

КУРС ЛЕКЦИЙ-ПРЕЗЕНТАЦИЙ

по дисциплине

«Проектирование сварных конструкций»

лекция №5

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:

к.т.н., ст. преп. кафедры «ОиТСП»

БЕНДИК Татьяна Ивановна

СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ

Тема 3. Конструирование и расчет сварных соединений при действии статических нагрузок.

- Расчет соединений, выполняемых контактной сваркой: точечной, рельефной, шовной, стыковой
- Способы повышения прочности соединений и уменьшения катета угловых швов, снижение металлоемкости сварных конструкций.
- Ресурсосберегающие технологические процессы при выполнении соединений с угловыми швами.

РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКОЙ

Контактную точечную сварку применяют в соединениях конструкций кузовов, в сельскохозяйственных машинах (комбайнах, сеялках, косилках, тракторах и т. п.), авиационных конструкциях, арматуре из железобетона и т.д. В большинстве случаев точечной сваркой сваривают листовые конструкции при условии расположения электродов с двух сторон свариваемых частей. Это предъявляет определенные требования к габариту конструкций (рисунок 4).

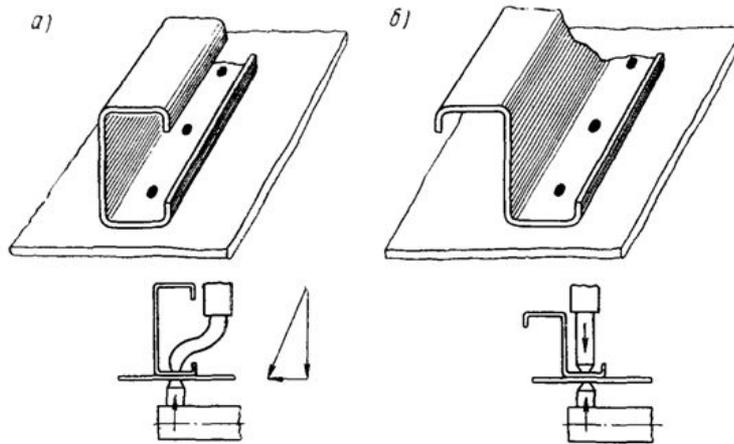


Рисунок 4 - Примеры соединений при контактной точечной сварке:

а) нерациональная конструкция; б) рациональная конструкция

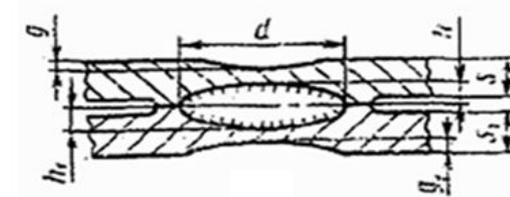


Рисунок 5 – Конструктивные элементы соединения при контактной точечной сварке:

d - диаметр литого ядра или ширина литой зоны шва;

h – глубина проплавления;

g – глубина вмятины;

Прочность сварных соединений при контактной точечной сварке зависит от диаметра ядра точки d (рисунок 5), который устанавливается ГОСТ 15878-79 «Контактная сварка. Соединения сварные. Конструктивные элементы и размеры» в зависимости от толщины свариваемых деталей S .

Минимальный диаметр ядра можно вычислить по следующей зависимости:

$$d = 2S + 3, \text{ и } i$$

Расстояние между центрами точек в соединении называется шагом t (рисунок 6), который назначается из технологических и конструктивных соображений. Для предотвращения шунтирования сварочного тока через соседние точки шаг должен быть равен:

$$t \geq (3 \div 5)d$$

Сварные соединения при точечной сварке могут работать на срез (рисунок 6, а) и отрыв (рисунок 6, б).

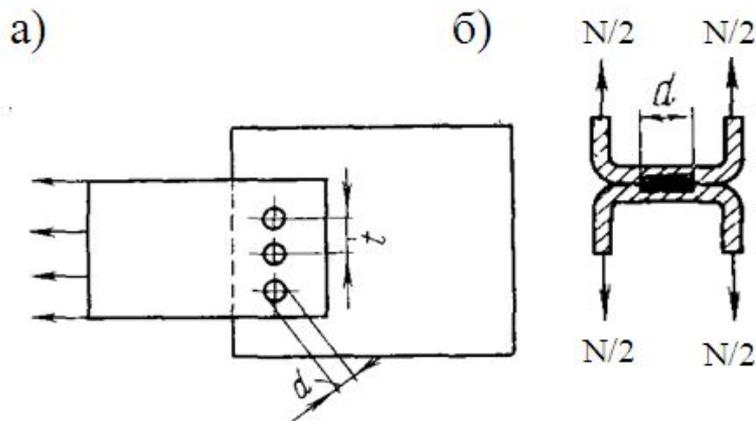


Рисунок 6 – Схемы точечных сварных соединений:

- а) работа точек на срез;
- б) работа точек на отрыв

Точки в сварном соединении следует располагать таким образом, чтобы они **воспринимали преимущественно усилия среза, а не отрыва**. На рисунке 7, а представлена нерациональная конструкция, точки в ней работают на отрыв; на рисунке 7,б рациональная — точки работают на срез.

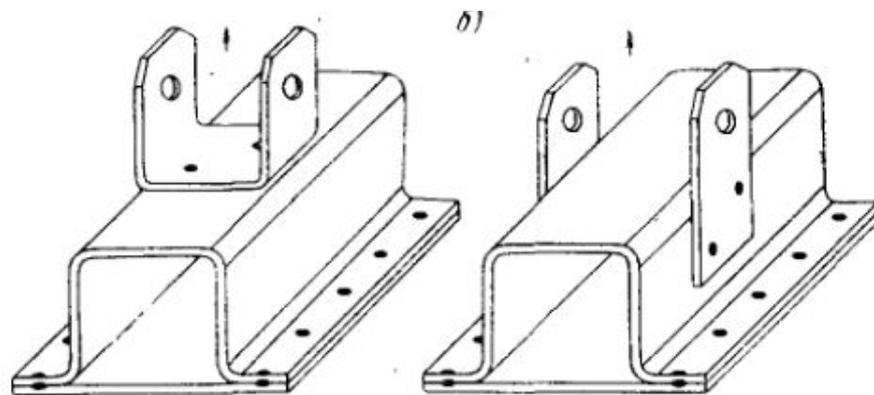


Рисунок 7 – Детали, сваренные точечной сваркой:

- а) нерациональная конструкция;
- б) рациональная конструкция

При расчете сварных соединений, выполняемых контактной точечной сваркой, как правило, требуется определить требуемое количество точек исходя из следующей зависимости:

$$\tau = \frac{N}{A_{\text{среза}}} = \frac{N}{\frac{\pi d^2}{4} \cdot n} \leq [\tau']$$

$[\tau']$ - допускаемое напряжение в точке при срезе;
d – диаметр точки;
n – количество точек.

При назначении диаметра сварной точки согласно ГОСТ 15878-79 расчет прочности сварной точки можно производить только на срез. При работе сварной точки на отрыв расчетное напряжение будет равно:

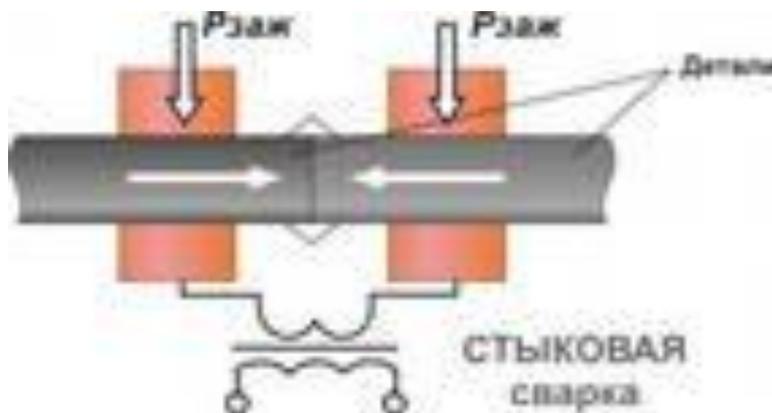
$$\sigma = \frac{N}{A_{\text{отрыва}}} = \frac{N}{\frac{\pi d^2}{4} \cdot n} \leq [\sigma']$$

$[\sigma']$ - допускаемое напряжение в точке при отрыве $[\sigma'] < [\tau']$

При контактной точечной и роликовой сварках допускаемые напряжения в конструкциях могут быть приняты: на срез $[\tau'] \leq 0,4 \div 0,5$ от $[\sigma]_p$, на отрыв $\leq 0,25 \div 0,3 [\sigma]_p$. Эти цифры условны. Для установления допускаемых напряжений в этих случаях следует пользоваться данными специально проведенных экспериментов.

РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ КОНТАКТНОЙ СТЫКОВОЙ СВАРКОЙ

Контактная стыковая сварка эффективно применяется при сварке изделий в массовом производстве, например арматуры железобетона, типизированных конструкций рам, продольных швов труб. Хорошо свариваются конструкции из низкоуглеродистых, углеродистых, низколегированных и некоторых высоколегированных сталей с площадью поперечного сечения до нескольких сотен квадратных сантиметров.



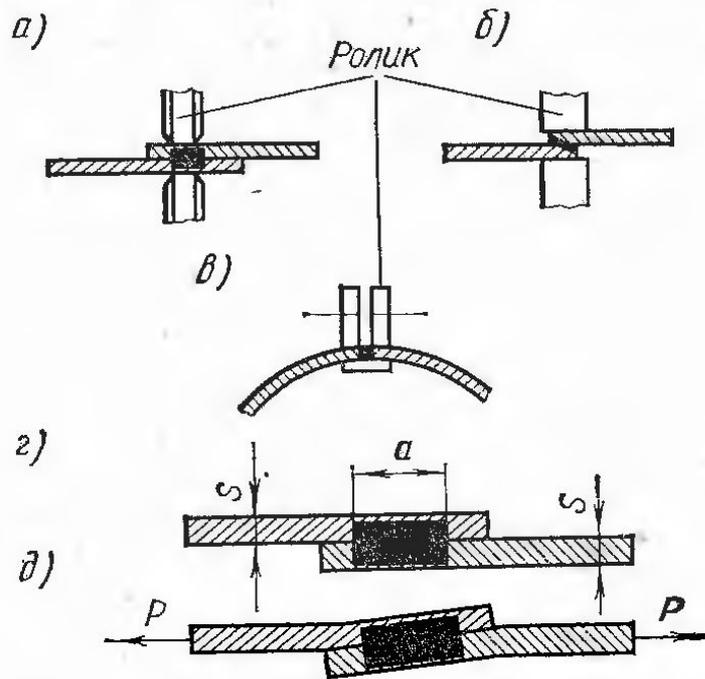
Специальный расчет прочности стыков, сваренных контактной стыковой сваркой и работающих под статической нагрузкой, не производится. Прочность стыка обеспечивается прочностью самого элемента.



РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ КОНТАКТНОЙ ШОВНОЙ СВАРКОЙ

При шовной сварке между соединяемыми элементами образуется шов путем постановки ряда точек, перекрывающих друг друга.

Нахлесточные соединения образуют в соединениях эксцентриситеты, в результате которых возникают помимо основных продольных сил изгибающие моменты. При этом прямолинейные элементы несколько искривляются (см. рисунок)



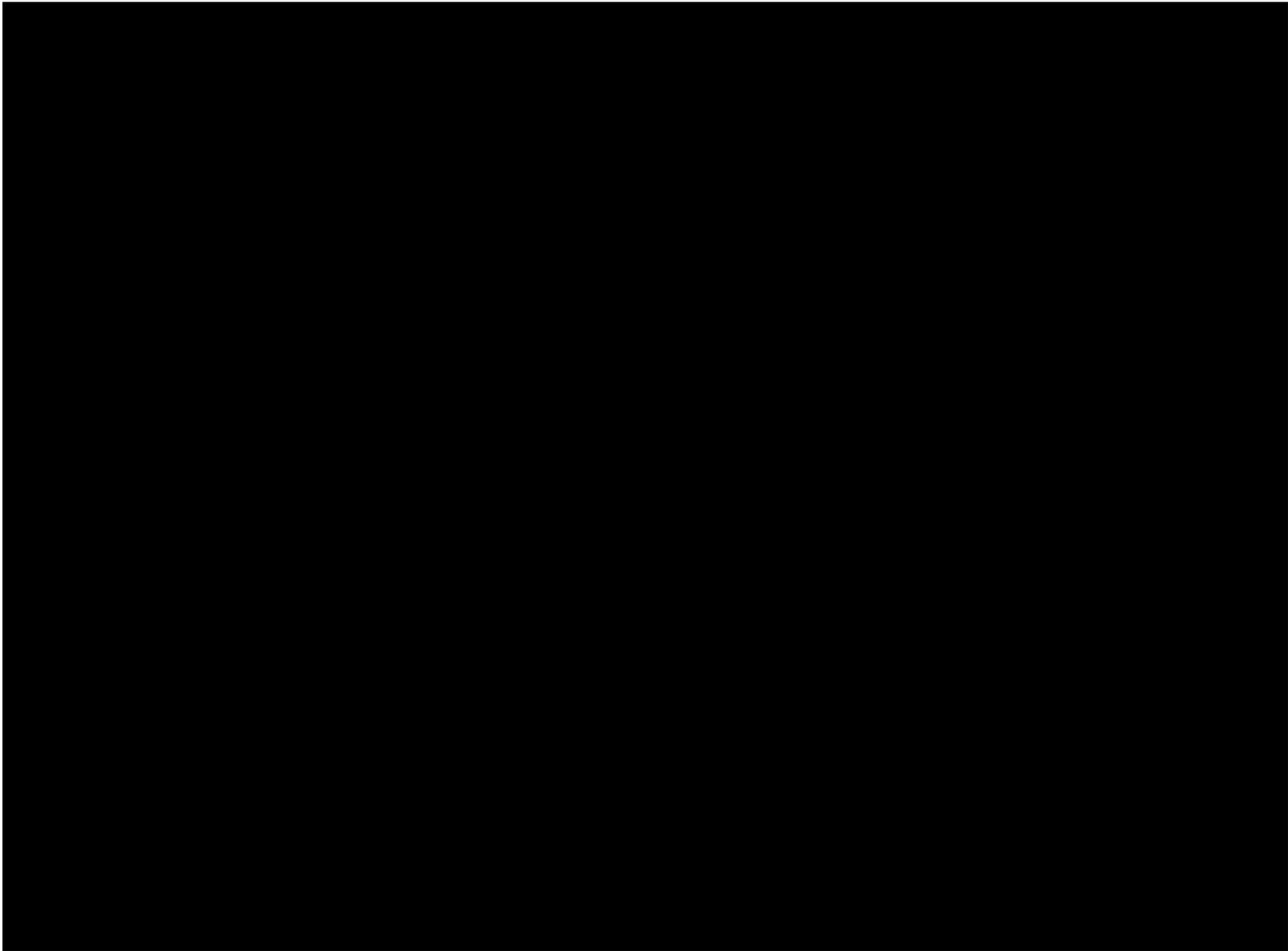
Поскольку элементы, свариваемые шовной сваркой, имеют малые толщины, влияние изгибающего момента незначительно и его при расчете прочности не учитывают. Напряжение в швах при шовной сварке определяют по усилию среза:

$$\sigma = P/(la),$$

где P – действующая в соединении сила;
 a – ширина шва;
 l – длина шва

Рис. 2.18. Соединения при шовной сварке:

a – нахлесточное без скоса кромок; $б$ – нахлесточное со скосом кромок (редко применяется); $в$ – стыковое без подготовки кромок (редко применяется); $г$ – сечение шва; $д$ – деформация соединения после приложения растягивающей силы



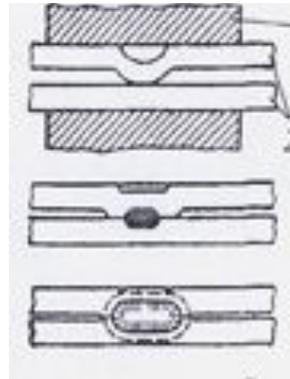
РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ КОНТАКТНОЙ РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКОЙ

При рельефной сварке соединение деталей происходит в результате концентрации сварочного тока в местах ограниченных местными выступами (рельефами). При этом площадь сварного соединения зависит от типа рельефа.

Наиболее часто применяются следующие формы рельефов:

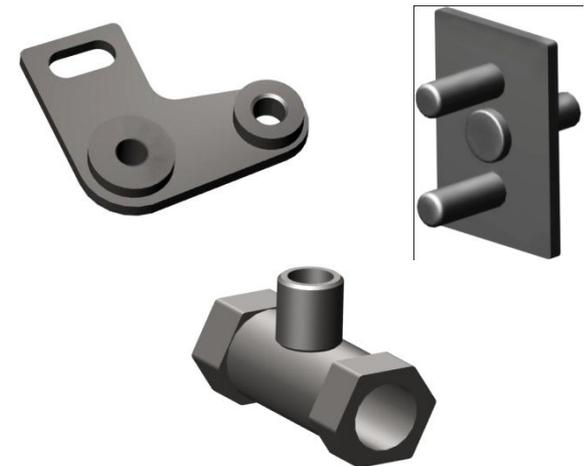
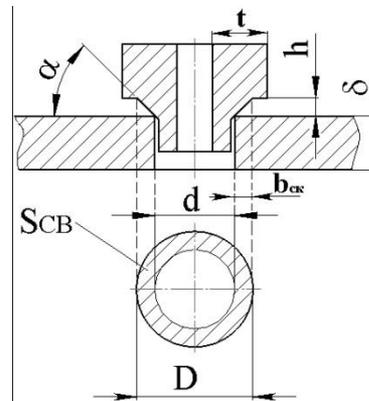
-**круглые рельефы** (расчет прочности осуществляется по тем же формулам, что и при точечной сварке) d – диаметр сварной точки

$$\tau = \frac{N}{A_{\text{среза}}} = \frac{N}{\frac{\pi d^2}{4} \cdot n} \leq [\tau']$$



- **кольцевые рельефы**, проверка прочности осуществляется по следующей зависимости

$$\sigma = \frac{N}{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)} \leq [\sigma']$$



СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ МАССЫ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА В УГЛОВЫХ ШВАХ

Швы тавровых, нахлесточных и угловых соединений могут быть разделены на 2 группы: конструктивные (связующие) и расчетные.

К **конструктивным** относят соединительные швы, не предающие усилия с элемента на элемент, а также слабонагруженные, передающие с одного элемента на другой сравнительно небольшие усилия.

КАТЕТ КОНСТРУКТИВНЫХ УГЛОВЫХ ШВОВ СЛЕДУЕТ УСТАНОВЛИВАТЬ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОЛЩИНЫ СВАРИВАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.

В таблице 1 приведены минимальные катеты угловых швов (выполняемых дуговой сваркой), которые следует назначать при проектировании соединений.

Таблица 1

Сварка	Предел теку- чести стали, МПа	Минимальный катет углового шва, мм, при толщине более толстого из свариваемых элементов, мм							
		3—4	4—5	5—10	10—16	16—22	22—32	32—40	40—80
Под флюсом (ГОСТ 8713—79)	<390	3	3	4	5	6	7	8	9
В углекислом газе (ГОСТ 14771—76*)	390—440	3	4	5	6	7	8	9	10
Ручная дуговая (ГОСТ 5264—80)	<390	3	4	5	6	7	8	9	10
	390—440	4	5	6	7	8	9	10	11

СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ МАССЫ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА В УГЛОВЫХ ШВАХ

К **расчетным** относят угловые швы, которые передают усилие с одного элемента на другой. Их размеры устанавливаются на основании расчета соединений на прочность по формуле:

$$\tau = \frac{N}{A_{\text{среза}}} = \frac{N}{\beta \cdot K \cdot L} \leq [\tau']$$

где площадь расчетного сечения зависит от катета шва и глубины проплавления.

Глубина проплавления, в свою очередь, оценивается коэффициентом β , зависящим от вида и технологии сварки. **Снижению катета шва** способствует применение механизированных способов сварки, увеличивающих глубину проплавления (для РДС $\beta=0,7$; сварка в углекислом газе $\beta=0,8$; сварка под флюсом $\beta=1$).

Снижению катета шва способствует **применение сварочных материалов, имеющих более высокую прочность по сравнению с основным металлом** (не более чем в 1,2-1,4 раза).

Например, применение сложнoleгированной проволоки Св - 08ГСМТ вместо Св-08Г2С позволяет снизить массу наплавленного металла на 50 % (+ но обязательны дополнительные исследования технологической прочности сварных соединений).

На рисунке показаны соотношения между катетами швов при РДС электродами типа Э50 (вместо Э42), обеспечивающих увеличение прочности металла шва в 1,2 раза по сравнению с Э42 и сократить объем наплавленного металла в 1,5 раза.

В ГОСТ 14771-76 указана возможность уменьшения катета угловых швов при замене РДС сваркой в углекислом газе.

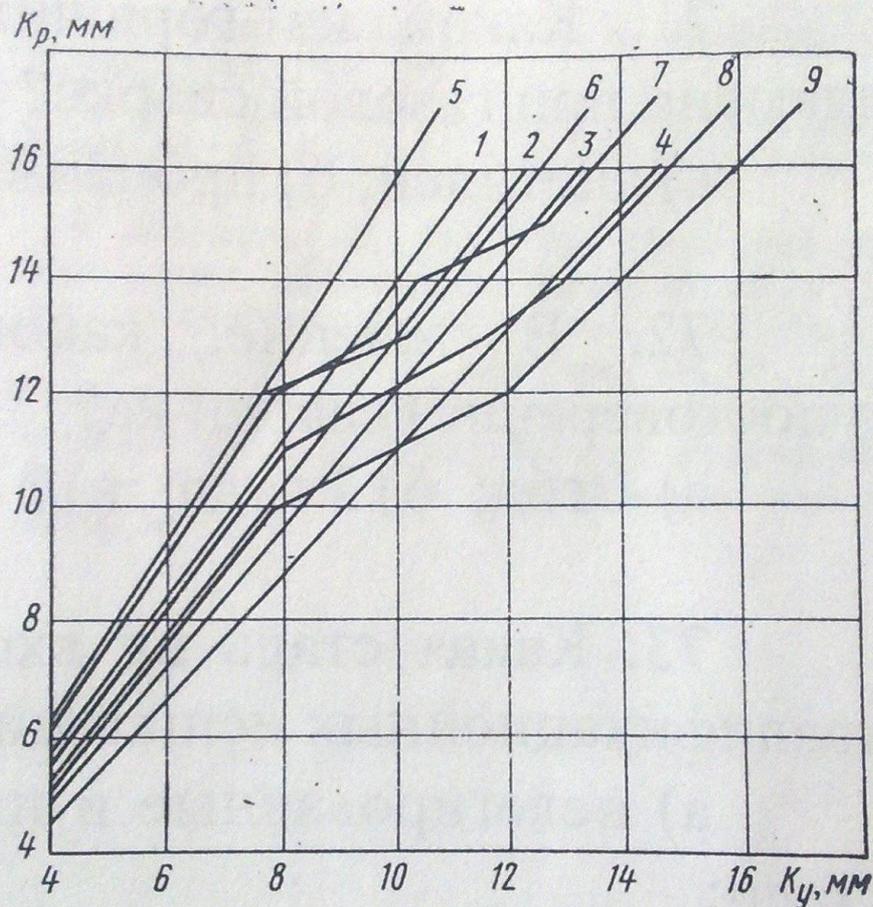


Рис. 2. Соотношения между катетами K_p расчетных угловых швов при ручной дуговой сварке и катетами K_y равнопрочных швов, уменьшенными в результате использования рациональной технологии сварки: 1—4 — при сварке покрытыми электродами, которые обеспечивают увеличение временного сопротивления разрыву металла шва соответственно в 1,1; 1,2; 1,3; 1,4 раза (ГОСТ 5264—80); 5, 6 — при сварке под флюсом проволокой диаметром 3—5 мм соответственно в положении «в лодочку» и в нижнем (ГОСТ 8713—79); 7—9 — при сварке в углекислом газе проволокой Св-08Г2С взамен электродов соответственно типа Э42, Э46 и Э50 (ГОСТ 14771—76*)

СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ МАССЫ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА В СТЫКОВЫХ ШВАХ

Для уменьшения массы наплавленного металла в стыковых швах используется:

- применение минимальных углов разделки кромок и ужесточение предельных отклонений, указанных в ГОСТах;
- строгое соблюдение размеров сварных швов, требованиям ГОСТов;
- для толстолистового металла целесообразно использовать X-образную разделку кромок;
- применение однопроходной автоматической сварки.

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s=s ₁	e		g	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.
C25			От 8 до 11	10	±2	0,5	+1,5
			Св. 11 до 14	12			-0,5
			Св. 14 до 17	14			
			Св. 17 до 20	16	±3	0,5	+2,0 -0,5
			Св. 20 до 24	18			
			Св. 24 до 28	20			
			Св. 28 до 32	22			
			Св. 32 до 36	24			
			Св. 36 до 40	26			
			Св. 40 до 44	28			
			Св. 44 до 48	30			
			Св. 48 до 52	32			
			Св. 52 до 56	34			
			Св. 56 до 60	36			
			Св. 60 до 64	39			
			Св. 64 до 70	42			
			Св. 70 до 76	45			
			Св. 76 до 82	48			
			Св. 82 до 88	51			
			Св. 88 до 94	54			
Св. 94 до 100	57						
Св. 100 до 106	60						
Св. 106 до 112	63						
Св. 112 до 118	66						
Св. 118 до 120	68						

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

КАКИЕ БУДУТ ВОПРОСЫ?