

УДК 621.791.763.1
ОБ УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ТОЧЕЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
ОЦИНКОВАННЫХ СТАЛЕЙ С СОХРАНЕНИЕМ ПОКРЫТИЯ

А.О. КОРОТЕЕВ

Научный руководитель С.Н. ЕМЕЛЬЯНОВ

ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Контактная точечная и рельефная сварка широко используется в автомобилестроении при изготовлении элементов кабин и кузовов автомобилей. Большое количество сварных узлов изготавливается из сталей с цинкосодержащими покрытиями. К данным сварным узлам предъявляются высокие требования по прочности и коррозионной стойкости в условиях динамических нагрузок и действия агрессивной среды. Основными проблемами внедрения технологического процесса контактной точечной сварки оцинкованных сталей являются низкие прочностные и антикоррозионные показатели сварных соединений, а также повышенный износ сварочных электродов. Поэтому большинство существующих способов контактной сварки таких сталей направлено на максимальное разрушение и вытеснение цинкового покрытия из зоны сварки, с целью уменьшения его влияния на качество и прочность сварного соединения. Резко снижающиеся при этом антикоррозионные свойства восстанавливают после сварки грунтовкой поверхностей, их покраской и другими способами, что снижает экономические показатели и эффективность процесса изготовления изделий.

Проведенные экспериментальные исследования зависимости электрических сопротивлений $r_{эд}$ от напряжения в контакте электрод-деталь $u_{эд}$ показали, что для обеспечения сохранения покрытия в контакте электрод-деталь необходимо, чтобы фактическое падение напряжения при сварке не превышало напряжения размягчения цинкового покрытия U_p . Типичные «г-и» характеристики для случаев контактной сварки с разрушением покрытия и его сохранением представлены на рис. 1 и 2 соответственно.

Проведенные в дальнейшем металлографические исследования и коррозионные испытания сварных соединений показали, что в тех случаях, когда на контактах электрод-деталь напряжение было ниже напряжения размягчения U_p , вытеснение цинкосодержащего покрытия было незначительным (не превышало величины 20 % от толщины покрытия), а сварные соединения обладали требуемой коррозионной стойкостью. В этой связи обязательным условием сохранения защитного покрытия изделий, получаемых контактной точечной и рельефной сваркой, является поддержание падений напряжений на контактах электродов с изделием не выше $0,9 U_p$.

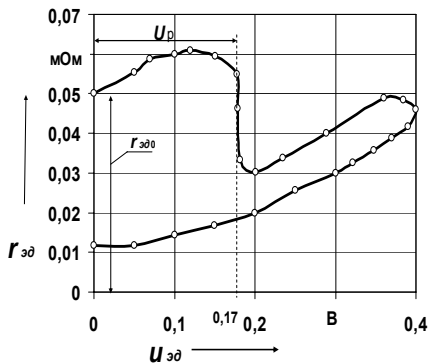


Рис. 1. Типичная r - u характеристика контакта электрод-деталь при разрушении покрытия

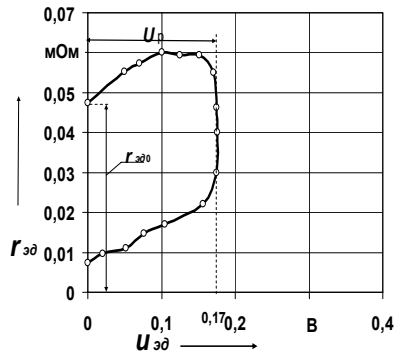


Рис. 2. Типичная r - u характеристика контакта электрод-деталь при сохранении покрытия

Характер изменения сопротивления в контакте электрод-деталь показывает, что в начальный период протекания сварочного тока сопротивление имеет максимальное значение, а затем уменьшается почти в 2 раза. Чтобы не допустить нагрева материала покрытия до температуры выше температуры размягчения в этот период и сохранить таким образом покрытие в зоне контакта электрод-деталь, необходимо, чтобы максимальный сварочный ток на этом этапе не превышал определённой величины. Чтобы обеспечить снижение величины сварочного тока в начальный период времени сварки на однофазных машинах, обычно используемых для сварки сталей с покрытиями, необходимо осуществлять модуляцию сварочного тока, рекомендуемую многочисленными исследованиями с целью предотвращения начальных выплесков из зоны электрод-деталь.

На основании установленного характера изменения сопротивлений в зоне контакта электрод-деталь предложена эмпирическая зависимость, позволяющая определить время модуляции сварочного тока ($\tau_{\text{мод}}$, с):

$$\tau_{\text{мод}} = \exp\left(\frac{0,59}{\sqrt{\delta}} - 2,89\right) \quad (1)$$

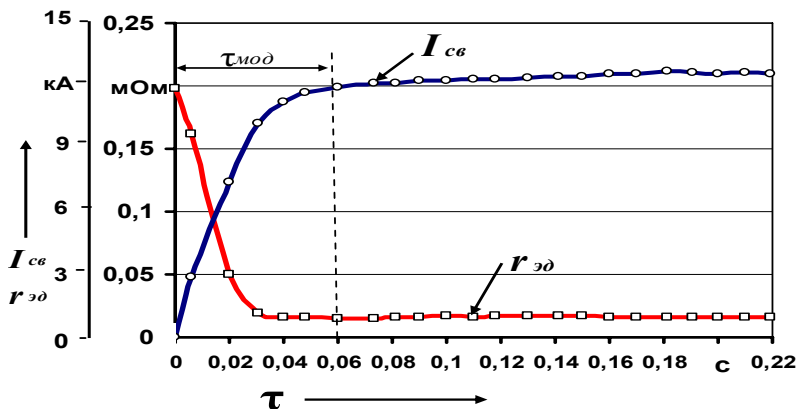


Рис. 3. Характер изменения сопротивления участка электрод-деталь $r_{эд}$ в процессе протекания сварочного тока $I_{св}$

Расчитанное время модуляции позволяет исключить появление в начальный период сварки в зоне контактов сварочных электродов и деталей напряжения $u_{эд} > U_p$. Данные экспериментов показывают, что с увеличением времени модуляции изменяется наклон кривой действующего значения сварочного тока, что приводит к более медленному нагреву зоны сварки, в том числе участка электрод-деталь.

Анализ результатов осциллографирования и металлографических исследований показал, что в случае, если продолжительность стадии нарастания сварочного тока окажется меньшей, значительно увеличивается склонность к наружным выплескам из зоны контакта электродов и деталей, что ведет к нарушению целостности цинкового покрытия и снижению стойкости электродов.

Также были проведены исследования влияния формы рабочей поверхности электродов на сопротивление участка электрод-деталь. Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что при сварке электродами с плоской рабочей поверхностью регистрируются наименьшие значения сопротивлений и падений напряжений на этом участке.

При помощи математической обработки результатов экспериментов определено, что для сохранения цинкового покрытия на лицевых поверхностях необходимо, чтобы сопротивление контакта электродов с деталями не превышало величины, определяемой по эмпирической формуле

$$r_{эд} = \frac{0,082 U_p}{\sqrt{\delta}}, \quad (2)$$

где δ – толщина свариваемого материала, мм.

Установленная зависимость контактного электросопротивления от толщины свариваемых деталей (2) и данные обработки результатов экспериментов позволили определить минимальные значения площади рабочей поверхности сварочного электрода ($S_э$, мм²) при использовании рельефно-точечной и точечной сварки:

$$S_э = \exp \sqrt{58,2 - \frac{285 U_p - 56 \delta}{\sqrt{\delta}}} \quad (3)$$

На основании осциллографирования электрических параметров режима сварки, металлографических исследований и коррозионных испытаний впервые определены требования к параметрам технологического процесса, обеспечивающим сохранение цинкового покрытия. Основными требованиями являются:

- поддержание падения напряжения $u_{эл}$ на контактах электродов с издеиом не выше $0,9 U_p$ (U_p – напряжение размягчения, В);
- выбор максимальной величины сварочного тока с учётом предложенных рекомендаций. Для снижения падения напряжения на начальном этапе сварки необходимо применять модулированную форму импульса тока;
- применение электродов с плоской формой рабочих поверхностей, с площадью, определяемой по формуле

$$S_э = \exp \sqrt{58,2 - \frac{285 U_p - 56 \delta}{\sqrt{\delta}}}$$