

КУРС ЛЕКЦИЙ-ПРЕЗЕНТАЦИЙ
по дисциплине

**«ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
СВАРКИ ДАВЛЕНИЕМ»**

лекция №11

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:

к.т.н., доцент кафедры «ОиТСП»

БЕНДИК Татьяна Ивановна

СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ №11

Тема 11 . Технология стыковой сопротивлением

- Технологические особенности процесса, области применения
- Подготовка деталей к сварке
- Циклограмма процесса сварки
- Основные параметры режима сварки
- Особенности технологии сварки проволоки, стержней, звеньев цепи и др.
- Послесварочные операции

Технологические особенности процесса, области применения

Контактная стыковая сварка – разновидность контактной сварки, при которой нагрев металла осуществляется электрическим током до температуры сварки $t_{\text{св}}$, которая может быть ниже или выше температуры плавления $T_{\text{пл}}$ соединяемых материалов, а сварка происходит по всей площади касания деталей.

Существует две разновидности стыковой сварки: стыковая сварка сопротивлением ($t_{\text{св}} < T_{\text{пл}}$) и стыковая сварка оплавлением ($t_{\text{св}} \geq T_{\text{пл}}$). Свариваемые детали закрепляются в токоподводящих зажимах с усилием зажатия $F_{\text{сж}}$.

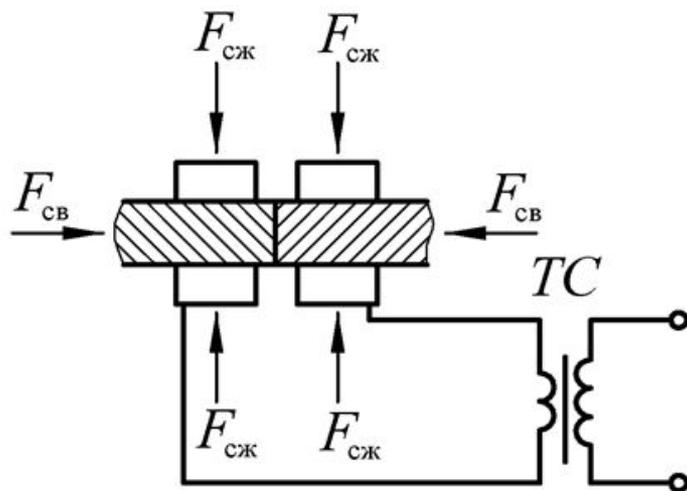
Стыковую сварку как сопротивлением, так и оплавлением относят по состоянию металла в зоне сварки к сварке в твердой фазе, хотя в отдельных случаях, особенно при стыковой сварке оплавлением деталей больших сечений, стыковое соединение формируется в твердожидком состоянии.

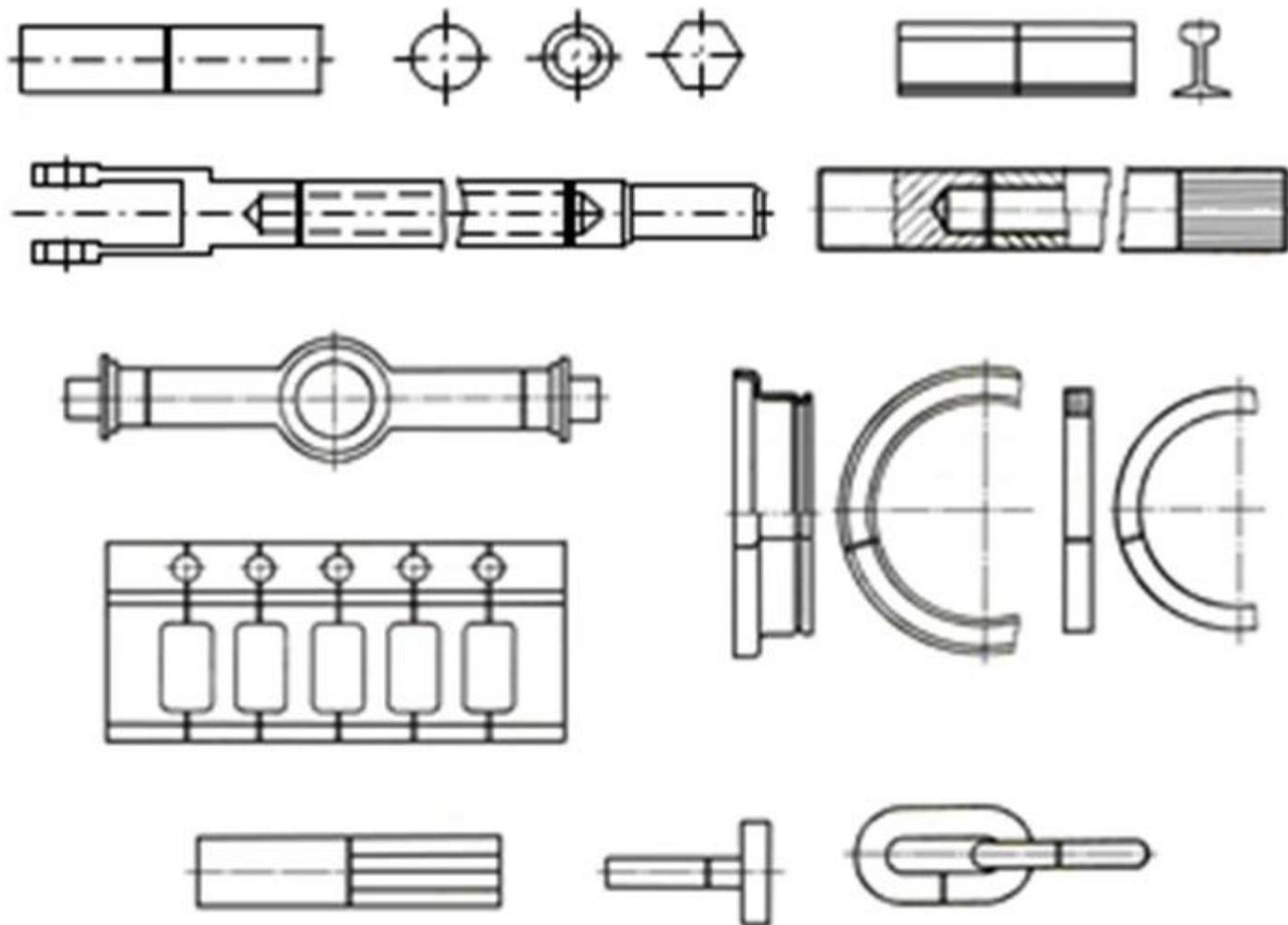
Стыковой сваркой сопротивлением чаще всего соединяют детали небольшого сечения из сталей (до 300 мм²), а также из вольфрама, молибдена, алюминия и меди (до 100 мм²).

Технологические особенности процесса, области применения

При стыковой сварке сопротивлением торцы деталей вначале сжимаются, а затем к ним подводится ток. Пока торцы не разогреты, они соприкасаются лишь по отдельным небольшим площадкам, образовавшимся в результате деформации выступающих частей микрорельефа их поверхностей.

Вследствие местного сужения поперечного сечения токоведущей части деталей, а также наличия оксидных пленок контактное сопротивление между холодными деталями $r_{\text{дд}}$ бывает значительным, оказывая решающее влияние на нагрев деталей в зоне сварки. В общем балансе доля теплоты, выделяемой на этом сопротивлении, не превышает 10...15 %. Однако она выделяется в узкой приконтактной зоне за малый промежуток времени и вызывает быстрое повышение в ней температуры. И хотя контактное сопротивление $r_{\text{дд}}$ быстро становится равным нулю, в узкой приконтактной зоне по-прежнему температура растет быстрее, чем в других зонах. Таким образом, при стыковой сварке сопротивлением $r_{\text{дд}}$ играет роль концентратора теплоты.



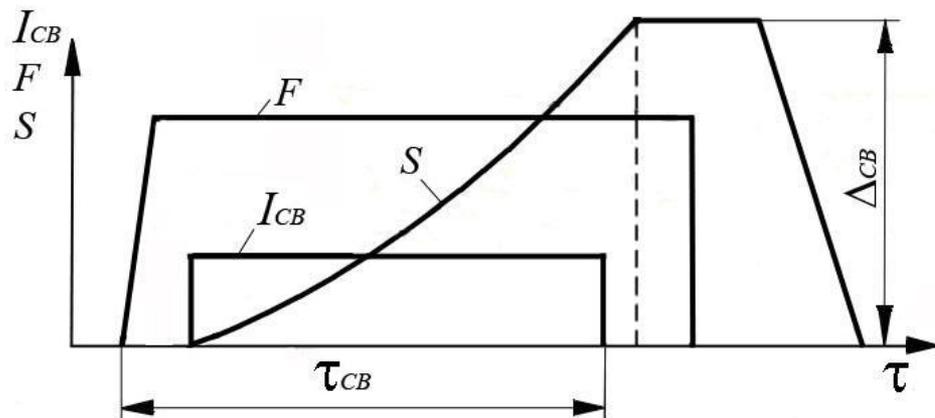


Типовые детали, получаемые стыковой сваркой

Нагрев деталей при сварке сопротивлением можно рассматривать как наложение двух процессов. Нагрев до температуры T_1 бесконтактного стержня теплотой, равномерно выделяемой на собственном сопротивлении на всей его длине;

дополнительный нагрев на величину T_2 теплотой, выделяемой в стыке и распространяющейся в сторону токоподводящих электродов.

Нагрев зоны соединения осуществляется до температуры t_{CB} , которая ниже температуры плавления свариваемых металлов $T_{пл}$. Таким образом, сварное соединение при сварке сопротивлением образуется в твердой фазе и происходит в течение трех стадий: активации контактных поверхностей, образования физического контакта и объемного взаимодействия свариваемых металлов.



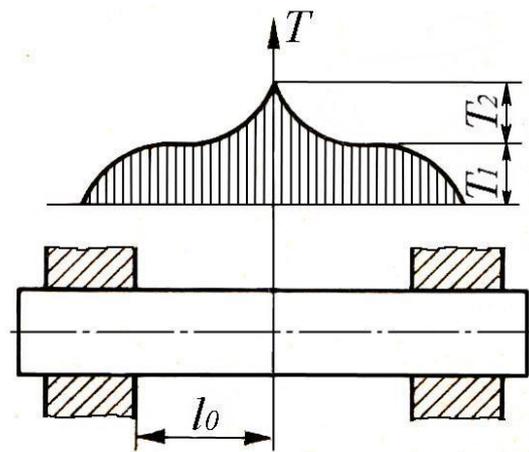
Типовая циклограмма процесса стыковой сварки сопротивлением:

I_{CB} — сварочный ток;

τ_{CB} — время нагрева; S — передвижение

подвижной плиты машины; F_{OC} — усилие

осадки; Δ_{CB} — припуск на сварку



Распределение температуры при сварке сопротивлением

Неблагоприятным фактором при нагреве сопротивлением является его неравномерность по сечению деталей, вызываемая случайным расположением токопроводящих микроучастков в стыке (особенно в начальном периоде нагрева) и поверхностным эффектом.

Неравномерность нагрева по сечению деталей особенно резко проявляется на деталях с развитым сечением: трубах, широких и тонких листах.

Неравномерный нагрев является одной из основных причин ограниченного применения сварки сопротивлением.

Формирование металлической связи происходит в ходе пластической деформации. Металл зоны сварки нагревается до температуры $t_{св}$ и становится пластичным. В результате пластической деформации разрушаются и вытесняются из зоны свариваемого контакта оксидные пленки, образуются ювенильные поверхности, атомы металла сближаются на расстояние действия межатомных сил. Нагрев способствует повышению подвижности атомов. В процессе охлаждения продолжаются диффузионные процессы, образование общих зерен, изменение структуры и свойств металла, релаксация внутренних напряжений.

Для получения качественных соединений проволоки и прутков из трудно свариваемых тугоплавких металлов (молибдена, вольфрама и др.), которые могли бы выдержать операции прокатки, ротационнойковки и волочения, используется сварка сопротивлением с двойной осадкой. Она заключается в том, что на первой стадии свариваемые детали сжимаются при небольшом начальном усилии F_n , а на второй – увеличенным усилием осадки $F_{ос}$.

Основными параметрами режима сварки сопротивлением являются:

- величина сварочного тока $I_{св}$;
- время нагрева $t_{св}$;
- начальное усилие сжатия F_n ;
- усилие осадки $F_{ос}$;
- установочная длина l_0 ;
- припуск на сварку $\Delta_{св}$.

Между плотностью сварочного тока $j_{св}$ и временем нагрева $t_{св}$ существует зависимость, которую можно использовать при определении параметров режима сварки:

$$j_{св} * \sqrt{t_{св}} = k * 10^3$$

где k – коэффициент, зависящий от свариваемого металла; для сталей $k = 8...10$, для алюминия $k = 20$, для меди $k = 27$.

Плотность сварочного тока $j_{св}$ и время нагрева $t_{св}$ колеблются в широких пределах. При больших плотностях сварочного тока $j_{св}$ наблюдаются выплески расплавленного металла. Такой процесс из-за нагрева зоны сварки выше $T_{пл}$ нельзя считать сваркой сопротивлением. Качество соединений при наличии выплесков получается низким.

При малых значениях времени нагрева $t_{св}$ наблюдается неравномерный нагрев деталей по сечению и возможен непровар. Применение повышенных значений $t_{св}$ усиливает окислительные процессы. При недостаточной величине $F_{ос}$ усиливается тепловыделение в зоне контакта, что может привести к выплескам и усилению процесса окисления металла.

При большом $F_{ос}$ усиливается пластическая деформация, активируются процессы разрушения окислов и образования ювенильных поверхностей.

При малой установочной длине l_o (см. рис. 6.3) наблюдается большой отвод теплоты в электроды. При чрезмерной установочной длине l_o растет потребляемая мощность, хотя и снижаются потери теплоты в электроды. Возможно искривление свариваемых деталей и потеря их устойчивости.

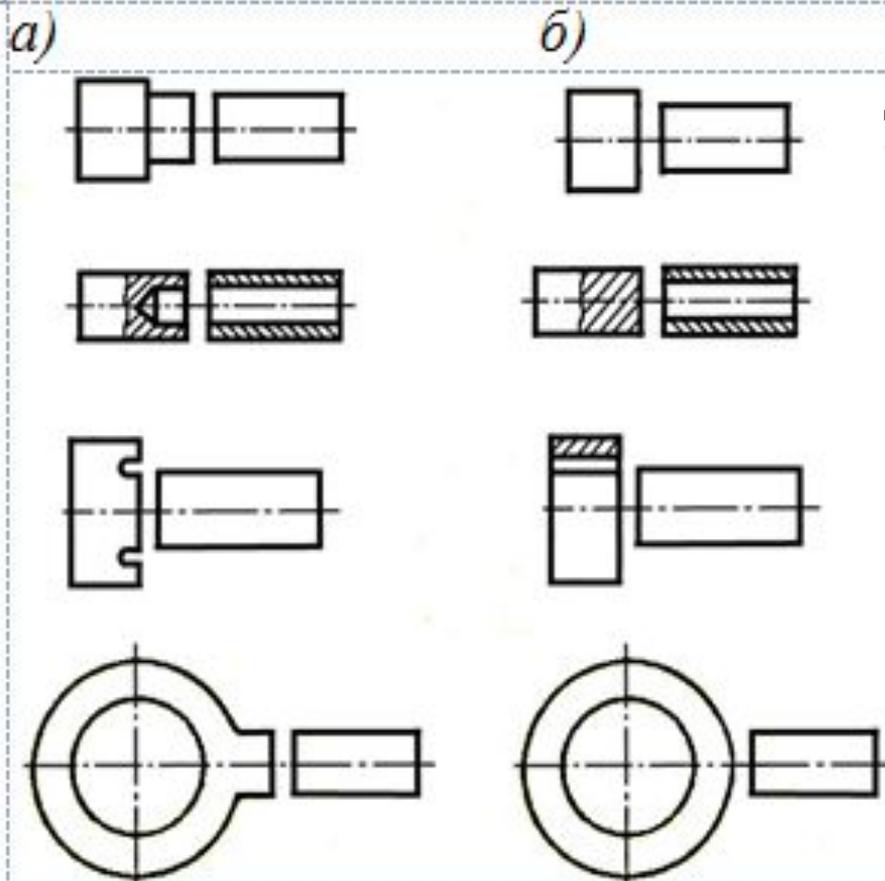
Минимальная величина l_o при сварке стержней равна их диаметру, а при сварке листов $l_{o\ min} = (3...4) \delta$, где δ – толщина листа в миллиметрах.

При сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей давление при осадке $p_{ос} = 30...50$ МПа, при сварке легированных сталей $p_{ос} = 100...150$ МПа.

Плотность тока $j_{св}$ при сварке сталей составляет $20...60$ А/мм² (мягкие режимы) и $90...200$ А/мм² (жесткие режимы). Время нагрева $t_{св} = 1...10$ с (мягкие режимы) и $0,6...1,5$ с (жесткие режимы).

Подготовка деталей к сварке

Способ стыковой сварки выбирают в зависимости от материала, размеров и формы поперечного сечения свариваемых деталей, масштабов производства, а также требований, предъявляемых к качеству изделий.



Форма детали должна обеспечивать возможность надежного закрепления ее в токоподводящих губках машины. Необходимо создать условия для равномерного нагрева и одинаковой пластической деформации обеих заготовок. Форму и размеры сечения свариваемых заготовок следует выполнять примерно одинаковыми. Различие в диаметрах не должно превышать 15 %, а по толщине 10 %.

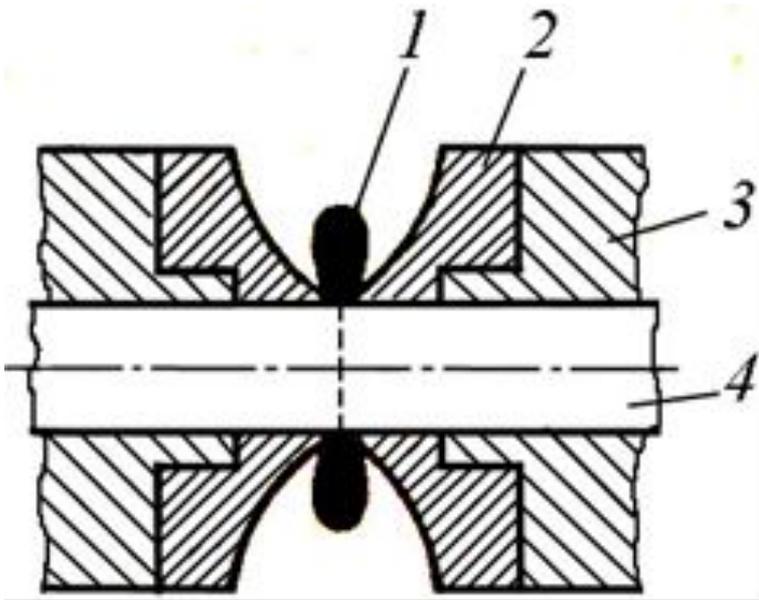
Рациональная (а) и нерациональная (б)
подготовка кромок

Подготовка деталей к сварке заключается в получении определенной формы торцов, очистке их поверхности и поверхности деталей. Торцы деталей получают механической резкой на ножницах, пилах, металлорежущих станках, горячей или холодной высадкой на прессах, а также с помощью плазменной, лазерной и газовой резки с последующим удалением шлака.

Тщательная обработка торцов необходима при сварке сопротивлением. Она должна обеспечить защиту торцов от окисления и обеспечить вытеснение окисленного металла из зоны стыка.

Для облегчения процесса возбуждения, оплавления и снижения требуемой мощности машин при сварке деталей больших сечений на торцовой поверхности делают скос под небольшим углом (6...8°). Это уменьшает площадь начального контакта и увеличивает плотность тока в начале процесса.

Послесварочные операции



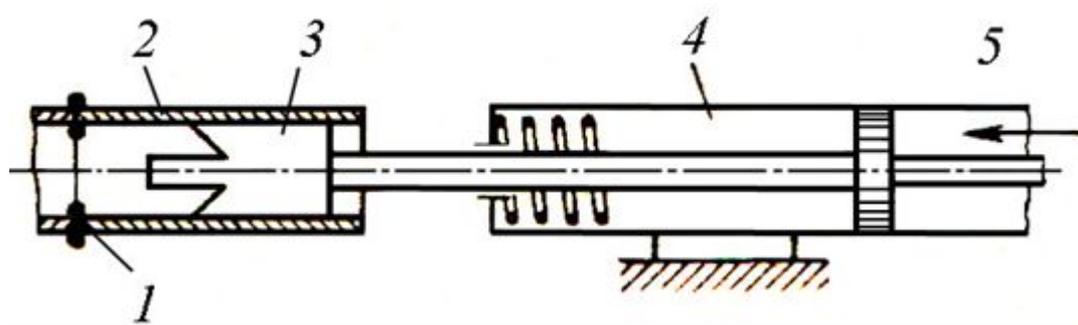
Сварка стержня с устройством для срезания грата: 1 – грат; 2 – нож; 3 – электрод; 4 – сваренная деталь

После выполнения сварочной операции производится последующая обработка сварного соединения, которая включает удаление грата (усиления), правку и термообработку.

Способы удаления грата (усиления) выбирают в зависимости от конфигурации деталей, возможностей и наличия специального оборудования. При небольших компактных сечениях (стержни, наружные швы труб) грат (усиление) удаляют в зажимах сварочной машины при нагретом металле специальными стальными ножами на металлорежущих станках, вращающимся металлорежущим инструментом. После сварки рельсов грат срезают протягиванием горячего стыка через специальные ножи.

Послесварочные операции

В прямых трубах малого и среднего диаметра грат срезают дорном, который прикрепляют к штанге и проталкивают через горячий стык с использованием пневматического цилиндра.



Удаление внутреннего грата с использованием дорна: 1 – стык трубы; 2 – труба; 3 – дорн; 4 – пневматический цилиндр; 5 – подача сжатого воздуха

Послесварочные операции

На рис. представлена схема обработки двумя фрезами шва после сварки кольцевых деталей, и – специальная фреза для обработки таких швов. При стыковой сварке труб котлов и теплообменников внутренний грат удаляют непосредственно после выполнения операций продувки кислородом или газовыми смесями.

При обработке стыков сложной формы, а также в единичном производстве широко используют пневматические переносные зубила и вращающиеся шлифовальные круги. У заготовок крупного сечения из легированных сталей грат удаляют после термообработки.

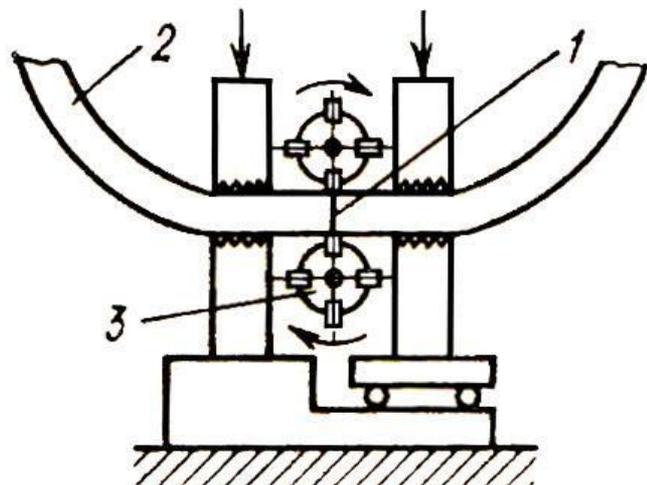
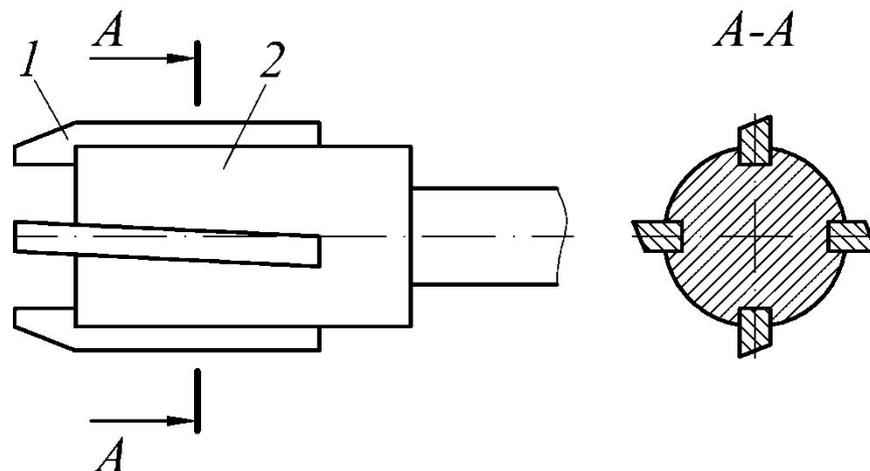


Схема обработки шва после сварки кольцевых деталей: 1 – стык; 2 – изделие; 3 – фреза



Фреза для обработки внутреннего шва трубы: 1 – нож; 2 – барабан

Вид и режим термообработки устанавливаются в зависимости от конструкции и материала изделия. Нагрев осуществляется электрическим током, пропускаемым через закрепленные в электродах изделия, в печах, газопламенными горелками, с помощью индуктора и др. В отдельных случаях изделия после стыковой сварки (кольца, ободья колес и др.) подвергаются правке и калибровке в специальных установках.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

КАКИЕ БУДУТ ВОПРОСЫ?