

КУРС ЛЕКЦИЙ-ПРЕЗЕНТАЦИЙ
по дисциплине

**«ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
СВАРКИ ДАВЛЕНИЕМ»**

лекция №14

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:

к.т.н., доцент кафедры «ОиТСП»

БЕНДИК Татьяна Ивановна

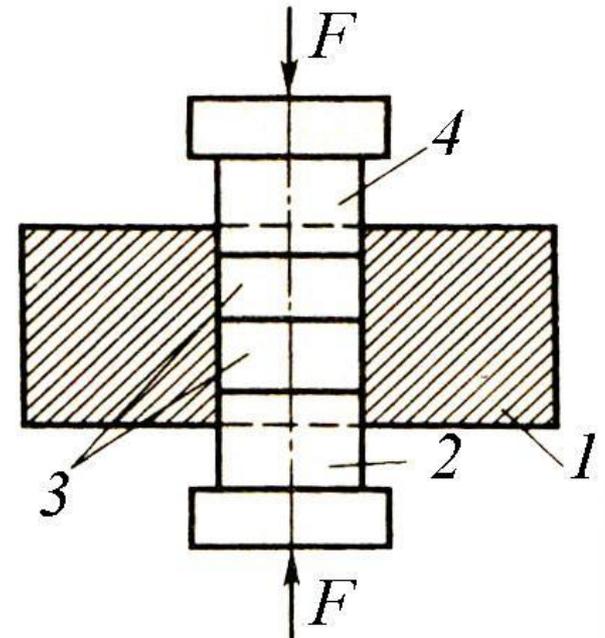
СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ №14

Тема 14. Технология холодной сварки.
Разновидности процессов сварки.
Особенности образования соединений.
Сварка однородных и разнородных металлов.
Основные параметры режима сварки.
Области применения

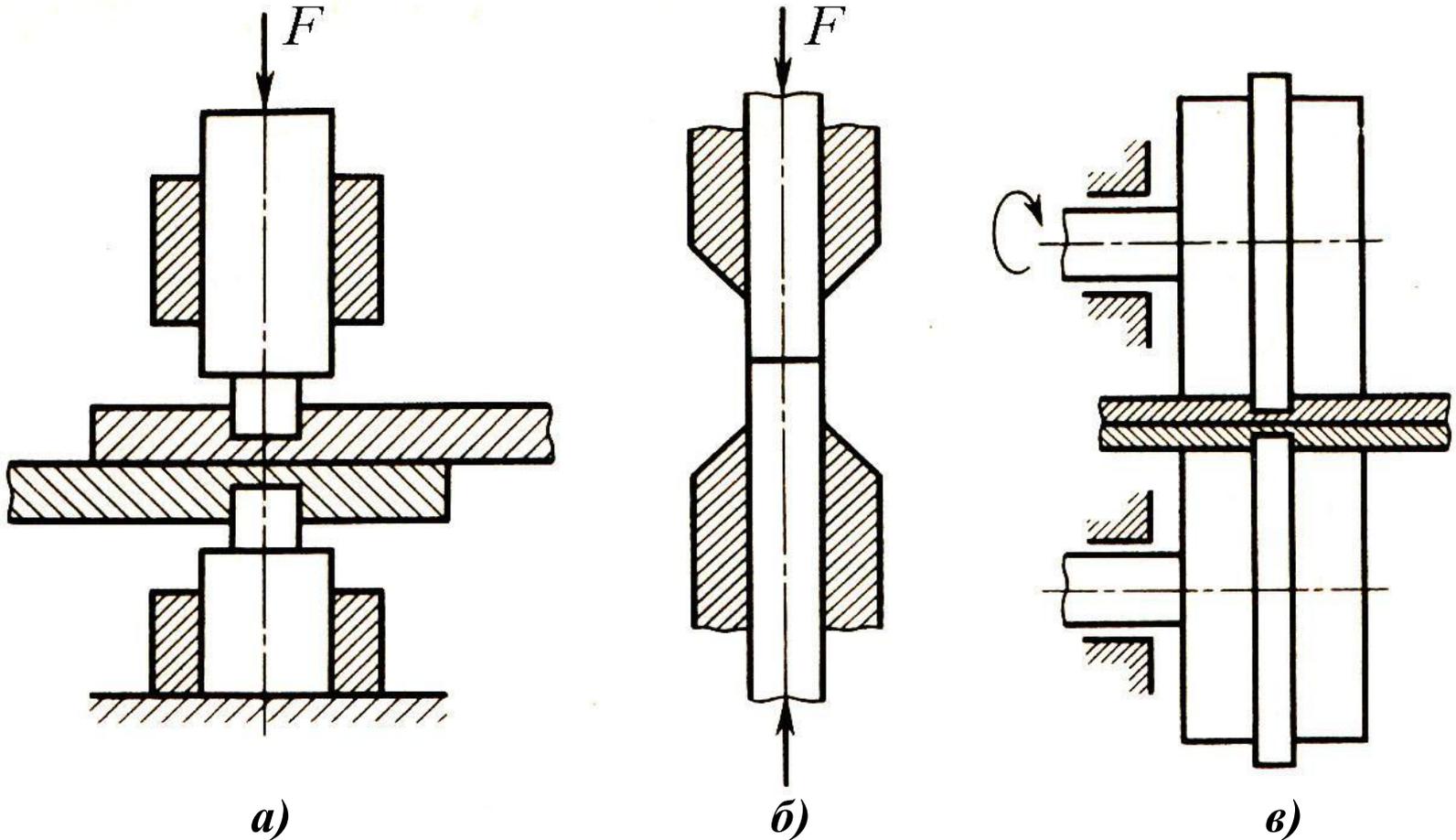
Холодная сварка – сварка давлением при значительной пластической деформации без нагрева свариваемых частей внешними источниками тепла. Она осуществляется при комнатной температуре путем совместного пластического деформирования поверхностных слоев металлов, в процессе которого существенно повышается температура в зоне контакта и энергия атомов. Повышение энергии атомов поверхности происходит как при разрушении отдельных зерен, так и при разрушении окисных пленок. В результате этого образуются ювенильные поверхности, между металлами устанавливаются межатомные связи, ускоряются процессы диффузии, иногда происходит образование и рост новых зерен. Сближение поверхностей на межатомные расстояния и их активация обеспечиваются значительными пластическими деформациями, составляющими 55...90 %.

Значение и необходимость пластической деформации в зоне контакта хорошо иллюстрируются опытом академика К. К. Хренова. В прочную стальную обойму вкладывали два алюминиевых стержня с зачищенными поверхностями и сжимали их стальными пуансонами усилием F . Признаки сварки отсутствовали даже при сжатии усилием в 10 раз большим, чем необходимо для холодной сварки алюминия. Обойма препятствовала деформации металла в зоне контакта, не были созданы условия для вытеснения окислов и части металла из зоны контакта. Установлено, что прочность соединений при холодной сварке зависит от степени деформации металла и не зависит от времени действия усилия сжатия.

Схема опыта холодной сварки: 1 – стальная обойма; 2 и 4 – стальные пуансоны; 3 – цилиндрические образцы из алюминия

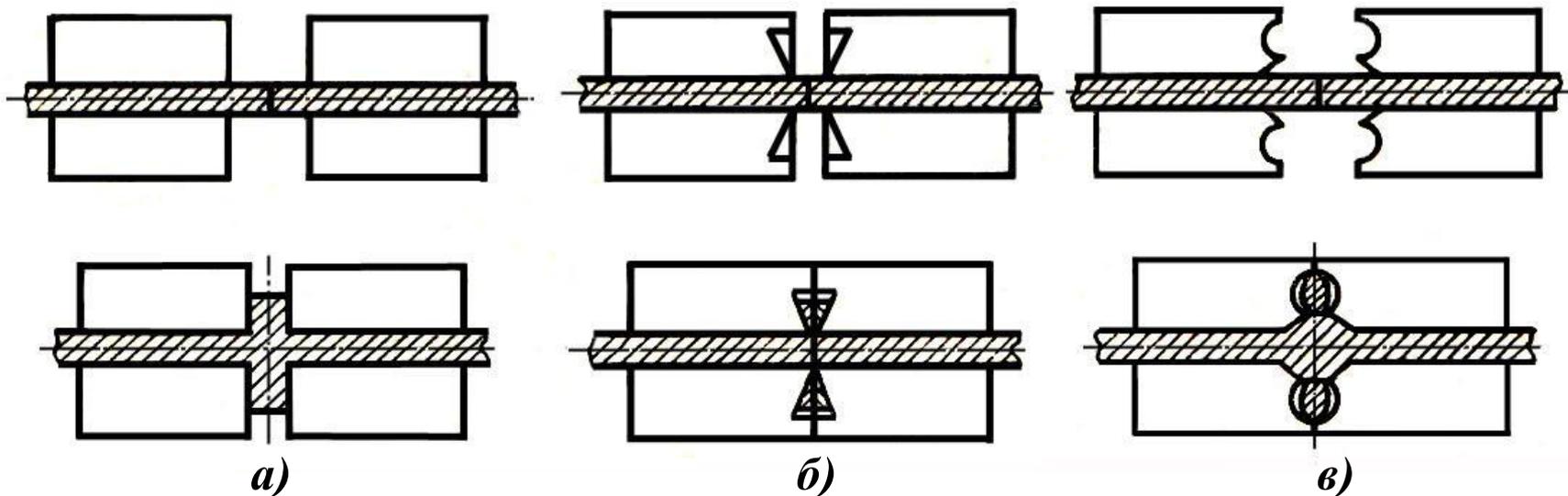


Разновидности холодной сварки



а – двухсторонняя точечная; б – стыковая; в – двухсторонняя шовная

Схемы стыковой сварки в зажимных губках



а – с плоскими торцами; б – с заостренными частями; в – с конусной полостью

В процессе осадки деформируемый металл относительно свободно вытесняется из зоны соединения. При этом создаются наиболее благоприятные условия для образования сварного соединения. Полученный грат подрезается заостренными частями губок и затем легко удаляется. Соединения, полученные с помощью таких губок, имеют хороший внешний вид и почти не нуждаются в дополнительной механической обработке. Сечение сваренных деталей остается таким же, каким оно было до сварки, а усилие осадки в этом случае намного меньше, чем при использовании других типов губок.

Основные параметры режима стыковой холодной сварки

- величина деформации свободных (не зажатых в губках) концов деталей, определяемая вылетом;
- усилие осадки $F_{ос}$ или давление осадки $p = F_{ос}/S_{св}$, где $S_{св}$ – сечение свариваемых деталей.

Деформация выступающих концов деталей зависит от размеров поверхности, с которой надо вытеснить разрушенные слои.

Деформация деталей круглого сечения должна проходить осесимметрично, поэтому ее величина зависит от диаметра детали. В процессе деформации деталей прямоугольного сечения (при условии, что ширина заметно больше толщины) металл течет в основном симметрично относительно продольной оси сечения детали. С увеличением диаметра или толщины детали требуется больший вылет. Рекомендуемая длина вылета круглого стержня находится в пределах $(1,0...1,2) d$ для алюминия, $(1,25...1,75) d$ для меди, где d – диаметр стержня.

При сварке алюминия с медью вылет медного стержня должен быть на 30...40 % меньше, чем алюминиевого.

Давление осадки для случая сварки одноименных металлов определяется по формуле

$$p = 3,25\sigma_T \sqrt{(\sum H / d) \operatorname{tg} \alpha} ,$$

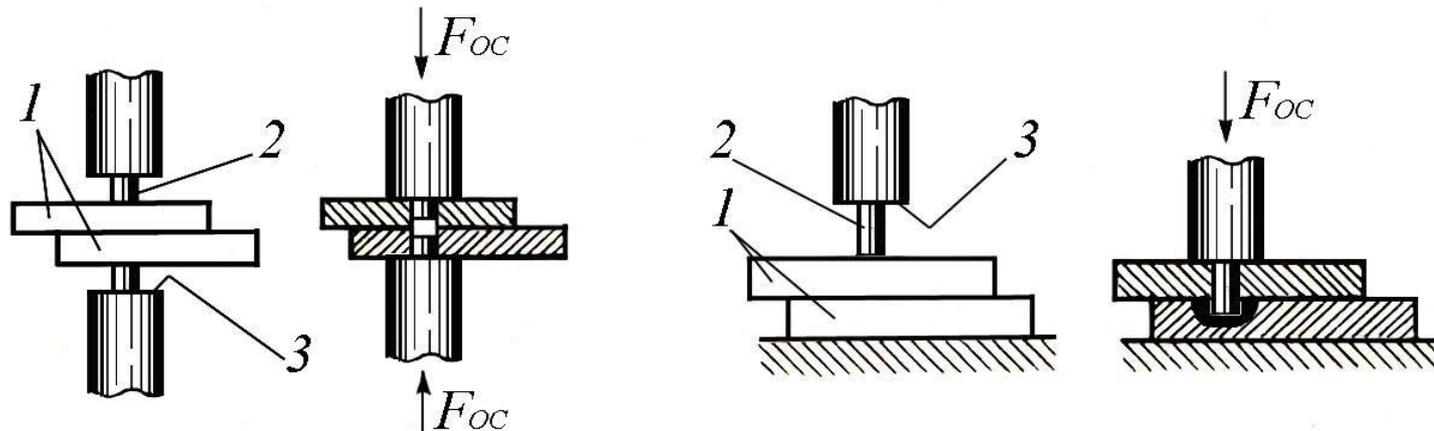
где σ_T – предел текучести деформированного металла с учетом его упрочнения при деформации, МПа; для алюминия и меди $\sigma_T = (1,4 \dots 1,8) \sigma_s$;

σ_s – предел текучести металла в исходном состоянии, МПа;
 $\sum H$ – суммарный вылет, мм; d – диаметр свариваемых деталей, мм; α – угол скоса зажимных губок.

Усилие зажатия образцов в зажимах с насечкой должно превышать усилие осадки более чем на 50 % при сварке алюминия и более чем на 80 % при сварке меди.

Листы толщиной 0,2...15 мм сваривают точечной сваркой внахлестку путем вдавливания пуансонов в соединяемые элементы с одной или двух сторон. При двухстороннем деформировании свариваемые детали 1 сжимаются двумя пуансонами, имеющими рабочий выступ 2 и опорную часть 3 большего сечения. Под действием усилия осадки F_{oc} пуансоны внедряются в свариваемые детали на длину рабочих выступов, до соприкосновения поверхности рабочих выступов с поверхностями деталей.

При одностороннем деформировании металла соединения применяется один пуансон с длиной рабочего выступа, превышающей толщину верхней детали. Совместное пластическое течение металла при сдавливании пуансонами разрушает поверхностные пленки, а большое усилие осадки создает плотный контакт ювенильных поверхностей и предотвращает попадание в зону сварки воздуха.



Схемы точечной сварки без предварительного зажатия: а – при двухстороннем деформировании; б – при одностороннем деформировании

Общепринято характеризовать точечную и шовную холодную сварку степенью деформации, т. е. выраженным в процентах отношением глубины вдавливания пуансонов (роликов) к толщине соединяемых деталей. Минимальные степени деформации, необходимые для сварки различных металлов, представлены в табл. 1.

Табл.1. Минимальные степени деформации металлов и сплавов

Металл	Процент	Металл	Процент
Алюминий	60...70	Алюминиевые сплавы	75...90
Медь	85...90	Железо Армко	85...92
Свинец	55...85	Серебро	50...86
Олово	86...88	Кадмий	80...86
Золото	30...35	Титан	70...75
Индий	10...15	Никель	85...90

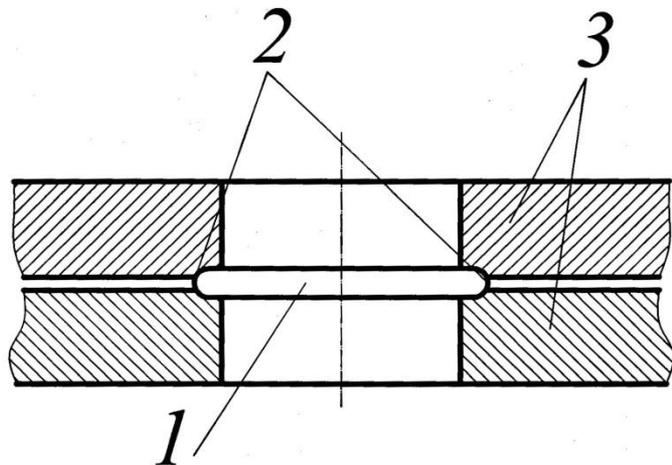


Схема сварной точки:

- 1 – внутренняя зона;
- 2 – периферийная зона;
- 3 – свариваемые детали

При степенях деформации, значительно превышающих приведенные выше значения, площадь сварной точки становится больше площади торца рабочего выступа пуансона. Сварная точка в этом случае состоит из двух зон: внутренней, расположенной между торцами рабочих выступов пуансонов, и периферийной – вокруг внутренней

Прочность точек в значительной мере определяется формой и размерами рабочих выступов пуансонов. Наиболее часто применяют прямоугольные рабочие выступы, несколько реже – цилиндрические. В случае применения пуансонов с рабочими выступами цилиндрической формы внутренняя зона имеет форму круга, а периферийная – кольца, охватывающего этот круг. Наиболее важные технологические параметры точечной сварки:

- 1) степень деформации;
- 2) форма и размеры сечения рабочих выступов пуансонов;
- 3) давление осадки.

Качество холодной сварки практически не зависит от скорости деформирования (при шовной сварке от скорости вращения приводного ролика). Поэтому для сварки могут использоваться машины любой конструкции. Быстротечность и низкие температуры процесса ограничивают полноту протекания последней стадии образования сварного соединения – объемное взаимодействие свариваемых материалов.

Давление осадки зависит от механических свойств свариваемых металлов (твердости, предела текучести), толщины деталей, диаметра (ширины) рабочего выступа пуансона (ролика) и степени деформации. Применительно к точечной сварке его можно определить следующим образом:

$$p = A \left[1 - e^{-\beta} \sqrt[3]{\varepsilon \delta / (\pi D)} \right],$$

где p – давление осадки; ε – степень деформации; δ – толщина деталей; D – диаметр пуансона; A и β – коэффициенты, зависящие от физико-механических свойств материала, причем β – безразмерный коэффициент. Коэффициенты A и β были определены с помощью экспериментальных данных. Для алюминия $A = 650$ МПа, $\beta = 2,22$.

Прочность сварной точки, лимитируемая в значительной мере прочностью целого металла по ее периметру, может иногда быть недостаточной. В этом случае целесообразно использовать предварительное зажатие свариваемых деталей, которое может явиться резервом повышения прочности соединения. Зжатие деталей 1 между прижимами 2 усилием F_3 происходит до вдавливания рабочих выступов пуансонов в металл. Благодаря этому коробление деталей в процессе сварки устраняется и увеличивается периферийная зона сварной точки, что приводит к увеличению прочности соединения на 30 %. Ограничивает применение сварки с предварительным зажатием относительно сложная конструкция оборудования для ее осуществления

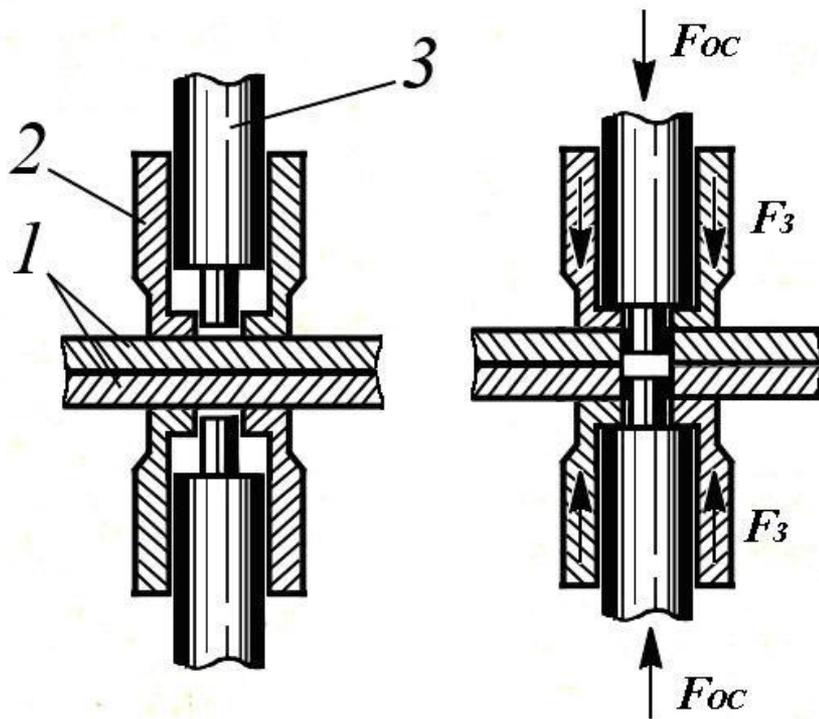


Схема точечной сварки с предварительным зажатием деталей: 1 – свариваемые детали; 2 – прижим; 3 – рабочий пуансон

Основным достоинством холодной сварки является отсутствие внешнего нагрева деталей и значительного объемного взаимодействия в зоне образования соединения, что позволяет сваривать разнородные материалы, образующие при других способах сварки интерметаллиды.

Однако эти же факторы снижают надежность соединений однородных металлов. Поэтому иногда при холодной сварке с целью повышения прочностных характеристик соединений используют подогрев для развития диффузионных процессов.

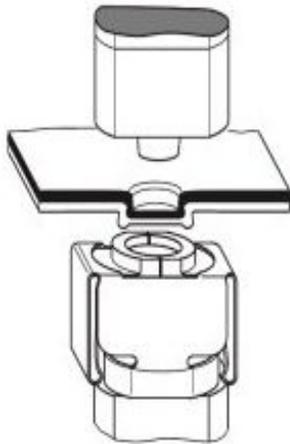
Оптимальной структурой атомной решетки металлов для холодной сварки является гранцентрированная кубическая (алюминий, медь, никель, свинец, серебро, золото). Холодной сваркой соединяют высокопластичные металлы. Их сплавы свариваются хуже.

Холодная сварка применяется в электротехнической промышленности и в электромонтажном производстве, при производстве теплообменников, а также бытовых приборов и емкостей. Ее использование позволяет снизить расход цветных металлов. Экономия трудовых ресурсов достигается за счет замены ручного труда механизированным. Внедрение холодной сварки вместо ручной клепки, завальцовки, пайки, склеивания, ручной газовой сварки и других технологических процессов соединения пластичных металлов и сплавов позволяет снижать трудоемкость и улучшать условия труда рабочих.

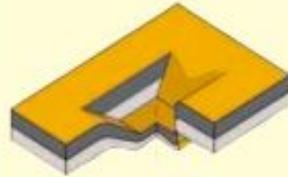


Ausgelegt für
Clinchvarianten

provided for
clinching types



S-DF 4



balkenförmiges
Clinchelement
*beam shape clin-
ching element*

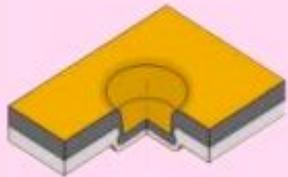
max. Gesamtlechdicke
*max. combined
material thickness*

0,5 – 4,0 mm

Stahl, mild steel
(400 N/mm²)
Al (gut umformbar,)
*Al-quality
(good forming)*

- verdrehsicher
- geeignet für mehrlagige Verbindungen
- Clinchen mit Schneidanteil
- Einzelblechdicke min. 0.5 mm
- *rotation proof*
- *suitable for multiple layer connections*
- clinching with partial cutting
- *individual sheet thickness min. 0.5 mm*

R-DF 6 R-DF 8



rundes
Clinchelement
*round clinching
element*

max. Gesamtlechdicke
*max. combined
material thickness*

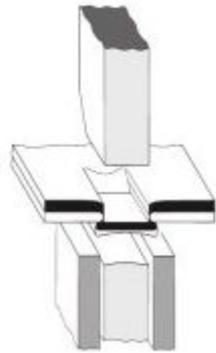
0,5 – 4,0 mm

Stahl, mild steel
(400 N/mm²)
Al (gut umformbar,)
Al-quality (
good forming)

- gasdichte Verbindungselemente
- gleiche Scherzugbelastung in alle Richtungen
- Einzelblechdicke min. 0,5 mm
- Clinchen ohne Schneidanteil
- *airtight connections*
- *same shearload in all directions*
- clinching with partial cutting
- *individual sheet thickness min. 0.5 mm*

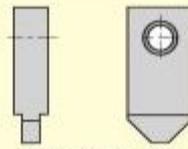
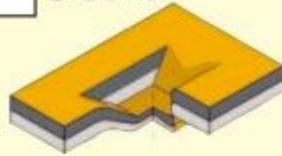
Stempel und Matrizen
Punches and dies

Stempel / punch

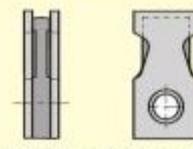


Matrize / die

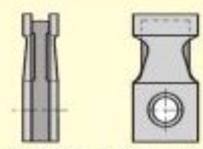
S-DF 4



SD 711.00



SMD 721.XX

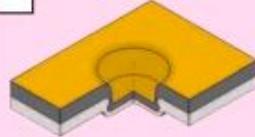


SMD 731.XX

Werkstoff Material	Blechdicke Sheet thickness	Stempel punch	Bestell-Nr. order no.		Matrize die	Bestell-Nr. order no.	
St.	2 x 0.5 mm	711.00	00403711006		721.07	00303721079	
St.	2 x 1.0 mm	711.00	00403711006		721.10	00303721102	
St.	2 x 1.5 mm	711.00	00403711006		721.16	00303721165	
St.	2 x 2.0 mm	711.00	00403711006		721.24	00303721243	
Al	2 x 0.5 mm	711.00	00403711006		731.07	00303731077	
Al	2 x 1.0 mm	711.00	00403711006		731.10	00303731100	
Al	2 x 1.5 mm	711.00	00403711006		731.16	00303731168	
Al	2 x 2.0 mm	711.00	00403711006		731.24	00303731246	

gewünschte Blechdicken oder Werkstoffkombination / desired sheet thickness oder material combination

R-DF 6 + 8

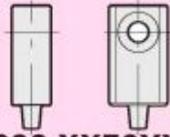


Stahl / Steel

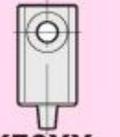
Aluminium

R-DF 6

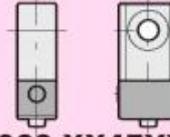
R-DF 8



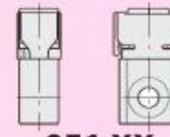
900.XX79YY



900.XX47YY

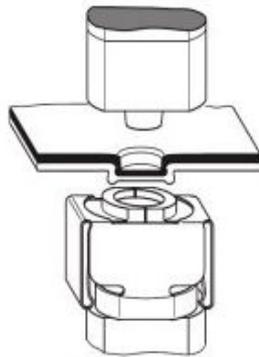


951.XX



950.XX

Stempel / punch

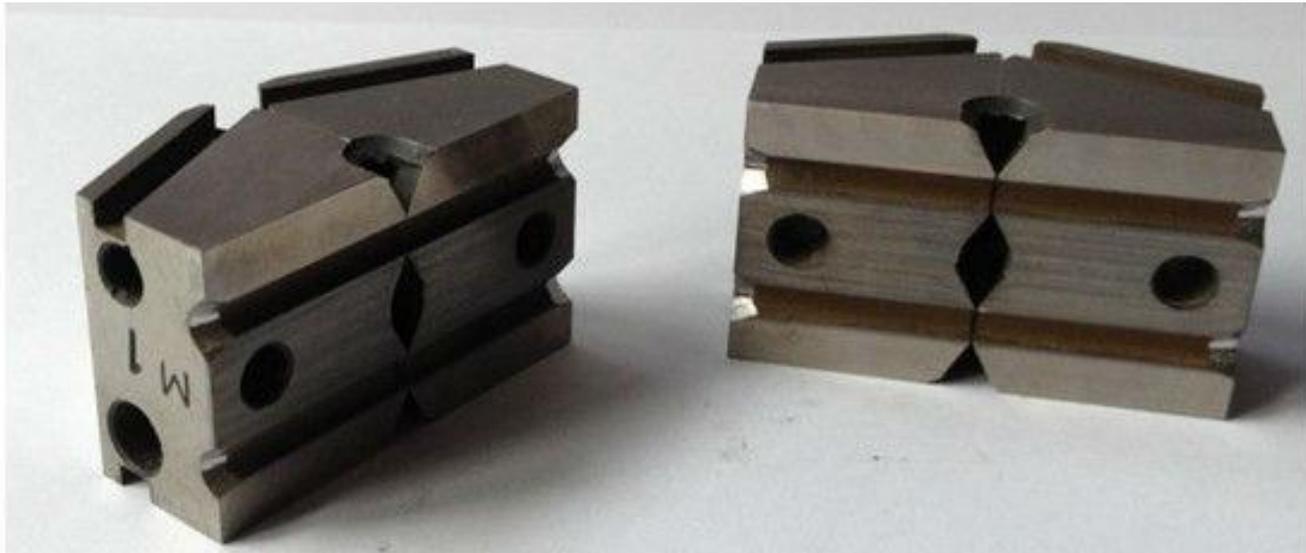


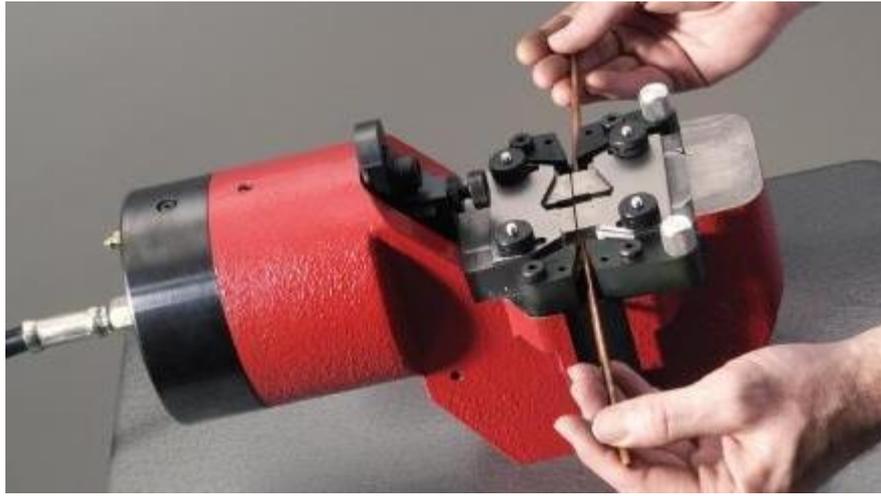
Matrize / die

Werkstoff Material	Blechdicke Sheet thickness	Variante variant	Stempel punch	Bestell-Nr. order no.		Matrize die	Bestell-Nr. order no.	
St.	2 x 0.5 mm	R-DF 6	900.387913	000000XXXXX		951.05	00000025284	
St.	2 x 1.5 mm	R-DF 6	900.347935	00000035961		951.10	00000025289	
Al	2 x 0.5 mm	R-DF 6	900.384709	00000035089		951.05	00000025284	
Al	2 x 1.5 mm	R-DF 6	900.324729	00000031706		951.09	00000025288	
St.	2 x 1.0 mm	R-DF 8	900.507927	00000028692		950.10	00000025243	
St.	2 x 2.0 mm	R-DF 8	900.487946	00000028690		950.13	00000025246	
Al	2 x 1.0 mm	R-DF 8	900.484721	00000028694		950.09	00000025242	
Al	2 x 2.0 mm	R-DF 8	900.444739	00000028860		950.13	00000025246	

gewünschte Blechdicken oder Werkstoffkombination / desired sheet thickness oder material combination







shszjd.en.alibaba.com



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

КАКИЕ БУДУТ ВОПРОСЫ?