

УДК 621.791.763.2

**Д.Н. Юманов, А.О. Сергейчик, А.Д. Михалюто**

*(МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь)*

Научный руководитель – С.М. Фурманов

## **ПРОБЛЕМАТИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ КОНТАКТНОЙ РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКЕ**

*В статье приводятся установленные трудности по обеспечению высокой стабильности механических характеристик сварных соединений, получаемых контактной рельефной сваркой. Авторами приводятся возможные варианты повышения этого параметра, а также решение данной проблемы на примере T-образных сварных соединений при контактной рельефной сварке.*

Способы контактной сварки традиционно находят широкое применение в различных областях современного машиностроения, производстве сельскохозяйственной техники, автомобилестроения, техники бытового назначения по причине высокой скорости протекания процесса сварки, относительно небольших затрат, возможности автоматизации, а также большого разнообразия применяемых типов соединений. В производственном секторе наибольшее распространение получили способы контактной точечной и рельефной сварке.

Важным показателем качества сварных соединений при контактной рельефной сварке являются их стабильные высокие механические характеристики, что в некоторых случаях является проблематично достигаемым параметром. Это связано с тем, что определение параметров режима контактной рельефной сварки осуществляется, в большинстве случаев, по универсальной методике, основанной на уравнении теплового баланса [1]. В нормативно-технической документации также содержатся рекомендательные режимы универсального характера, которые в большей степени относятся к способу точечной сварки.

Определение сварочного тока для контактной рельефной сварки осуществляется по уравнению теплового баланса (1) и закону Джоуля-Ленца (2):

$$Q_{\Sigma} = Q_1 + \sum Q_2 + \sum Q_3, \quad (1)$$

где  $Q_1$  – количество энергии, затрачиваемой для нагрева металла до температуры плавления  $T_{\text{пл}}$ , цилиндра основание которого является площадь контакта электрода контактной сварочной машины со свариваемыми деталями и высотой соответствующей толщине  $\delta$ , Дж;

$Q_2$  – количество расходуемой теплоты на нагрев металла в виде кольца окружающего ядро сварной точки до средней температуры равной  $T_{\text{пл}}/4$ , Дж;

$Q_3$  – количество потерь теплоты в электроды, которое учитывается нагревом условного цилиндра определенной высоты до температуры приблизительно принятой  $T_{\text{пл}}/8$ , Дж.

$$I_{\text{св}} = \sqrt{\frac{Q_{\Sigma}}{m_R \cdot 2r_{\text{ДК}} \cdot \tau_{\text{св}}}}, \quad (2)$$

где  $m_R$  – коэффициент, учитывающий изменение сопротивление  $r_{\Sigma}$  в процессе протекания сварочного тока;

$2r_{\text{ДК}}$  – сопротивление на электродах, в момент выключения сварочного тока;

$\tau_{\text{св}}$  – время протекания сварочного тока, с.

Определение сварочного тока по формуле (2) учитывает с существенными приближениями геометрические особенности рельефного сварного соединения, зачастую необходимо вводить дополнительные коэффициенты, что требует проведения подтверждающих расчетов. Кроме того, температура участков сварного соединения в формуле (1) задается с существенными приближениями. Это в совокупности вызывает существенные завышения, или занижения сварочного тока  $I_{\text{св}}$ , что приводит к некачественному образованию сварного соединения, недопустимым дефектам и, соответственно, невозможности дальнейшей эксплуатации сварной конструкции.

Ещё одной проблемой обеспечения требуемого уровня прочности в технологических процессах контактной рельефной сварки сварных соединений является применение управляющего оборудования, которое работает по жесткому циклу, обеспечивая резкое задание импульсов тока. Такой принцип задания параметров режима сварки является наиболее

распространенным при работе серийных регуляторов и аппаратуры управления процессом контактной рельефной сварки [2].



3. О влиянии энергии тепловложения на ширину линии сплавления T-образных соединений при рельефной сварке с программным управлением / С. М. Фурманов [и др.] // Вестник Белорус.-Рос. ун-та. – 2021. – №4. – С. 88–95.

*The article presents the established difficulties in ensuring high stability of mechanical characteristics of welded joints obtained by projection welding. The authors present possible ways to increase this parameter, as well as solution to this problem on example of T-shaped welded joints in projection welding.*

**Сведения об авторах:**

Юманов Дмитрий Николаевич, МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», машиностроительный факультет, старший преподаватель кафедры «Оборудование и технология сварочного производства», кандидат технических наук;

Сергейчик Антон Олегович, МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», машиностроительный факультет, магистрант, специальность «Инновационные технологии в машиностроении», 1 курс;

Махалюто Антон Денисович, МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», машиностроительный факультет, студент, специальность «Оборудование и технология сварочного производства», 2 курс.

**Сведения о научном руководителе:**

Фурманов Сергей Михайлович, МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», машиностроительный факультет, доцент кафедры «Оборудование и технология сварочного производства», кандидат технических наук, доцент.