

УДК 621.791.763.2

О ПРОБЛЕМАХ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ КОНТАКТНОЙ РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СОЕДИНЕНИЙ РАЗНОЙ СТРУКТУРЫ

А. Ю. ПОЛЯКОВ, В. П. КУЛИКОВ, А. А. СТЕПАНОВ

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Высокопроизводительный процесс контактной рельефной сварки (далее – КРС) сегодня используется большинством предприятий машиностроительного профиля в Республике Беларусь и за рубежом.

Принципиальным отличием КРС от контактной точечной сварки (далее – КТС) является пониженный теплоотвод в сварочные электроды (или электродные плиты) за счет того, что процесс зарождения и формирования общей неразъемной зоны соединений происходит крайне быстро (доли секунды) и именно при смятии рельефа. Это не позволяет электродам интенсивно отводить теплоту от контактов «деталь – деталь» в радиальном и вертикальном направлениях, что существенно повышает тепловой КПД всего процесса сварки (в сравнении с КТС).

Благодаря кратковременности импульса тока, малому тепловложению в свариваемый металл, относительной простоте применяемого оборудования и низкой требуемой квалификации персонала КРС все больше вытесняет дуговые способы сварки (в частности, дуговую механизированную сварку плавящимся электродом в среде защитных газов) не только при изготовлении малогабаритных тонколистовых конструкций и узлов (товары широкого народного потребления), но и при необходимости получения неразъемных соединений плоских листовых полотнощ и ответственных объемных конструкций в виде кузовов и обшивок легковых, грузовых и сельскохозяйственных транспортных средств, поездов, летательных и плавательных аппаратов.

Внедрение КРС на предприятия сопряжено с вынужденным использованием рекомендаций основных параметров режима сварки, предоставляемых поставщиками сварочных контактных машин на основе известной литературы по сварке давлением и многолетнего производственного опыта различных компаний.

Такие рекомендации основаны на отождествлении процессов КРС и КТС с расплавлением при оценке теплосодержания металла межэлектродной зоны при вводе в нее энергии в соответствии с общепринятым уравнением теплового баланса (далее – УТБ) и законом Джоуля – Ленца.

Однако в связи с тем, что УТБ изначально было разработано и апробировано исключительно под процесс КТС с возможностью достижения металлом свариваемых деталей температуры плавления, попытки расчета данного

уравнения к процессу КРС являются весьма приближенными, т. к. отсутствует учет геометрической формы рельефной сварной точки (объемно-эллипсоидная, а не цилиндрическая), переопределяющий теплоотвод в металл сварочных электродов. В каждом отдельном цикле это приводит к завышению значений расчетной энергии, требуемой для КРС с расплавлением металла деталей.

С другой стороны, последующий расчет по закону Джоуля – Ленца величины тока, требуемой для сварки, не учитывает динамику изменения сопротивления межэлектродной зоны под действием на нее возмущающих воздействий. В известной сварочной литературе на данный момент отсутствуют графические и формульные зависимости $R_{ЭЭ} = f(\tau_{СВ})$ для разных значений усилия сжатия электродов в зависимости от материала свариваемых деталей и толщины листа. В случае КРС попытки расчета величины тока с подстановкой в закон Джоуля – Ленца единых значений параметра $R_{ЭЭ}$ (в момент выключения тока), установленных для КТС, научно не обоснованы.

В совокупности это приводит к повышению дефектности рельефных сварных соединений из-за выплесков расплавленного металла межэлектродной зоны как в контакте «деталь – деталь», так и в контактах «электрод – деталь».

Даже в таких условиях для компенсации многочисленных возмущающих воздействий, имеющих место при КРС и отклоняющих фактическое тепловложение в межэлектродную зону от расчетного (по УТБ), представляется возможным разработать механизмы ввода в эту зону количества энергии, уменьшенного в сравнении с расчетным значением, за счет реализации нетипичных циклограмм нагрева металла деталей.

В таком случае прочность формируемых рельефных соединений может обеспечиваться и даже повышаться при их формировании в твердом состоянии (без достижения металлом свариваемых деталей температуры плавления). В литературе имеются свидетельства о высокой прочности таких соединений как при статическом, так и при динамическом нагружении. Однако в книгах по сварке давлением нет обоснованных механизмов и способов их получения путем применения КРС.

Переработка УТБ под процесс КРС, косвенный учет через закон Джоуля – Ленца влияния усилия сжатия электродов на величину вводимой энергии, а также реализация нетипичных циклограмм нагрева металла межэлектродной зоны в совокупности позволят разработать теоретические и технологические основы повышения энергоэффективности процессов КРС.

В конечном счете это даст возможность существенно снизить энергопотребление сварочных рельефных контактных машин без ущерба прочности формируемых соединений, что снизит себестоимость изготовления единицы продукции.