

Оспанова Салтанат Мухитовна

д-р филос. наук, старший преподаватель
Каспийский государственный университет технологий
и инжиниринга им. Ш. Есенова
г. Актау, Республика Казахстан

ОПЫТЫ ПО ХОЛОДНОМУ ОБМЯТИЮ КРУГЛЫХ СТЕРЖНЕЙ

***Аннотация:** площадь проекции сварочного контакта перекрещивающихся стержней примерно в 1,8 раза больше площади проекции холодного контакта при одном и том же значении осадки. Осадка непрерывно растет в процессе сварки, как при жестком, так и при мягком режимах сварки, и не прекращается после выключения тока.*

***Ключевые слова:** холодное обмятие, круглые стержни.*

Перед сваркой между стержнями в результате их предварительного обмятия возникает площадка холодного контакта. Площадь горизонтальной проекции F поверхности обмятия определяется усилием P , приложенным со стороны электродов, и удельным давлением смятия K [1–2].

В начале нагрева контактная площадка между стержнями невелика. Повышенная плотность тока в контакте и большое контактное сопротивление способствуют интенсивному выделению теплоты в месте соприкосновения стержней. Контактное сопротивление резко падает, однако теплота продолжает выделяться преимущественно в зоне контакта за счет работы тока на повышенном сопротивлении подогретого металла. Интенсивность объемных источников теплоты, обусловленных работой тока на собственном сопротивлении металла, возрастает, в то время как интенсивность поверхностного источника теплоты в контакте убывает. С повышением температуры приконтактной области, сопротивление смятию падает, и площадь контакта под действием усилия P увеличивается. По мере осадки стержней и увеличения контактной площадки средняя плотность тока в контакте снижается, а линии тока отесняются к расширяющимся границам контактной поверхности. Распределение источников теплоты, их интенсивность и

продолжительность действия непосредственно влияют на распределение температуры в стержнях в тот или иной момент процесса сварки [3–4].

Таким образом осадка стержней, распределение тока и температуры неразрывно связаны между собой, непрерывно изменяются в процессе сварки, воздействуя друг на друга. Задача пластической деформации при контактной сварке перекрещивающихся стержней может быть отнесена к категории задач о вдавливании штампа, которые рассматриваются в теории пластичности. Однако при решении этих задач исследователи ограничивались условием, что жесткий штамп вдавливается в пластическую среду. Задача существенно осложняется, если предположить, что и сам штамп деформируется при выдавливании. Наша задача тем более сложна, что в зоне контакта имеет место нагрев, неравномерный в пространстве и переменный во времени. Теоретического решения этой задачи в настоящее время не существует, поэтому интересующую нас связь отдельных параметров в процессе обмятия стержней устанавливали опытным путем. При изучении характера распределения источников теплоты необходимо знать размеры контактных площадок, непосредственное определение которых в тот или иной момент процесса сварки весьма затруднительно вследствие выдавливания разогретого металла из зоны сварки. Поэтому мы установили приближенное соотношение между площадью контакта и величиной осадки (взаимного проникновения) стержней. Осадка же является таким параметром, который удобно изменять в процессе сварки.

Связь между осадкой и площадью контакта изучали предварительно при обмятии холодных стержней. Круглые стержни диаметрами 5+10 мм, выточенные из малоуглеродистой стали, сжимали в направлении, перпендикулярном осям стержней, на прессе шопере, используя специальные оправки, в которых стержни накладываются один на другой под углом 90^0 друг к другу. В результате деформации в месте соприкосновения стержней образовалась седлообразная поверхность. Горизонтальная проекция ее близка к кругу, по диаметру которого судили о размерах контактной поверхности. В таблице 1 приведены результаты опыта по холодному обмятию стержней. Диаметр проекции контактной

поверхности брали как среднее арифметическое измерений в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Удельное давление K в контакте между стержнями определяли как отношение усилия смятия P к площади проекции контактного отпечатка

$$F = \frac{\pi d^2}{4}.$$

На рис. 3 нанесена кривая зависимости диаметра d проекции контактного отпечатка от величины осадки h , полученной расчетом по схеме, т.е. между d и h существует следующая зависимость

$$d = 2\sqrt{2hR-h^2},$$

где R – радиус цилиндра.

На этот же график нанесены опытные точки по данным таблицы 1. Опытные точки, располагаются вблизи расчетной кривой. Это указывает на то, что между осадкой и размерами контактной площадки имеется определенное соотношение, одинаковое для металлов с различной пластичностью. Соотношение это близко к соотношению геометрических элементов пересекающихся кривых цилиндров.

На рис.3 представлена зависимость площади проекции контактной поверхности от усилия, сжимающего стержни. Удельное давление K в контакте, которое представляет отношение усилия P к площади проекции контактной поверхности, постоянно, а для данного сочетания диаметров имеет вполне определенное значение. Для диаметров 16 + 16 мм удельное давление, как видно из таблицы 1, составляет около 0,6 числа твердости по Бринеллю для данного материала: $K \approx 0,6HB$;

Опыты по холодному обмятию проводили также на стержнях из малоуглеродистой стали (Ст. 3) диаметрами 16 + 30 мм и 5 + 10 мм. Горизонтальная проекция седлообразного отпечатка в контакте приближается по форме к эллипсу с полуосями a и b . В таблице 2 и таблице 3 приведены размеры a и b проекции контактного отпечатка и осадка h , полученные при сдавливании стержня с различным усилием P . Площадь F проекции контактной поверхности вычислена как площадь эллипса с полуосями a и b $F = \pi \cdot a \cdot b$, а удельное давление $K = \frac{P}{F}$.

Результаты опытов по холодному обмятию стержней
с малыми диаметрами 5 + 10 мм

Материал стержней	Усилие обмятия Р, дан	Осадка стержней h, мм	Площадь проекции контакта F, мм ²	Удельное давление К, дан/мм ²
Сталь НВ146,6	200	0,20	6,01	128
	400	0,27	10,07	126
	800	0,40	12,18	127
	1000	0,80	14,17	128
	1200	1,00	18,07	128

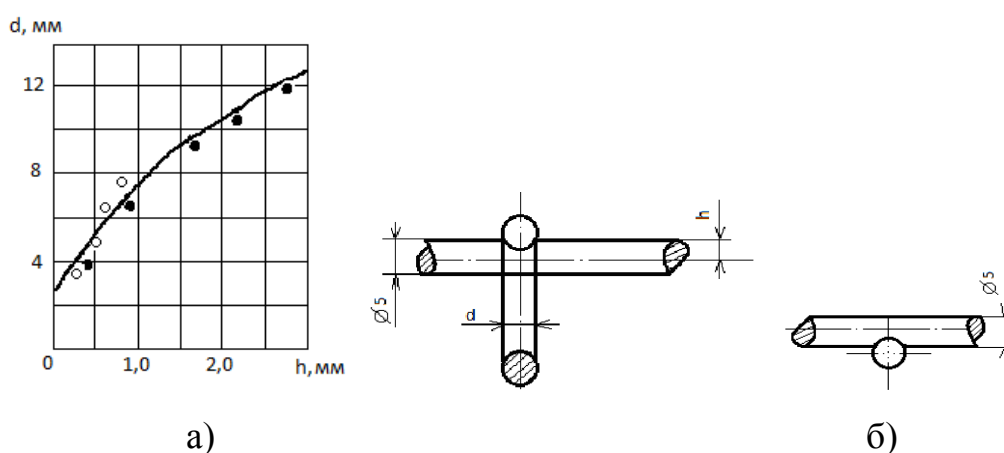


Рис. 3. Диаметр d проекции контактного отпечатка в зависимости от величины осадки h при холодном обмятии стержней диаметрами 5 + 5 мм (а) и образцы после холодного обмятия (б)

Площадь контактной поверхности между стержнями при заданной осадке может быть с достаточной точностью подсчитана по соотношению геометрических элементов пересекающихся круглых цилиндров того же диаметра (рис. 4).

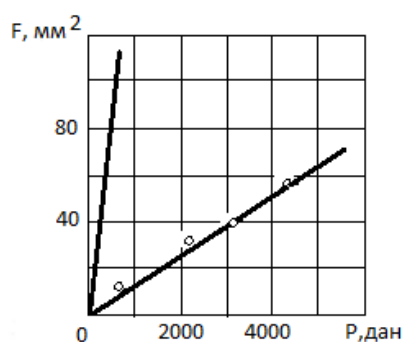


Рис. 4. Площадь F проекции контактного отпечатка в зависимости от усилия P , сжимающего перекрещивающиеся стержни диаметрами $5 + 5$ мм при холодном обмятии

Установленная зависимость между осадкой и размерами контактной поверхности не распространяется, однако, на деформацию стержней при сварке, когда пластические свойства, вследствие неравномерного разогрева металла резко меняются в направлении действия сжимающего усилия. Условия пластического деформирования стержней при сварке отличаются от условий деформирования однородных стержней с одинаковыми по всему объему свойствами. Большое удельное давление в начале сварки вызывает резкое возрастание площади контакта за счет деформации малого объема разогретого металла. Свободному возрастанию осадки при этом препятствует более холодный металл, окружающий разогретую зону. Это отражается на соотношении между осадкой и площадью контакта. Площадь контакта с увеличением осадки возрастает в этом случае более интенсивно, чем при обмятии холодных стержней [4].

Список литературы

1. Городецкий П.Г. Явление поверхностного эффекта при периодических токах // Автоматическая сварка. – 1991. – №5.
2. Гухман А.А. Введение в теорию подобия. – М.: Высшая школа, 1963.
3. Кабанов Н.С. Технология стыковой электроконтактной сварки / Н.С. Кабанов, Э.С. Слепак. – М.: Машгиз, 1970. – 264 с.
4. Волченко В.Н. Выбор режима точечной сварки пересекающихся стержней арматуры / В.Н. Волченко, В.Ф. Косырев, И.Е. Евгеньев // Сварочное производство. – 1956. – №10.