



Оборудование и технология сварки давлением

Лекция 2

Контактная сварка

Автор: доц. Павлова А.А.

lec2_TUZT_31MS_PAA_18.02.16

кафедра

«Технологии металлов и материаловедения»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чуларис А.А., Рогозин Д.В. **Технология сварки давлением:** Учеб. пособие./ ДГТУ, Ростов – на – Дону, 2005. -240 с.
2. **Машиностроение. Энциклопедия. Оборудование для сварки.** Т IV-6 /Под ред. Б.Е.Патона – М.: Машиностроение, 2002. – 496с.
3. Рязанцев В.И., Овчинников В.В. **Технологические основы контактной сварки легких сплавов:** Учебное пособие. - М.: МГИУ, 2006. - 164 с.
4. **Технология и оборудовании контактной сварки /** Под ред. Б.Д. Орлова. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.
5. М. Д. Банов, Ю. В. Казаков, М. Г. Козулин и др.; под ред. Ю. В. Казакова. **Сварка и резка материалов:** Учебное пособие. — Издание 2-ое, стереотипное. — Издательский центр «Академия», 2002. — 400 с.
6. Банов М.Д. **Технология и оборудование контактной сварки.** — 4-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2009. — 224 с.

Виды сварки

Термический класс

Электродуговая

Плазменнодуговая

Газопламенная

Электрошлаковая

Лазерная

Термомеханический класс

Контактная

Трением

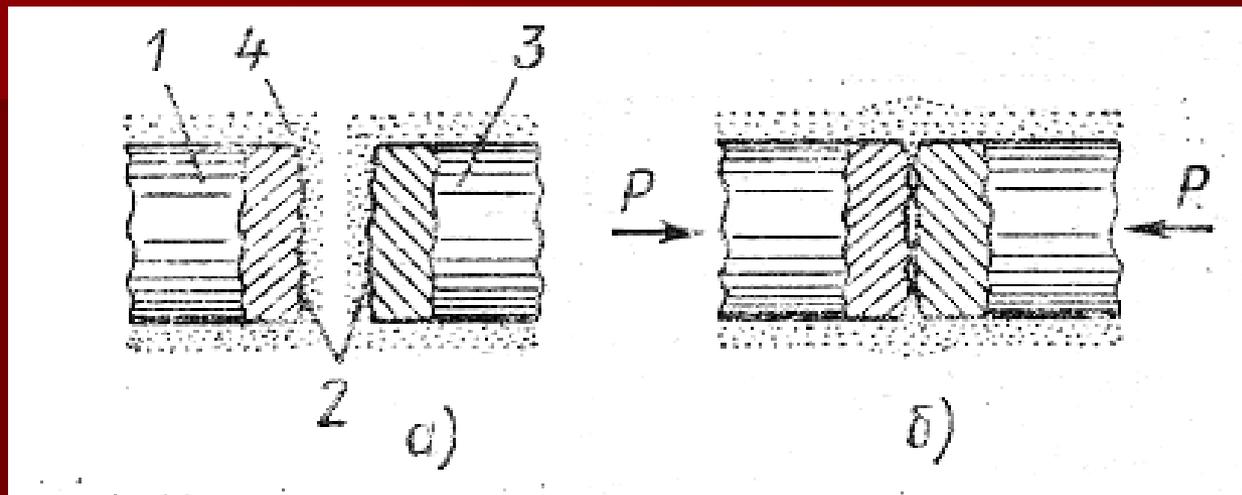
Взрывом

Механический класс

Холодная

Газопрессовая

Формирование сварного соединения давлением

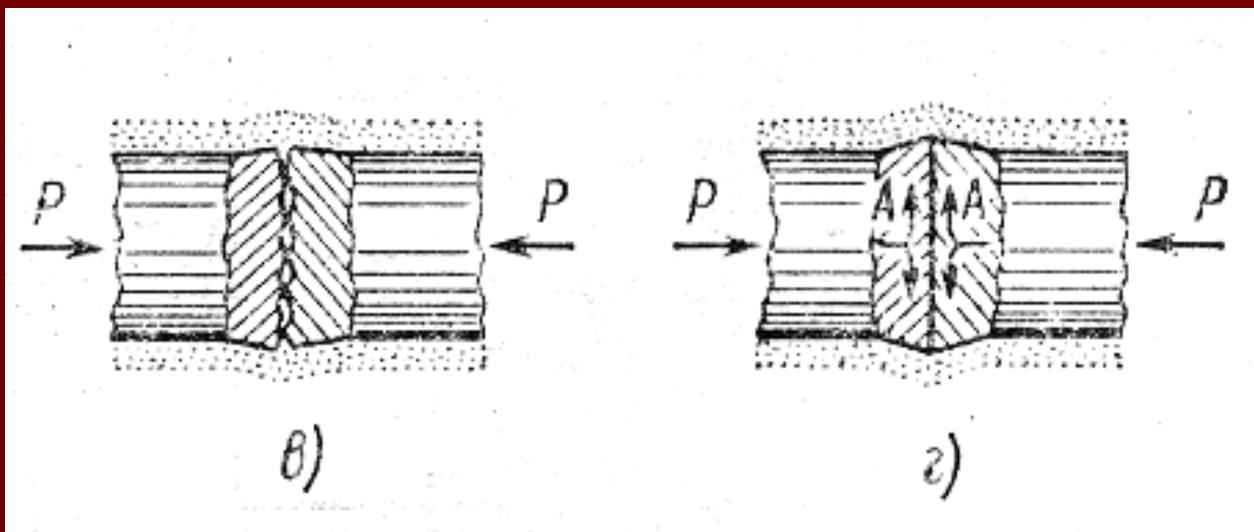


а – исходное состояние

б – стадия физического контакта

в – деформация неровностей и формирование мостиков схватывания

г – образование сварного соединения

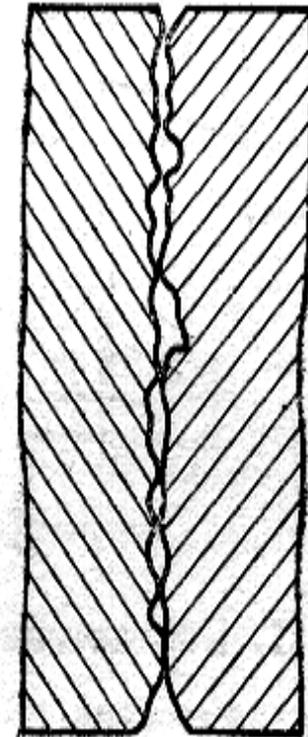
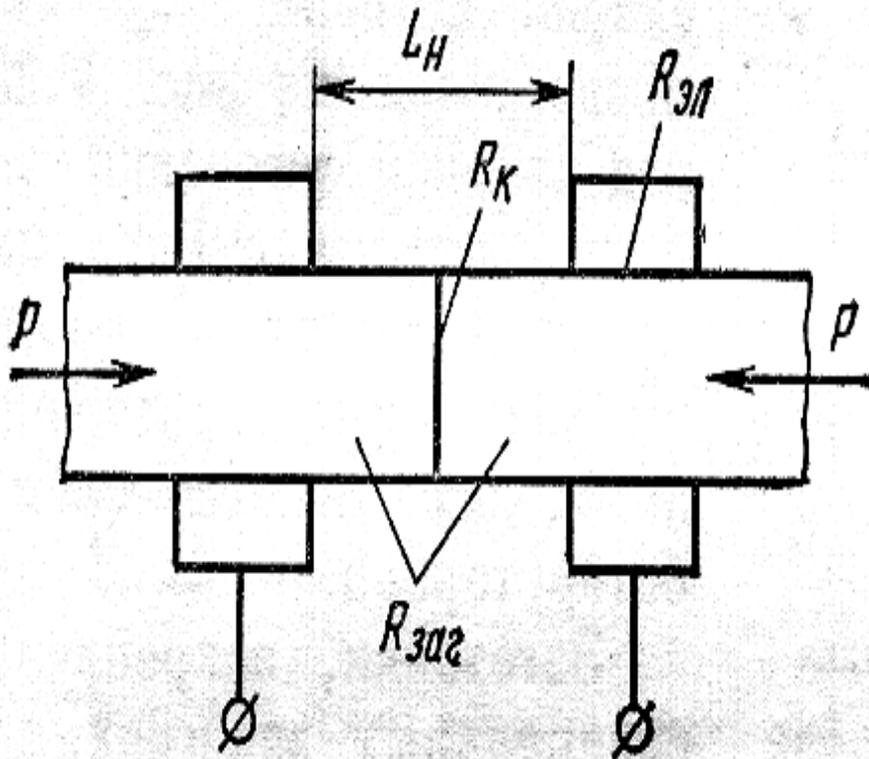


Термомеханические виды сварки

Электроконтактная сварка

Схема процесса
контактной сварки

Схема физического
контакта деталей



Контактная сварка - это процесс образования неразъемных соединений конструкционных металлов в результате их кратковременного нагрева электрическим током и пластического деформирования усилием сжатия.

Соединение свариваемых деталей при контактной сварке (как и при других способах сварки) происходит путем образования связей между атомными агрегатами в зоне контакта этих деталей.

Свариваемые детали нагреваются проходящим через них электрическим током, за счет собственного сопротивления самих деталей и контакта между ними и электродами, подводящие электрический ток.

Образование сварных соединений происходит в условиях быстро меняющихся электрических и температурных полей при высоких скоростях нагрева и пластических деформаций.

Способы контактной сварки

По технологическому приему получения соединений различают сварку:

точечную

рельефную

шовную

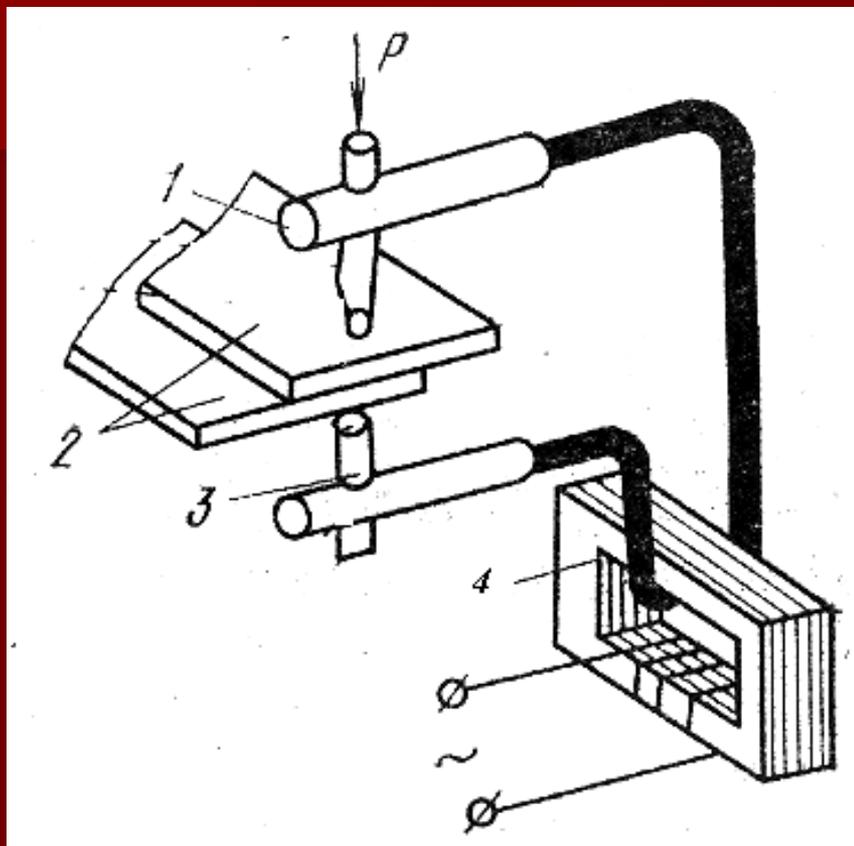
стыковую

Процесс *точечной, рельефной и шовной* сварки протекает практически по единой схеме и характерен малым временем (0,1-1 сек.), большими значениями сварочного тока (3-300 кА) и усилия сжатия деталей со стороны электродов (100-1000 кгс).

Необходимым условием формирования соединения является образование общей зоны расплавленного металла заданных размеров, что обеспечивает прочность и герметичность соединения.

Образование соединения при *стыковой* сварке происходит в процессе совместной пластической деформации нагретых электрическим током торцов деталей при осадке.

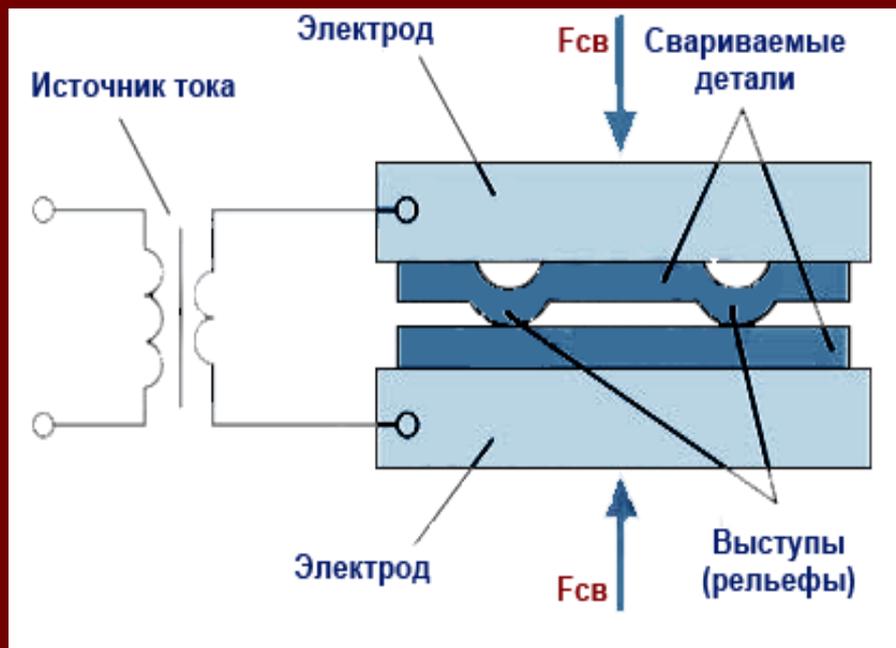
Точечная контактная сварка



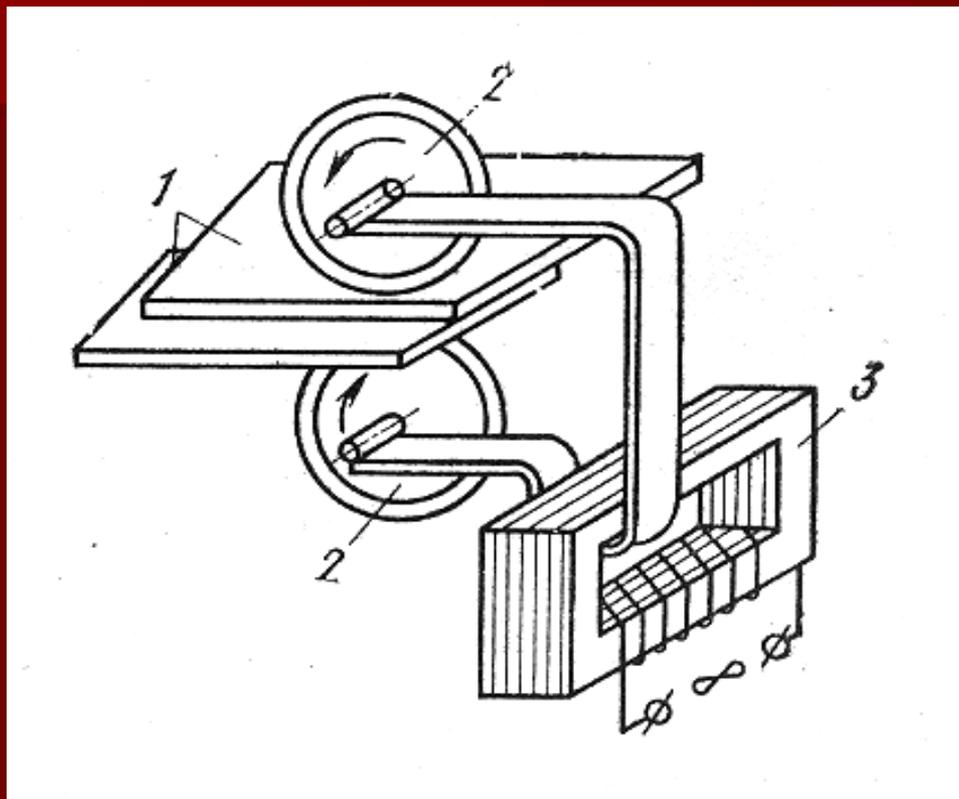
1 – кронштейн с прижимным электродом, 2 – детали, 3 – кронштейн с опорным электродом, 4 – трансформатор



Рельефная контактная сварка



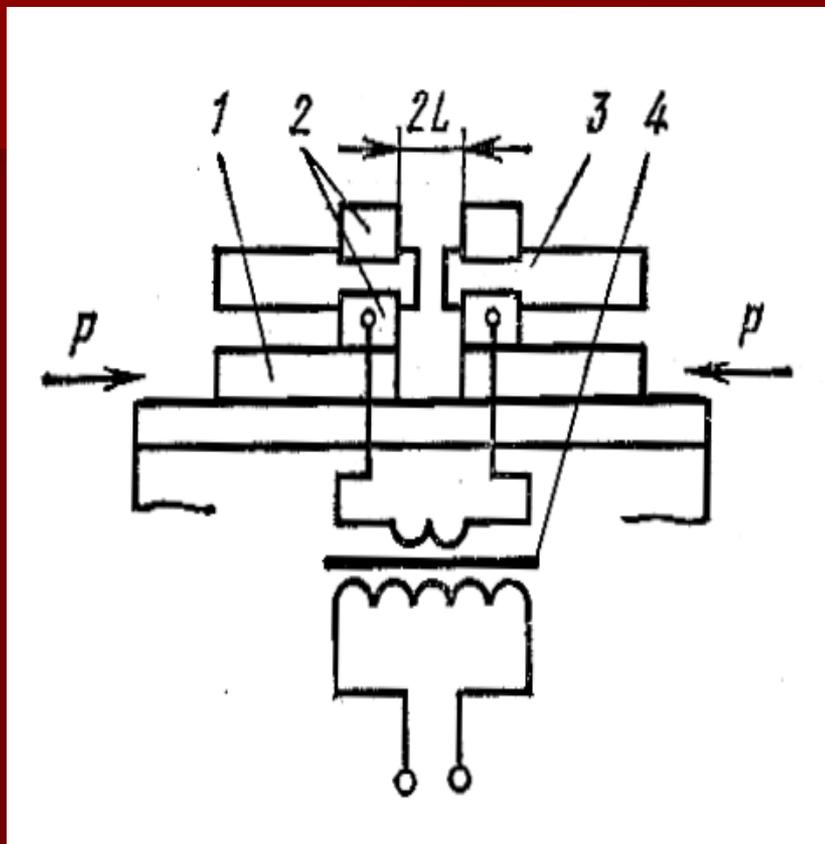
Шовная (роликовая) контактная сварка



1 – детали, 2 – роликовые электроды, 3
- трансформатор



Стыковая контактная сварка



1 – опорная плита, 2 – токоподводящий зажим, 3 – детали, 4 – трансформатор



Установка предназначена для контактной стыковой сварки труб в непрерывную нить

Контактная сварка рельсов



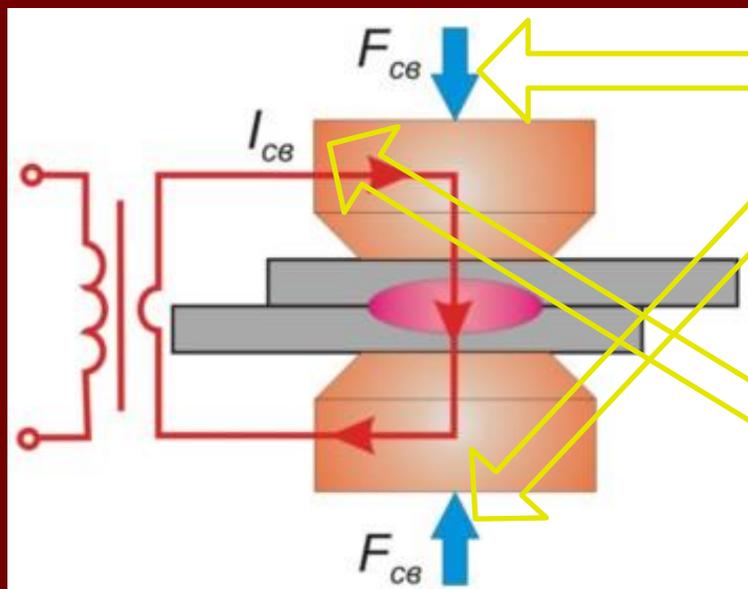
В полевых условиях



В стационарных условиях

Точечная сварка

Способ контактной сварки, при котором детали свариваются по отдельным ограниченным участкам касания (по ряду точек)



Детали собираются внахлестку, сжимают усилием $F_{св}$ электродами, к которым подключен источник электрической энергии (например, сварочный трансформатор).

Детали нагреваются при кратковременном прохождении сварочного тока $I_{св}$ до образования зоны взаимного расплавления деталей, называемой ядром.

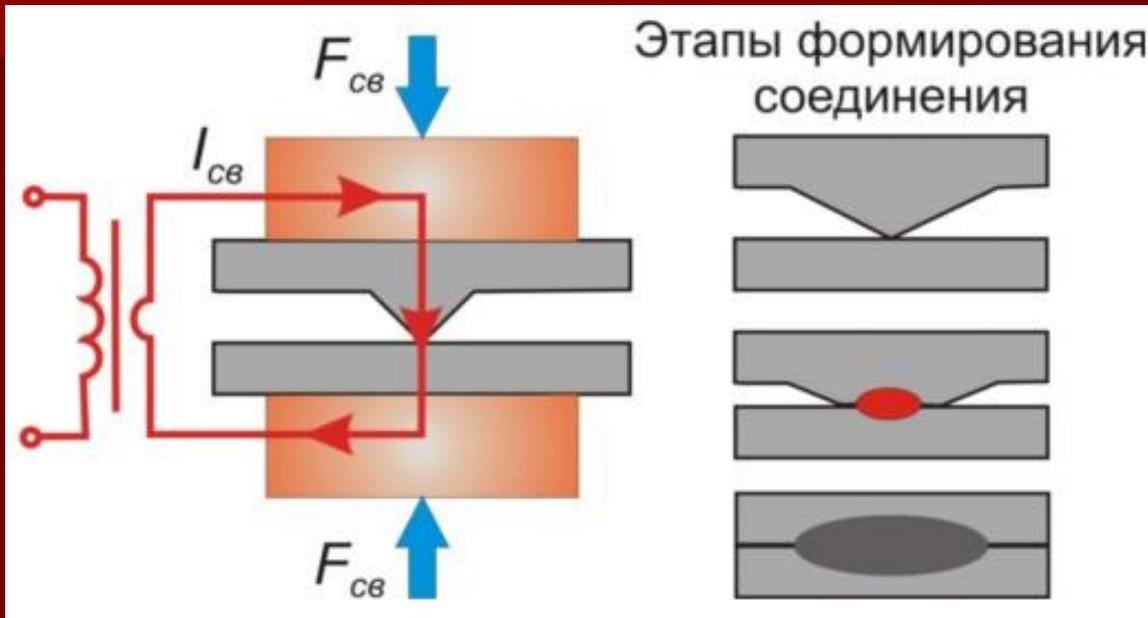
Нагрев зоны сварки сопровождается пластической деформацией металла в зоне контакта деталей (вокруг ядра), где образуется уплотняющий пояс, надежно предохраняющий жидкий металл от выплеска и от окружающего воздуха. Поэтому специальной защиты зоны сварки не требуется.

После выключения тока расплавленный металл ядра быстро кристаллизуется и образуются металлические связи между соединяемыми деталями.

Образование соединения происходит с расплавлением металла.

Рельефная сварка

Разновидность точечной сварки



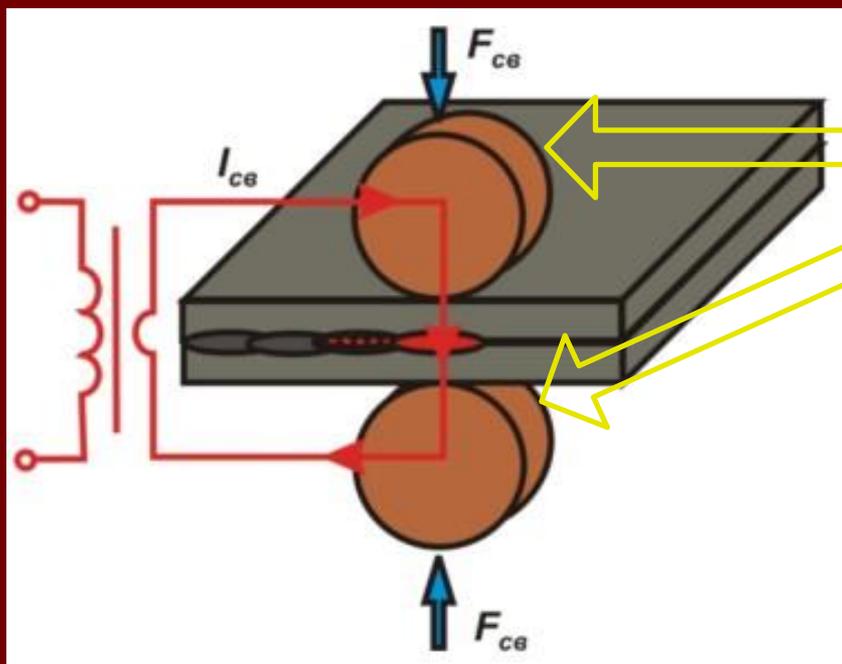
На поверхности одной из деталей предварительно формируют выступ – рельеф, который ограничивает начальную площадь контакта деталей, в результате чего при сварке в этой зоне повышаются плотность тока и скорость тепловыделения.

Детали нагреваются при кратковременном прохождении сварочного тока $I_{св}$.

При нагреве рельеф постепенно деформируется; на определенной стадии процесса сварки формируется ядро, как при обычной точечной сварке.

Шовная сварка

Способ получения герметичного соединения (шва) путем образования ряда перекрывающихся точек



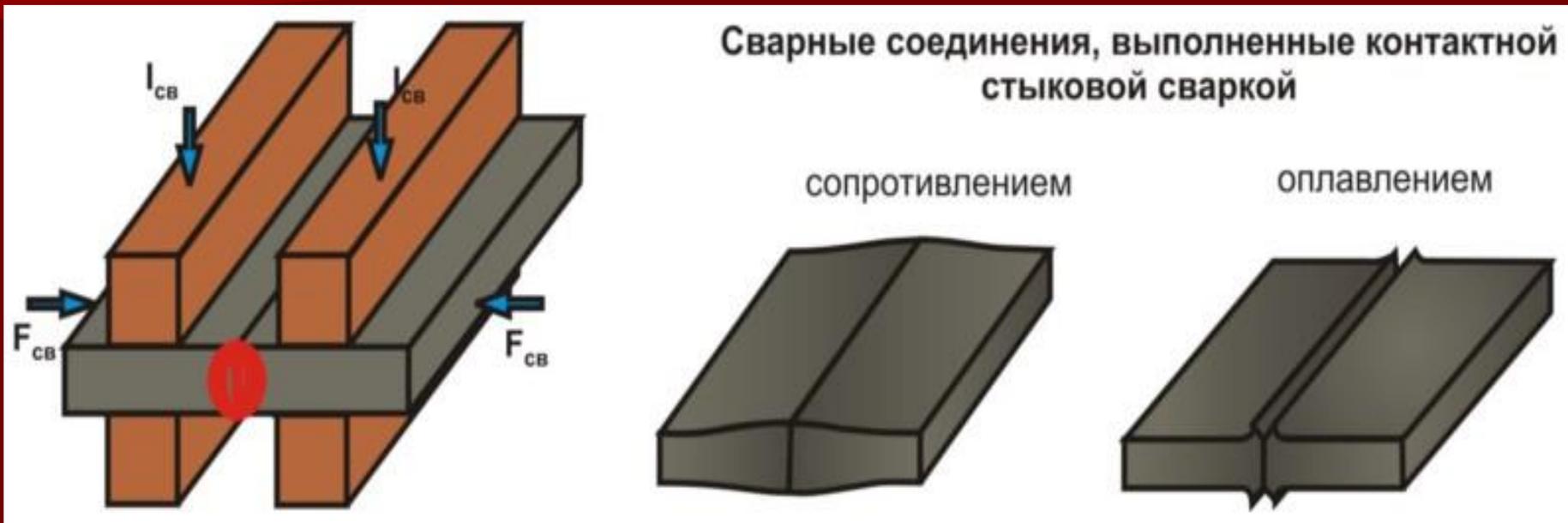
Подвод тока и перемещение деталей осуществляют с помощью вращающихся дисковых электродов – **роликов**

детали собирают внахлестку и нагревают кратковременными импульсами сварочного тока

Перекрытие точек достигается соответствующим выбором паузы между импульсами тока и скорости вращения роликов

Стыковая сварка

Способ контактной сварки, когда детали соединяются по всей площади касания (по всему сечению)



Детали закрепляют в токоподводящих зажимах, один из которых, как правило правый, подвижный и соединен с приводом усилия сжатия машины

Образование соединения происходит с расплавлением металла

При стыковой сварке сопротивлением детали предварительно сжимают усилием F и включают в сеть сварочный трансформатор.

По деталям протекает сварочный ток $I_{св}$, и происходит постепенный нагрев стыка деталей до температуры, близкой к температуре плавления.

Затем сварочный ток выключают и резко увеличивают усилие осадки деталей, которые деформируются в стыке.

При этом из зоны сварки частично выдавливаются поверхностные плёнки, формируется физический контакт, и образуется соединение.

При стыковой сварке оплавлением вначале на детали подают напряжение от сварочного трансформатора, а затем их сближают.

При соприкосновении деталей в отдельных контактах вследствие большой плотности тока металл контактов быстро нагревается и взрывоопасно разрушается.

Нагрев торцов деталей происходит за счёт непрерывного образования и разрушения контактов – перемычек, т.е. оплавления торцов.

На торцах образуется сплошной слой жидкого металла.

В этот момент резко увеличивают скорость сближения и усилие осадки деталей; торцы смыкаются, большая часть жидкого металла вместе с поверхностными плёнками и частью твёрдого металла выдавливается из зоны сварки, образуя утолщение – грат

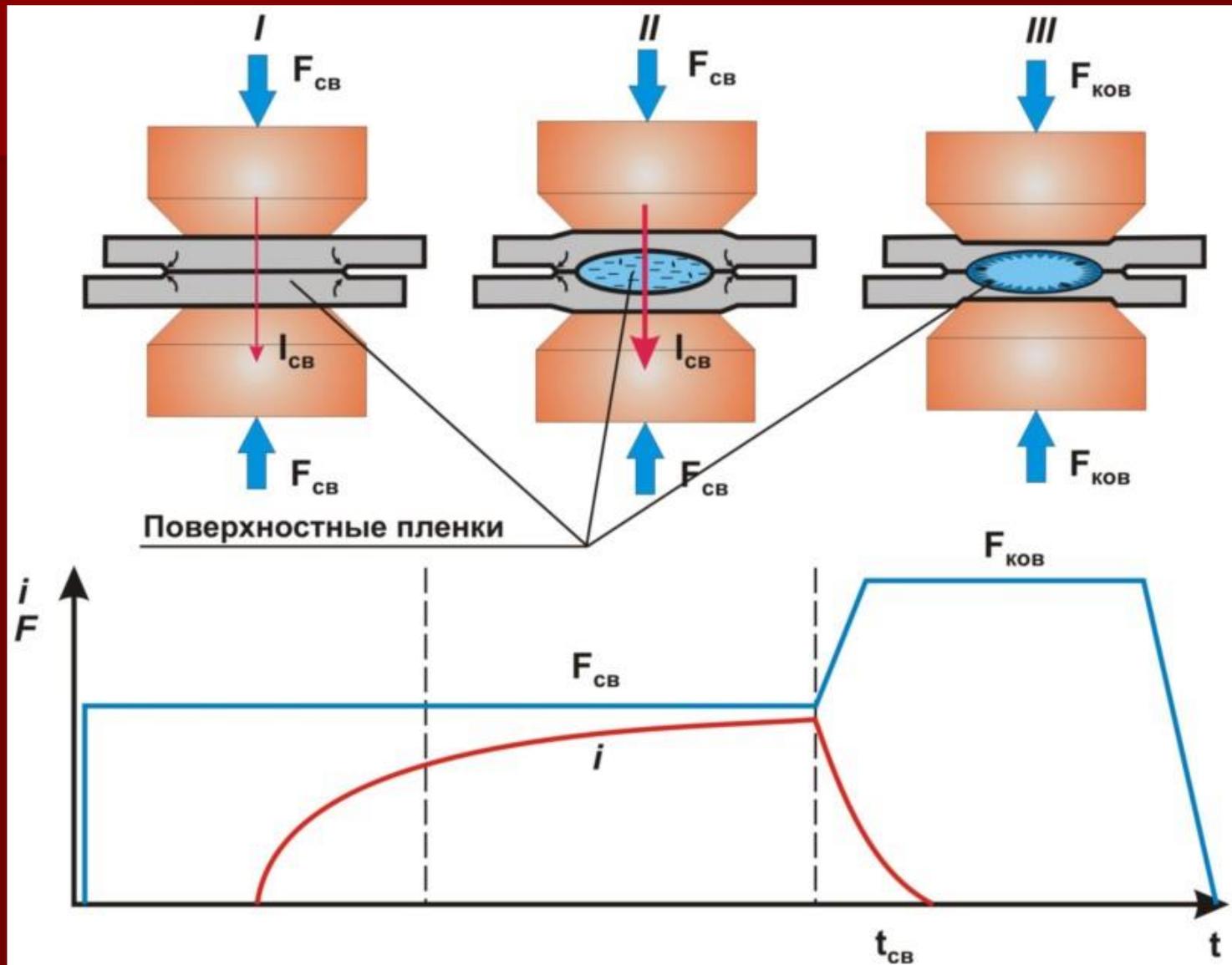
Общая схема формирования соединений при контактной сварке

Процесс ***точечной, шовной и рельефной сварки*** характерен весьма малым временем сварки (t_{CB}) при больших сварочных токах (I_{CB}) и усилиях (F_{CB}), обеспечивающих локальное плавление металла

Необходимым условием формирования соединения является образование общей зоны расплавленного металла заданных размеров, что обеспечивает прочность и герметичность соединения

При рассматриваемых способах сварки образование соединения происходит в значительной мере по единой схеме, состоящей из трех этапов I-III

Этапы образования сварного соединения точечной сваркой



Первый этап начинается с момента обжатия деталей, вызывающего пластическую деформацию микронеровностей в контактах электрод-деталь и деталь-деталь. Последующее включение тока и нагрев металла облегчают выравнивание микрорельефа, разрушение поверхностей пленок и формирование электрического контакта. При рельефной сварке на данном этапе начинается осадка рельефа. Нагретый металл деформируется преимущественно в зазор между деталями, и образуется уплотняющий пояс

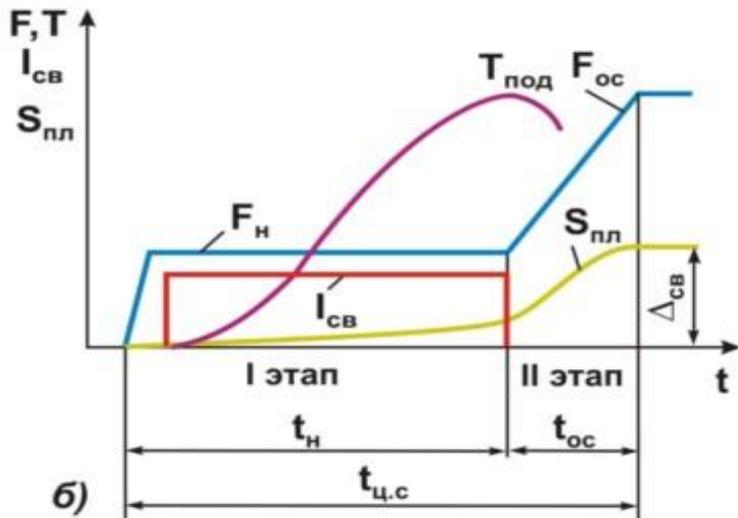
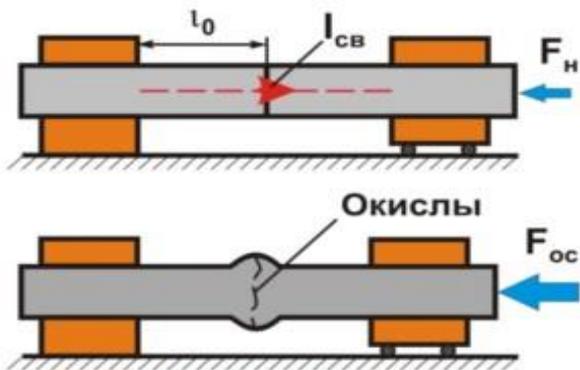
Второй этап характеризуется расплавлением металла и образованием ядра. По мере прохождения тока ядро растет до максимальных размеров – по высоте и диаметру. При этом происходит перемешивание металла, удаление поверхностных пленок и образование металлических связей в жидкой фазе. Продолжается процесс пластической деформации и тепловое расширение металла. К концу этого этапа отмечается почти полная осадка рельефа

Третий этап начинается с выключения тока, сопровождающегося охлаждением и кристаллизацией металла. Образуется общее для деталей литое ядро. При охлаждении уменьшается объем металла, и возникают остаточные напряжения. Для снижения уровня этих напряжений и предотвращения усадочных трещин и раковин требуются значительные усилия

Для получения следующего соединения цикл через определенную паузу вновь повторяется

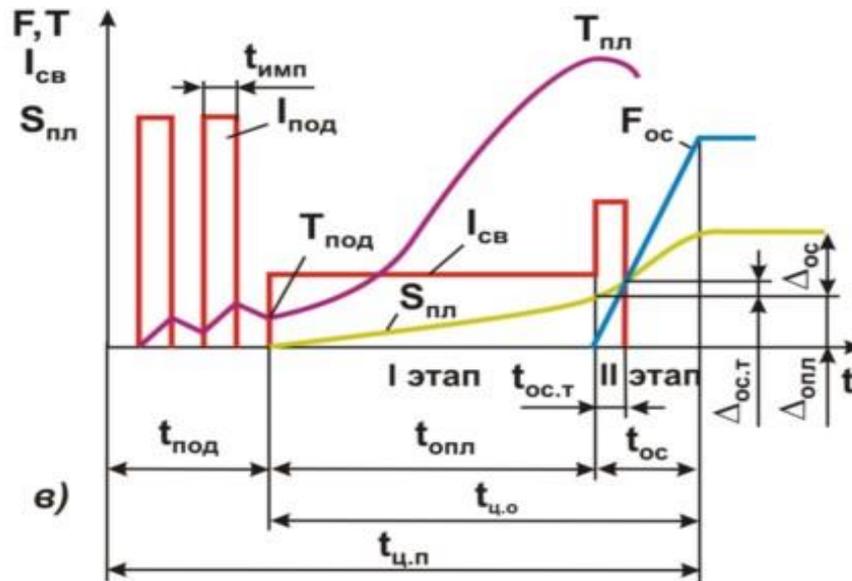
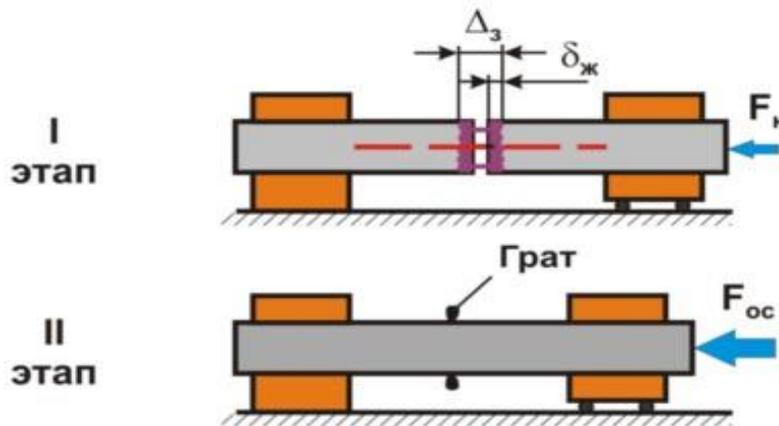
Этапы образования соединений и типовые циклограммы процесса контактной сварки

б) стыковая сопротивлением



б)

в) стыковая оплавлением



в)

$F_{Н/}$ $F_{СВ/}$ $F_{КОВ/}$ $F_{ОС}$ – начальное, сварочное, ковочное и усилие осадки;

$I_{СВ/}$ $I_{ПОД}$ – сварочный и ток подогрева;

$S_{П}$ – перемещение подвижной плиты машины;

$\Delta_{СВ/}$ $\Delta_{ОС/}$ $\Delta_{ОС.Т}$ - общая деформация деталей при сварке, осадке и осадке под ТОКОМ;

$\Delta_{ОПЛ}$ - укорочение деталей при оплавлении;

$t_{СВ/}$ $t_{Н/}$ $t_{ОС/}$ $t_{ОС.Т/}$ $t_{ПОД/}$ $t_{ОПЛ/}$ $t_{Ц.С/}$ $t_{Ц.О/}$ $t_{Ц.П}$ – время сварки, нагрева, осадки, осадки под ТОКОМ, подогрева, оплавления, цикл сварки, цикл оплавления, сварки оплавления с подогревом

При сварке деталей большого сечения применяют предварительный подогрев торцов

Первый этап

- при стыковой сварке сопротивлением (рис.б) детали входят в соприкосновение при начальном сжимающем усилии F_H и торцы интенсивно нагреваются до температуры $(0,8-0,9) T_{пл}$ при прохождении сварочного тока
- при стыковой сварке оплавлением (рис. в) нагрев деталей происходит до образования на торцах слоя расплавленного металла толщиной $\delta_{ж}$ в результате локального расплавления и разрушения перемычек

Второй этап

- при стыковой сварке сопротивлением характеризуется пластическим деформированием металла, в результате которого происходит частичное выдавливание оксидных пленок с торцевой поверхности при значительном усилии осадки. Термическая активность атомов в этот момент способствует образованию активных центров взаимодействия и окончательному формированию металлических связей в ходе совместной пластической деформации металла в твердой фазе. Однако относительно малая деформация не обеспечивает полного удаления оксидов
- при стыковой сварке оплавлением сопровождается деформацией нагретых поверхностей – осадкой

Процессы, протекающие при контактной сварке



ТИПОВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕРМОДИФОРМАЦИОННЫЙ ЦИКЛ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ

- ❖ на первом этапе сопутствующие процессы ввиду относительно малой деформации и низкой температуры зоны сварки не получают большого развития
- ❖ на втором этапе при появлении расплавленного ядра резко возрастает тепловое расширение металла, появляется опасность выплеска, вследствие теплопроводности отмечается нагрев околошовной зоны, изменение исходной структуры металла, массоперенос в контакте электрод-деталь
- ❖ на третьем этапе при охлаждении металла происходит кристаллизация металла ядра, образование литой структуры и значительных остаточных напряжений, продолжается теплопередача в околошовную зону и изменение структуры металла в этой части соединения

Степень развития сопутствующих процессов и изменения первоначальных свойств металла может быть уменьшена, например, за счет уменьшения скорости нагрева (роста сварочного тока) и увеличения усилия на стадии охлаждения

Преимущества контактной сварки

Широкое применение различных способов контактной сварки обусловлено следующими ее ***основными достоинствами***:

- Широкой возможностью автоматизации сборочно-сварочных работ. Среди механизированных и автоматизированных способов сварки контактная сварка занимает первое место
- Высоким и стабильным качеством сварки, не зависящим от квалификации оператора-сварщика
- Отсутствием потребности в специальных технологических материалах (присадочная проволока, флюс, защитные газы и т.д.)
- Широким классом свариваемых материалов. Контактной сваркой можно успешно соединять практически все известные конструкционные материалы – низкоуглеродистые и легированные стали, жаропрочные и коррозионно-стойкие сплавы, сплавы на основе алюминия, магния, титана и др.
- Относительно высокой культурой производства и благоприятными условиями труда.

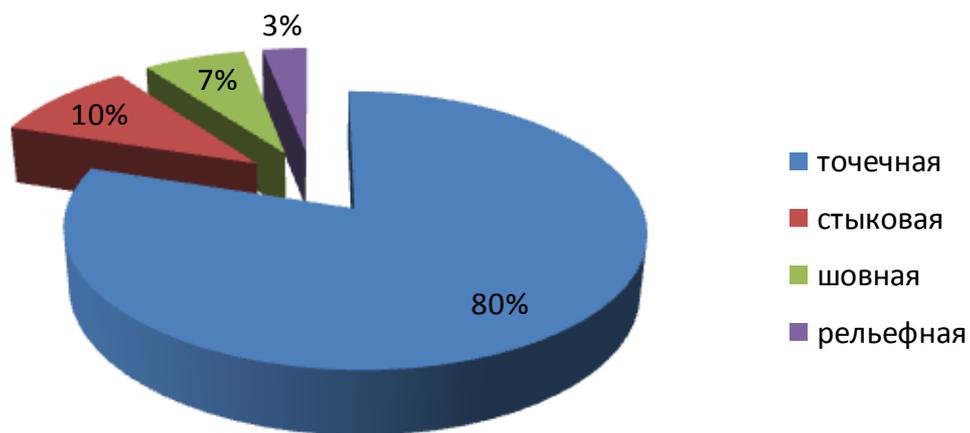
Область применения контактной сварки

от крупногабаритных строительных конструкций, космических аппаратов до миниатюрных полупроводниковых устройств и плёночных микросхем

Широкое применение контактная сварка нашла в авиа, судо- и автостроении, вагоностроении, сельхозмашиностроении, сварки трубопроводов и рельс и др

По имеющимся данным, в настоящее время около **30 %** всех сварных соединений выполняют различными способами контактной сварки

Распределение объемов производства между видами контактной сварки



Задание для самостоятельной работы

Технико-экономические показатели, характеризующие эффективность использования различных способов контактной сварки

Вопросы:

- Определение сварки давлением и контактной сварки.
- Какие существуют способы сварки давлением?
- Какие существуют способы и разновидности контактной сварки?

Проверь себя:

Какой из перечисленных способов не относится к контактной сварке.

- a. Точечная сварка.
- b. Шовная сварка.
- c. Электронно-лучевая сварка.

Какой источник энергии используют для образования соединений при электроконтактной сварке?

- a. Электрическую сварочную дугу
- b. Теплоту, выделяющуюся при прохождении электрического тока через детали, при их пластическом деформировании усилием, приложенным к электродам
- c. Магнитно-импульсный разряд.

Как образуется соединение при стыковой сварке сопротивлением?

- a. За счет взаимной рекристаллизации при осадке.
- b. За счет образования литого ядра при кристаллизации взаимной зоны расплавленного металла.
- c. За счет процессов взаимной диффузии.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!!!