теплоизоляционный 600x600
420030	Мат теплоизоляционный 300x600
420040	Мат теплоизоляционный 300x300

**Маты из керамического волокна с пределом рабочей температуры 1400 гр. С, толщина 50 мм, плотность 128 кг/м<sup>3</sup>, в проволочной сетке из инконеля**

Код заказа	Описание
430002	Мат теплоизоляционный 7200x600
430003	Мат теплоизоляционный 3600x600
430004	Мат теплоизоляционный 1800x600
430005	Мат теплоизоляционный 1200x600
430010	Мат теплоизоляционный 900x600
430020	Мат теплоизоляционный 600x600
430030	Мат теплоизоляционный 300x600
430040	Мат теплоизоляционный 300x300

По Вашему заказу мы можем поставить нержавеющую или инконелевую сетку и рулонный материал или маты из керамического волокна с плотностью 64, 96, 128, 160 кг/м<sup>3</sup> и толщиной от 6 до 50 мм.

### 10.4. Теплоизоляционные маты из минерального волокна

Для увеличения толщины теплоизоляционного слоя и снижения затрат можно использовать специальные маты из минерального волокна.

Непосредственно на изделие, подвергаемое термообработке, укладывают маты из керамического волокна толщиной 12 мм, поскольку их рабочая температура составляет 1250 гр. С. Поверх этих матов накладывают маты из минерального волокна. Такое сочетание обеспечивает превосходный результат и снижает общие затраты на теплоизоляционный материал за счет того, что маты из минерального волокна дешевле, чем из керамического.

Одна сторона мата из минерального волокна покрыта сеткой с ячейками 25 мм из гальванизированной проволоки. Для исключения разломачивания мат также прошивается проволокой.



Рис. 44. Мат из минерального волокна

**Технические данные:**

- плотность: 105 кг/куб. м.;
- максимальная температура: 1000 гр. С;
- толщина: 50 мм;
- размеры: 1000 x 4000 мм;
- код заказа: 451000.

### 10.5. Вязанная теплоизоляционная ткань Tygasil

Уникальный теплоизоляционный материал для многократного применения. Слой всего в 12 мм заменяет маты из керамического или минерального волокна. Используется, как одиночная теплоизоляция при предварительном или сопутствующем подогреве во время сварки трубопроводов, арматуры и т.д. Ткань также хорошо зарекомендовала себя при нагреве индукционным способом. Ткань обматывается вокруг изделия и фиксируется тросом, жгутом или проволокой.



Рис. 45. Вязанный теплоизоляционный мат Tygasil

**Технические данные:**

- удельный вес: 2400 г/кв. м.;
- максимальная температура: 950 гр. С;
- толщина: 12,5 мм;
- размеры: от 300 x 610 мм до 7500 x 610 мм;
- срок службы ткани: около 60-70 процессов нагрева при 760°С.

## 11. Стационарная теплоизоляция

При проведении термической обработки габаритных изделий одним из решений позволяющем снизить затраты на проведение работ является создание на монтажной площадке временных печей. Для их теплоизоляции можно использовать как рулонный материал из керамического волокна, так и специальные теплоизоляционные блоки.



### Физические свойства

Цвет	белый
Классификационная темп.°С	1200
Плотность продукта кг/м <sup>3</sup>	150/170/190/210
Темп. плавления, °С	1760

### Теплопроводность

Плотность кг/м <sup>3</sup>	150	170	190
Средняя температура 600°С	0,155	0,145	0,135
Средняя температура 800°С	0,2	0,185	0,17
Средняя температура 1000°С	0,28	0,25	0,22
Средняя температура 1200°С	0,37	0,33	0,28



Эти сборные блоки специально изготовлены в соответствии с требованиями теплоизоляции промышленных печей. Блоки поставляются в специальной полиэтиленовой упаковке, предотвращающей их повреждение и разломачивание в процессе монтажа. После установки на поверхность печи полиэтиленовая упаковка удаляется.

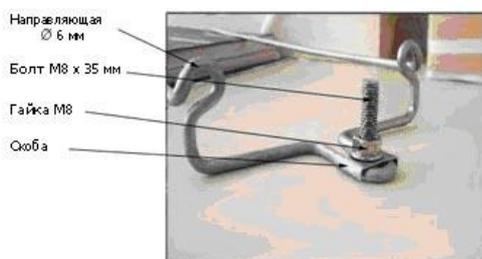
В зависимости от толщины используемого теплоизоляционного блока можно получить различную температуру на холодной стороне.

Температура на горячей стороне при плотности 170 кг/м <sup>3</sup> , °С	Толщина блока, мм				
	100	150	200	250	300
	Температура на холодной стороне, °С				
900	99	78	66	59	53
1000		87	73	65	59
1100			80	71	64
1200				78	70

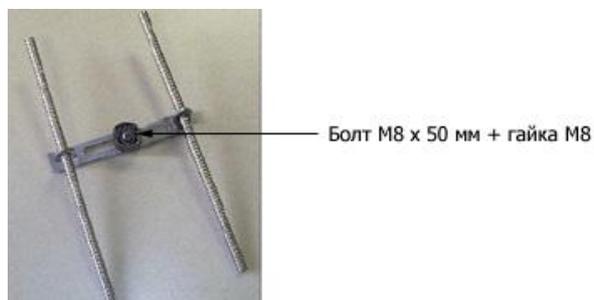
### 11.1. Крепление стационарной теплоизоляции

Блоки имеют два различных типа крепления.

Тип 1



Тип 2



Крепление блоков осуществляется, как указано на следующих рисунках.

### Теплоизоляционный блок, тип 1

Укороченное крепление для начала укладки ряда теплоизоляционных блоков

Керамическое волокно без покрытия или со слоем фольги. Укладывается фольгой в верх.

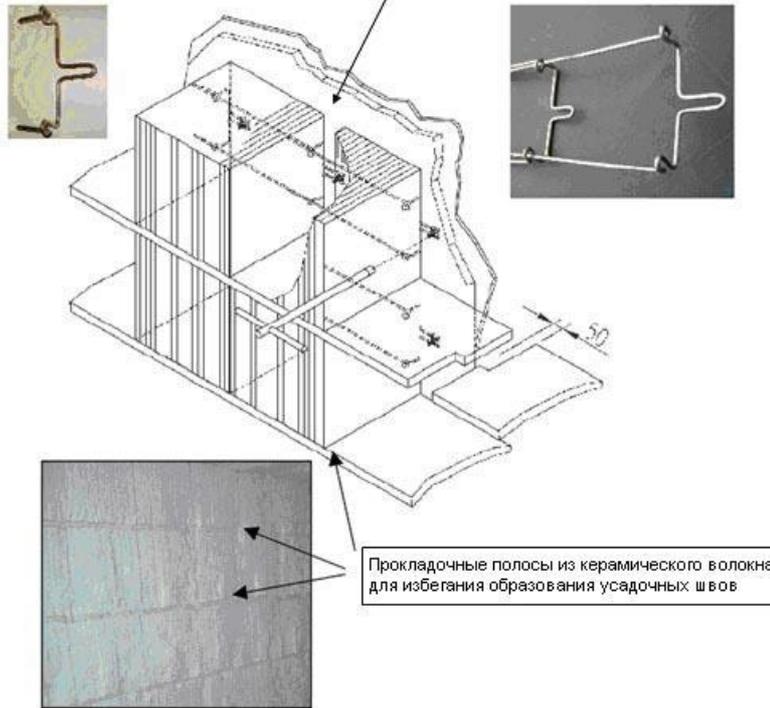


Рис. 46. Схема крепления блоков первого типа

### Теплоизоляционный блок, тип 2

Рекомендуем однонаправленную установку теплоизоляционных блоков, как показано на рисунке ниже. Пластиковая упаковка снимается после установки блоков.

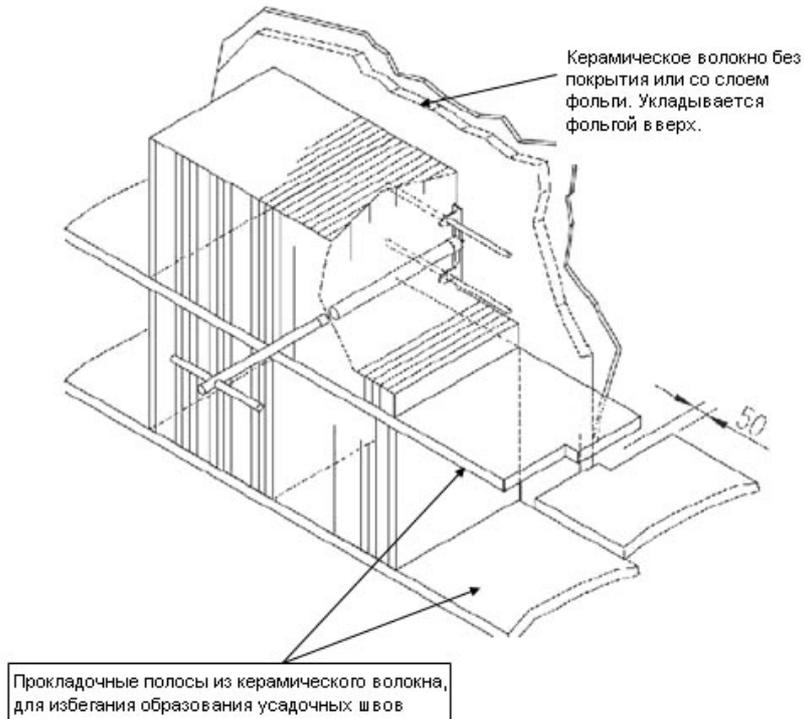


Рис. 47. Схема крепления блоков второго типа

## 12. Приспособления для крепления нагревателей и теплоизоляции



Для монтажа нагревателей на поверхность трубопроводов и сосудов используются различные виды креплений.

Самое распространенное крепление нагревателей это крепление с помощью бандажной ленты. Предварительно нагреватели фиксируются с помощью резиновых жгутов.

Второй способ крепления нагревателей – это использование машинки для приварки изоляционных шпилек. Крепление происходит через отверстие в бусине нагревателя. После приварки нагреватель фиксируется специальной клипсой.

### 12.1. Крепление бандажной лентой

Код заказа	Описание	Рисунок	Код заказа	Описание	Рисунок
500000	Бандажная стальная лента для крепления нагревателей, 800 м		500030	Ленторазматыватель для бандажной ленты	
500010	Бандажная лента из нержавеющей стали, 30 м		500020	Жгут длиной 1м для временного крепления нагревателей	
500040	Зажимы стальные для крепления бандажной ленты мод. 500000, упаковка 100шт.		500050	Зажимы нержавеющие для крепления бандажной ленты мод. 500000 и 500010, упаковка 100шт.	
510000	Машинка для крепления бандажной лентой		510010	Машинка трещоточная для крепления бандажной лентой	
510111	Высокотемпературный кобальтовый магнит для удержания нагревателей		510120	Кремнезёмный шнур 3 мм, бухта 200 м	

### 12.2. Крепление изоляционными шпильками

Для быстрой и надёжной фиксации при таком методе крепления используют изоляционные шпильки, пристреливаемые на поверхность с помощью конденсаторного разряда специальными машинками. Изоляционная шпилька имеет специальную форму, при которой обеспечивается не глубокая проварка металла при надёжной фиксации.



**Рис. 48. Пример крепления теплоизоляции при помощи изоляционных шпилек на поверхности корпуса аппарата большого диаметра**

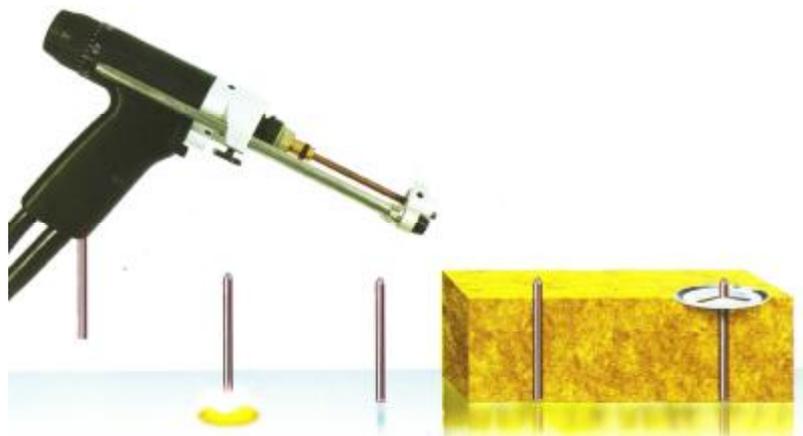
В зависимости от области применения и поставленной задачи мы можем предложить Вам как переносные аккумуляторные машинки для приварки проволоки, так и стационарные агрегаты для приварки крепежа. Перед работой аккумуляторной машинкой, ее необходимо зарядить, после чего, она готова к использованию "на месте". Для работы же стационарных агрегатов требуется подвод сети переменного тока напряжением 230 В.



**Рис. 49. Изоляционные шпильки и зажимы**

Для удобного и быстрого крепления теплоизоляционных материалов на поверхности труб и аппаратов большого диаметра при выполнении термообработки применяются специальные конденсаторные машинки.

В зависимости от области применения и поставленной задачи мы можем предложить Вам как переносные аккумуляторные машинки для приварки проволоки, так и стационарные агрегаты для приварки крепежа. Перед работой аккумуляторной машинкой, ее необходимо зарядить, после чего, она готова к использованию "на месте". Для работы же стационарных агрегатов требуется подвод сети переменного тока напряжением 230 В.



**Рис. 50. Процесс крепления при помощи изоляционной шпильки**

Основные преимущества:

- минимальная деформация благодаря очень короткому времени сварки;
- отсутствие следов сварки с обратной стороны изделия;
- высокая прочность соединения;
- высокая производительность;
- возможность приварки к тонкому металлу.

Процесс приварки очень прост. При помощи конденсаторного разряда на металлическую поверхность привариваются изоляционные шпильки необходимой длины. После чего, теплоизоляционный мат одевается на эти шпильки и фиксируется специальным зажимом.

1. Подсоедините к машинке кабель с магнитом и кабель с установленными плоскогубцами для приварки шпилек.



2. Установите перемычку для использования полной мощности машины.



3. Поместите магнит на стальной корпус.



4. Включите машину переключателем.



5. При загорании индикатора можно приварить шпильку.



Код заказа	Описание	Рисунок
510070	<p>Напряжение зарядки 115/230 В, 50/60 Гц                      Полная зарядная ёмкость 66000 мкФ                      Энергия разряда 1600 Вт                      Масса 17 кг (без пистолета)                      Габаритные размеры 420x180x250 мм (без пистолета)</p> <p>Машинка может работать только от внешнего источника питания.</p>	
610030	<p>Напряжение зарядки 220 В, 50 Гц                      Полная зарядная ёмкость 33000 мкФ                      Энергия разряда 50 Дж                      Масса 2 кг                      Габаритные размеры 250x200x120 мм                      Время зарядки 3 часа</p> <p>Машинка может работать, как от внутреннего аккумулятора, так и от внешнего источника питания, в том случае, когда аккумулятор разряжен.</p>	
510020	<p>Напряжение питания 220 В, 50 Гц                      Полная зарядная ёмкость 132000 мкФ                      Энергия разряда при 250 Дж                      Масса 5 кг                      Габаритные размеры 300x200x130 мм                      Время зарядки 4 часа</p> <p>Машинка может работать, как от внутреннего аккумулятора, так и от внешнего источника питания, в том случае, когда аккумулятор разряжен.</p>	
510050	Изоляционная шпилька для крепления нагревателей и теплоизоляции	
510060	Клипса для фиксации нагревателя	

## 13. Приборы и принадлежности для контроля и регистрации температуры

### 13.1. Термопары и принадлежности

Действие термопар основано на свойстве металлов и сплавов, создавать термоэлектродвижущую силу (термоЭДС), зависящую от температуры места соединения (спая) двух разных проводников. ТермоЭДС возникает при соприкосновении одинаково нагретых концов двух проводников - термоэлектродов. Эта пара термоэлектродов и называется термопарой. При этом между свободными (не соединёнными) концами термопары возникает некоторая разность потенциалов. С повышением температуры проводников она увеличивается.

При работе один конец термоэлектродов термопары соединяют (сваривают) между собой, образуя горячий спай, который в процессе контроля температуры присоединяют к контролируемому объекту. Противоположные концы термоэлектродов называют холодным спаем, присоединяют к измерительному прибору. По всей длине, кроме места горячего спаия, термоэлектроды должны быть изолированы один от другого.

Термопары изготавливаются из разных видов материалов, и зависит это главным образом от диапазона измеряемой температуры. Для местной термообработки диапазон температур 20 – 1300 град. С, поэтому в подавляющем большинстве случаев используются термопары хромель-алюмель тип К (ХА).

Термопары бывают разного конструктивного исполнения. Для удобства работы при местной термообработке используется термопарный провод в кремнезёмной изоляции способной выдерживать температуры до 1200 град. С, который приваривается на поверхность сварного шва конденсаторным разрядом с помощью аккумуляторной машинки. После установки термопары основной задачей является перенос значения возникшего термоЭДС от измеряемого объекта до регистрирующей и управляющей аппаратуры. Для этого используются удлиняющие или компенсационные провода идентичные по термоэлектрическим свойствам термопарам (т.е. в паре с соответствующей термопарой они имеют нулевую термоЭДС). Для удобства соединения термопарных и компенсационных проводов используются специальные полярные термопарные разъёмы, сердечники которых выполнены из того же материала, что и термопары. Поэтому искажений температурных значений при передаче от сварного стыка до измеряющей аппаратуры не возникает. В цепи измерений действует постоянный ток, поэтому при сборке всех элементов цепи необходимо соблюдать полярность иначе может возникнуть серьёзная погрешность измерений.



Код заказа	Описание
610030	Аккумуляторная машинка для крепления термопарного провода
600000	Термопарный провод тип К, диаметр 0.711 мм, бухта 100м
600001	Термопарный провод типа К, длина 1,5 м с разъёмом
600005	Магнитная термопара типа К рабочая температура до 400 гр. С
600002	Гибкая штырьковая термопара типа К в металлическом корпусе рабочая температура до 1200 гр. С с термопарным разъёмом
600010	Термопарный разъём тип К (гнездо)
600020	Термопарный разъём тип К (штекер)
600025	Термопарный разъём тип К (гнездо для крепления в панель)
600100	Паста для термопар, 0.5 кг



Рис. 51. Термопарный разъём (гнездо) мод. 600010



Рис. 52. Термопарный разъём (штекер) мод. 600020



Рис. 53. Термопарный разъём тип К (гнездо для крепления в панель) мод. 600025



Рис. 54. Магнитная термопара мод. 600005



Рис. 55. Термопарный провод мод. 600001



Рис. 56. Аккумуляторная машинка для крепления термопарного провода мод. 610030

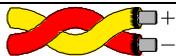


Рис. 57. Гибкая штырьковая термопара типа К мод. 600002

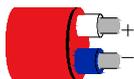
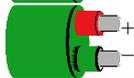
### 13.2. Полярность термопар и цветовые схемы.

Разные страны принимают разные стандарты для цветовой маркировки термопарных и компенсационных проводов.

#### Термопарные провода типа К (ХА).

Стандарт	Цветовая маркировка и полярность		
Великобритания	Жёлтая жила (хромель)	+	
	Красная жила (алюмель)	-	
Германия	Зелёная жила (хромель)	+	
	Белая жила (алюмель)	-	

#### Компенсационные провода для термопар типа К (ХА).

Стандарт	Цветовая маркировка и полярность		
Великобритания	Цвет внешней изоляции - красный		
	Белый	+	
	Синий	-	
Германия	Цвет внешней изоляции - зелёный		 
	По DIN IEC 584		
	Зелёный	+	
	Белый	-	
	По DIN 43713		
	Красный	+	
	Зелёный	-	

### 13.3. Компенсационные провода



Рис. 58. Компенсационный провод мод. 600030

Код заказа	Описание
600030	Компенсационный провод 2x0.22 мм <sup>2</sup> с термопарными разъёмами, бухта 100м
600030С	Компенсационный провод 2x0.75 мм <sup>2</sup> с термопарными разъёмами, бухта 100м
600030Б	Компенсационный провод 2x1.5 мм <sup>2</sup> с термопарными разъёмами, бухта 100м



Рис. 59. Компенсационный провод мод. 600130С

Код заказа	Описание
600103	Компенсационный провод 2x0.22 мм <sup>2</sup> с термопарными разъёмами, длина 3 м
600130	Компенсационный провод 2x0.22 мм <sup>2</sup> с термопарными разъёмами, длина 30 м
600103С	Компенсационный провод 2x0.75 мм <sup>2</sup> с термопарными разъёмами, длина 3 м
600130С	Компенсационный провод 2x0.75 мм <sup>2</sup> с термопарными разъёмами, длина 30 м
600103Б	Компенсационный провод 2x1.5 мм <sup>2</sup> с термопарными разъёмами, длина 3 м
600125Б	Компенсационный провод 2x1.5 мм <sup>2</sup> с термопарными разъёмами, длина 25 м
600130Б	Компенсационный провод 2x1.5 мм <sup>2</sup> с термопарными разъёмами, длина 30 м

Примечание: По заказу возможна поставка компенсационных проводов необходимой длины.

### 13.4. Термоиндикаторные карандаши

Термоиндикаторные карандаши являются наиболее простым и точным методом определения температуры нагретого тела.

Они обеспечивают высокую точность измерения температуры ( $\pm 1\%$ ) при удивительной простоте в работе.

- Легкое и точное определение температуры поверхности;
- недорогая альтернатива электронным термометрам;
- простота в работе: нет электроники, нет регистрирующих приборов, может работать кто угодно где угодно;
- возможны карандаши 85 температурных значений в диапазоне от 40 до 1200 град. С;
- высокая точность: плавление метки происходит с точностью  $\pm 1\%$  от заданного значения.



Рис. 60. Термоиндикаторный карандаш

Металлический держатель обеспечивает быстрое и надежное крепление. Повышает эффективность работы. Специально разработан для ношения на кармане рабочего костюма.

Перед началом работ нанесите метку на поверхность объекта. При достижении заданной температуры, метка плавится. В процессе нагрева метка может менять цвет, но на это не следует обращать внимание. Требуемая температура достигнута только при плавлении метки.

Код заказа	Град. С								
620040	40	620125	125	620210	210	620350	350	620740	740
620045	45	620130	130	620215	215	620370	370	620760	760
620050	50	620135	135	620220	220	620380	380	620775	775
620055	55	620140	140	620225	225	620390	390	620800	800
620060	60	620145	145	620230	230	620400	400	620825	825
620065	65	620150	150	620235	235	620420	420	620850	850
620070	70	620155	155	620240	240	620460	460	620875	875
620075	75	620160	160	620245	245	620475	475	620900	900
620080	80	620165	165	620250	250	620500	500	620910	910
620085	85	620170	170	620260	260	620520	520	620950	950
620090	90	620175	175	620270	270	620530	530	621010	1010
620095	95	620180	180	620280	280	620560	560	621075	1075
620100	100	620185	185	620290	290	620600	600	621100	1100
620105	105	620190	190	620300	300	620625	625	621125	1125
620110	110	620195	195	620310	310	620650	650	621150	1150
620115	115	620200	200	620320	320	620680	680	621175	1175
620120	120	620205	205	620340	340	620700	700	621200	1200

### 13.5. Термоиндикаторные жидкости

Нанесение термоиндикаторной жидкости на поверхность металла возможно любым способом: при помощи кисточки, макнув изделие в жидкость или распылением. Жидкость после застывания образует твердую пленку на поверхности.

Температура считается достигнутой, когда образовавшаяся пленка становится снова жидкой. В процессе нагрева цвет пленки может меняться, однако на это не следует обращать внимание, пленка должна стать жидкой.

Термоиндикаторные жидкости могут быть поставлены для индикации 44 температурных значений в диапазоне от 80 до 1100 град. С. Точность индикации составляет  $\pm 1\%$ .



Рис. 61. Термоиндикаторная жидкость и растворитель

### 13.6. Термоиндикаторные наклейки

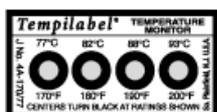


Рис. 62. Набор наклеек

Самоклеящиеся термоиндикаторные наклейки состоят из нескольких термочувствительных элементов под прозрачной пленкой. Каждый элемент меняет свою окраску при достижении определенной температуры с точностью  $\pm 2\%$ . Количество, размеры и форма термочувствительных элементов могут быть различными, что идеально подходит практически для любого применения. Наклейки могут поставляться упаковками по 10 шт. или рулонами по 500 шт.

### 13.7. Термоизолирующий раствор

Термоизолирующий раствор предотвращает такие нежелательные последствия воздействия температуры, как: коробление, растрескивание, изменение цвета под действием температуры и т.д.

Слой раствора наносится на металл или любой другой материал и создает температурный барьер, препятствующий негативному воздействию температуры на обрабатываемый металл.

После работы слой раствора легко удаляется при помощи влажной тряпки.



Рис. 63. Термоизолирующий раствор

### 13.8. Цифровые термометры



Рис. 64. Цифровой термометр мод. 650010

Удобный инструмент для контроля температуры нагрева. Оснащается специальным щупом для безопасной работы оператора.

Код заказа	Описание
650010	Термометр с двумя входами
650020	Термометр с четырьмя входами
600015	Термопарный разъем (mini) гнездо
600016	Термопарный разъем (mini) штекер
650030	Щуп длиной 500 мм
650040	Щуп длиной 300 мм

### 13.9. Приборы измерения и регистраторы температуры

Код заказа	Описание
650100	Переносной цифровой калибратор (аттестован и сертифицирован в РФ)
660400	Шестиканальный электронный регистратор температуры - металлический корпус с термопарными разъемами для каждого канала - программирование шкалы для каждого канала - возможность быстрого перепрограммирования прибора под заданные условия - диаграммная бумага 100 мм - аттестован и сертифицирован как средство измерения в РФ  <b>Поставляется с свидетельством о первичной поверке ЦСМ</b>
660401	Диаграммная бумага для регистратора мод. 660400
660402	Картридж шестицветный для регистратора мод. 660400
660500	Двенадцатиканальный электронный регистратор температуры - металлический корпус с термопарными разъемами для каждого канала - программирование шкалы для каждого канала - возможность быстрого перепрограммирования прибора под заданные условия - диаграммная бумага 180 мм - аттестован и сертифицирован как средство измерения в РФ  <b>Поставляется с свидетельством о первичной поверке ЦСМ</b>
660501	Диаграммная бумага 180 мм для регистратора 660500
660502	Картридж шестицветный для регистратора 660500
660101	Диаграммная бумага для регистратора Seconic 180 мм
660201	Диаграммная бумага для регистратора Chino 180 мм
660202	Диаграммная бумага для регистратора Chino 100 мм



Рис. 65. Регистратор температуры мод. 660500

### 13.10. Краткое описание принципа работы и основных функций регистраторов

Регистраторы, поставляемые нашим предприятием, построены на базе самописцев аттестованных в России как средства измерения и обладают всеми необходимыми удостоверениями и аттестатами.

Эти самописцы представляют собой прецизионные измерительные приборы, которые обладают множеством выдающихся особенностей. Процедура установки и задания необходимых параметров осуществляется очень просто с использованием только панельных клавиш. Самописец позволяет произвести требуемые установки без

какой-либо необходимости запоминать сложные коды установки. Вакуумное флуоресцентное табло большого размера отображает измеренные данные (включая данные в технических единицах) или показания времени и гистограммы одновременно. При этом можно получить два типа гистограмм: процентное представление и отображение с нулем в середине шкалы. Поскольку табло обеспечивает разрешение в 1%, гистограммы высвечиваются очень точно. Конструкция самописца выполнена с учетом требований российских и международных стандартов безопасности, таких как IEC 348.



Рис. 66. Шестиканальный регистратор температуры мод. 660400

Как видно из рисунков выше, на задней панели регистратора расположены термодатчики для подключения термодатчиков от блоков КМКТ (см. Рис. 8). Соответственно, шестиканальный регистратор может обслуживать три модуля КМКТ-2/180 или КМКТ-2/270, а двенадцатиканальный - шесть.

На задней панели регистратора мод. 660400 также расположены три разъема для подключения проводов питания трех модулей КМКТ. На регистраторе мод. 660500 таких разъемов шесть.

На передней панели, за открывающейся крышкой, расположены органы управления самописцем.

### 13.11. Программа расчета теплового поля при местной термообработке.

При проведении термической обработки толстостенных сварных соединений нередко трудно сразу определить необходимую ширину зоны нагрева, толщину и ширину теплоизоляции, необходимость нагрева с обеих сторон и других параметров оборудования.

Для помощи в выборе нашими инженерами разработана программа расчёта температурного поля. С помощью этой программы можно подобрать как необходимую мощность нагревательных элементов, так и определить правильное положение нагревателей на стыке, обеспечивающее заданные условия нагрева.

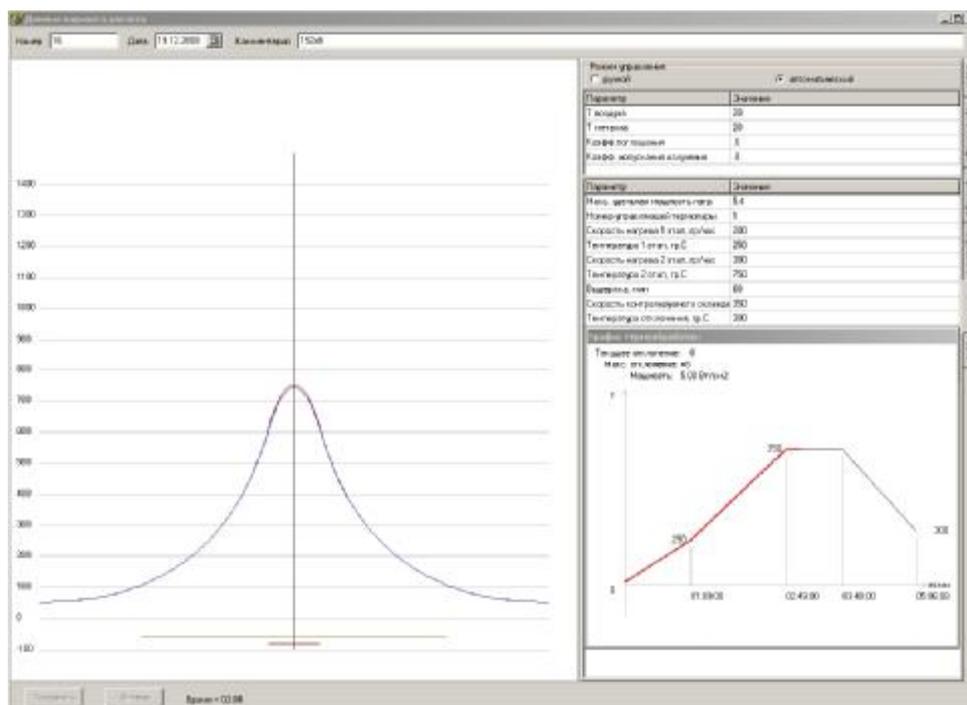


Рис. 67. Пример моделирования температурного поля при термообработке трубопровода

## 14. Перечень нормативной документации и справочных пособий по местной термообработке.

Трубопроводы стальные технологические. Термическая обработка сварных соединений. Типовой технологический процесс.	ОСТ 36-50-86
Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия.	ОСТ 26-291-94 ГОСТ-Р 52630-2006
Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия.	Изменения №1 и №2 к ОСТ 26-291-94.
Термическая обработка нефтехимической аппаратуры и её элементов.	РТМ 26-44-82
Сварка, термообработка и контроль при ремонте сварных соединений трубных систем котлов и паропроводов в период эксплуатации.	РД 34 17.310-96
Котлы паровые и водогрейные, трубопроводы пара и горячей воды. Сварные соединения. Общие требования.	РД 2730.940.102-92
Сварные соединения. Контроль качества термической обработки аппаратуры.	РД 26-17-086-88
Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования.	РД 34 15.027-93 РД 153-34.1-003-01 (РТМ-1с)
Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.	ПБ 09-540-03
Правила промышленной безопасности для нефтеперерабатывающих производств.	ПБ 09-563-03
Правила проектирования, изготовления и приёмки сосудов и аппаратов стальных сварных.	ПБ 03-584-03
Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды.	ПБ 10-573-03
Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов.	ПБ 03-585-03
Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.	ПБ 03-576-03
Правила безопасности для газоперерабатывающих заводов и производств.	ПБ 08-622-03
Оборудование и трубопроводы атомных электростанций. Термическая обработка сварных соединений и наплавленных изделий.	НТД 38.466.50-84
Правила и нормы в атомной энергетике. Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля.	ПН АЭ Г-7-009-89 ПН АЭ Г-7-10-89
Рекомендации по термической обработке сварных соединений при строительстве и ремонте газопроводов.	
Сосуды и аппараты. Общие технические условия на ремонт корпусов.	ОТУ 3-01
Термическая обработка коррозионностойких сталей и сплавов на железоникелевой основе в химическом машиностроении.	СТП 26.260.484-2004 (взамен РД 26-01-42-87)
Инструкция по технологии местной термической обработки сварных тройников и тройниковых соединений при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов и компрессорных станций.	
Правила пожарной безопасности в РФ.	ППБ 01-03
<b>Нормативная документация действующая ранее:</b>	
Трубопроводы стальные технологические. Термическая обработка сварных соединений. Типовой технологический процесс.	ОСТ 36-50-81
Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. Изменения №1 от 07.02.96 и №2 от 10.07.2000	
Правила изготовления паровых и водогрейных котлов, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды с применением сварочных технологий.	ПБ 03-164-97
Котлы паровые и водогрейные, трубопроводы пара и горячей воды. Сварные соединения. Общие требования.	РД 2730.940.102-92
Котлы паровые и водогрейные, трубопроводы пара и горячей воды. Сварные соединения. Общие требования.	РД 2730.940.103-92
Основные положения по обследованию и технологии ремонта барабанов котлов высокого давления из стали 16ГНМ, 16ГНМА и 22К	
Руководящие указания по восстановительной термической обработке элементов теплоэнергетического оборудования.	РД 34 17.459-96
Руководящий документ по восстановительной термической обработке и контролю графитизации паропроводов из углеродистых сталей, эксплуатируемых при температурах 300-450°С.	РД 34.0-17.460-99
Технология восстановительной термической обработки паропроводов ТЭС перемещающимся индуктором.	РД 34.131-96
Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.	ПБ 10-115-96
Инструкция по операционному контролю процессов сборки, сварки и термообработки.	РД 34.10.126-94
Инструкция по контролю сварочного, термического и котельного оборудования.	РД 34.10.127-94