

УДК 621.791.05:620.179

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ НА КАЧЕСТВО СОЕДИНЕНИЙ

Петров И.Ю. магистрант гр. ТСм-161, I курс

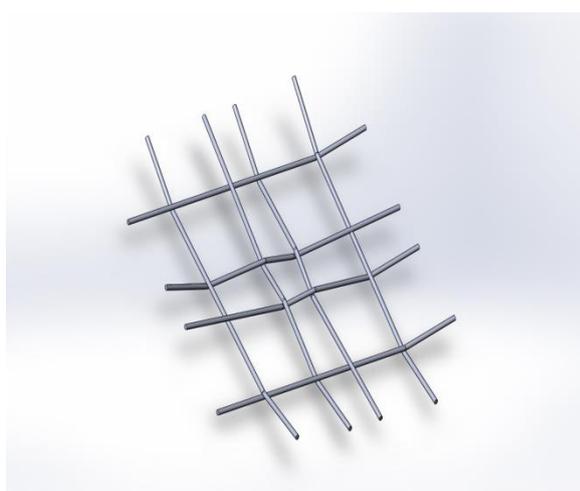
Научный руководитель: Абабков Н. В., к.т.н.

ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева», 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Арматурные сетки, изготовленные полуавтоматической сваркой в среде защитных газов имеют высокую себестоимость, поэтому для повышения конкурентоспособности продукции целесообразно применять контактную сварку. Арматурная сетка, применяемая на рудниках России в качестве элемента анкерной крепи, работает в условиях буровзрывных проходческих работ и испытывает нагрузки, требующие высокого качества сварного соединения. Низкое качество рассматриваемой конструкции может привести к авариям на рудниках и к человеческим жертвам [1–5].

Компания ООО «ОКС-Трейд» столкнулась с проблемой выполнения качественного сварного соединения арматурной сетки и испытания его механических свойств для условий буровзрывных проходческих работ рудников России.

Высокое качество сварного соединения при контактной сварке арматурных сеток достигается прежде всего правильным выбором технологических режимов сварки.



а)



б)

Рис. 1. Внешний вид арматурной сетки, изготавливаемой контактной
точечной сваркой:

а – 3D модель; *б* – в процессе эксплуатации

Таким образом, цель работы заключается в повышении эффективности технологии контактной сварки арматурной сетки путем определения оптимальных режимов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать современные методы и средства контактной сварки арматурных стержней.

2. Разработать технологические процессы контактной сварки арматурной сетки подходящие к условиям ООО «ОКС-Трейд», подготовить образцы для исследований.

3. Исследовать макроструктуру сварных соединений изготовленных образцов арматурной сетки и провести механические испытания.

4. Разработать практические рекомендации по использованию полученных результатов в производстве в условиях ООО «ОКС-Трейд».

В настоящее время в условиях ООО «ОКС-Трейд» для контактной точечной сварки используется контактная машина МТ-1618. Материал свариваемой арматуры - сталь 20. Стандартный режим, который используется в настоящее время: $I_{св} = 16$ кА, $t_{св} = 0,5$ сек, $F_{св} = 1000$ Н, циклограмма по рис. 2.

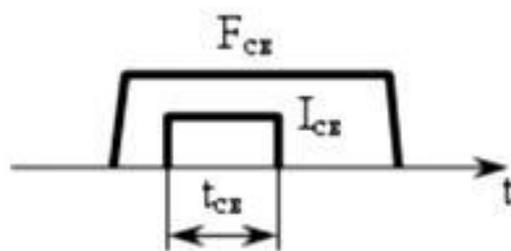


Рис. 2. Циклограмма стандартного технологического процесса контактной точечной сварки арматурных стержней

Образец, сваренный по стандартному режиму (рис. 1), имеет литое ядро неправильной эллипсообразной формы, также как и температурное поле, появившееся вследствие нагрева. Толщина линии сплавления составляет менее 1 мм.



Рис. 3. Макрошлиф сварного соединения арматурных стержней по стандартному технологическому процессу

Сварные соединения, полученные по стандартному технологическому процессу не отвечали необходимым запросам по качеству, а именно не выдерживали необходимой нагрузки.

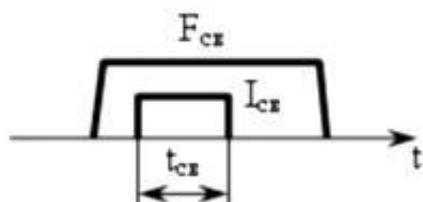
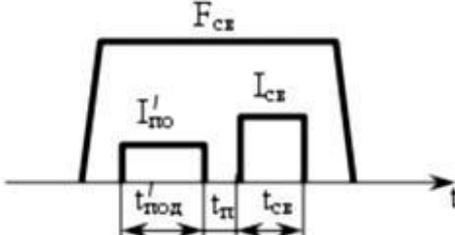
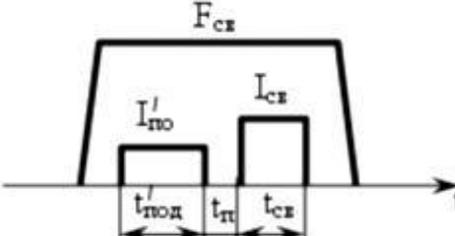
В связи с этим, было предложено несколько вариантов улучшения стандартного технологического процесса сварки (см. табл.).

Первый вариант технологического процесса заключался в использовании отшлифованных электродов, тогда как основные параметры режима ($I_{св}$ – сварочный ток, $t_{св}$ – время сварки и $F_{св}$ – усилие сжатия), в том числе и циклограмма, оставались неизменными по сравнению со стандартным технологическим процессом сварки.

Второй и третий вариант заключались в использовании иного типа циклограммы контактной сварки, а именно в введении в процесс дополнительного импульса тока для разогрева электродов ($I'_{по}$ – ток подогрева электродов; $t'_{под}$ – время импульса подогрева электродов). При этом в связи с особенностями применяемого оборудования пауза между дополнительным и основным импульсом ($t_{п}$) – отсутствовала.

Таблица

Варианты усовершенствования технологического процесса сварки

№ п/п	Параметры режима	Тип используемой циклограммы
1.	Стандартный режим, который используется в настоящее время, но с отшлифованными электродами. $I_{св} = 16$ кА, $t_{св} = 0,5$ сек, $F_{св} = 1000$ Н	
2.	$I'_{по} = 6$ кА, $t'_{под} = 0,5$ сек, $I_{св} = 14$ кА, $t_{п} = 0$ сек, $t_{св} = 1$ сек, $F_{св} = 1000$ Н	
3.	$I'_{по} = 6$ кА, $t'_{под} = 0,5$ сек, $I_{св} = 14$ кА, $t_{п} = 0$ сек, $t_{св} = 1$ сек, $F_{св} = 4000$ Н	

Полученные образцы подвергались макротравлению в 32,5 %-ном водном растворе HNO_3 в течение 20 минут (рис. 4).



a)



б)



в)

Рис. 4. Макрошлифы сварных соединений арматурных стержней по усовершенствованным технологическим процессам (см. табл.):
a – №1; *б* – №2; *в* – №3.

Образец, сваренный по варианту №1 (рис. 4, *a*), имеет литое ядро более правильной эллипсообразной формы, также как и температурное поле, появившееся вследствие нагрева, по сравнению с образцом, сваренному по стандартному режиму. При этом имеется центральная зона сплавления (перекрытия) двух литых ядер, длина которой составляет 5–6 мм. Толщина линии сплавления по краям литых ядер составляет также менее 1 мм, как и для образца, сваренного по стандартному режиму.

Образец, сваренный по режиму №2 (рис. 4, *б*), также не имеет ярко выраженных литых ядер, а температурное поле, появившееся вследствие нагрева, охватывает до 100 % сечения стержней сваренной арматуры. Однако имеется линия сплавления, толщина корой составляет около 1 мм. Для данного образца также характерен практически полный нагрев всего объема свариваемых стержней, но недостаточное усилие сжатия не позволило получить глубокое взаимное проплавление арматуры.

Образец, сваренный по режиму №3 (рис. 4, *в*), не имеет ярко выраженных литых ядер, а температурное поле, появившееся вследствие нагрева, охватывает до 80 % сечения стержня сваренной арматуры. Вместо

линии сплавления и литых ядер имеется зона взаимного расплавления, ширина которой равна ширине сечения стержней, а толщина составляет 3–4 мм. Это свидетельствует о практически полном нагреве всего объема свариваемых стержней, что позволило получить глубокое взаимное проплавление арматуры.

Вывод

Таким образом, по результатам исследования макроструктуры образцов, полученных разными режимами контактной точечной сварки, предпочтительнее использовать режим №3 (рис. 4, в). Для подтверждения данной гипотезы необходимо провести испытания на растяжение всех полученных образцов.

Список литературы

1. Абабков, Н.В. Исследование структуры и свойств металла корпуса ступиц редуктор-мотор колеса БЕЛАЗа 7555 после ремонта / Н.В. Абабков, А.А. Баканов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2016. – № 1 (113). – С. 129–136.
2. Никитенко, М.С. Разработка комплекса средств технической диагностики, восстановления и упрочнения элементов горнодобывающего оборудования / М. С. Никитенко, К. В. Князьков, Н. В. Абабков и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – № S6. – С. 447–456.
3. Смирнов, А.Н. Влияние степени деформации сварных соединений углеродистых сталей на структурно-фазовое состояние и поля внутренних напряжений / А.Н. Смирнов, Э.В. Козлов, Е.А. Ожиганов и др. // Сварка и диагностика. 2016. – № 3. – С. 25–28.
4. Смирнов, А.Н. Новая методология оценки работоспособности и ресурса основного металла и сварных соединений потенциально-опасного оборудования топливно-энергетического комплекса / А.Н. Смирнов, Н.В. Абабков, С.В. Фольмер // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2013. – № 4 (6). – С. 32–35.
5. Смирнов, А.Н. Экспертиза промышленной безопасности и ресурс оборудования ТЭК Кузбасса / А.Н. Смирнов, Н.В. Абабков // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2015. – № 5 (111). – С. 70–78.