

УДК 21.791.763.2

А. Ю. Поляков, С. М. Фурманов, Д. И. Якубович, А. М. Курленков

О РЕГУЛИРОВАНИИ ТЕПЛОВЛОЖЕНИЯ В МЕЖЭЛЕКТРОДНУЮ ЗОНУ ПРИ КОНТАКТНОЙ РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКЕ НАХЛЕСТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

UDC 21.791.763.2

A. Y. Polyakov, S. M. Furmanov, D. I. Yakubovich, A. M. Kurlenkov

ON THE REGULATION OF HEAT INPUT INTO THE AREA BETWEEN THE ELECTRODES IN CONTACT PROJECTION WELDING OF LAP JOINTS

Аннотация

Разработан технологический процесс контактной рельефной сварки нахлесточных соединений с автоматическим регулированием тепловложения в межэлектродную зону в совокупности с приложением повышенного усилия проковки после выключения сварочного тока, позволяющий значительно уменьшить количество вводимой в зону сварки энергии за счет образования соединений в твердой фазе и повысить их прочность.

Ключевые слова:

контактная рельефная сварка, нахлесточные соединения, ступенчатый импульс тока, автоматическое регулирование тепловложения, соединение в твердой фазе.

Abstract

The paper deals with the technological process of projection welding of lap joints with automatic control of the heat input to the zone between the electrodes in conjunction with the application of increased forging force after switching off the welding current. This process can significantly reduce the amount of input energy into the weld zone due to the formation of compounds in the solid phase and increase their strength.

Key words:

projection welding, lap joints, stepped current pulse, automatic control of heat input, compound in the solid phase.

Наиболее распространенной разновидностью контактной рельефной сварки (КРС) является сварка листовых соединений внахлестку с использованием рельефов различной конфигурации. Чаще всего применяют сферические рельефы (рис. 1, а), с помощью которых образуются соединения, имеющие в плане круглую форму. Сварку осуществляют по одному или по нескольким рельефам одновременно [1, 2].

Для получения соединений вытянутой формы используют овальные рельефы (рис. 1, б), что особенно целесообразно при сварке деталей с малой

шириной нахлестки. Во многих случаях для соединения деталей применяют кольцевые рельефы (рис. 1, в), позволяющие получать прочные герметичные соединения. Сварку по кольцевым рельефам осуществляют обычно при необходимости герметизации небольшого объема, расположенного между двумя деталями.

При сварке нахлесточных соединений рельефы формируют холодной штамповкой. При этом на обратной стороне детали образуется незаполненная полость (лунка) (см. рис. 1).

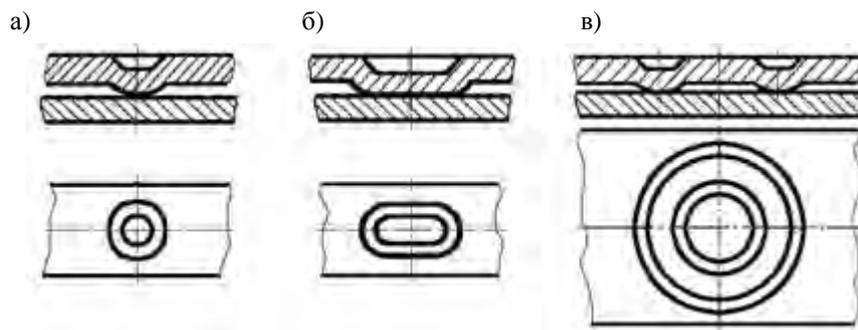


Рис. 1. Типы нахлесточных соединений при КРС

Характерной особенностью процесса образования соединений при КРС является то, что он осуществляется при интенсивной радиально направленной пластической деформации металла в зоне контакта деталь–деталь. Эта деформация в 10...15 раз больше, чем при точечной сварке. В процессе сварки в контакте происходит интенсивное разрушение поверхностных пленок, образование активных центров, схватывание поверхностей деталей с образованием связей в твердом состоянии [1].

Соединение при КРС может возникать и без образования зоны взаимного расплавления металла. Прочность точки уже значительна, даже если расплавленная зона еще не существует. Это свидетельствует о большой эффективности сварки в твердой фазе. Однако наличие литой зоны стабилизирует прочность соединений и облегчает последующий контроль.

При КРС, осуществляемой с помощью компактных (сферических) рельефов (см. рис. 1, а), сварное соединение образуется при всестороннем сжатии нагреваемого металла, что делает возможным формирование литой зоны. При сварке нахлесточных соединений с применением вытянутых и кольцевых рельефов (см. рис. 1, б, в) получить литую зону по всей площади контакта чаще всего не удается. В этом случае в результате сварки в отдельных зонах формируется соединение в твер-

дом состоянии.

В процессе пропускания тока нельзя допускать, чтобы зазор между деталями h_3 стал равным нулю. В этом случае между свариваемыми деталями возникает касание по увеличенной площади и происходит протекание тока по этой площади, т. е. его шунтирование. Вследствие этого плотность тока в зоне сварной точки снижается, рост ее прекращается и образуется непровар. Если в момент выключения сварочного тока $h_3 > 0$, то возможна проковка сварного соединения при повышенном значении ковочного усилия, способствующая снижению остаточных растягивающих напряжений и повышению циклической прочности.

За счет формирования соединений в твердой фазе на начальной стадии процесса КРС при случайном изменении сварочного тока или усилия сжатия электродов снижение прочности соединений будет менее значительным, чем при точечной сварке. Даже в случае нарушений процесса, приводящих к отсутствию литой зоны и к полной потере прочности точечно-сварных соединений, сварные точки, выполненные КРС, обладают прочностью, составляющей 60...70 % от номинальной.

При КРС нахлесточных соединений, состоящих из двух листовых заготовок, основным геометрическим параметром, определяющим их прочность, является диаметр литого ядра.

В ГОСТ 15878-79 *Контактная сварка. Соединения сварные. Конструктивные элементы и размеры* приведены рекомендуемые диаметры литого ядра, которые обеспечивают прочность рельефных соединений из деталей конкретной толщины. При этом в ГОСТе указано, что величина проплавления деталей для соединений из всех металлов и сплавов, кроме титановых и магниевых, должна составлять 20...80 % от толщины соответствующей свариваемой детали. Таким образом, в данном стандарте подразумевается, что прочное рельефное сварное соединение может быть получено при снижении энергии, вводимой в межэлектродную зону, без значительного проплавления металла каждой из деталей.

Серийно выпускаемая аппаратура управления машин для контактной сварки не позволяет регулировать ввод электрической энергии в межэлектродную зону, а также его оптимизировать. Регуляторы контактной сварки, задающие крутонарастающие импульсы сварочного тока, даже в режиме модуляции, обеспечивающей начальное нарастание амплитуды тока в несколько периодов сетевого напряжения, интенсивно вводят неконтролируемую электрическую энергию в межэлектродную зону. Циклограммы сварки, обеспечиваемые серийными аналоговыми и микропроцессорными регуляторами цикла сварки, имеют вид, представленный на рис. 2 [1, 2].

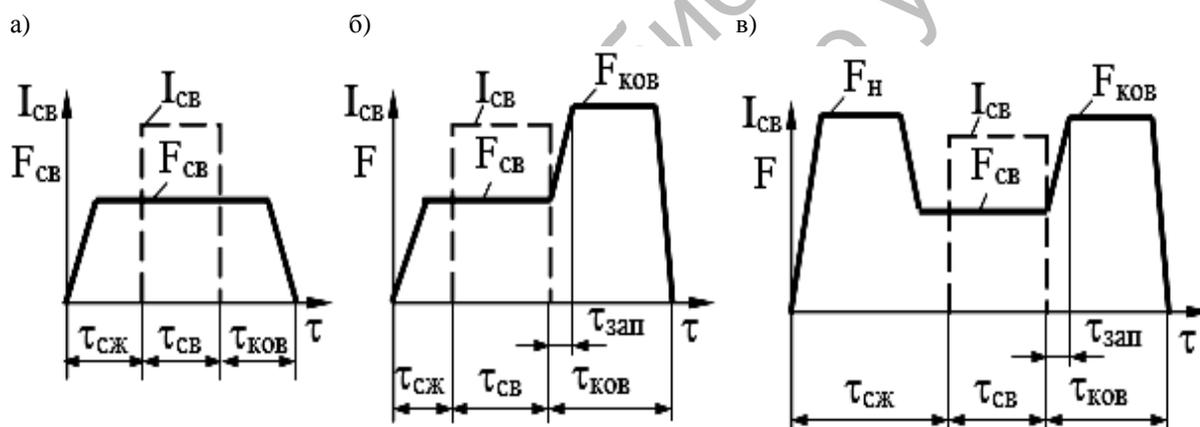


Рис. 2. Циклограммы процесса КРС

Разработке систем и средств автоматического регулирования электрических параметров режима контактной сварки в последнее время уделяется большое внимание. В научно-технической литературе содержится важная информация о характеристиках КРС и КТС как объектов управления, но при этом подчеркивается сложность создания и реализации систем автоматического регулирования мощности и энергии зоны контактной сварки [3, 4]. Общими проблемами регулирования являются:

- невозможность точного введения в зону сварки расчетного количества энергии на различных этапах процесса;
- низкое быстродействие систем регулирования, т. е. невозможность своевременной регистрации, анализа и обработки быстропротекающих сигналов контактной сварки при отклонении параметров режима от нормированных значений;
- зависимость качества соединений от технического состояния сварочного оборудования;
- невозможность внешнего воз-

действия системами регулирования на работу регулятора цикла сварки с целью стабилизации параметров режима;

– неучет взаимосвязей между термомодеформационными процессами в зоне сварки и параметрами тепловыделения;

– неучет влияния величины усилия сжатия электродов и инерционности привода контактной машины на характер тепловыделения в зоне сварки.

Внешнее управление параметрами режима контактной сварки подразумевает собой возможность воздействия каким-либо внешним устройством на аппаратуру управления контактной машины, т. е. на регулятор цикла сварки, с целью регулирования параметров режима, например, величины сварочного тока или длительности его протекания в режиме реального времени.

Развитие электронно-вычислительной техники и программного обеспечения позволяет сегодня с помощью уникального оборудования не только регистрировать быстропротекающие сигналы контактной сварки, но и автоматически воздействовать на них. К числу таких внешних устройств относится плата NATIONAL INSTRUMENTS USB-6251 (далее – NI-6251). NI-6251 – это универсальный аналого-цифровой преобразователь, представляющий собой плату, которая позволяет регистрировать различные электрические сигналы, поступающие на ее входы, и после их преобразования формировать выходные аналоговые и цифровые сигналы управления.

LABVIEW (LVW) – это универсальный программный комплекс, включающий в себя специальное программное обеспечение для создания и использования виртуальных приборов, позволяющий разрабатывать программы для получения, сохранения и анализа сигналов, полученных с помощью устройства NI-6251. При использовании устройства NI-6251 и программной среды LVW в процессе КРС возможно реализовать идею внешнего автоматического управ-

ления контактной машиной в режиме реального времени с целью введения в зону формирования соединения расчетного количества электрической энергии, что позволит не только обеспечить прочность соединения, но и сэкономить электроэнергию, потребляемую контактной машиной [5, 6].

На заводах при осуществлении технологического процесса КРС нахлесточных соединений, состоящих из двух деталей, также сталкиваются с проблемой возникновения углублений на лицевых поверхностях изделий. Особенно это проявляется, например, при сварке листового металла из нержавеющей стали толщиной 1,5...2 мм (в лифтостроении), где предъявляются повышенные требования к качеству лицевых поверхностей.

Причиной возникновения углублений является характер нагрева межэлектродной зоны в процессе сварки. Уже в первые периоды прохождения сварочного тока сопротивление межэлектродной зоны может уменьшиться в 3...4 раза по сравнению с начальным холодным состоянием. При этом быстрое нарастание амплитуды сварочного тока и перегрев в зонах контактов электрод–деталь неизбежен, что и вызывает деформации лицевых поверхностей изделий и ухудшение их качества.

Распределение температурных полей в контакте нижний электрод–деталь в момент выключения сварочного тока показывает, что температура поверхностных слоев свариваемого металла в центре контакта может достигать 800...900 °С. Такие температурные условия приводят к тепловому расширению, разупрочнению и деформированию металла в центре контакта электрод–деталь, что в совокупности с усадкой литого ядра при кристаллизации способствует появлению вмятин на лицевой поверхности изделия (рис. 3).



Рис. 3. Деформации лицевых поверхностей изделий со стороны электрода с увеличенной площадью контакта при КРС

Уменьшения или полного исключения деформаций на лицевых поверхностях при КРС можно достигнуть путем:

- исключения появления выплесков расплавленного металла в процессе сварки, приводящих к резкому сокращению объема расплавленного металла в зоне сварки и значительной его усадке при кристаллизации;

- максимально возможного снижения энергии, вводимой в межэлектродную зону, за счет использования системы автоматического регулирования длительности протекания сварочного тока и обеспечения запаса прочности соединения;

- повышения запаса прочности сварного соединения за счет использования эффективных методов проковки и образования соединения в твердой фазе.

Параметры режима для КРС нахлесточных соединений различных металлов

определенной толщины широко представлены в технической литературе [1]. Эти режимы принимались авторами в качестве базовых, с ними сравнивались результаты экспериментов. Для определения параметров базового режима КРС двух пластин с выштампованными рельефами (см. рис. 1, а) авторами была применена традиционная методика расчета на основе уравнения теплового баланса для участка электрод–электрод, адаптированная для случая сварки нахлесточных соединений по циклограмме базового режима (см. рис. 2, а) [7].

Например, схема соединения КРС двух пластин из стали 08кп толщиной 2,5 + 2,5 мм с двумя круглыми рельефами представлена на рис. 4. Параметры базового режима: $I_{СВ} = 26,3$ кА; $\tau_{СВ} = 0,32$ с, $\tau_{КОВ} = 0,6$ с, $F_{СВ} = F_{КОВ} = 7$ кН, $Q_{ЭЭ} = 15,6$ кДж.

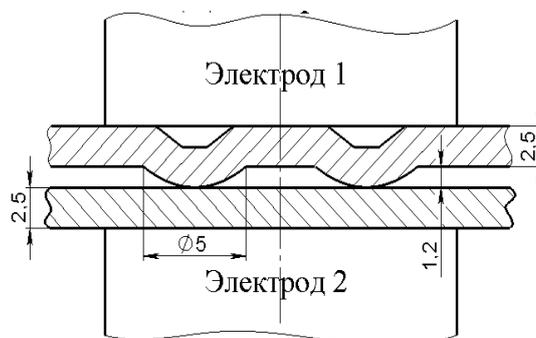


Рис. 4. Схема нахлесточного соединения с двумя рельефами

Ранее авторами был разработан способ КРС, который отличается от известных способов тем, что импульс сварочного тока задается многоступенчатым, а длительность его протекания на каждой из ступеней импульса определяется достижением фактической электрической энергией, вводимой в межэлектродную зону, расчетных значений, вычисляемых по уравнению теплового баланса [5, 6].

Предполагается, что, с одной стороны, трехэтапный ввод энергии в межэлектродную зону позволит обеспечить нормированный диаметр литого ядра в соответствии с ГОСТ 15878-79 и, с другой стороны, приложение повышенного ковочного усилия после выключения тока даст возможность повысить прочность соединения и снизить энергию, вводимую системой в межэлектродную зону, относительно расчетного базового режима.

В начале процесса сварки задавался ток подогрева, равный 50 % от

максимального сварочного тока, рассчитанного по уравнению теплового баланса. Применение тока подогрева привело к увеличению временного интервала уменьшения сопротивления межэлектродной зоны от начального холодного состояния до стабилизированного значения, что позволило устранить скачкообразность процесса нагрева и выплеск расплавленного металла на начальном этапе пропускания тока. Фиксированное введение электрической энергии в межэлектродную зону позволило также выявить резерв повышения прочности сварного соединения при возможности экономии электроэнергии, потребляемой контактной машиной.

Для проверки предположения был проведен эксперимент. На контактной машине МТ-3201 осуществлялась сварка пластин с двумя рельефами (см. рис. 4) по циклограмме с трехступенчатым импульсом сварочного тока и повышенным ковочным усилием (рис. 5).

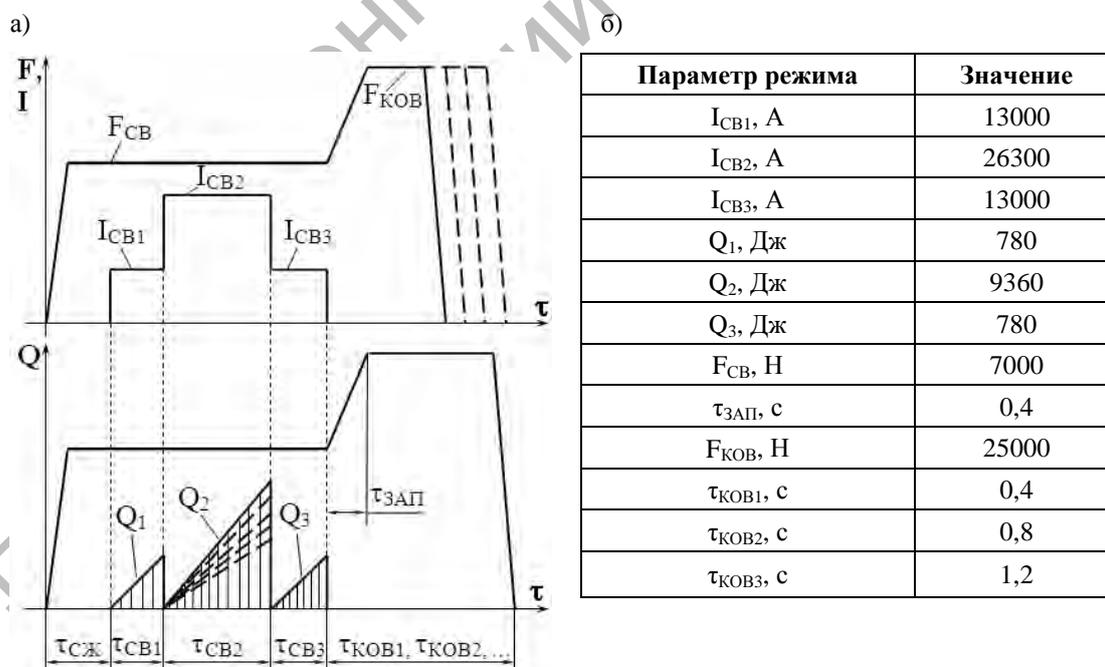


Рис. 5. Циклограмма (а) и параметры режима (б) сварки с трёхступенчатым импульсом сварочного тока

На соответствующих уровнях импульса тока в межэлектродную зону в три этапа вводилась энергия в соотношении 5 % от расчетной энергии на первом Q_1 , 60 % от расчетной энергии на втором Q_2 и 5 % от расчетной энергии на третьем Q_3 этапах (расчетная полная энергия $Q_{ЭЭ} = 15,6$ кДж). Через 0,4 с после выключения тока прикладывалось $F_{КОВ} = 25$ кН длительностью

$\tau_{КОВ} = 0,4$ с, $\tau_{КОВ} = 0,8$ с и $\tau_{КОВ} = 1,2$ с.

После этого на разрывной машине МУП-50 проводились прочностные испытания сварных образцов статическим нагружением на срез. В результате была построена аппроксимированная зависимость прочности сварного соединения на срез от длительности приложения повышенного ковочного усилия (рис. 6).

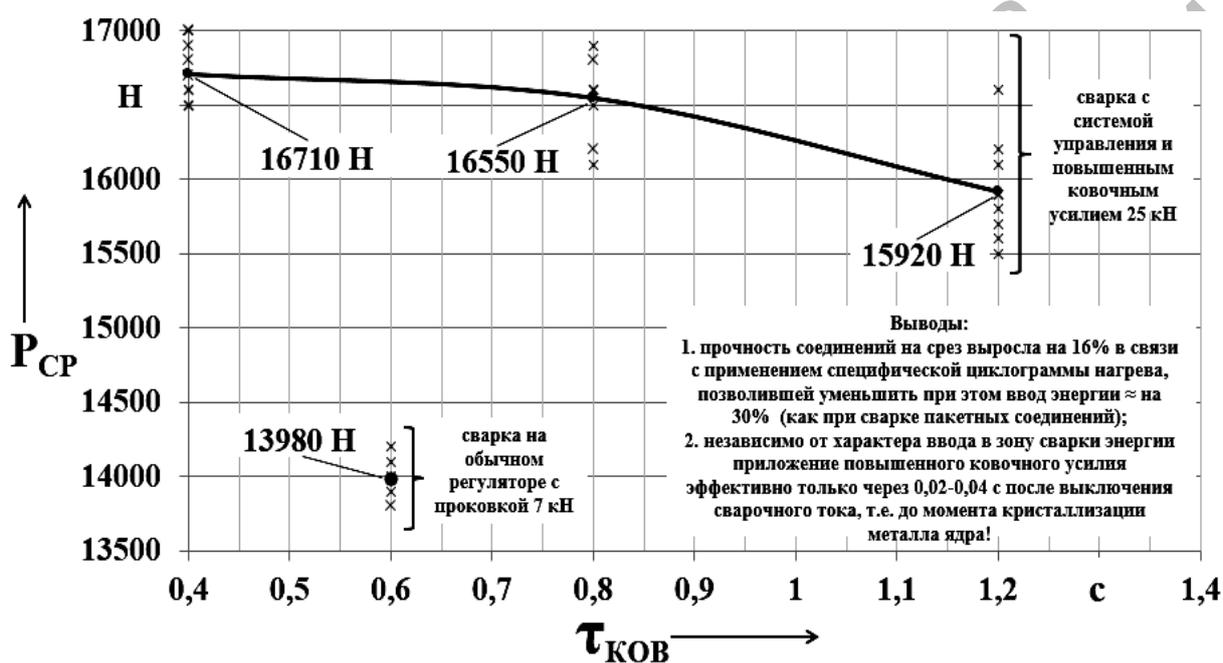


Рис. 6. Аппроксимированная зависимость прочности сварного соединения на срез от длительности приложения повышенного ковочного усилия

Прочность соединений на срез выросла на 16 % по сравнению с базовым режимом в связи с применением предложенной циклограммы нагрева, что уменьшило ввод электрической энергии в межэлектродную зону примерно на 30 %.

Для установления зависимости прочности соединений на срез от количества поэтапно вводимой в межэлектродную зону электрической энергии была произведена сварка образцов со следующими параметрами режима: трёхступенчатый импульс сварочного тока 13 кА – 26,3 кА – 13 кА; введение на первом и третьем уровнях тока 5 % от

расчетного значения энергии – 780 Дж; введение на втором уровне тока 90 % от расчетного значения – 14040 Дж (расчетная полная энергия $Q_{ЭЭ} = 15,6$ кДж); $F_{СВ} = 7$ кН; $F_{КОВ} = 25$ кН; длительность проковки $\tau_{КОВ} = 0,6$ с с запаздыванием 0,4 с после выключения тока.

Затем значение полной электрической энергии $Q_{ЭЭ}$, вводимой системой в межэлектродную зону, умышленно занижалось на 15, 30, 45 и 60 % соответственно. По результатам эксперимента была построена зависимость прочности соединений от количества электрической энергии, поэтапно вводимой в ме-

жэлектродную зону (рис. 7). Также изготавливались и порежимно сопоставлялись макрошлифы сварных соедине-

ний с фотографированием на микроскопе НЕОРНОТ 21 и замером диаметра литого ядра (рис. 8).

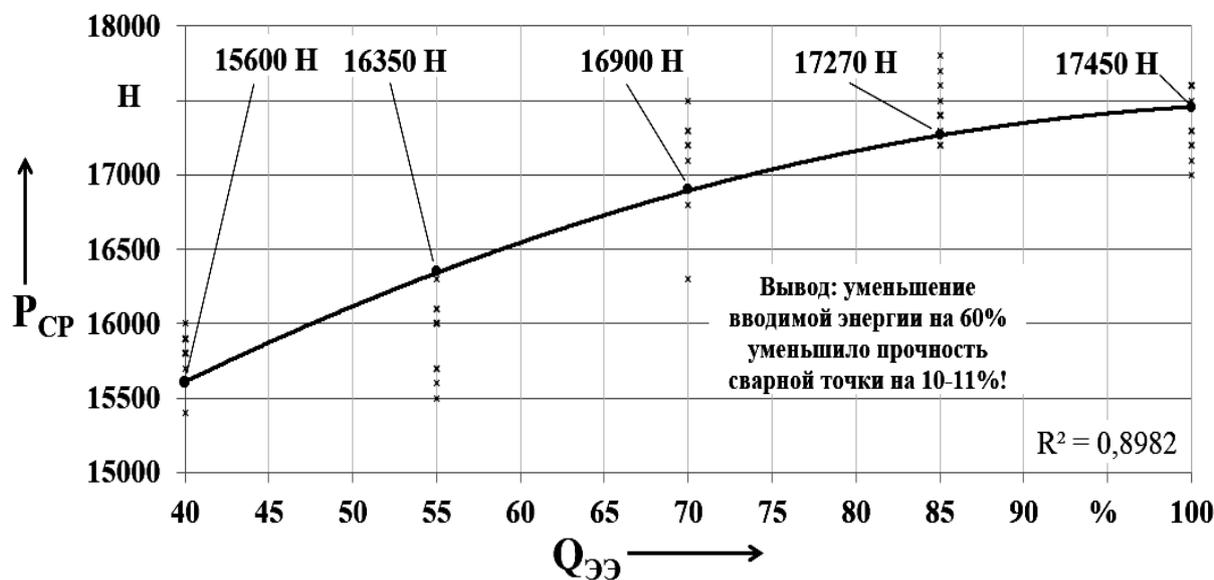


Рис. 7. Аппроксимированная зависимость прочности соединений на срез от количества поэтапно вводимой в межэлектродную зону электрической энергии

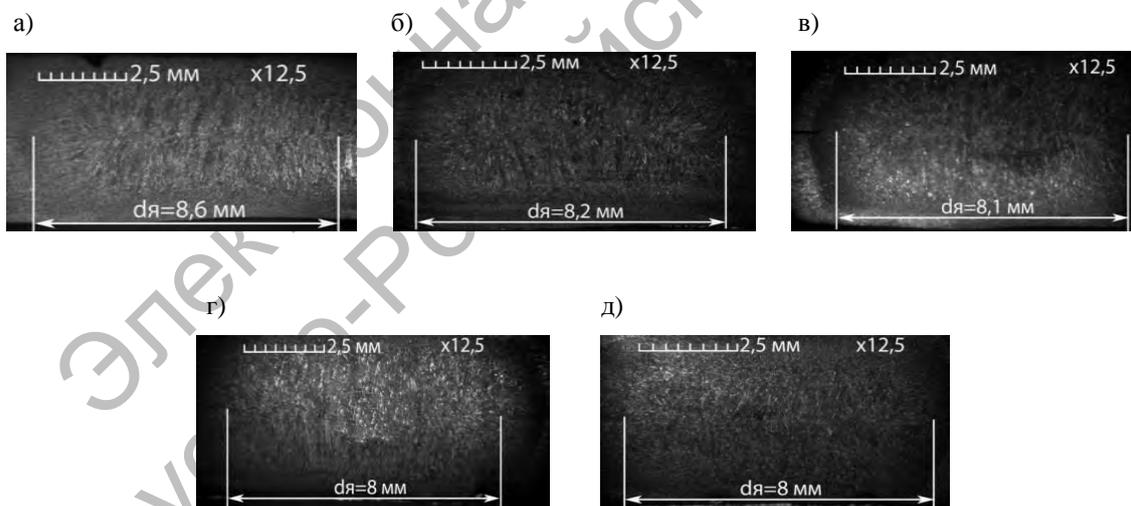


Рис. 8. Макрошлифы сварных соединений при вводе в межэлектродную зону расчетной энергии $Q_{ЭЭ}$ в процентах от максимальной: а – 100 %; б – 85 %; в – 70 %; г – 55 %; д – 40 %

Уменьшение вводимой энергии на 60 % относительно расчетного значения по уравнению теплового баланса привело к уменьшению прочности соединения на срез на 10 %, причем диаметр литого ядра

не вышел из диапазона нормированных значений по ГОСТ 15878-79.

Однако в проведенном эксперименте приложение повышенного ковалочного усилия происходило с большим

запаздыванием по отношению к моменту выключения сварочного тока $\tau_{\text{зап}} = 0,4$ с, поэтому время проковки $\tau_{\text{КОВ}}$ не оказывало никакого влияния на прочность соединений (см. рис. 6). Минимальное запаздывание приложения ковочного усилия после выключения сварочного тока может способствовать дальнейшей деформации рельефа на стадии проковки с целью образования соединения в твердой фазе и релаксации остаточных напряжений в околошовной зоне.

Для проверки предположения был проведен эксперимент. На контактной машине МТ-3201 осуществлялась сварка двух пластин из стали 08кп размером 90×22 мм толщиной $2,5 + 2,5$ мм с одним круглым рельефом (см. рис. 1, а).

Вначале сваривались образцы по циклограмме базового режима (см. рис. 2, а): $I_{\text{СВ}} = 14,5$ кА; $\tau_{\text{СВ}} = 0,32$ с,

$\tau_{\text{КОВ}} = 0,6$ с, $F_{\text{СВ}} = F_{\text{КОВ}} = 4,6$ кН, $Q_{\text{ЭЭ}} = 8$ кДж.

Затем сваривали те же образцы, но с использованием системы автоматического управления на трехступенчатом импульсе сварочного тока $7,25$ кА – $14,5$ кА – $7,25$ кА с повышенным ковочным усилием $F_{\text{КОВ}} = 17$ кН. На первом и третьем уровнях тока вводилось 5 % от расчетного значения энергии – 400 Дж; на втором уровне тока 60 % от расчетного значения – 4800 Дж (расчетная энергия $Q_{\text{ЭЭ}} = 8$ кДж). Длительность приложения повышенного ковочного усилия сразу после выключения сварочного тока задавалась соответственно: $\tau_{\text{КОВ}} = 0,4$ с, $\tau_{\text{КОВ}} = 0,8$ с, $\tau_{\text{КОВ}} = 1,2$ с. По результатам прочностных испытаний была построена зависимость прочности сварного соединения на срез от длительности приложения повышенного ковочного усилия (рис. 9).

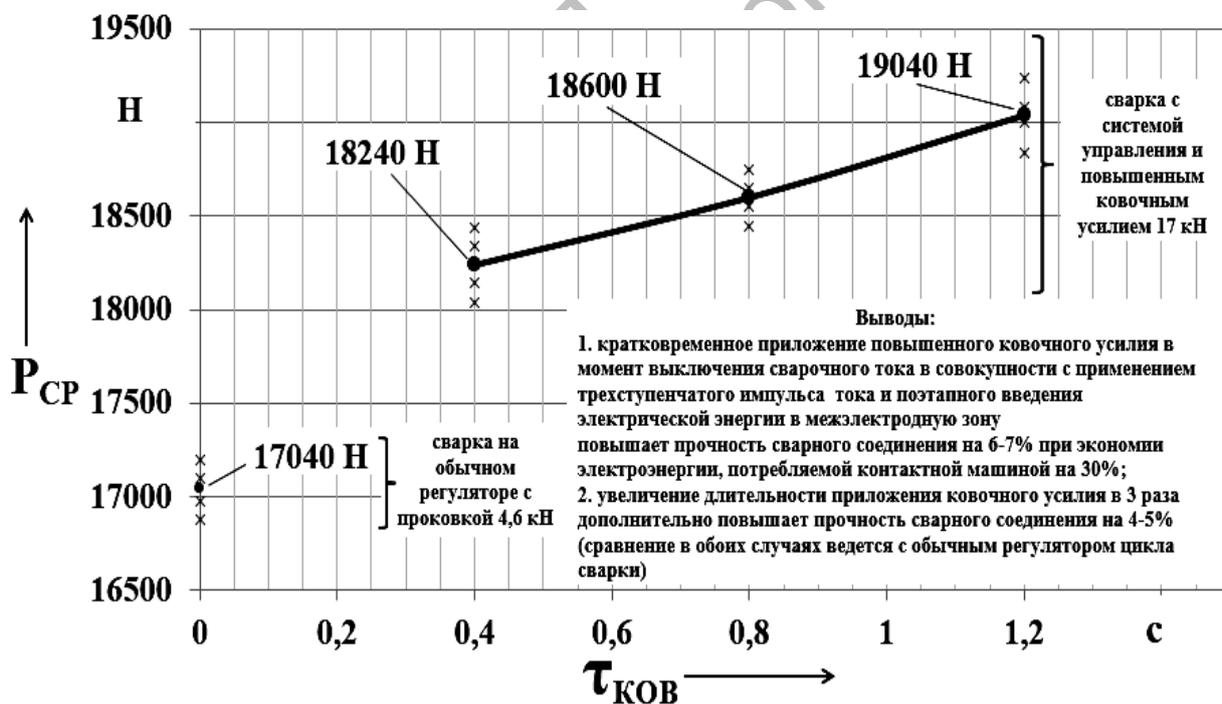


Рис. 9. Аппроксимированная зависимость прочности сварного соединения на срез от длительности приложения повышенного ковочного усилия

Анализ данной зависимости показывает, что поэтапное введение электрической

энергии в межэлектродную зону в совокупности с приложением повы-

шенного ковочного усилия после выключения сварочного тока повышает прочность сварного соединения на 6...7 % при экономии электроэнергии, потребляемой контактной машиной в базовом режиме, на 30 %. Увеличение длительности приложения усилия проковки $\tau_{\text{КОВ}}$ от 0,4 до 1,2 с повышает прочность сварного соединения на 4...5 %.

Во втором эксперименте осуществляли КРС тех же деталей с поэтапным уменьшением суммарной вводимой энергии относительно исходного расчетного значения. В исходном режиме на первом и третьем этапах вводилось 5 % от расчетной энергии $Q_{\text{ЭЭ}} = 8$ кДж при токе, равном 50 % от расчетного; на втором этапе вводилось 90 % от расчетной энергии при расчетном сварочном токе. Повышенное ковочное усилие $F_{\text{КОВ}} = 17$ кН длительностью $\tau_{\text{КОВ}} = 1,2$ с прикладывалось сразу же после выключения тока. Далее сваривались образцы с уменьшением суммарной вводимой

энергии на 20, 40, 60, 80 %. По результатам прочностных испытаний была построена зависимость прочности сварного соединения на срез от количества суммарной энергии, вводимой в межэлектродную зону (рис. 10).

Применение трехступенчатого импульса сварочного тока и поэтапного введения электрической энергии в межэлектродную зону в совокупности с приложением повышенного ковочного усилия после выключения сварочного тока показывает, что уменьшение вводимой энергии на 80 % снижает прочность сварного соединения лишь на 22 %, что объясняется повышением запаса прочности сварного соединения за счет использования эффективных методов проковки и образования соединения в твердой фазе. При этом уменьшение температуры разогрева контактных поверхностей электрода и изделия приводят к изменению характера деформаций на лицевых поверхностях деталей (рис. 11).

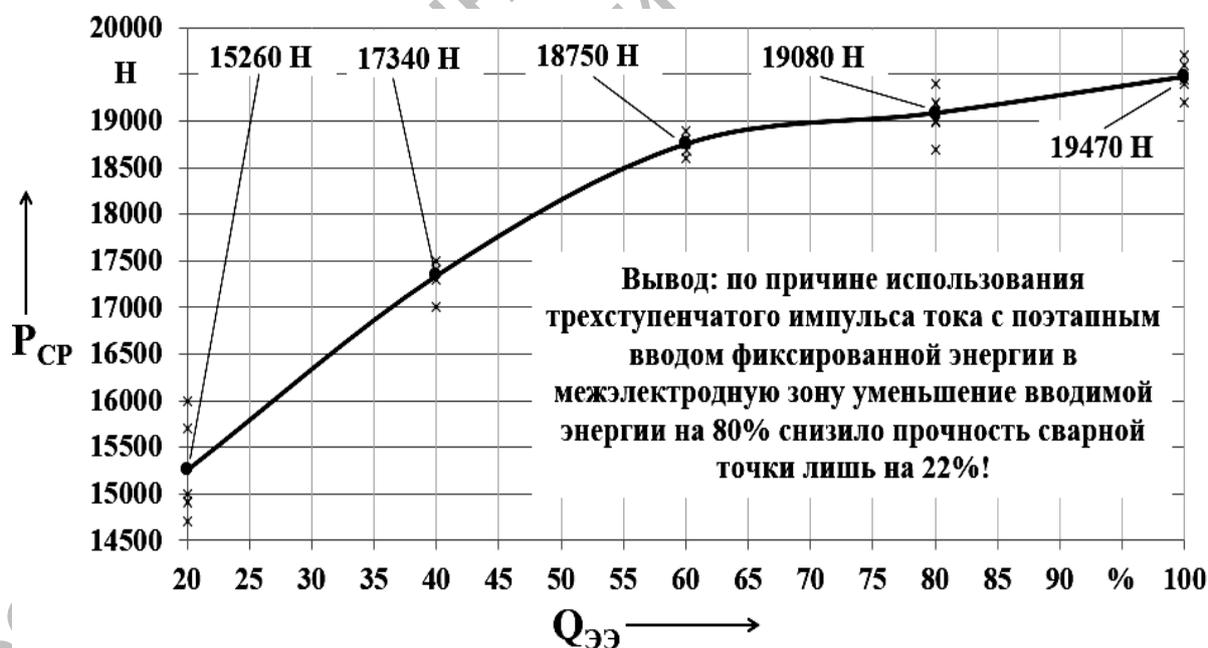


Рис. 10. Аппроксимированная зависимость прочности сварного соединения на срез от количества суммарной энергии, вводимой в межэлектродную зону



Рис. 11. Характер деформации лицевых поверхностей свариваемых деталей с уменьшением суммарной энергии Q_{Σ} от полной (на первом образце) на 20, 40, 60 и 80 % соответственно

Максимально возможное снижение энергии, вводимой в межэлектродную зону, за счет использования системы автоматического регулирования длительности протекания сварочного тока и исключение появления выплесков расплавленного металла в процессе сварки, приводящих к резкому сокращению объема расплавленного металла в зоне соединения и значительной его усадке при кристаллизации, способствуют уменьшению деформаций на лицевых поверхностях изделий: вмятина исчезает и постепенно переходит в выпуклость на поверхности детали.

Выводы

1. Разработан способ КРС, отличающийся от известных способов тем, что импульс сварочного тока задается многоступенчатым, а длительность его протекания на каждой из ступеней определяется достижением фактической электрической энергией, вводимой в

межэлектродную зону, заданных расчетных значений.

2. Применение при КРС нахлесточных соединений автоматического регулирования тепловложения в межэлектродную зону в совокупности с приложением повышенного ковочного усилия позволяет обеспечить нормированный диаметр литого ядра в соответствии с ГОСТ 15878-79, обеспечить запас прочности соединений и снизить энергию, вводимую системой в межэлектродную зону. Уменьшение вводимой энергии на 80 % снижает прочность лишь на 22 %, что объясняется образованием соединения в твердой фазе.

3. Максимально возможное снижение энергии, вводимой в межэлектродную зону, за счет использования системы автоматического регулирования тепловложения способствует уменьшению деформаций на лицевых поверхностях изделий: вмятина исчезает и постепенно переходит в выпуклость на поверхности детали.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гилевич, В. А. Технология и оборудование рельефной сварки / В. А. Гилевич. – Л. : Машиностроение, 1976. – 151 с.
2. Березиенко, В. П. Технология сварки давлением / В. П. Березиенко, С. Ф. Мельников, С. М. Фурманов. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2009. – 256 с.
3. Климов, А. С. Контактная сварка. Вопросы управления и повышения стабильности качества / А. С. Климов. – М. : Физико-математическая литература, 2011. – 216 с.

4. **Смирнов, В. В.** Оборудование для контактной сварки : справ. пособие / В. В. Смирнов. – СПб. : Энергоатомиздат, Санкт-Петербургское отд-ние, 2000. – 736 с.
5. Система автоматического управления процессом рельефной сварки : пат. 10481 (U) Респ. Беларусь, МПК В 23 К 11/10 / А. Ю. Поляков, С. М. Фурманов, Т. И. Бендик, С. С. Короткевич, А. О. Булышко. – № 10481 (U) ; заявл. 18.11.2013 ; опубл. 30.12.2014. – 2014. – 5 с.
6. **Поляков, А. Ю.** Система автоматического управления процессом контактной рельефной сварки / А. Ю. Поляков, С. М. Фурманов, Т. И. Бендик // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2013. – № 4. – С. 75–84.
7. **Поляков, А. Ю.** Методика расчета параметров режима рельефной сварки пакетных соединений / А. Ю. Поляков, С. М. Фурманов, Т. И. Бендик // Вестн. Донбас. машиностроительной академии. – 2012. – № 3. – С. 226–231.

Статья сдана в редакцию 30 ноября 2015 года

Андрей Юрьевич Поляков, ассистент, Белорусско-Российский университет. E-mail: mortis2008@mail.ru.
Сергей Михайлович Фурманов, канд. техн. наук, доц., Белорусско-Российский университет.
Дмитрий Иванович Якубович, канд. техн. наук, доц., Белорусско-Российский университет.
E-mail: D.I.Yakubovich@mail.ru.
Арсений Михайлович Курленков, студент, Белорусско-Российский университет.

Andrei Yuryevich Polyakov, assistant lecturer, Belarusian-Russian University. E-mail: mortis2008@mail.ru.
Sergey Mikhailovich Furmanov, PhD (Engineering), Associate Prof., Belarusian-Russian University.
Dmitry Ivanovich Yakubovich, PhD (Engineering), Associate Prof., Belarusian-Russian University.
E-mail: D.I.Yakubovich@mail.ru.
Arseniy Mikhailovich Kurlenkov, student, Belarusian-Russian University.