

УДК 621.791.763.2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
КОНТАКТНОЙ РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКИ Т-ОБРАЗНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Д. Н. ЮМАНОВ

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Широкая распространенность применения контактной точечной и рельефной сварки различных материалов и сплавов в производственном секторе Республики Беларусь и ближнего зарубежья обусловлена высокой производительностью процесса. Технологические процессы контактной точечной и рельефной сварки применяются при производстве конструкций и габаритных узлов в сфере машиностроения, автомобилестроения, техники сельскохозяйственного назначения. Применение различных рельефных соединений позволяет повысить технико-экономические показатели, исключая многие заготовительные и подготовительные операции. Т-образные соединения позволяют достичь высокой эффективности процесса рельефной сварки за счет своей универсальности и широкого разнообразия.

Проводя анализ базовых технологических процессов контактной рельефной сварки, определено, что на данный момент в производственных условиях наблюдается проблема обеспечения стабильно высоких механических свойств Т-образных соединений, получаемых контактной рельефной сваркой. На предприятиях Республики Беларусь, а именно ОАО «УКХ ВКМ Holding» («Белкоммунмаш»), Группа компаний «Завод систем охлаждения» и «Радиаторный завод», ОАО «Могилевский завод «Строммашина», технологические процессы рельефной сварки заменяют на способ дуговой механизированной сварки в среде защитных газов. Причиной замены является высокий процент дефектов сварных соединений в связи с нерациональным подходом к выбору параметров режима, что, в свою очередь, приводит к перегреву металла и появлению выплеска.

Нормативно-техническая документация и справочная литература, регламентирующая подбор параметров цикла контактной рельефной сварки, содержат в большей степени информацию для сварных соединений внахлестку, сферических и кольцевых рельефов, которая базируется на адаптированном уравнении теплового баланса при контактной сварке. Расчет параметров сварки по этим универсальным методикам приводит к некорректному определению величины сварочного тока $I_{св}$, тока подогрева $I_{под}$, времени протекания усилия сжатия при подогреве и сварке $F_{под}$, $F_{св}$ и др.

Ещё одной проблемой обеспечения требуемого уровня прочности в технологических процессах контактной рельефной сварки Т-образных 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.

Были проведены экспериментальные исследования, в ходе которых установлено, что одной из основных проблем, препятствующих образованию качественного Т-образного соединения, является выплеск расплавленного металла при сварке. С выплеском основная масса расплавленного металла удаляется из зоны сварного соединения, тем самым снижая его механические свойства и способствуя образованию дефектов.

В ходе экспериментальных исследований проводилась регистрация при помощи компьютерной системы и датчиков параметров режима рельефной сварки. На рис. 1 и 2 показаны графические зависимости определения мощности при сварке на серийном оборудовании для управления процессом – регуляторе РКС-801. Вначале приложения каждого импульса тока, вне зависимости от его величины, наблюдается его резкое повышение, которое сопровождается значительным разогревом и в дальнейшем – выплеском.

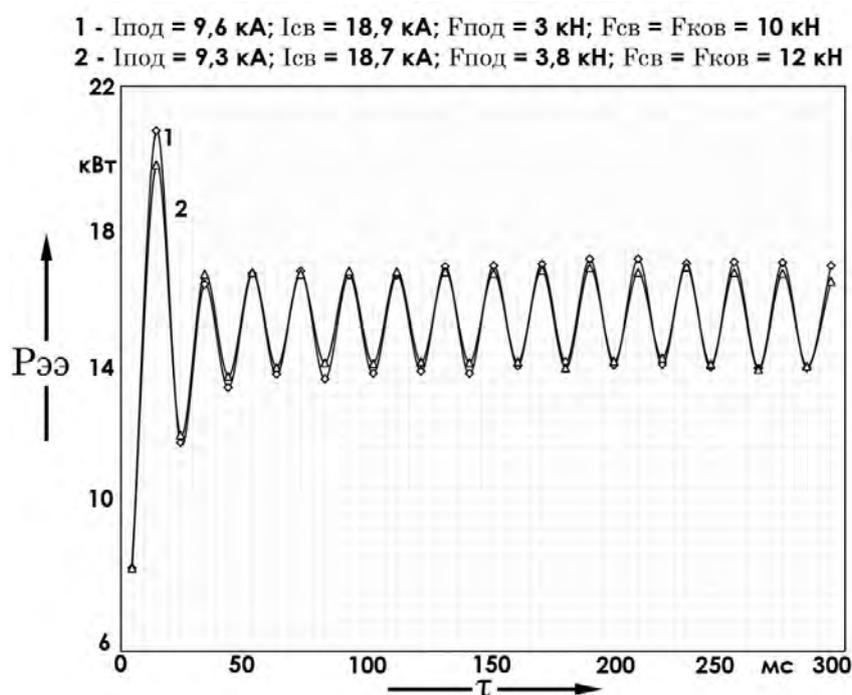


Рис. 1. Анализ вложения электрической мощности при приложении импульса тока подогрева на серийном регуляторе РКС-801

С целью повышения показателей качества, а именно устранения большого количества дефектов сварных Т-образных соединений, предлагается использование системы программного управления мощностью тепловложения при контактной рельефной сварке в базовых технологических процессах. Применение системы программного управления расширяет возможности задания параметров режима контактной рельефной сварки, что способствует минимизированию выплесков расплавленного металла [1].

По проведенным ранее экспериментальным исследованиям определено, что наиболее предпочтительно более плавное задание импульсов тока подогрева $I_{\text{под}}$ и сварочного тока $I_{\text{св}}$ с целью исключения резкого нагрева сварного соединения вначале процесса. Ранее предложена циклограмма с плавным

нарастанием между импульсами тока, которая позволяет вводить необходимую энергию в зону сварного соединения с высокой точностью [2].

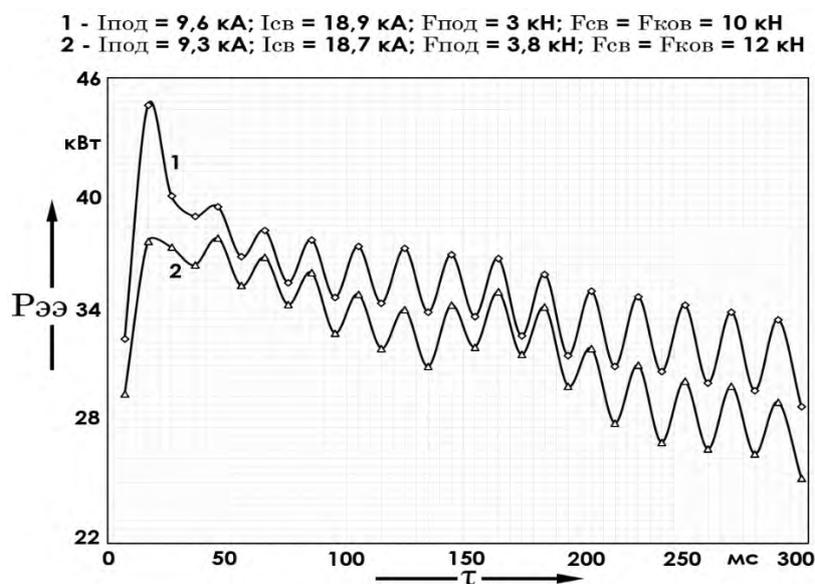


Рис. 2. Анализ вложения электрической мощности при приложении импульса сварочного тока на серийном регуляторе РКС-801

С целью сравнения предложенных способов совершенствования технологического процесса контактной рельефной сварки Т-образных сварных соединений проведены механические испытания (рис. 3) [3].

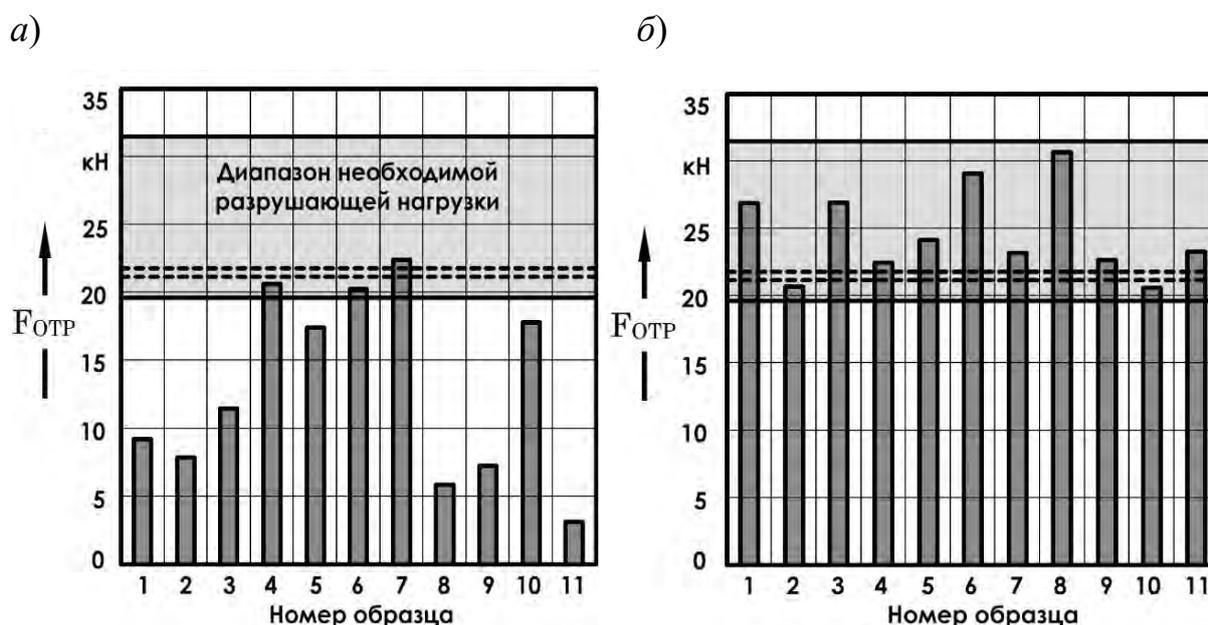


Рис. 3. Анализ результатов механических испытаний Т-образных сварных соединений: а – при сварке на серийном регуляторе РКС-801; б – при сварке с разработанной системой программного управления

Производилась сварка серии образцов с использованием серийного оборудования для управления процессом контактной сварки – регулятора сварочных

процессов РКС-801 (см. рис. 3, *a*), а также серии образцов с применением системы программного управления мощностью тепловложения (см. рис. 3, *б*). Параметры режима для обоих случаев выбирались идентичными с учетом специфики работы управляющего оборудования.

При сварке с рекомендациями базовых технологических проектов и серийного управляющего оборудования наблюдается большое количество дефектов, которые существенно снижают механические свойства соединений. В этом случае необходимое значение разрушающей нагрузки в 19,5 кН достигнуто только в 40 %...60 % сварных образцов (см. рис. 3, *a*).

Применение технологии сварки Т-образных сварных соединений с программным управлением мощностью тепловложения позволило стабилизировать процесс путем более точного вложения энергии в зону соединения, что повысило механические характеристики. В этом случае прочность сварных соединений обеспечивается в более 95 % анализируемых образцов (см. рис. 3, *б*) [3].

Проведенные экспериментальные исследования показывают возможность применения способа контактной рельефной сварки Т-образных сварных соединений в технологических процессах, где он был заменен на механизированную дуговую сварку в среде защитных газов. Это позволит достичь более высоких технико-экономических показателей за счет того, что основное сварочное оборудование модернизируется, а не закупается новое, а также используется более производительный процесс сварки, не требующий заготовительных и послесварочных операций.

Таким образом, по проведенным теоретическим и экспериментальным исследованиям установлены основные проблемы получения качественного Т-образного соединения при помощи контактной рельефной сварки в производственных условиях.

Произведен анализ базовых технологических процессов контактной рельефной сварки Т-образных сварных соединений, предлагаются решения, которые способствуют повышению механических свойств и снижению дефектов. Результаты исследований и эффективность предлагаемых путей совершенствования технологических процессов контактной рельефной сварки Т-образных соединений подтверждаются проведенными механическими испытаниями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. О влиянии энергии тепловложения на ширину линии сплавления Т-образных соединений при рельефной сварке с программным управлением / С. М. Фурманов [и др.] // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2021. – № 4. – С. 88–95.
2. О влиянии тока подогрева на прочность соединений при контактной рельефной сварке / С. М. Фурманов [и др.] // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2022. – № 3 (76). – С. 87–95.
3. Юманов, Д. Н. Особенности контактной рельефной сварки Т-образных соединений с применением системы программного управления мощностью тепловложения / Д. Н. Юманов, С. М. Фурманов, С. Ф. Мельников // Актуальные вопросы и передовые технологии сварки в науке и промышленности: материалы I Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 24–25 нояб. 2022 г. – Могилев, 2022. – С. 241–246.