

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ТОЧЕЧНОЙ  
СВАРКЕ ОЦИНКОВАННЫХ СТАЛЕЙ

В. П. БЕРЕЗИЕНКО, С. Н. ЕМЕЛЬЯНОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Качество сварных соединений, выполненных контактной сваркой на оцинкованных сталях, характеризуется не только размерами зоны соединения, определяющей его прочностные свойства, но и в значительной степени ее коррозионной стойкостью. Существующие способы контактной сварки предполагают вытеснение и разрушение цинкосодержащего покрытия из зоны контактов электродов с деталями, что значительно снижает коррозионную стойкость соединения, ухудшает внешний вид изделия. Процессы вытеснения и разрушения материала покрытия протекают на протяжении всех этапов формирования сварного точечного соединения. На основании проведенных нами теоретических и экспериментальных исследований формирование сварного точечного соединения на оцинкованных сталях можно разделить на три этапа.

Первый этап – сжатие зоны соединения сварочными электродами, установление значения начального контактного сопротивления за счет смятия неровностей поверхностей деталей с покрытиями. На этом этапе происходит микропластическая деформация микронеровностей и шероховатостей в контактах электрод-деталь и деталь-деталь и общая упругая деформация электродов и деталей. Последующее включение тока и нагрев металла способствуют окончательному сглаживанию микрорельефов и тепловому расширению металла межэлектродной зоны. При нагреве металла межэлектродной зоны растет его пластичность. Температура по площади контакта не одинакова, максимальное значение имеет место на площадках контактирования. Этап заканчивается в момент достижения условия текучести основного металла ( $\tau_{CB} = 0,07 \dots 0,08$  с), когда интенсивность напряжений  $\sigma_i$  в зоне соединения становится равной пределу текучести  $\sigma_T$  металла наиболее нагретых зон.

Второй этап – нагрев соединения сварочным током, начало расплавления покрытия в зоне соединения. Этап характеризуется дальнейшим повышением температуры и снижением предела текучести свариваемого металла и покрытия в контакте электрод-деталь, расплавлением металла и образованием ядра. Расчеты показывают, что при нагреве поверхностных слоев металла до температуры  $T = 200$  °С предел текучести покрытия  $\sigma_T$  становится меньше величины интенсивности напряжений, возникающих под действием давления со стороны сварочных электродов. Вследствие этого происходит внедрение токоподводящих электродов в детали и вытеснение материала покрытия. Чтобы обеспечить

снижение величины сварочного тока в начальный момент сварки и уменьшить тепловыделение в контактах электродов с покрытием, необходимо осуществлять модуляцию сварочного тока. Время модуляции установлено исходя из толщины свариваемых деталей и определяется по формуле

$$\tau_{mod} = \exp\left(\frac{0,59}{\sqrt{\delta}} - 2,89\right).$$

Металлографические исследования показали, что сварка с большим временем модуляции, чем предлагается по приведенной формуле, часто приводит к образованию непроваров и для их предотвращения необходимо увеличивать продолжительность протекания сварочного тока.

Третий этап – охлаждение зоны соединения в сварочных электродах. Он начинается с момента выключения сварочного тока. При проковке на стадии охлаждения происходит уплотнение металла зоны соединения. При этом продолжается пластическая деформация нагретого металла и материала покрытия, внедрение электродов в детали. Этап заканчивается снятием сварочного давления.

Циклограмма для контактной сварки оцинкованных сталей с модулированным импульсом тока представлена на рис. 1.

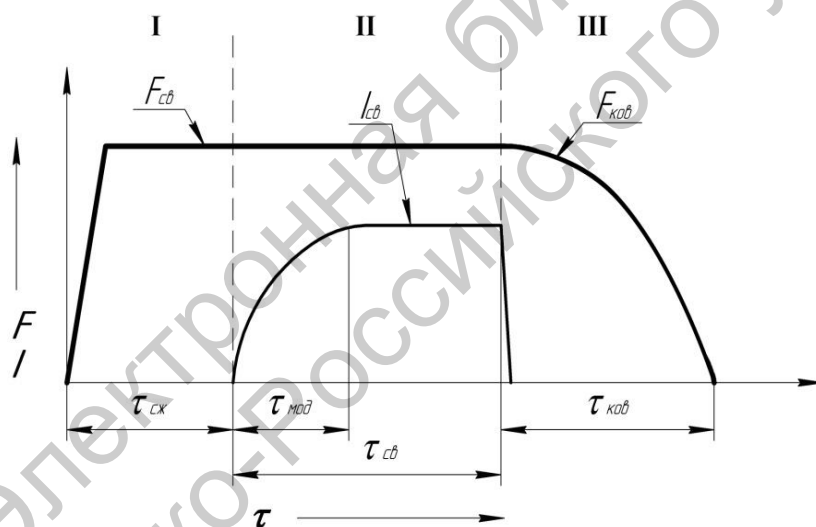


Рис. 1. Циклограмма процесса контактной сварки с модулированным импульсом сварочного тока и изменяемым усилием проковки

Неизменное сварочное усилие в течение стадий I и II формирования соединения и плавное снижение усилия проковки на завершающей стадии процесса III позволяет уменьшить контактные давления и касательные (сдвиговые) напряжения в зоне электрод-деталь, снизить деформацию и, как следствие, предотвратить разрушение цинкового покрытия.