

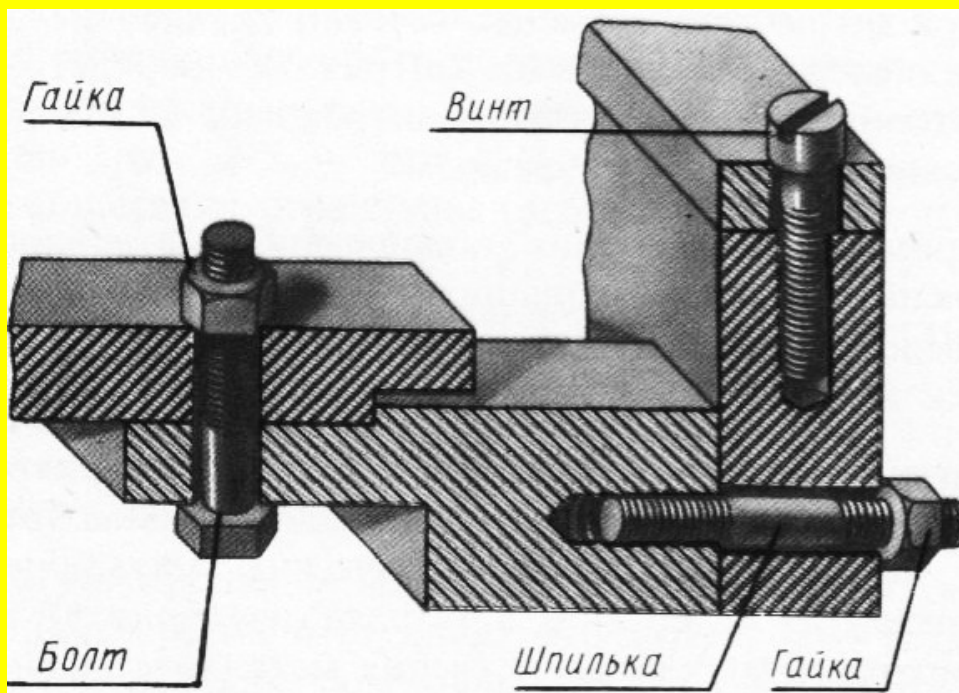
Учебно- технологический практикум по сварочному производству

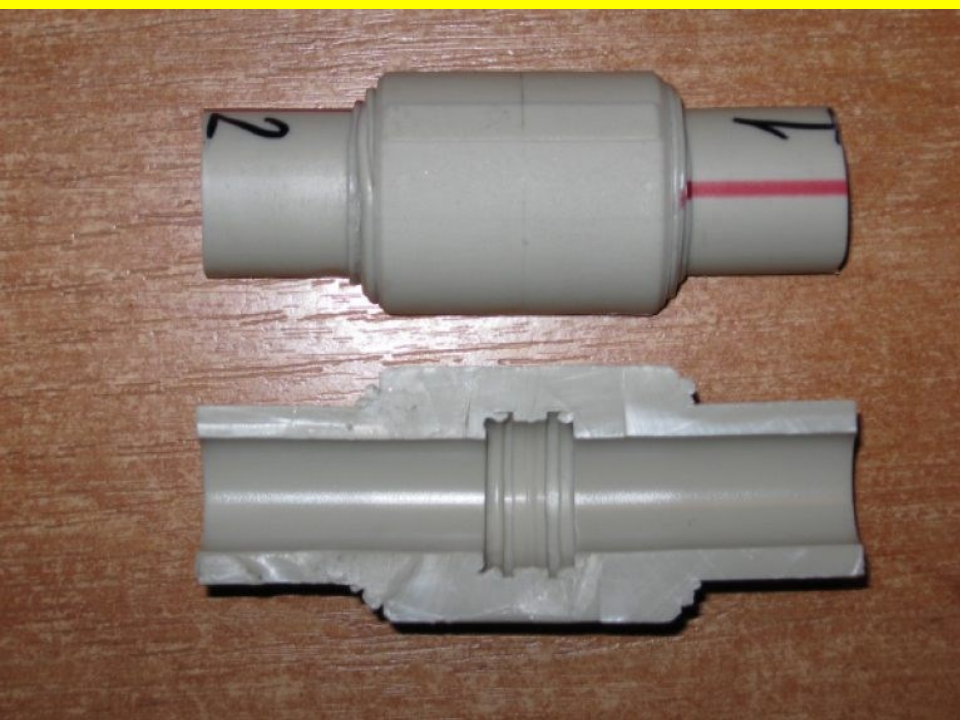
Вводная
лекция



Сложные конструкции, получают в результате соединения между собой отдельных элементов (деталей, узлов). Соединения могут быть **разъемными** или **неразъемными**.

Неразъемные соединения разделяются на **монолитные** (сварка, пайка, склеивание) и **немонолитные** (например, заклепочное).





Наиболее прочным видом неразъемных монолитных соединений является **сварка**. Чаще всего с помощью сварки соединяют детали из металлов и сплавов, но сваривать можно детали из неметаллов – пластмасс, керамик.

Качественные сварные соединения обладают **прочностью не уступающей соединяемым материалам**, а также и водо- и газонепроницаемостью.

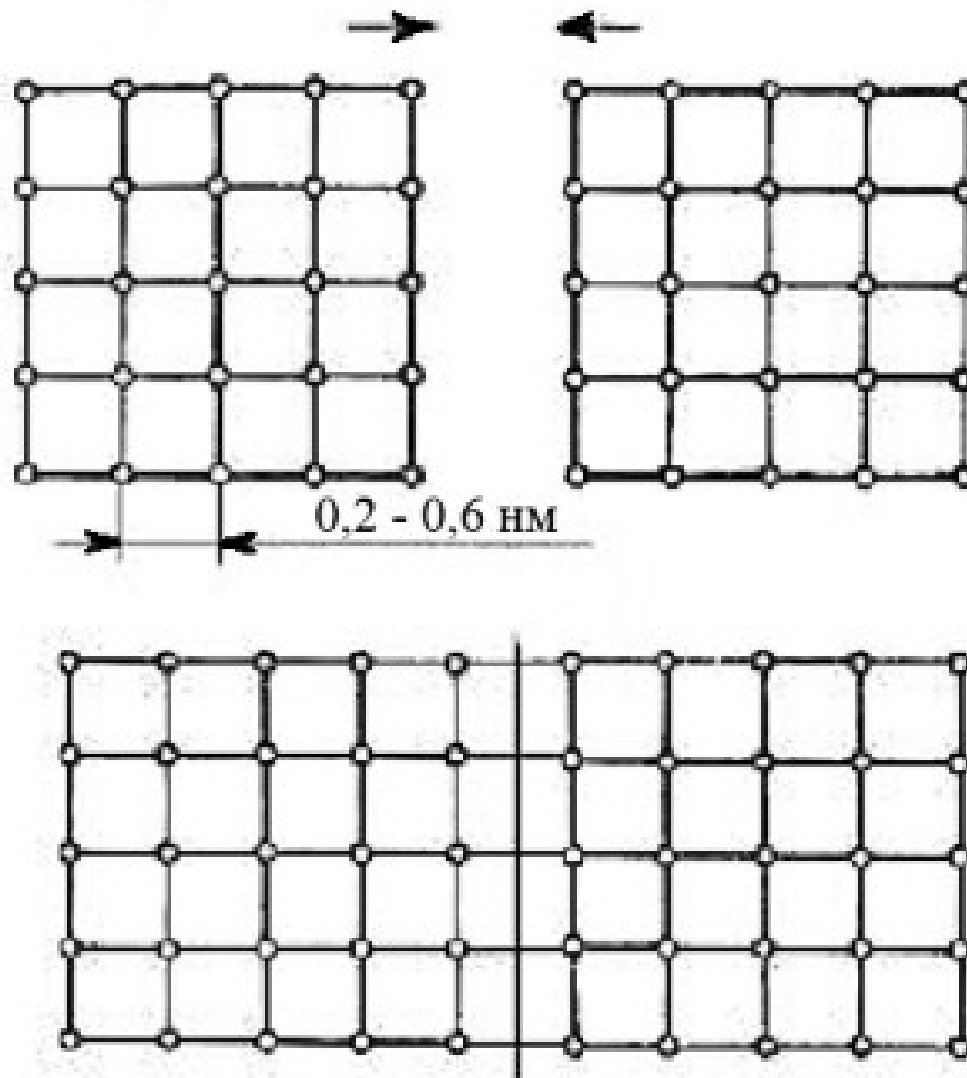


Некоторые конструкции, которые сложно или невозможно создать при помощи сварки

Сварка – это технологический процесс получения неразъемного монолитного соединения заготовок с установлением межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и (или) пластическом деформировании.

Определение по **ГОСТ Р ИСО 857-1–2009. Процессы сварки металлов**

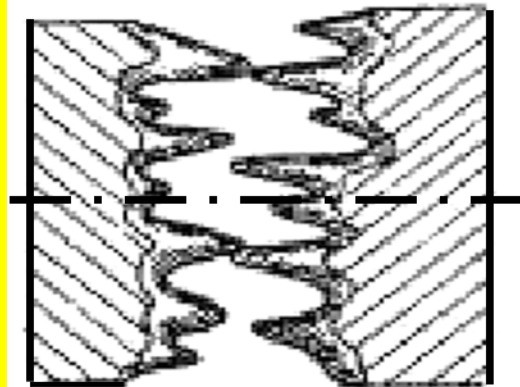
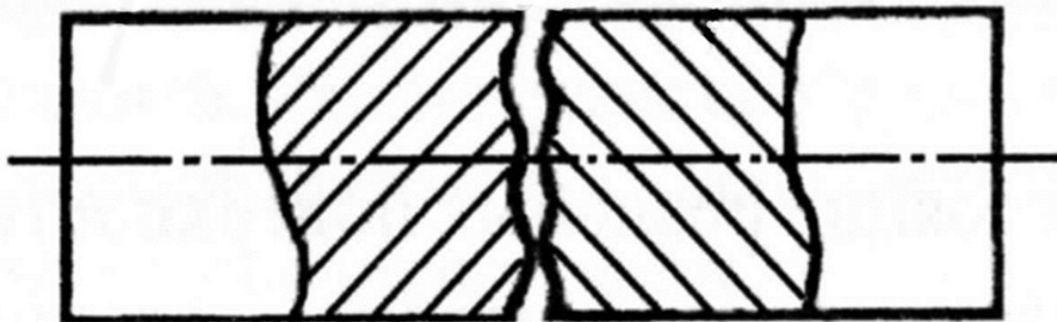
*Сварка – технологический процесс соединения металла(ов) при таком **нагреве и/или давлении**, в результате которого получается непрерывность структуры соединяемого(мых) металла(ов)*



Для образования **соединений** металлов необходимо **сблизить соединяемые поверхности** на расстояния, равные **межатомным расстояниям** (от 2 до 6 Å или 0,2 – 0,6 нм)

Сближению соединяемых при сварке поверхностей препятствуют:

- **микронеровности;**
- **химические загрязнения (оксиды);**
- **механические загрязнения (частицы пыли, смазки, адсорбированные инородные атомы);**



Также **необходимо активировать поверхностные атомы** (передать им дополнительную энергию, необходимую для разрыва связей с атомами внешней среды и образованию межатомных связей между соединяемыми поверхностями).

Активацию можно выполнить за счет использования тепловой энергии и (или) энергии давления.

Сварка позволяет преодолеть все перечисленные препятствия и добавить энергию активации.

В зависимости от формы энергии активации поверхностных атомов и фазового состояния материалов в зоне соединения выделяются виды сварки:

плавлением

давлением

Определения по **ГОСТ Р ИСО 857-1-2009**
Процессы сварки металлов

Сварка плавлением: сварка, осуществляемая оплавлением сопрягаемых поверхностей без приложения внешней силы; обычно, но не обязательно добавляется расплавленный присадочный металл.

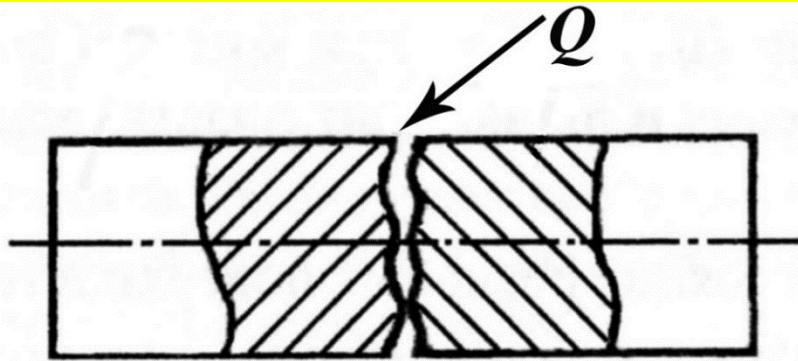
Сварка давлением: сварка, осуществляемая приложением внешней силы и сопровождаемая пластическим деформированием сопрягаемых поверхностей; обычно без присадочного металла.

Классификация способов сварки

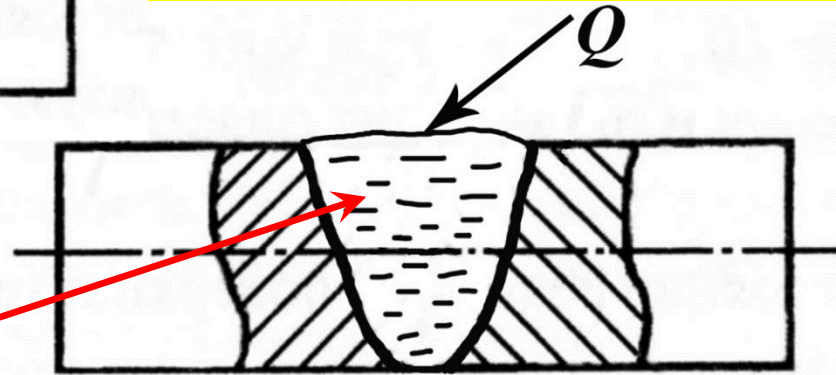


Термический

К **термическому** классу относятся способы сварки, осуществляемые **оплавлением свариваемых поверхностей с использованием тепловой энергии**: дуговая, газовая, плазменная, электронно-лучевая, лазерная и др.)

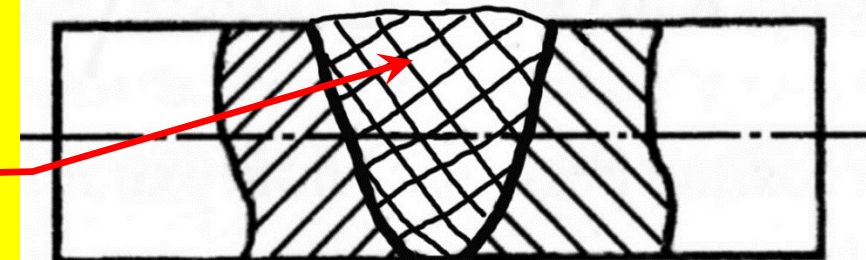


Q - теплота



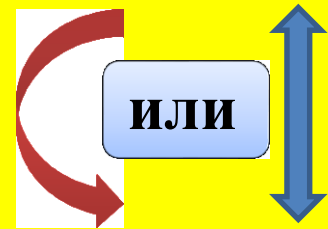
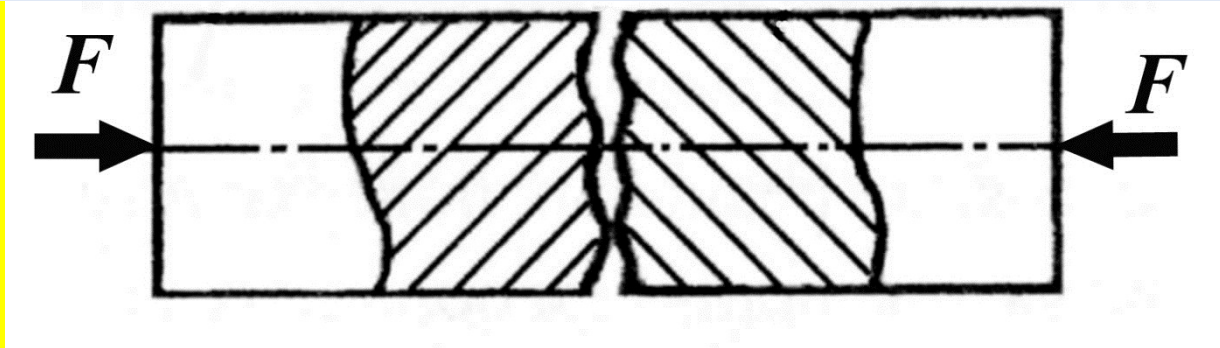
Сварочная ванна
из расплавленного
металла

Кристаллизация
расплавленного
металла

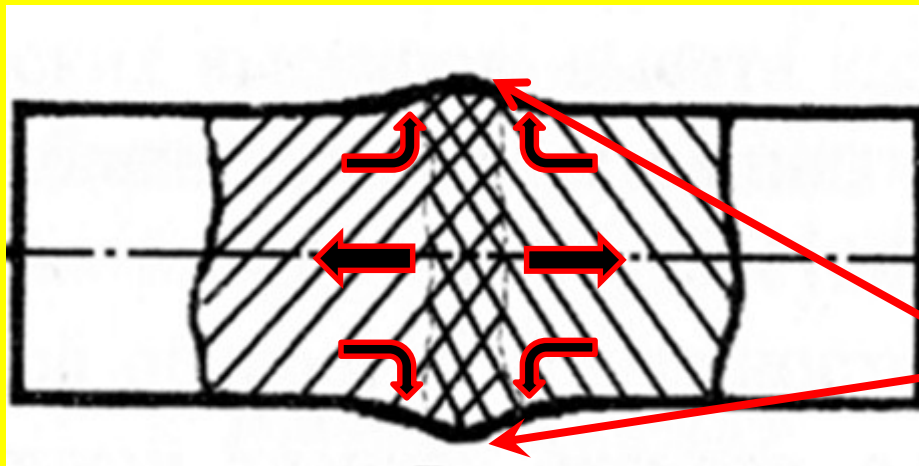


Механический

К **механическому классу** относятся способы сварки, осуществляемые с использованием **механической энергии и давления**: холодная сварка, сварка трением, ультразвуковая сварка и др.



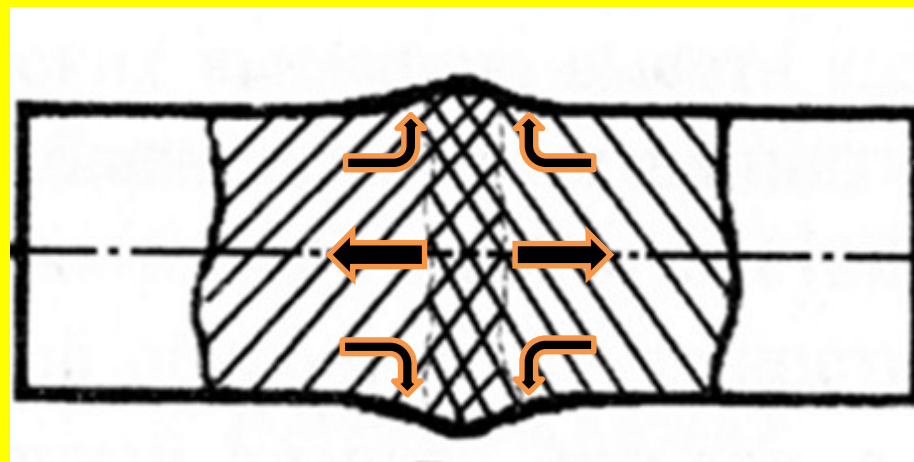
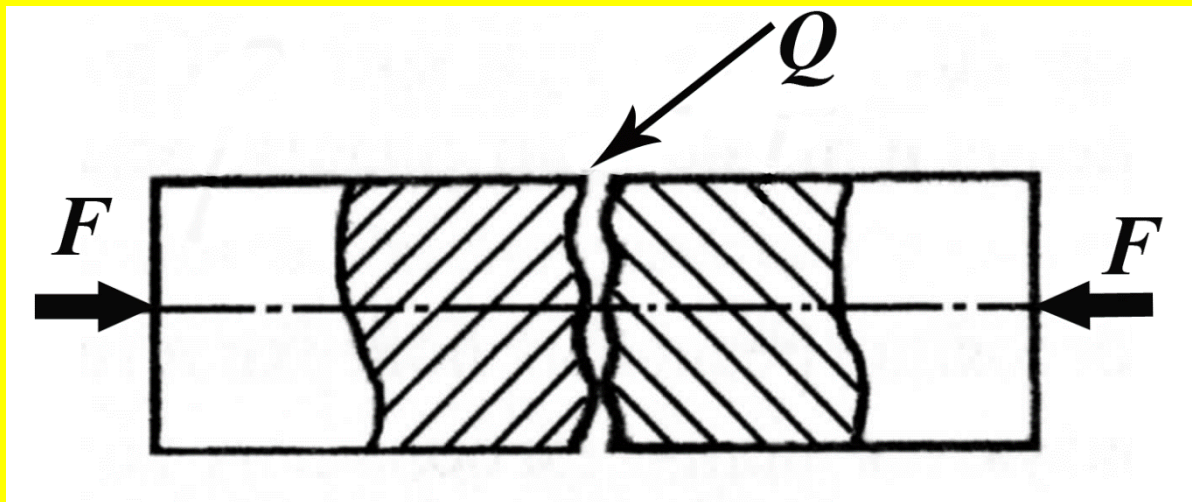
F – сила сжатия



Грат - избыточный металл, выдавленный при сварке давлением

Термомеханический

К термомеханическому классу относятся способы сварки, осуществляемые с использованием *тепловой энергии и давления*: контактная сварка, диффузионная сварка и др.

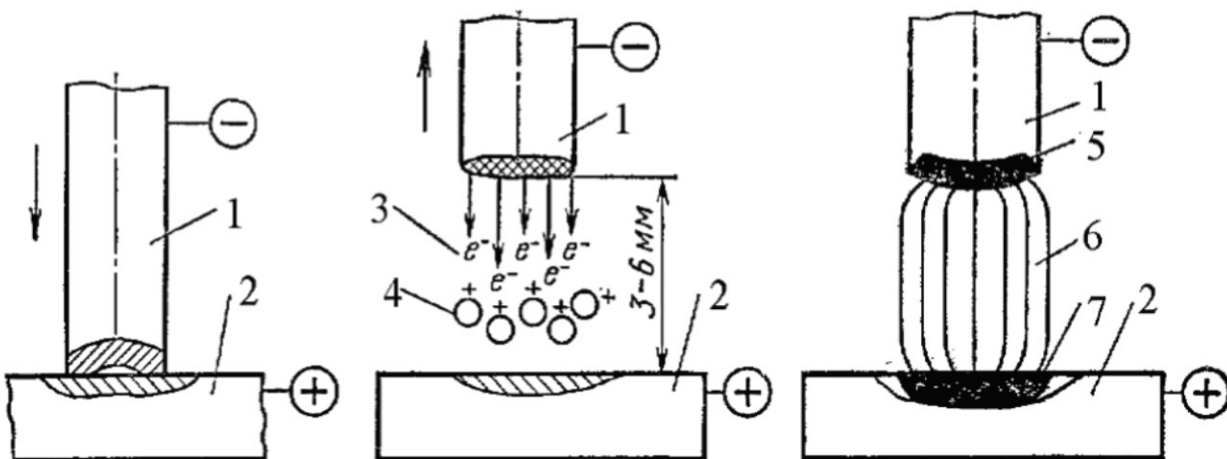


**Наиболее распространенный способ сварки
плавлением – электродуговая сварка.**

**Электродуговая – сварка плавлением, при
которой источником теплоты является
электрическая сварочная дуга.**

Электрическая сварочная дуга – мощный стабильный электрический разряд в ионизированных атмосферных газах и парах металла, сопровождающийся интенсивным тепловыделением и световым излучением.

$T_{\text{центра дуги}} \leq 6000 - 7000^{\circ}\text{C}$.

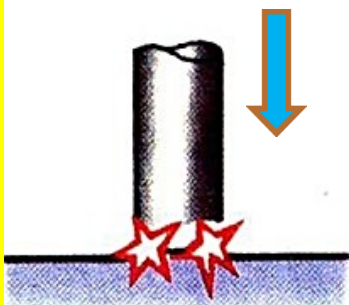


1 - электрод, 2 - заготовка,
3 - эмиссия электронов,
4 - ионизация паров мет. и газов,

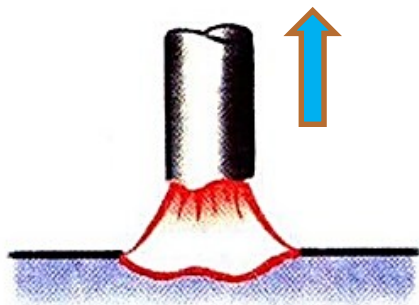
зоны:

5 – катодная ($\sim 2000^{\circ}\text{C}$),
6 - столба дуги ($\leq 7000^{\circ}\text{C}$),
7 – анодная ($\sim 3000^{\circ}\text{C}$)

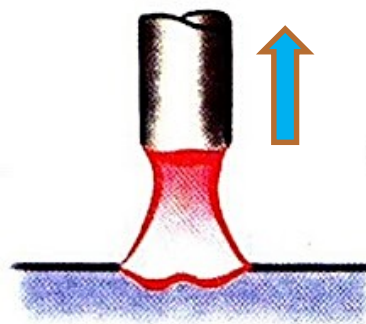
Короткое замыкание



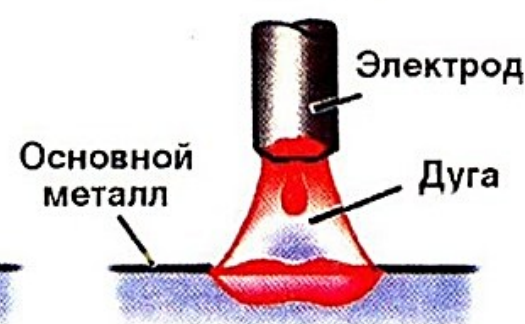
Образование прослойки из жидкого металла



Образование шейки



Возникновение дуги



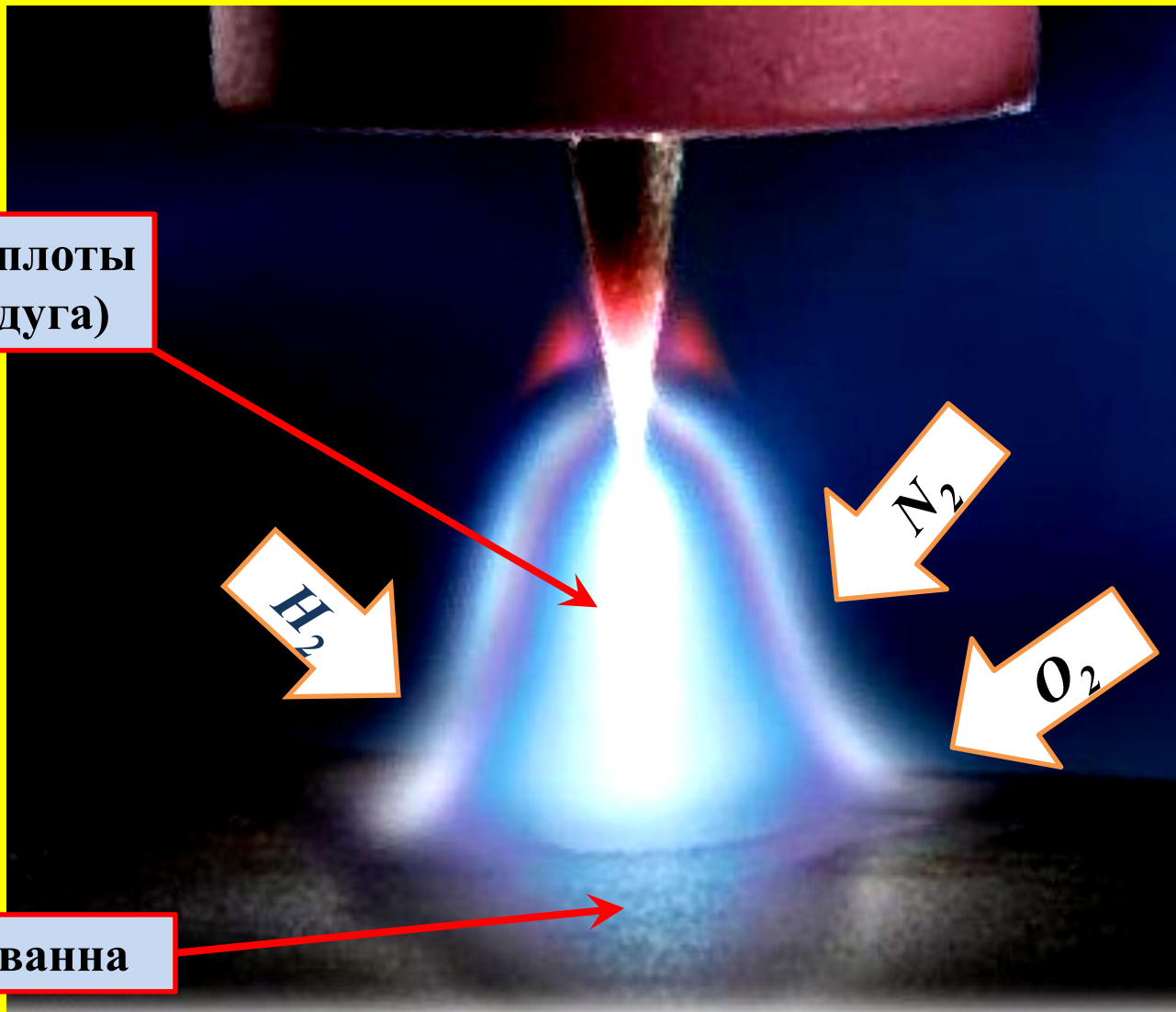
Источник теплоты
(электрическая дуга)

H_2

N_2

O_2

Жидкая ванна

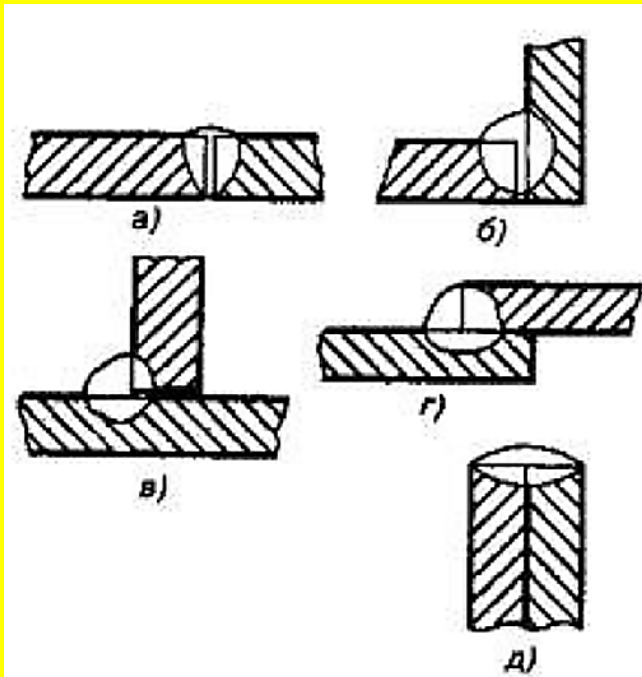


Основные способы электродуговой сварки:

Ручная дуговая сварка – способ дуговой сварки, при котором зажигание дуги, подача и перемещение электрода производится вручную.

Отличается универсальностью, возможностью выполнения соединений различных металлов и сплавов в разных пространственных положениях.

Недостатки – низкая производительность процесса и зависимость качества сварки от квалификации сварщика.



Автоматическая дуговая сварка под флюсом.

Электрическая дуга горит между плавящимся электродом и деталью **под слоем сварочного флюса, полностью закрывающего дугу и сварочную ванну от взаимодействия с окружающей средой (N_2 , O_2 , H_2).**

Автоматическая дуговая сварка под флюсом отличается **высокой производительностью и качеством получаемых соединений.**

Недостатки: трудность сварки деталей небольших толщин, коротких швов и выполнение швов в положениях, отличных от нижних.





Дуговая сварка в защитных газах

Применяется для сварки легко окисляющихся и дорогих материалов (алюминиевые, магниевые и титановые сплавы).

Качественная защита расплавленного металла от атмосферных газов: N_2 , O_2 , H_2 .

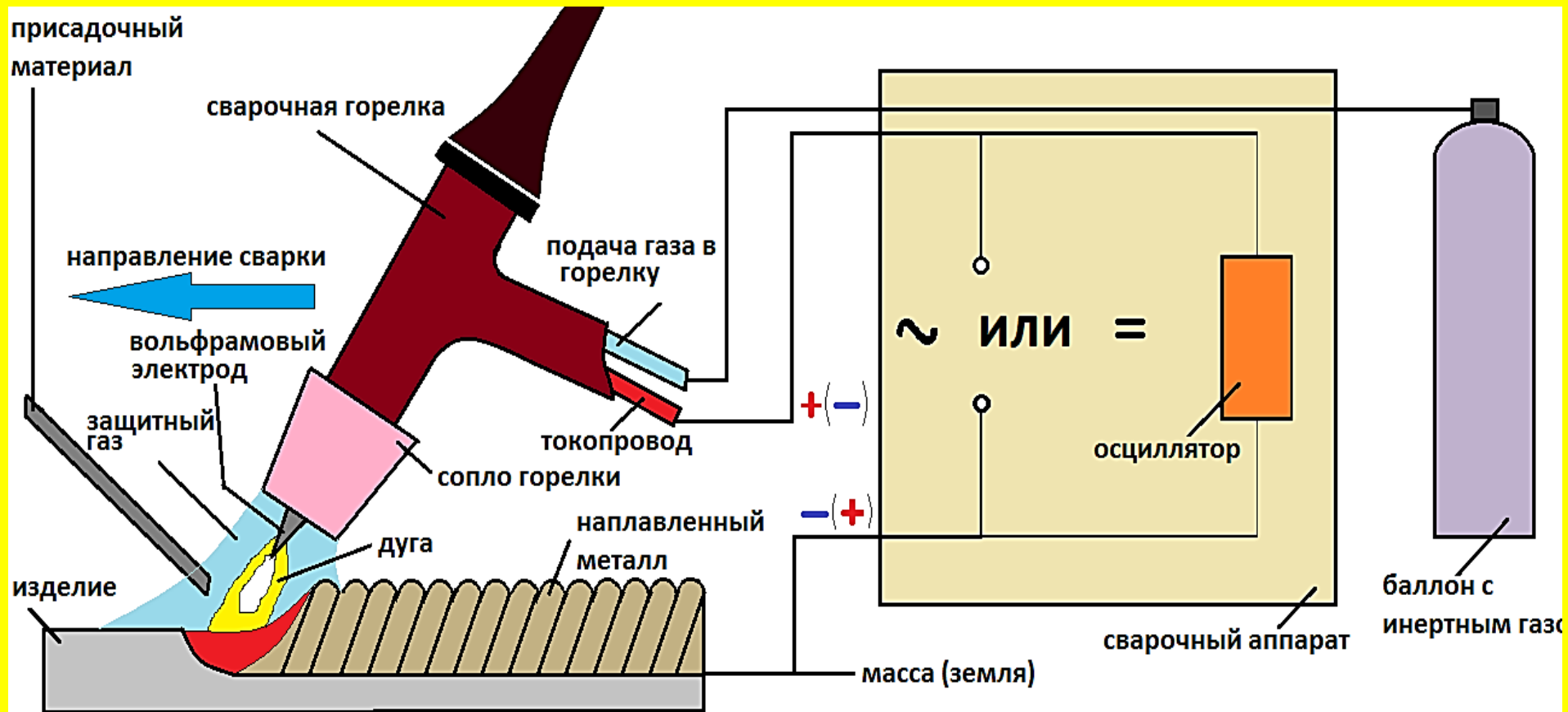
Сварка в **инертных газах** (*Ar, He*) производится неплавящимся вольфрамовым электродом или плавящимся электродом, по химическому составу близким к составу

Сварка в **активных газах** (CO_2 , N_2). В производстве сварных конструкций из **низкоуглеродистых и**

Сварка в **смеси инертных и активных газов:**

$80\%Ar + 20\%CO_2$, $50\%Ar + 50\%He$, $(90\% - 70\%) Ar + (10 - 30\%) N_2$

Схема сварки неплавящимся электродом в защитном газе

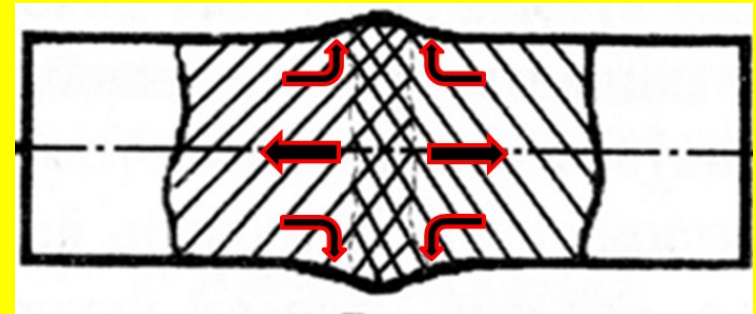
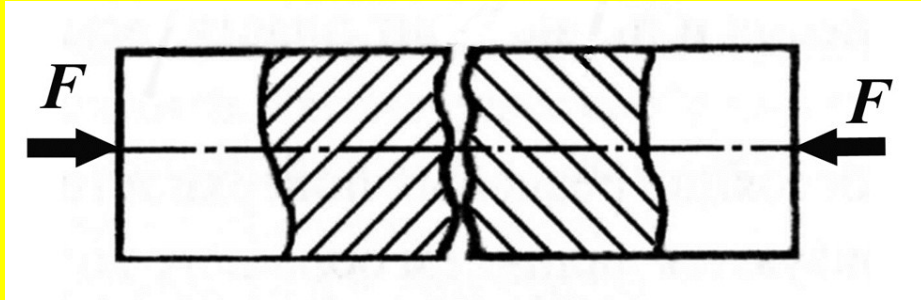




Сварка давлением

Все неровности сминаются, оксидные пленки и загрязнения либо выдавливаются наружу, либо диффундируют в глубь металла, а новые не образуются (нет контакта с O_2).

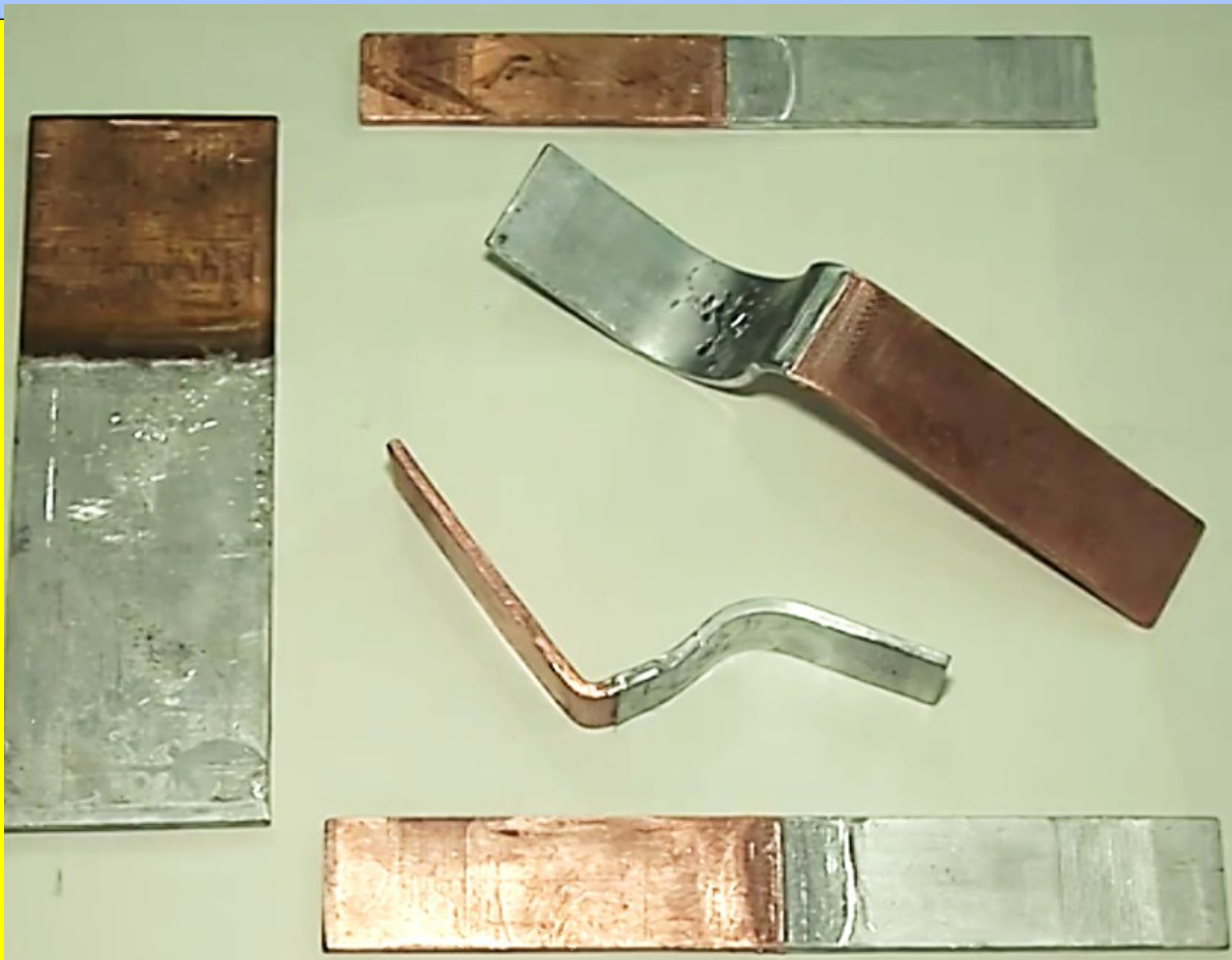
Происходит сближение атомов на необходимое расстояние и образование межатомных связей.

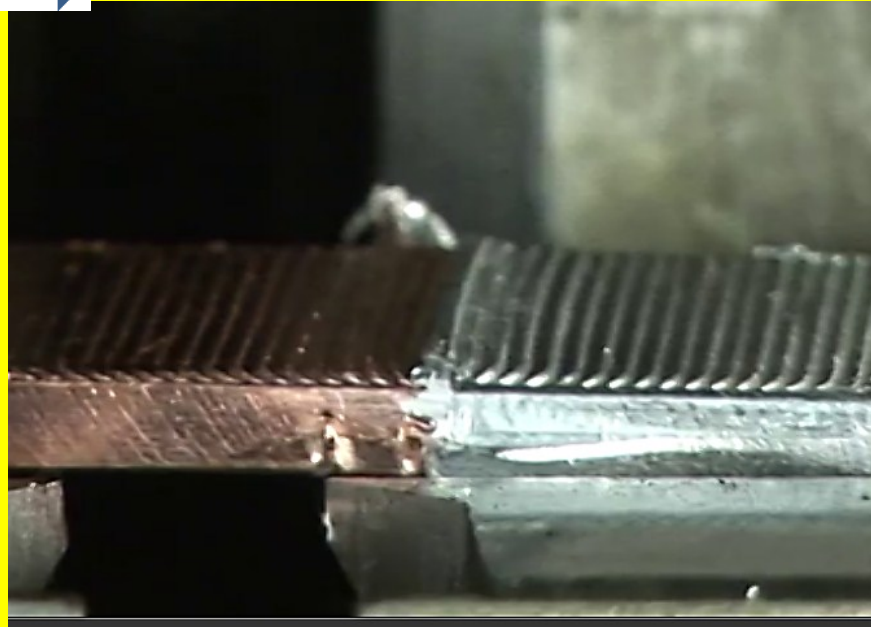
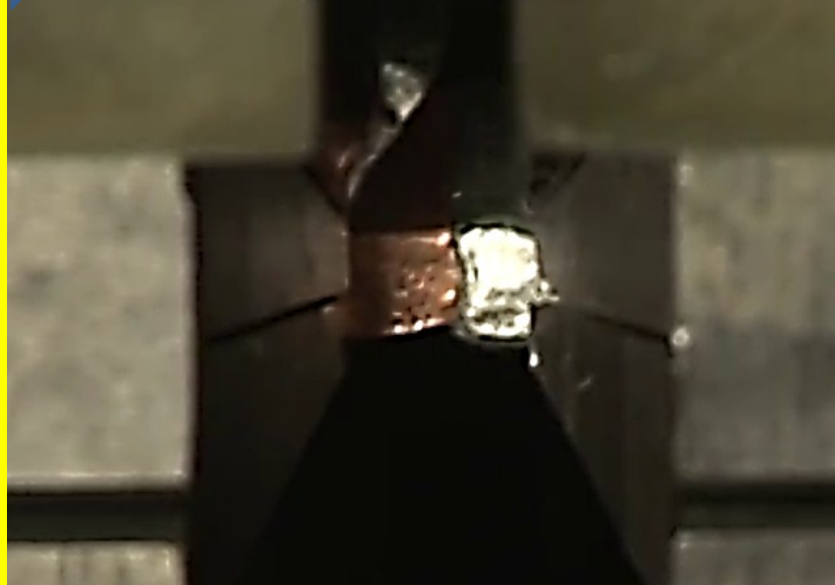
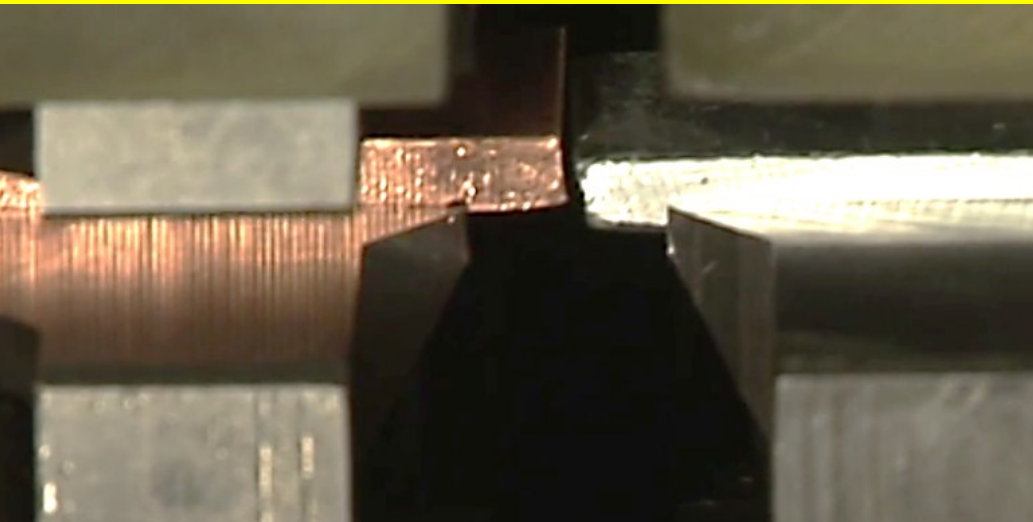


Без нагрева возможна сварка высокопластичных металлов (Al, Au, Cu, Pb, Zn и др.) – **холодная сварка**.

Холодная сварка

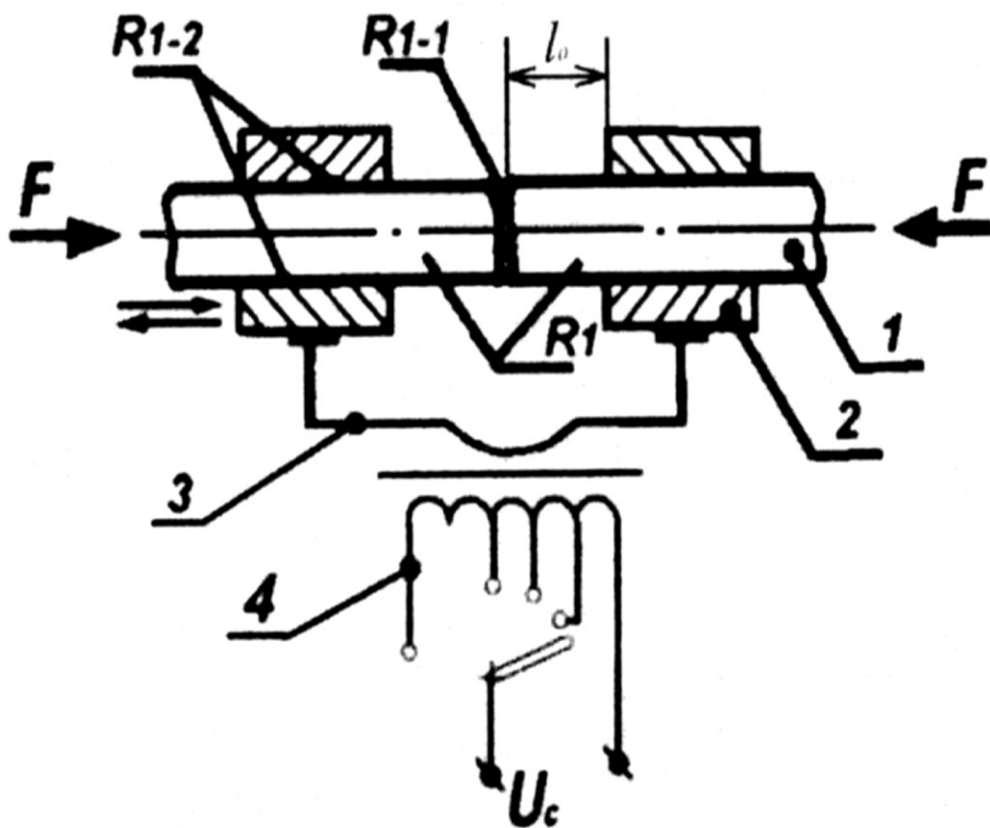
Сварка давлением при **значительной пластической деформации** соединяемых материалов заготовок в зоне их контакта **без нагрева** **внешними источниками тепла.**





Сварка давлением значительно облегчается **подогревом металла**, поэтому в большинстве случаев она используется одновременно с нагревом ниже температуры плавления металла (для сталей до 1100 - 1200°C).

Контактная сварка

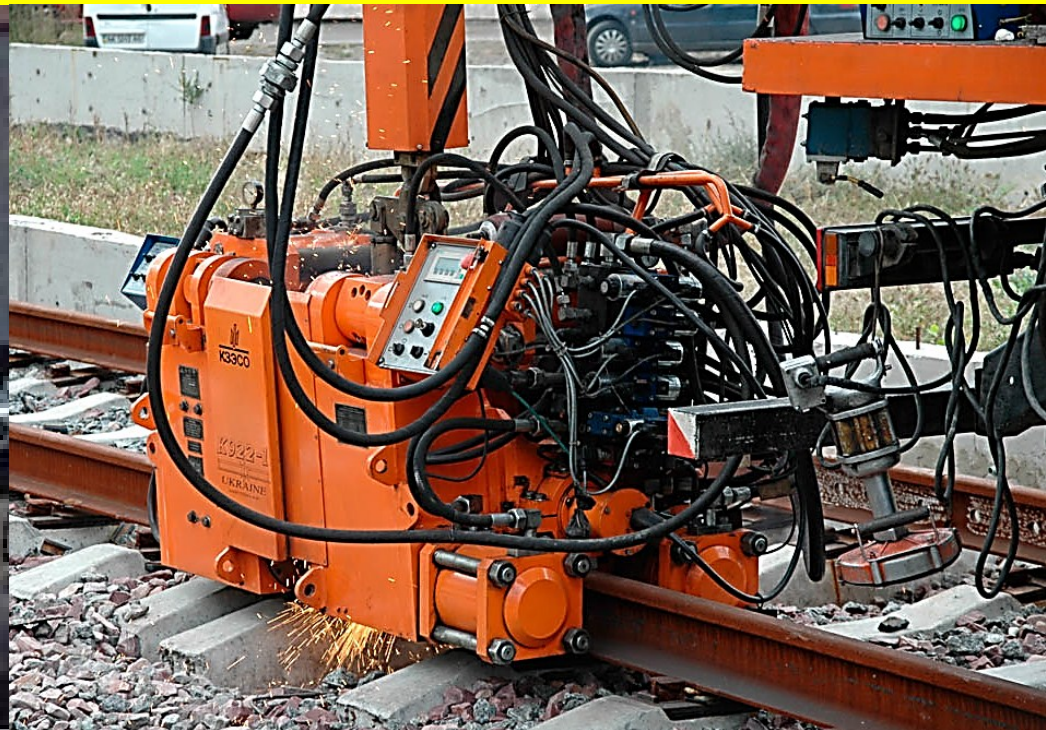
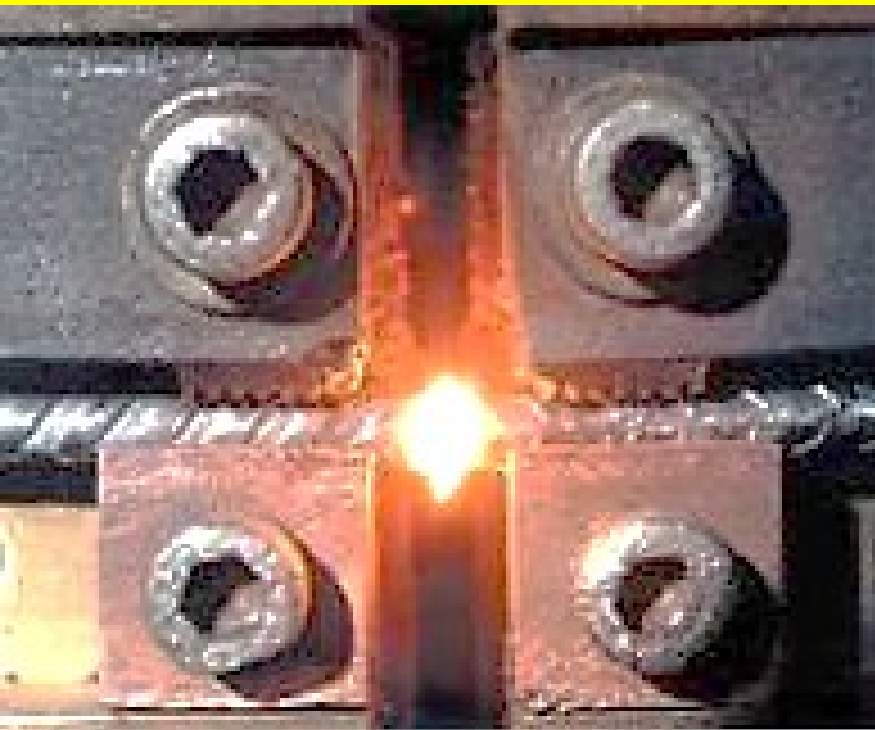


$$Q = I^2 \cdot R \cdot t, \text{ Дж}$$

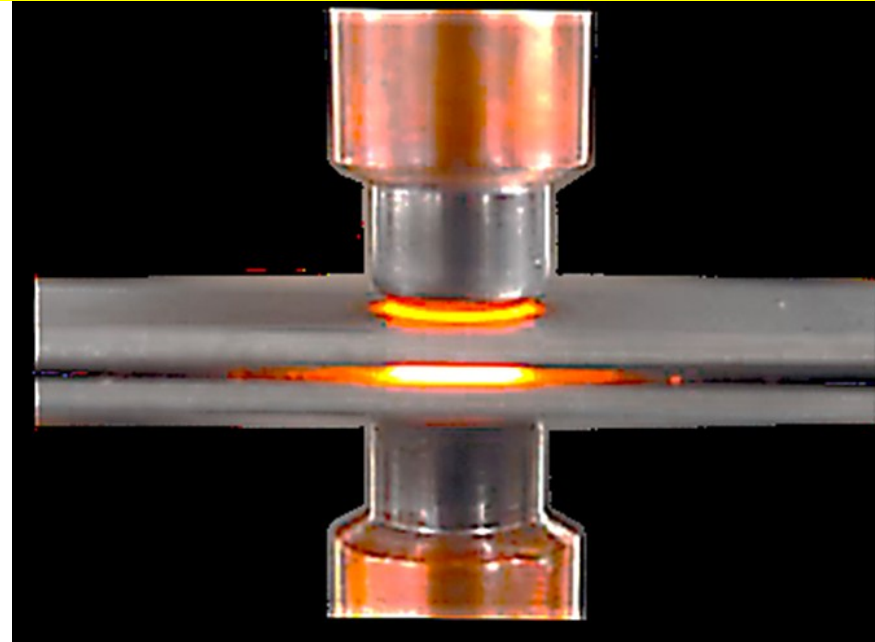
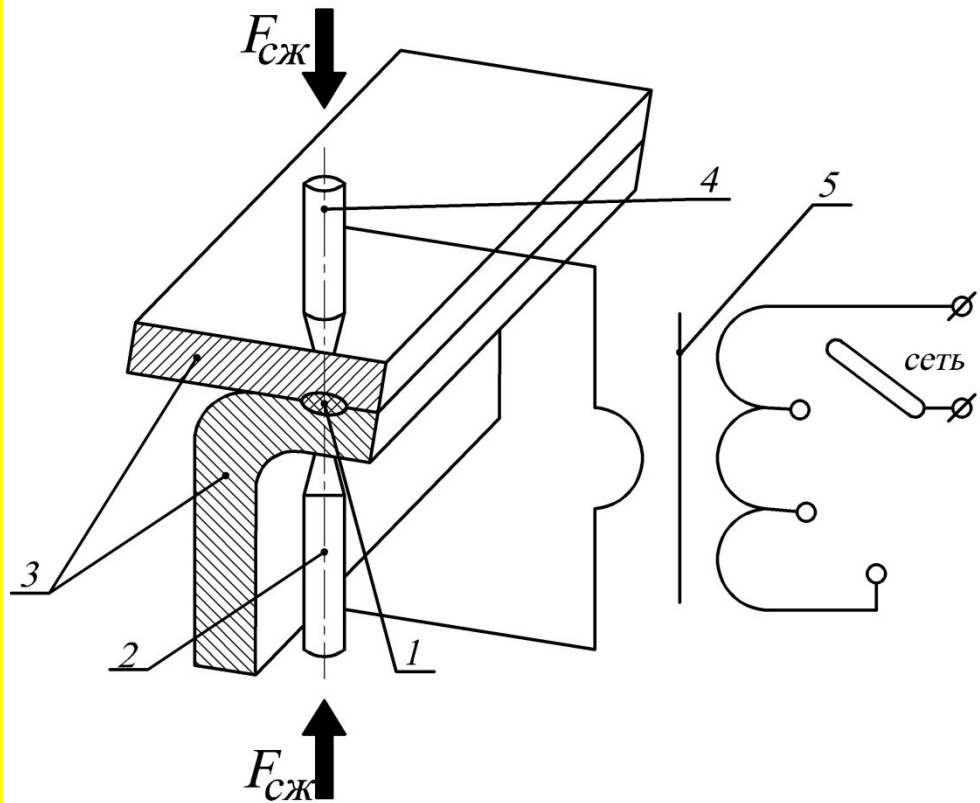
Контактная стыковая сварка

Способ контактной сварки, при которой детали соединяются **по поверхности стыкуемых торцов** в результате нагрева при протекании электрического тока и применения силы сжатия (*схема на предыдущей странице*)

Стыковой сваркой соединяют **проволоку, стержни, трубы, полосы, рельсы, цепи** и т.д.



Контактная точечная сварка – способ контактной сварки, при которой детали соединяются по отдельным **точкам касания**, **ограниченным площадью торцов электродов**, передающих усилие сжатия и подводящих электрический ток (для нагрева места соединения).



- 1 – сварная точка
- 2 – нижний электрод
- 3 – заготовки
- 4 – верхний электрод
- 5 – источник питания

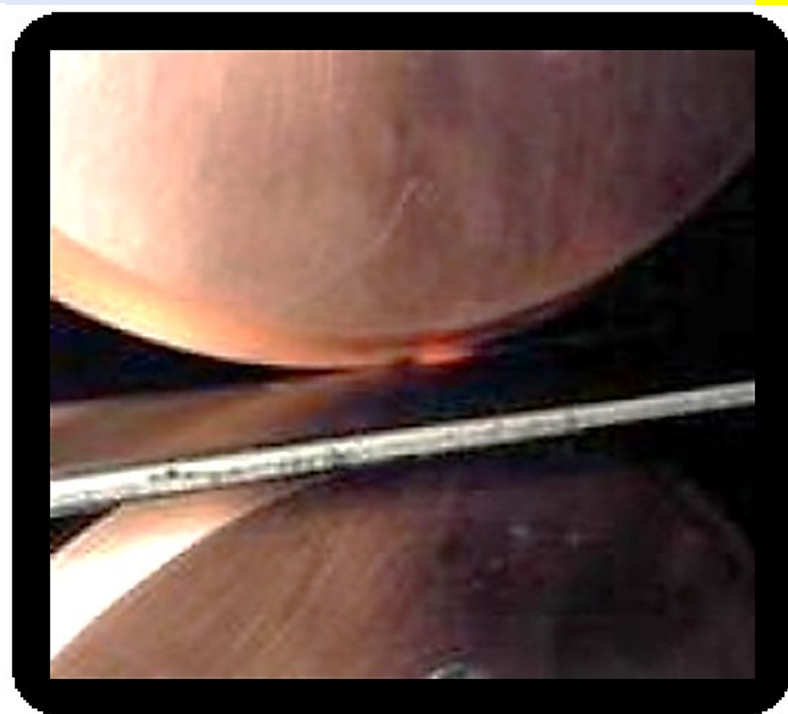
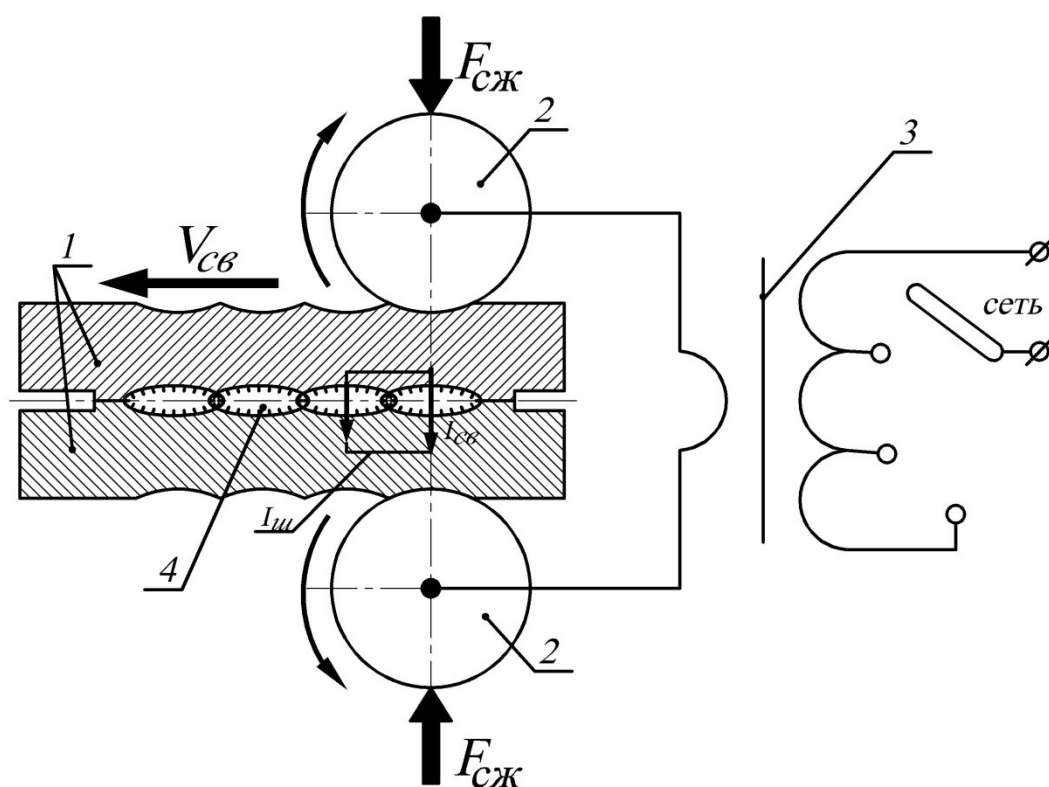


Сварка кузова автомобиля аппаратом точечной контактной сварки. Л

© Ирина Борсученко / Фотобанк Лори

Шовная сварка – способ контактной сварки, при которой **заготовки соединяются швом**, в результате приложения силы сжатия и нагрева при подводе тока к **вращающимся дисковым электродам** (роликам).

Шовную сварку применяют в массовом производстве при изготовлении изделий с толщиной стенки 0,3–3 мм, где требуются герметичные швы – бензобаки, трубы, бочки, сифоны и др.



1 – заготовки; 2 – дисковые электроды; 3 – трансформатор; 4 – сварной шов



Спасибо за внимание!