

КУРС ЛЕКЦИЙ-ПРЕЗЕНТАЦИЙ
по дисциплине

**«ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
СВАРКИ ДАВЛЕНИЕМ»**

лекция №9

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:

к.т.н., доцент кафедры «ОиТСП»

БЕНДИК Татьяна Ивановна

СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ №9

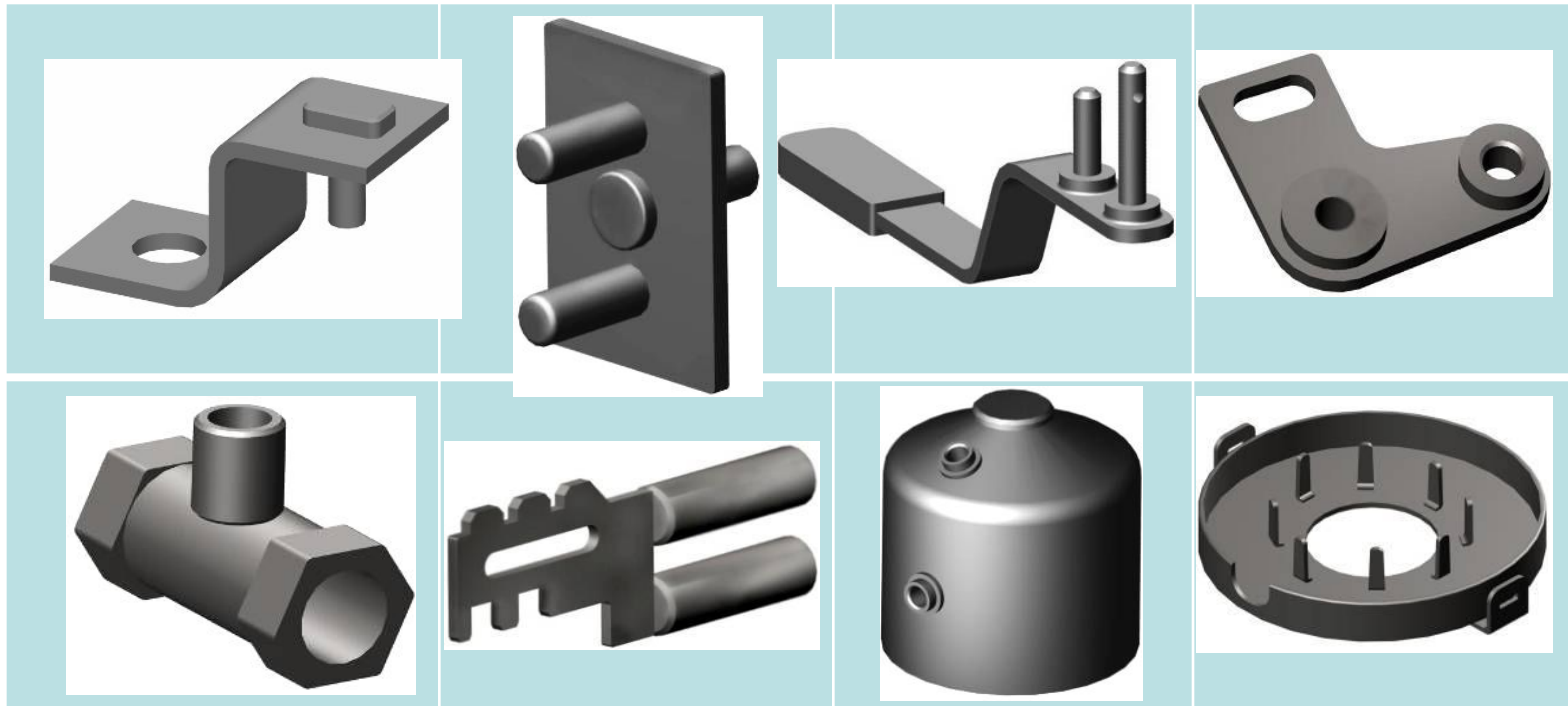
Тема 9 . Технология контактной рельефной сварки

- Разновидности рельефной сварки
- Технологические особенности процессов
- Циклограммы процессов
- Основные параметры режима сварки
- Рельефная сварка специальных конструкций



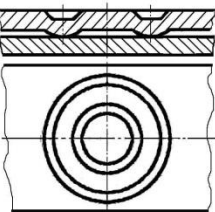
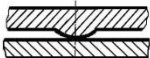
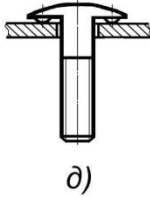
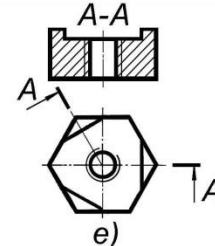
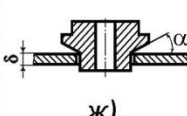
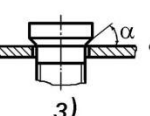
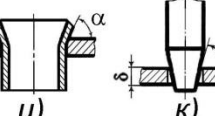
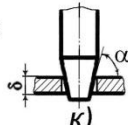
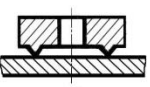


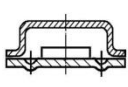
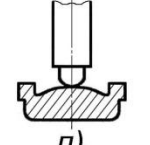
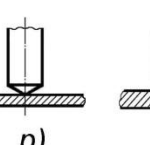
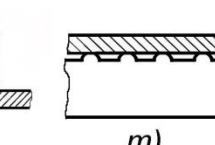
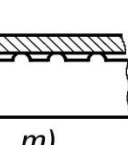
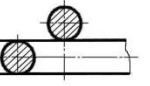
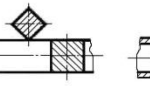
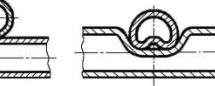
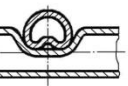
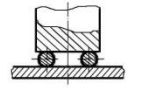
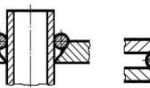
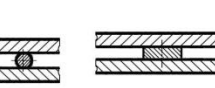
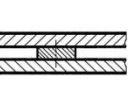
Разновидности рельефной сварки, области применения

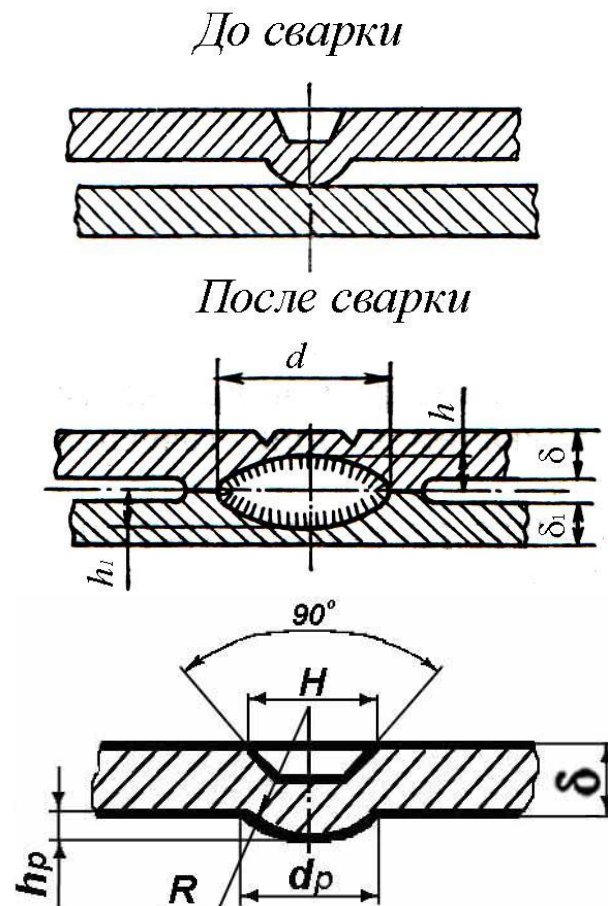
Соединение деталей при рельефной сварке происходит за счет концентрации сварочного тока в местах соприкосновения деталей по поверхности, ограниченной локальными выступами (рельефами). Изменяя форму и размеры рельефа, можно воздействовать на характер нагрева и деформирования металла в зоне сварки.

Контактная рельефная сварка применяется на предприятиях автомобилестроения, сельхозмашиностроения, лифтостроения при серийном и массовом производстве малогабаритных сварных узлов: ответственных деталей ходовой части автомобилей и тракторов (тормозных колодок, фланцев, осей, амортизаторов), пневно- и гидроаппаратуры, элементов пассажирских лифтов (штуцеров, рычагов, кронштейнов) и др. Данный способ сварки находит свое применение также для производства стальной арматуры, решеток, деталей крепежа, инструмента.



Разновидности контактной рельефной сварки и типы применяемых рельефов

Соединения внахлестку	Штампованные рельефы на листовой стали				
	Высаженные				
Соединения Т-образные	Рельефы "острой гранью"				
	Рельефы кольцевые				
	Сферические или конусные				
Крестообразные соединения					
Соединения со вставками					



Форма круглого рельефа:

h_p – высота рельефа; d_p – диаметр рельефа; δ – толщина детали; R – радиус сферы

Технологические особенности процесса сварки

Широкое применение нашла контактная рельефная сварка нахлесточных соединений из листовых материалов с рельефами различной формы, полученными холодной штамповкой. Обычно используют круглый рельеф (для увеличения площади сварки - рельефы продолговатой формы или кольцевой рельеф).

Основные размеры рельефов и диаметр литой зоны можно определить, используя следующие соотношения:

$$\begin{aligned}d_p &= (0,6 \dots 0,8) d; \\h_p &= (0,2 \dots 0,3) d_p; \\d &= (1,1 \dots 1,4) d_p\end{aligned}$$

δ , мм	d_p , мм	h_p , мм	R, мм	B, мм	d, мм
0,6...0,7	3	0,7	1,25	6	3,3
1...1,3	3,75	0,9	1,6	10	5
1,8...2,2	4,75	1,12	2	14	7

Рельефы должны обладать достаточной прочностью и незначительно деформироваться до начала протекания сварочного тока (должен быть зазор между деталями).

Если свариваемые детали отличаются по толщине или изготовлены из разноименных металлов, то рельефы формируют на более толстой детали или на детали из более прочного металла.

Параметры режима сварки

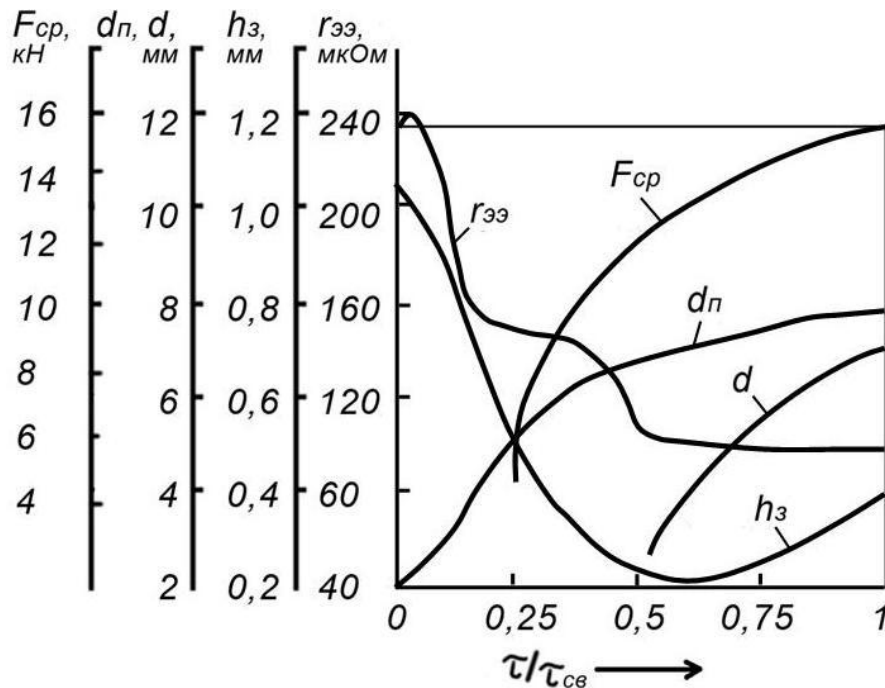
Основными параметрами режима рельефной сварки являются:

- 1) форма и размеры рельефов;
- 2) величина сварочного тока $I_{св}$;
- 3) время протекания сварочного тока $t_{св}$;
- 4) сварочное усилие $F_{св}$;
- 5) ковочное усилие $F_{ков}$;
- 6) время приложения ковочного усилия $t_{ков}$;
- 7) время запаздывания ковочного усилия $t_{зап}$;
- 8) форма и размеры электродов.

Особенности формирования соединения

Характерной особенностью процесса образования соединений при рельефной сварке является то, что он осуществляется при интенсивной радиально направленной пластической деформации металла в зоне свариваемого контакта. Эта деформация в 10...15 раз больше, чем при точечной сварке. Идет интенсивное разрушение поверхностных пленок, образование активных центров, схватывание с образованием связей в твердом состоянии.

Соединение при рельефной сварке может возникать и без образования зоны взаимного расплавления (например, при соединении сталей и титановых сплавов). Однако наличие литой точки стабилизирует прочность соединений и облегчает последующий контроль.



В связи с повышением температуры и ростом удельного сопротивления в первые периоды протекания сварочного тока $r_{эз}$ возрастает. Затем в период достижения в зоне контакта деталь-деталь напряжения размягчения U_p наблюдаются быстрое развитие пластической деформации и рост площади сварочного контакта, приводящие к резкому снижению $r_{эз}$. В момент достижения в контакте деталь-деталь напряжения плавления $U_{пл}$ происходит второе резкое снижение $r_{эз}$. С этого момента растет диаметр литой зоны d .

Особенности формирования соединения

Прочность точки $F_{\text{ср}}$ высока и тогда, когда при $t_{\text{св}} < 0,5t_{\text{св}}$ расплавленная зона еще не существует. Это свидетельствует о достаточно большой эффективности сварки в твердой фазе. По мере роста $d_{\text{п}}$ и d прочность $F_{\text{ср}}$ также растет. В течение времени $t = 0,6t_{\text{св}}$ зазор между деталями уменьшается почти до нуля. По мере увеличения диаметра зоны расплавления вследствие дилатометрического эффекта электроды начинают раздвигаться, зазор h_3 увеличивается.

В процессе пропускания тока нельзя допускать, чтобы h_3 стал равным нулю. В этом случае между свариваемыми деталями возникает касание по увеличенной площади и происходит протекание тока по этой площади, т. е. его шунтирование. Вследствие этого плотность тока в зоне сварной точки снижается, рост ее прекращается и образуется непровар.

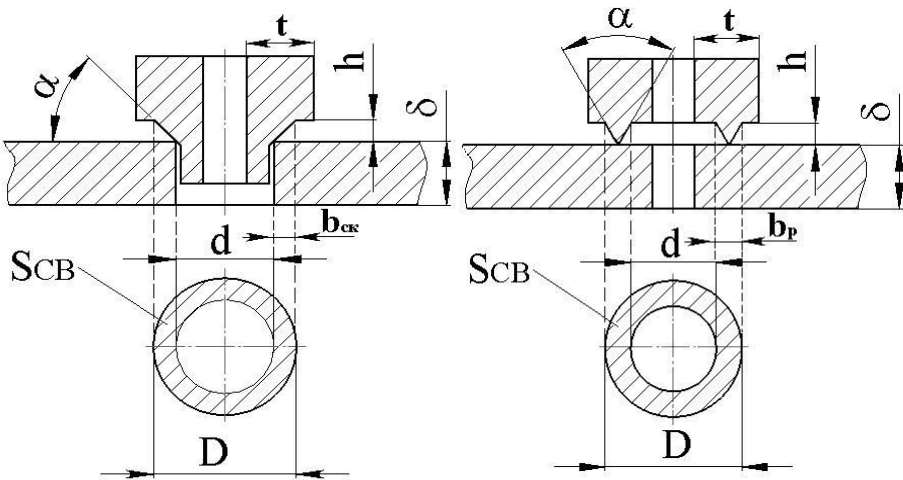
Если в момент выключения сварочного тока $h_3 > 0$, то возможна проковка сварного соединения при повышенном значении ковочного усилия, способствующая снижению остаточных растягивающих напряжений и повышению циклической прочности.

Основное условие оптимального хода процесса рельефной сварки можно сформулировать так: зазор между деталями, равный сумме изменяющихся во время протекания тока высоты рельефа и местного теплового расширения деталей, должен быть больше некоторой минимально допустимой величины $h_{3 \text{ доп}}$, необходимой для предотвращения соприкосновения деталей по большой площади:

$$h_{3 \text{ min}} > h_{3 \text{ доп}}$$

Таким образом, оптимальный ход процесса сварки возможен только при условии, что смятие рельефа закончится не ранее, чем детали прогреются и расширятся в месте сварки на величину, достаточную для предотвращения их касаний.

Технологические особенности процесса сварки



Типы T-образных сварных соединений:
 а – сварка «острой гранью»; б – кольцевая рельефная сварка; d , D , α – размеры деталей перед началом сварки; h – зазор; δ – толщина свариваемого листа; $S_{св}$ – площадь зоны сварки

Для расчета сварочного тока

$$I_{св} = (0,6 \dots 0,8) I,$$

где I – периметр кольцевого шва диаметром D , мм.

Время протекания сварочного тока для соединений типа 1 определяется по формуле

$$\tau_{св} = 0,01 d \delta^{0,15},$$

где d – диаметр окружности начального контакта, мм; δ – толщина свариваемого листа, мм.

Особую группу составляют T-образные соединения, которые можно получать с использованием рельефов с острой гранью. Кольцевой рельеф в таких соединениях образуется между одной из внутренних кромок отверстия в плоской детали толщиной δ и наружной плоскостью детали, расположенной под углом α .

Для приварки бобышек, гаек, болтов, для герметизации корпусов микросхем и полупроводниковых приборов применяют кольцевые рельефы.

Усилие сжатия $F_{св}$, Н, для соединений типа 1 определяется по формуле

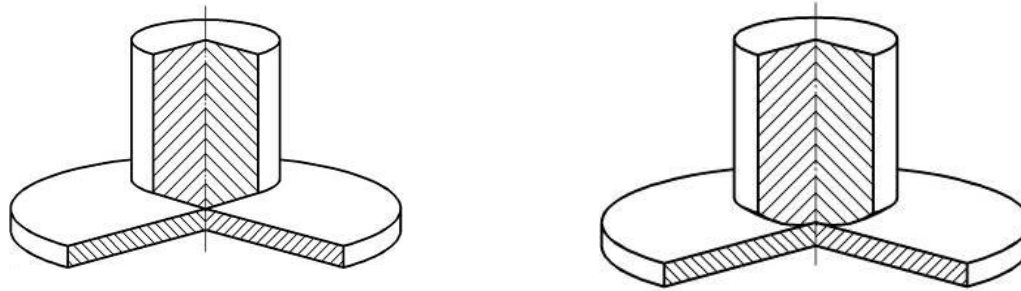
$$F_{св} = \frac{60}{\tau_{св}^{0,15}} S_{св} \cdot \delta^{\theta,1},$$

где $S_{св}$ – площадь зоны сварки, мм²; δ – толщина свариваемого листа, мм; $\tau_{св}$ – время протекания сварочного тока, с.

Угол α при вершине рельефа составляет от 90 до 100°. Ширина основания b_p кольцевого рельефа зависит от толщины листа δ . Обычно $b_p = \delta$.

Технологические особенности процесса сварки

При *T*-образной сварке стержней в основном используется сферическая и коническая форма торцов. В массовом производстве чаще применяется коническая форма торцов как более простая в изготовлении. Кроме того, при такой форме рельефов процесс удаления окислов из зоны сварки происходит интенсивнее. Угол заточки в зависимости от диаметра стержня колеблется в пределах 120...170°.

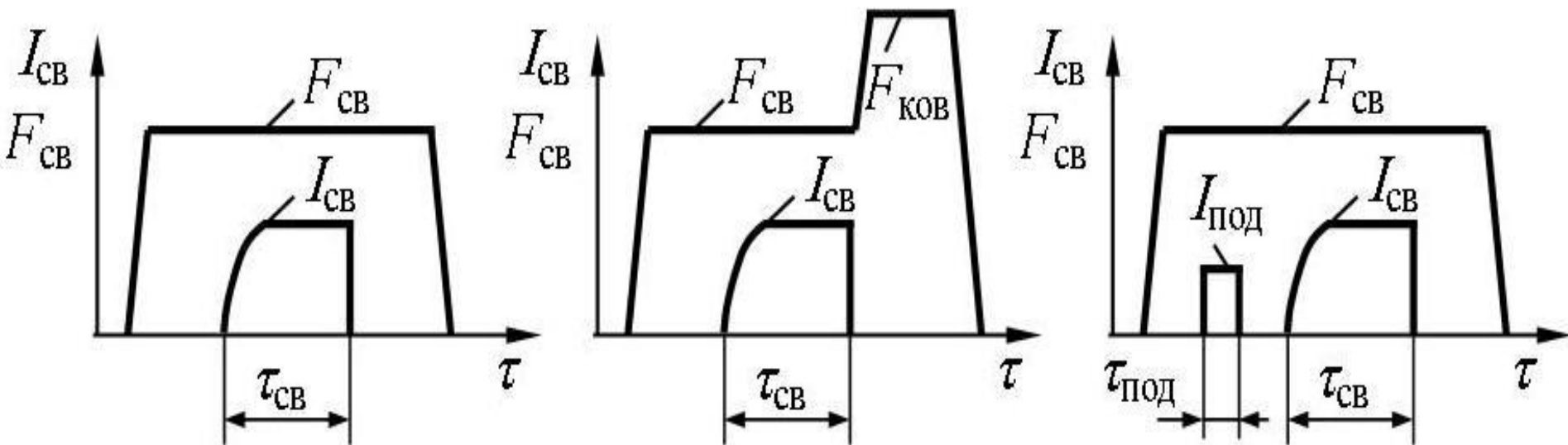


$$I_{\text{нâ}} = (11\sqrt{D} - 20) \cdot \delta^{0,1\delta}; \quad \tau_{\text{нâ}} = (0,06 + 0,02D) \cdot \delta^{0,1\delta},$$

где D – диаметр привариваемого стержня, мм; δ – толщина пластины, мм.

Циклограммы процессов рельефной сварки

При рельефной сварке чаще всего используют циклограмму с постоянным усилием сжатия. С целью снижения уровня остаточных напряжений применяется также циклограмма с повышенным ковочным усилием. Импульс сварочного тока рекомендуется выполнять с плавным его нарастанием, которое необходимо для предупреждения возникновения начальных выплесков металла из зоны деталь-деталь. При выполнении рельефной сварки одновременно по нескольким рельефам рекомендуется использовать двухимпульсный режим. Первый импульс (импульс подогрева $I_{\text{под}} = (0,6 \dots 0,7) I_{\text{св}}$) способствует выравниванию высоты рельефов, второй (сварочный) импульс тока формирует соединение заданных размеров.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ
КАКИЕ БУДУТ ВОПРОСЫ?