

Секция 1: Инновационные технологии получения
и контроля неразъемных соединений в машиностроении

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке и гранта РФФИ № 14-08-00299 с использованием оборудования ЦКП «Нанотех».

Литература.

1. Агеев В.С., Морозов С.В., Шурыгин М.П., Никонов Г.И., Щелкунов С.А. О причинах возникновения трещин в сварных швах листа настила ортотропных плит // Транспортное строительство. 2002. № 11. С. 18-20.
2. Сталь и сплавы. Марочник: Справ. изд. / В.Г. Сорокин и др.; Науч. ред. В.Г. Сорокин, М.А. Геврасьев. М.: «Интермет Инжиниринг», 2001, 608 с.
3. Лившиц Л.С., Хакимов А.Н. Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений. М.: Машиностроение. 1989, 336 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ

С.А. Солодский, к.т.н., доцент, И.С. Борисов, студент гр. 10600

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451) 777-64

E-mail: Serdgio80@inbox.ru

Исключительно большие технологические возможности плазменных устройств привели к ним огромное внимание исследователей и производителей. В связи с этим в технической литературе с каждым годом увеличивается количество публикаций по различным теоретическим и практическим вопросам плазменной обработки.

Независимое регулирование общего потока энергии и его плотности открывает новые возможности в технологии плазменной сварки и резки металлов. Способность плазмотронов строго локализовать область интенсивного тепловыделения и повысить в ней значение удельных тепловых потоков до величины $10^2 - 10^3$ кВт/см² явилась основной предпосылкой при использовании их для резки металлов [1].

В настоящее время отечественная практика обогатилась опытом использования воздушно - плазменной резки малоуглеродистых сталей.

Тепловое воздействие плазменной резки на металл у кромок и вызванные им изменения свойств металла в зоне термического влияния могут быть уменьшены применением рациональных режимов резки. Так, глубина литого участка зоны влияния может быть уменьшена повышением напряжения режущей дуги, а глубина участка с измененной структурой - увеличением скорости резки. В то же время увеличение скорости сопровождается увеличением глубины литого участка [2].

Главным показателем производительности труда при плазменной резке является скорость резки. Для того чтобы осуществить плазменную разделительную резку металла, необходимо расплавить определенный объем материала вдоль предполагаемой линии реза и удалить его из полости реза скоростным потоком плазмы.

Для выплавления зоны металла вдоль линии реза нужно подвести определенное количество теплоты. Это количество поступает в металл из столба сжатой дуги и носит название тепловой мощности дуги q_u . Требуемая величина q_u , Вт, зависит от многих параметров и определяется по формуле [1]:

$$q_u = V_p \cdot F \cdot \gamma \cdot c \cdot [(T_{пл} - T_0) + q] \cdot 4,19$$

где V_p - скорость резки, см/с; F - площадь поперечного сечения зоны выплавляемого металла, см²; γ - удельный вес разрезаемого металла, г/см³; c - теплоемкость металла, Дж/(г*°C); $T_{пл}$ - температура плавления металла, °C; T_0 - температура металла до начала реза, °C, q - скрытая теплота плавления металла, °C.

Здесь произведение $V_p * F * \gamma$ определяет массу выплавляемого металла за единицу времени и имеет размерность г/с.

Эффективная тепловая мощность q_u для заданной толщины металла имеет определенное числовое значение, ниже которого процесс резки невозможен.

Во всех известных работах указывается влияние на скорость резки таких известных параметров как ток дуги, диаметр сопла, тип и давление плазмообразующего газа [1-3]. Поэтому в работе проведено исследование влияния напряжения дуги на скорость резки для стали Ст3. Для этого были

взяты два разных источника питания с различными напряжениями холостого хода. СUT - 70 : 240 В, УПР - 51: 270 В. Резка производилась в автоматическом режиме.

Данные исследований для Ст3 приведены на рисунке 1 и 2.



Рис. 1. Влияние тока дуги на скорость резки (Автоматическая резка, давление плазмообразующего газа (воздух) 6 кгс/см)



Рис. 2. Влияние напряжения на скорость резки металла (ток дуги 50А, давление плазмообразующего (воздух) газа 6 кгс/см)

Как видно из экспериментальных данных напряжение сильнее влияет на скорость резки по сравнению с током дуги, особенно заметно при резке более толстой стали.

В работе также проведено исследование влияния напряжения на ширину ЗТВ

ЗТВ, возникающая при плазменной резке, состоит из двух основных участков: 1-ый состоит из не удаленного с твердых поверхностей литого металла, и 2-ой участок формируется в зоне, где в металле произошли структурные изменения в результате быстрого нагрева и охлаждения. Увеличение роста зерна в ЗТВ, приводит к необходимости удаления слоя металла на ширину ЗТВ при использовании разрезанного металла под сварку в ответственных сварных конструкциях, в связи с этим снижение ширины ЗТВ приводит к существенному снижению трудоемкости изготовления металлоконструкций.

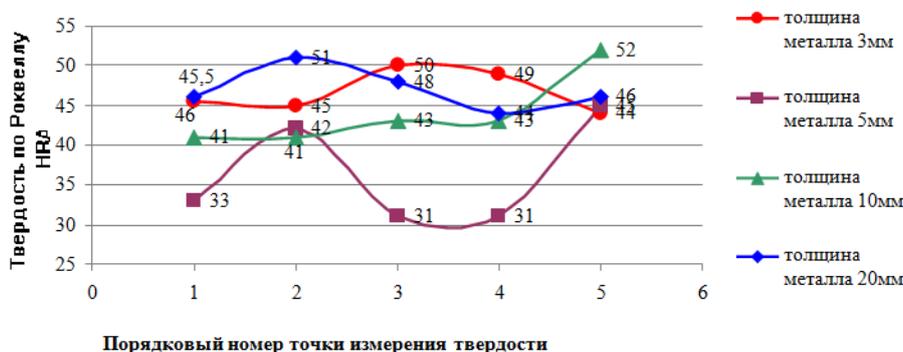


Рис. 3. Результаты измерения твердости при напряжении источника 240 В (ток дуги 50А, давление плазмообразующего (воздух) газа 6 кгс/см)

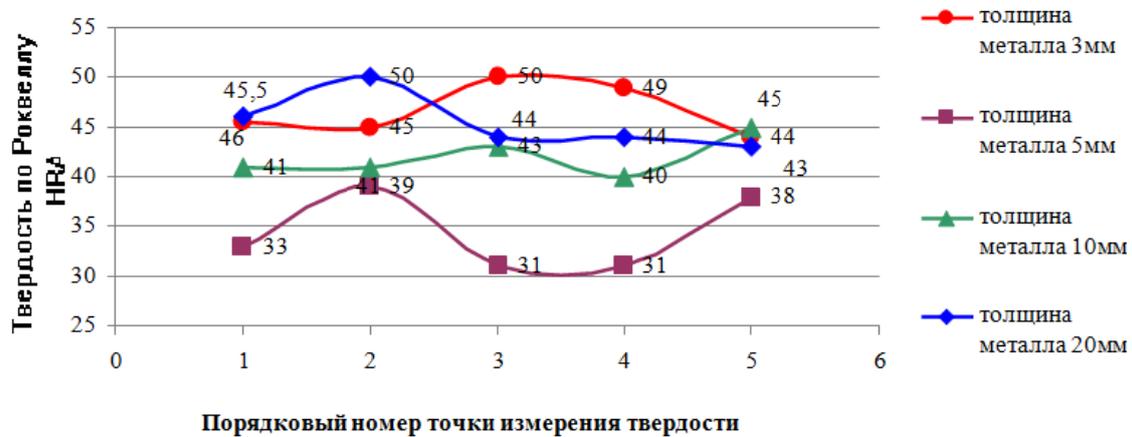


Рис. 4. Результаты измерения твердости при напряжении источника 270 В (ток дуги 50А, давление плазмообразующего (воздух) газа 6 кгс/см)

Из графиков видно, что в случае использования более высокого напряжения дуги твердость при прочих равных условиях снижается. Это объясняется снижением времени термического цикла при резке.

Это утверждение подтверждается макроструктурным анализом, с помощью которого в работе было выявлено, что ширина ЗТВ при автоматической резке снижается в среднем на 25%. Макроструктуры представлены на рисунке 5 а-з.

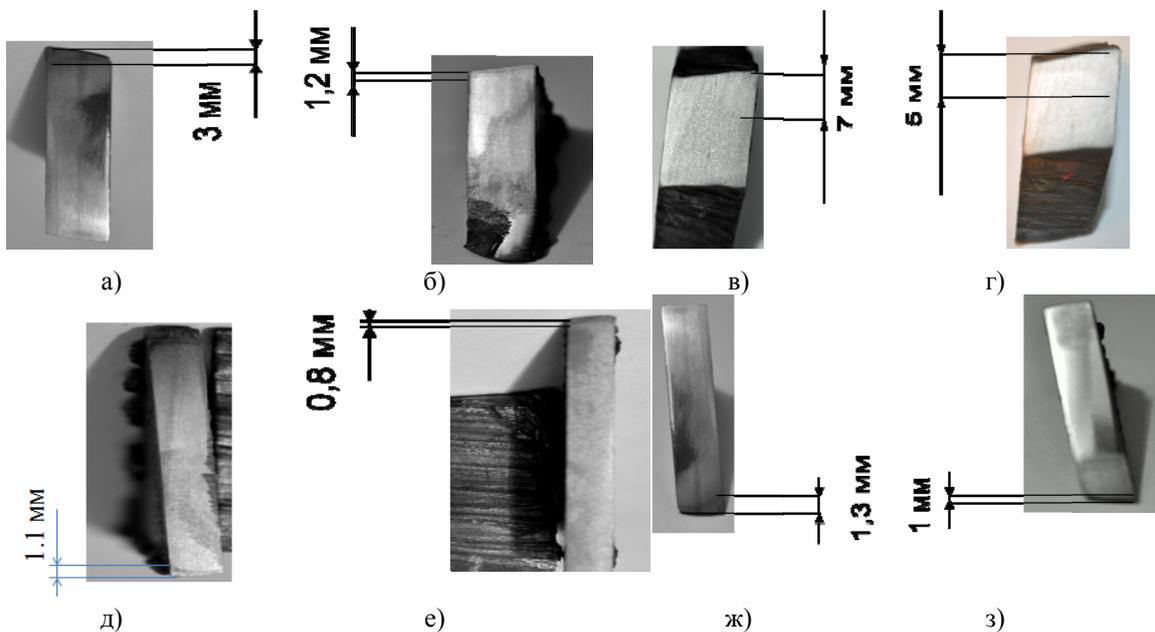


Рис. 5. Макрошлифы образцов после плазменной резки: а- толщина металла 10мм, CUT - 70, б- толщина металла 10мм УПР - 51, в- толщина металла 20мм, CUT - 70, г- толщина металла 20мм, УПР - 51, д- толщина металла 3мм CUT - 70, е- толщина металла 3мм УПР - 51, ж- толщина металла 5мм CUT - 70, з – толщина металла 5мм УПР - 51.

Такое довольно существенное изменение ширины ЗТВ объясняется двумя причинами:

1. Разница в скорости резки, что приводит к меньшему нагреву кромки детали
2. Бороздки, образующиеся при плазменной резке, возникающие вследствие неравномерной скорости резки в направлении реза, которые в случае использования источника питания с меньшим напряжением на дуге более глубокие. Это объясняется тем, что при меньшем напряжении перемещение анодного пятна более интенсивно.

Исследования процесса резки в автоматическом режиме позволило сделать следующие выводы:

1. Обе составляющих мощности режущей дуги (сила тока и напряжение) - не равноценны по интенсивности влияния на скорость резки. Установлено на основании экспериментальных исследований, что увеличение напряжения более эффективно влияет на скорость резки, чем увеличение силы тока. К тому же увеличению тока дуги приводит к ускоренному износу деталей плазматрона. Величина напряжения на дуге предопределяет глубину ее погружения в разрезаемый металл, что способствует повышению скорости и качества резки.

2. Увеличение напряжения повышает стабильность анодного пятна внутри полости реза, что влияет не только на форму фронтальной поверхности, но и боковых стенок полости реза.

Литература.

1. Сварка и резка материалов/под ред. Казакова Ю.В.- М.: Издательский центр «Академия», 2006, 391 с.
2. Сварка. Резка. Контроль: Справочник. В 2-х томах/Под общ. Ред. С24 Н.П. Алешина, Г.Г. Чернышова.-М.: Машиностроение, 2004.
3. Кимиюки Нисигуси, Киньити Мацуяма. Фундаментальное исследование плазменно-дуговой резки (ч.2)//Есэцу Факкайси. 1977 Т. 46. №8. С . 35 - 42.

ВЛИЯНИЕ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДВУХДУГОВОЙ СВАРКИ НА СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

М.А. Шолохов, к.т.н., А.Ю. Мельников, инж., А.М. Фивейский*, к.т.н., доц.*

ООО «ШТОРМ»

**ФГАОУ ВПО Уральский федеральный университет*

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

624093, Свердловская обл., г. Верхняя Пышма, ул. Бажова, д. 28, 3 ОПС, а/я 1, тел. (343)283-00-50

E-mail: au_melnikov@mail.ru

При изготовлении специальной техники нового поколения наиболее затратным и трудоемким является производство толстостенных корпусных изделий, в которых операция сварки занимает до 50% всего объема работ [1]. К повышению трудоемкости изготовления корпусов специальной техники приводят значительные толщины свариваемых элементов и использование соединений с разделкой кромок. Применение для корпусов специальной техники высокопрочных среднелегированных сталей с ухудшенными характеристиками свариваемости требует разработки специальной технологии сварки, формирующей прочные сварные соединения. При этом важно отметить, что часто имеют место значительная протяженность прямолинейных швов и угловые или двутавровые схемы сварного соединения в конструкциях. Это предопределяет целесообразность автоматической сварки. Повышение производительности процесса и уменьшение дефектности сварных соединений, совершенствование методов их создания могут быть достигнуты посредством многодуговой сварки в защитных газах [1-5].

Механические, физико-химические и эксплуатационные характеристики металла сварного шва и околошовной зоны термического влияния (ЗТВ) определяются целым рядом факторов, в том числе структурно-фазовым составом всех слоев металла сварного соединения, поэтому комплексное исследование особенностей их формирования при различных технологиях сварки является актуальной научно-практической задачей.

Для выявления особенностей влияния многодуговой сварки на свойства сварных соединений был проведен ряд экспериментов. Сварку выполняли методами одно- или двухдуговой сварки в защитном газе ($Ar+CO_2$) сварочными проволоками: Св-08Г2С- для первой дуги, Св-08Х20Н9Г7Т для второй дуги. Угол V-образной разделки кромок (раскрытия кромок) свариваемых пластин толщиной 20 мм составлял 60° (площадь разделки 231 мм^2) или 12° (площадь разделки 122 мм^2). В качестве материала образцов была взята высокопрочная сталь 30ХГСА, которая находит широкое применение при изготовлении корпусных конструкций специальной техники.

После сварки из образцов были вырезаны темплеты для проведения микроструктурного анализа (рис. 1). Исследование выполняли методами растровой электронной микроскопии на микроскопе высокого разрешения Quanta-200 (производства FEI Company, Голландия, США) дополнительно оборудованного системой Regasus, включающей устройство для анализа структуры и текстуры материалов методом дифракции обратно отраженных электронов (EBSD) и энергодисперсионный рентгеновский спектрометр (EDS).