

# ОБ ОСОБЕННОСТЯХ КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ ОЦИНКОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Ненарокомов Г.К. ©

Магистрант, кафедры технологии сварки,  
Московский государственный университет имени Н.Э. Баумана, калужский филиал

## *Аннотация*

*В статье исследуются основные технологические способы точечной сварки металлов с цинковым покрытием. Рассмотрены виды и свойства цинковых покрытий, применяемых в автомобилестроении. Установлено, что сварка на мягких режимах с применением модификаций тока наиболее благотворно влияет на качество сварных соединений.*

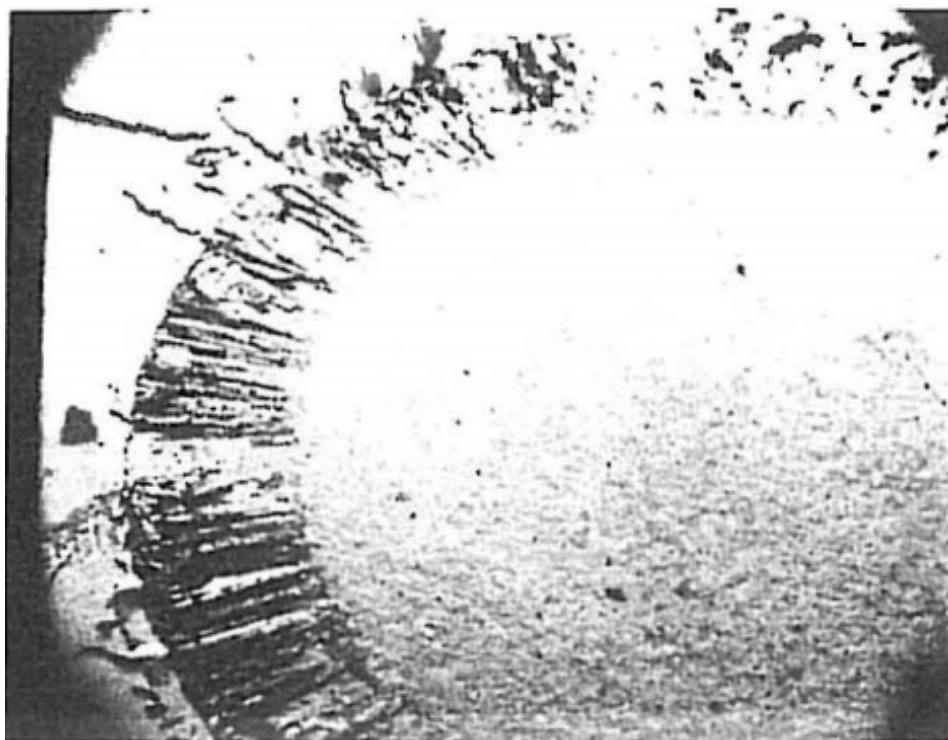
**Ключевые слова:** точечная сварка, оцинкованные стали, модификации тока.

**Keywords:** spot welding, hot-dip galvanized steels, current modifications.

Контактная точечная сварка играет важнейшую роль в современном автомобилестроении, благодаря высокой производительности, низкой стоимости и универсальности. Однако широкое применение различного рода покрытий создает некоторые трудности при использовании данного способа. На протяжении достаточно долгого времени цинковое покрытие является наиболее часто применяемым при производстве автомобиля. Данное покрытие получают путем погружения стальной заготовки в ванну расплавленного цинка. При этом существуют два основных способа горячего цинкования. Применение каждого, из которых, влияет на химический состав покрытия и, следовательно, на свариваемость. Первый способ заключается в простом погружении заготовки в ванну расплавленного цинка. Такое покрытие будет состоять на 99% из чистого цинка с примесью алюминия 0,3-0,6 %. При втором способе заготовку нагревают до 450-590 градусов Цельсия сразу после того как сталь выходит из цинковой ванны. За счет нагрева происходит диффузия покрытия со сталью и покрытие будет содержать 90% цинка 9% железа, а также около 0,15-0,4 % алюминия. Известно, что наличие алюминия в химическом составе имеет ключевое влияние на срок службы электродов. Именно склонность к загрязнению электрода, которое влияет не только на срок службы, но и на электросопротивление в контакте электрод-деталь основная проблема при оптимизации сварочных параметров для сварки оцинкованных сталей.

Современная методика сварки оцинкованных сталей предполагает использования модификаций тока, таких как, добавление дополнительного предварительного импульса тока или плавное увеличение основного сварочного импульса (рампа). Однако сварку оцинкованных сталей можно осуществлять в соответствии с практически любой из существующих циклограмм. При этом существует возможность сварки, как на мягких, так и на жестких режимах.

Исследование авторов [1,129] показало, что при одиночном сварочном импульсе без каких либо модификаций длительностью 240 мс цинковое покрытие удаляется полностью из зоны сварки на 120-140 мс (рисунок 1).

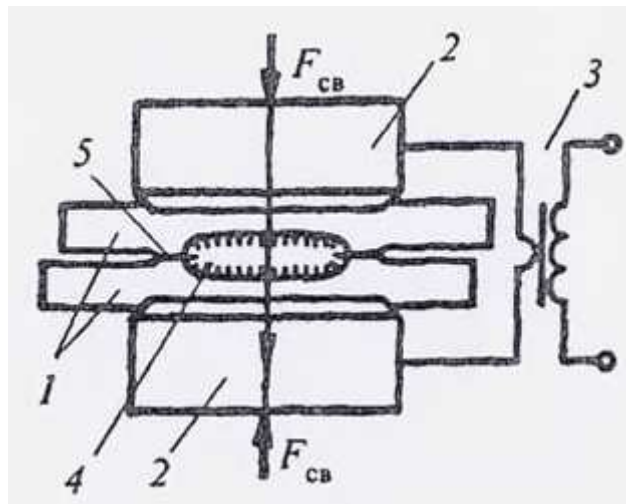


*Рис. 1. Поверхность детали на 120 мс. Цинк полностью выдавлен*

При этом температурный градиент направлен от верхнего электрода к нижнему. Соответственно цинк выдавливается сначала с поверхностью между верхним электродом и деталью, затем с поверхности между нижним электродом и деталью. При добавлении предварительного сварочного импульса или ramпы порядок выдавливания цинка не меняется. Однако меняется характер распределения теплоты, вместо распределения от верхнего электрода к нижнему, нагрев распространяется от контакта деталь-деталь. Однако увеличение длительности модификаций может инициировать преждевременный рост литого ядра. В целом же при использовании модификаций тока рост ядра происходит плавно и более равномерно.

Также было установлено, что при сварке оцинкованных сталей на жестких режимах, в некоторых случаях, формирование ядра было неравномерным, а само ядро получалось не полным. Часто расплавление начиналось в контакте электрод-деталь раньше чем в контакте деталь-деталь, что приводило к выплескам.

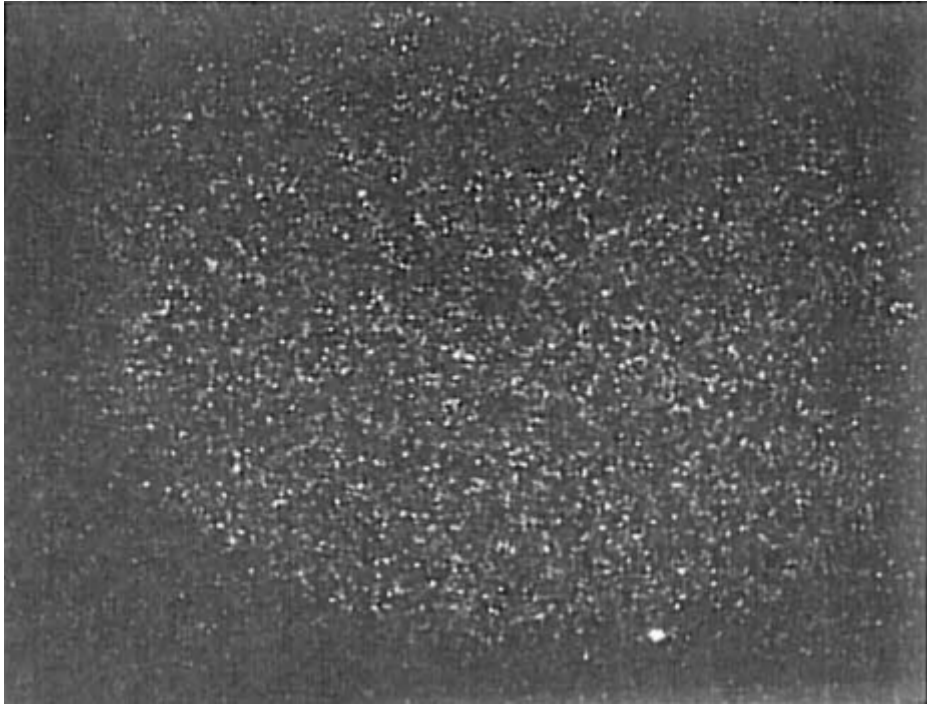
Предварительный импульс и ramпа при сварке оцинкованных сталей улучшают формирования ядра, ускоряют процесс перехода стали из холодного состояния в расплавленное. Более равномерный нагрев позволяет электродам полностью выдавить цинк из контактных поверхностей, а также сформировать полноценный уплотняющий пояс вокруг точки. Уплотняющий пояс препятствует чрезмерному росту ядра и предотвращает конечный выплеск. Расположение уплотняющего пояса показано на рисунке 2.



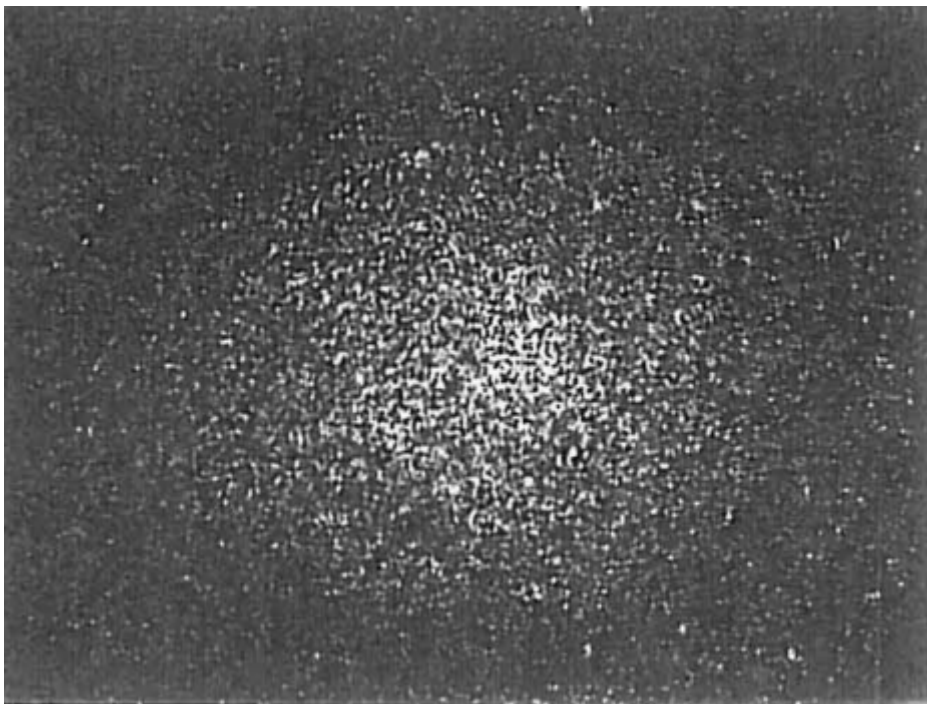
**Рис.2. Схема контактной сварки.1- свариваемые детали, 2- электроды, 3- источник питания, 4-зона расплавленного металла, 5- уплотняющий поясок.**

Сварка на жестких режимах не может обеспечить качества равноценного тому, какое можно получить, используя мягкие режимы. Уплотняющий поясок не успевает достаточно сформироваться вокруг зоны расплавленного металла, и металл ядра может выдавливаться сквозь него в виде выплеска. В результате ядро получается неравномерным и гораздо более тонким, чем ядро точки, сваренной на мягких режимах. В дополнение интенсивная генерация теплоты провоцирует чрезмерное тепловыделение в контакте электрод-деталь. В результате чего происходит повышенный массоперенос между электродом и деталью, что изменяет порядок удаления цинка из зоны сварки. Это же касается и чрезмерного увеличения времени сварочного импульса.[2,63]

При сварке оцинкованных сталей особенно важно снизить до минимума массоперенос между электродом и деталью. Так как велика вероятность образования локального плавления и образования легкоплавких эвтектик (цинка с медью). При проявлении этого феномена резко возрастает скорость массопереноса. После выключения тока и снятия сварочного усилия локальные связи разрушаются от действия упругих сил, накопленных при деформации микровыступов, а также от распорного эффекта. При подъеме электрода на нем остаются частицы цинка перешедшего в результате диффузии, а на поверхности детали остаются частицы электродного металла. Очень важно подобрать именно то время сварочного импульса, которое обеспечит удовлетворительный диаметр литого ядра. Даже небольшое превышение необходимого времени сварки значительно увеличит количество частиц цинка на поверхности электрода. [3, 241] На рисунках 4,5 показаны фотографии поверхности электрода после сварочного цикла с превышенным временем сварки.



*Рис.3.* Поверхность электрода после цикла сварки, в котором время было превышено на 40 мс.



*Рис.4.* Поверхность электрода после цикла сварки, в котором время было превышено на 80 мс.

Таким образом, можно сделать следующие выводы о сварке оцинкованных сталей:

1. Применение модификаций тока в начале сварочного цикла положительно сказывается на сварочном соединении, так как значительно улучшает процесс формирования литого ядра. При этом и рампа и предварительный импульс тока оказывают примерно одинаковое воздействие на ядро и цинковое покрытие.

2. Мягкие режимы предпочтительны при сварке оцинкованных сталей, так как они обеспечивают полноценное формирование сварочной точки и более глубокое проплавление контактных поверхностей.

3. Чрезмерное завышение времени сварки значительно увеличивает скорость массопереноса между электродом и деталью.

### **Литература**

1. C.T. Lane, C.D. Sorensen, G.B. Hunter, S.A. Gedeon, T.W. Edgar – Cinematography of resistance spot welding of galvanized steel sheet // Welding Journal – 2008. – № 63– С.123-132.
2. Б.Д. Орлов – Технология и оборудование контактной сварки – 1986. – С. 54-70.
3. S.A. Gedeon, T.W. Edgar – Resistance spot welding of galvanized steel: part II. Mechanisms of spot weld nugget formation.// Welding Journal – 2011. – № 77– С.233-250.