Оценка эффективности патентованного средства компании "Arrow Chemicals" C830 Water Based Anti Spatter при металлической дуговой сварке в защитной атмосфере (SMAW)

Автор
Д-р С. А. Джонс,

сертифицированный инженер,
член Института сварки (Великобритания),
член Американского общества по сварке (США)

Дата: 6 марта 2011г

Содержание

1.0 Общие сведения о процессе.... 3

1.1 Исходные данные..... 3

2.0 Формат эксперимента и используемые параметры сварки..... 4

2.1 Постановка эксперимента..... 5

2.2 Используемы параметры сварки 5

2.2.1 Серия экспериментов 1: сварка валика, наплавленного .... на пластину..... 5

2.3 Серия экспериментов 2: угловой сварной шов..... 11

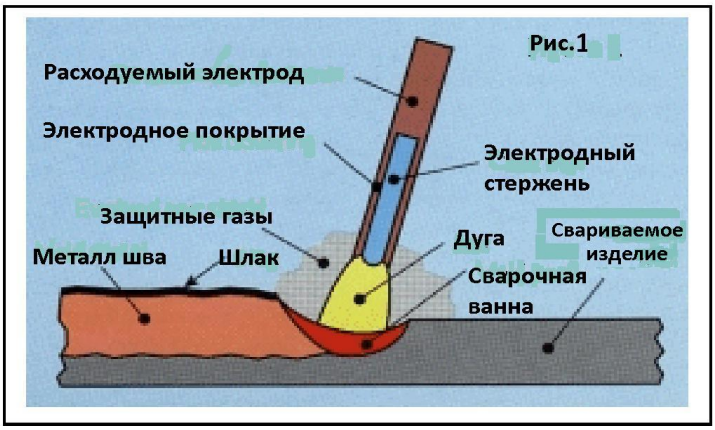
3.0 Выводы..... 13

4.0 Рекомендации 14

Благодарность..... 15

1.0 Общие сведения о процессе

Процесс металлической дуговой сварки в защитной атмосфере (SMAW), в Европе известный также как ручная металлическая дуговая сварка (MMA-111), - метод, позволяющий сваривать металл в любых пространственных положениях. Его недостатком является образование брызг, поднимающихся от дуги и сварочной ванны. Эта проблема становится особенно острой при сварке в следующих пространственных положениях: нижнем тавровых соединений, вертикальном (сварка снизу вверх) и потолочном - т.е. тогда, когда сила тяжести только усугубляет ситуацию. Схематичное изображение процесса приведено на рис. 1



Средство "анти-брызги" призвано решить двойную задачу: во-первых, оно должно предотвращать налипание частиц расплава на поверхности, которые сложно защитить металлическими кожухами; во-вторых, оно должно быть безвредно для готового сварного изделия

1.1 Исходные данные

Основной металл

Марка стали - SA-516V Grade 70
Массовая доля углерода - не более 0,27%
Массовая доля марганца - 0,79-1,3%
Массовая доля фосфора - не более 0,035%
Массовая доля серы - не более 0,035%
Массовая доля кремния- 0,13 - 0,45%
Углеродный эквивалент (CEv) - 0,46
Размеры пластины 200мм х 100мм х 11мм
Исходная температура изделия = 22 - 35 С

Электрод

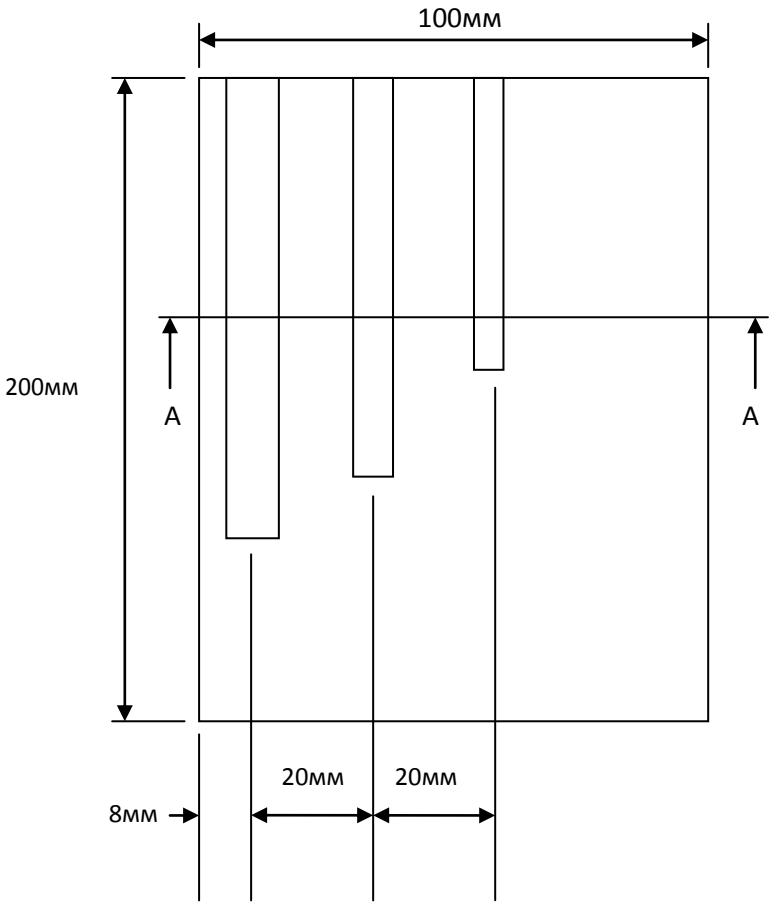
Марка электрода - ESAB OK 46.00
Диаметр = 3,2мм
Длина = 350мм
Номер партии = SF 501221
Тип электрода по SFA = 5,1
Тип электрода по AWS = E6013
Временное сопротивление разрыву = 430МПа
Предел текучести = 330МПа
Относительное удлинение = 17%

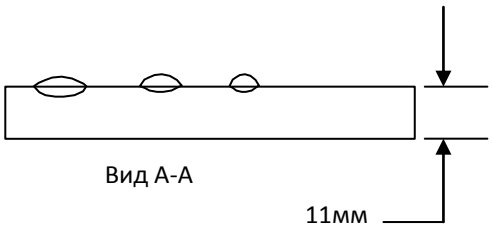
2.0 Формат эксперимента и параметры сварки

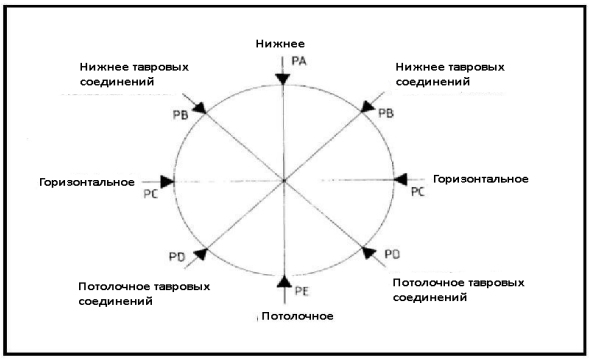
2.1 Постановка эксперимента

Согласно плану, во время эксперимента было выполнено нескольких простых сварных швов (валиков), как показано на рис. 2.

Рис. 2







BS EN ISO 6947 – Положения сварки

Перед первой серией экспериментов свариваемые поверхности были очищены от рыхлой окалины с помощью проволочной щетки. Согласно регламенту BS EN ISO 6947, вся сварка выполнялась в нижнем положении (PA).

Затем поверхности были обильно смочены раствором C830 (см. рис. 3-4, которые изображают степень смачивания поверхностей, необходимую для достижения двух основных целей эксперимента).

Первая цель эксперимента - оценить легкость, с которой могут быть удалены брызги расплава, вторая - оценить реактивность средства относительно сварочной дуги, способность конденсироваться и усиливать выделение водорода.

Второй фактор очень важен при выполнении сварки высокой интенсивности, которая может привести к образованию пор поверхности и всего изделия, более того, сварные изделия могут быть подвержены отсроченному крекингу под давлением водорода, зависящему от углеродного эквивалента, скорости охлаждения, остаточного напряжения и уровня водорода, сохранившегося в расплаве и зоне воздействия тепла (HAZ).

Рис. 3

Рис. 4

2.2 Используемые параметры сварки

Электрод для данной серии экспериментов может использоваться с переменным, постоянным отрицательным и постоянным положительным током; испытания проводились с использованием только одного вида электропитания - постоянного положительного тока, когда 2/3 проводимого тепла обеспечивается через электрод. Все параметры, при которых проводилась первая серия экспериментов, обозначены как Сварка 1 - 3; они соответствуют параметрам сварки, рекомендованным производителем.

2.2.1 Серия экспериментов 1: Сварка валика, наплавленного на пластину

Рис. 5

Рис. 6

Сварка № 1
Полярность = постоянный положительный ток (обратная полярность)
Сила тока = 130А
Напряжение = 21В
Скорость продвижения = 1,9 мм/с
КПД = 0,85
Потребляемая энергия на единицу длины = 1,22 кДж/ мм
Плотность тока = 16,2 А/ мм ^{2}

После однократного выполнения сварки можно заметить появление белого налета и отсутствие налипания брызг на поверхность. Более того, отсутствует пористость поверхности, что означает, что средство на основе воды при выбранных условиях достаточно инертно.

Сварка под номером два проводилась при меньшей силе тока (110А), чтобы оценить изменение плотности тока и то, как оно повлияло на эксперимент при сохранении остальных условий. Пластина была снова обработана раствором С830, как показано на рис. 7.

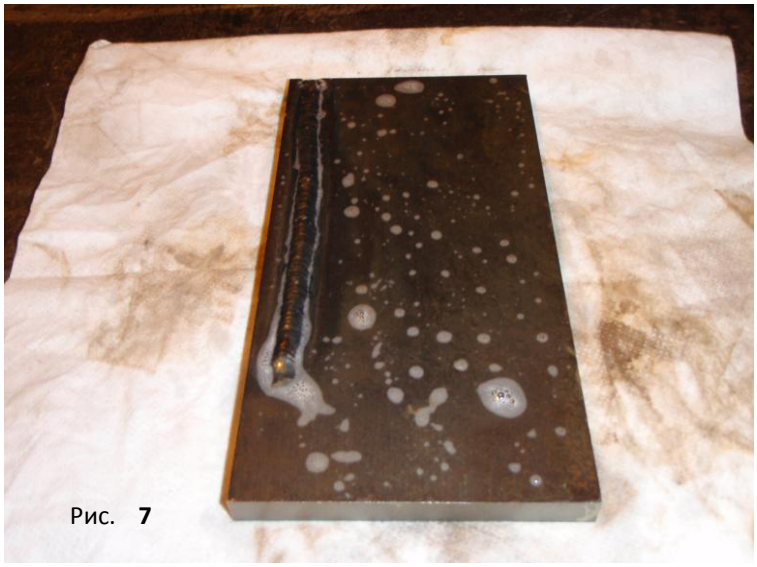


Рис. **7**

Сварка № 2
Полярность = постоянный положительный ток (обратная полярность)
Сила тока = 110А
Напряжение = 20В
Скорость продвижения = 1,5 м/с
КПД = 0,85
Потребляемая энергия на единицу длины = 1,25 кДж/ мм
Плотность тока = 13,7 А/ мм^2

Более низкая плотность тока при практически неизменной потребляемой энергии на единицу длины привела к образованию изотермической области, движущейся перед сварочной ванной, которая напоминает 'ударную волну'. При более детальном рассмотрении можно заметить, что в зоне сварки на ~8мм впереди движущейся дуги возникло "пузырение" раствора С830, что привело к его быстрому испарению. И вновь было обнаружено отсутствие пористости, а также минимальное налипание сварочных брызг на исходный металл.

Показательна легкость, с который затвердевший шлак самоочищался от поверхности сварки и металла - см. рис. 8,9 и 10.

Обратите внимание на то, что по прошествии времени шлак самостоятельно отделялся от свариваемых поверхностей в результате более слабого сцепления между сварным швом и зоной теплового воздействия.

Рис. 8

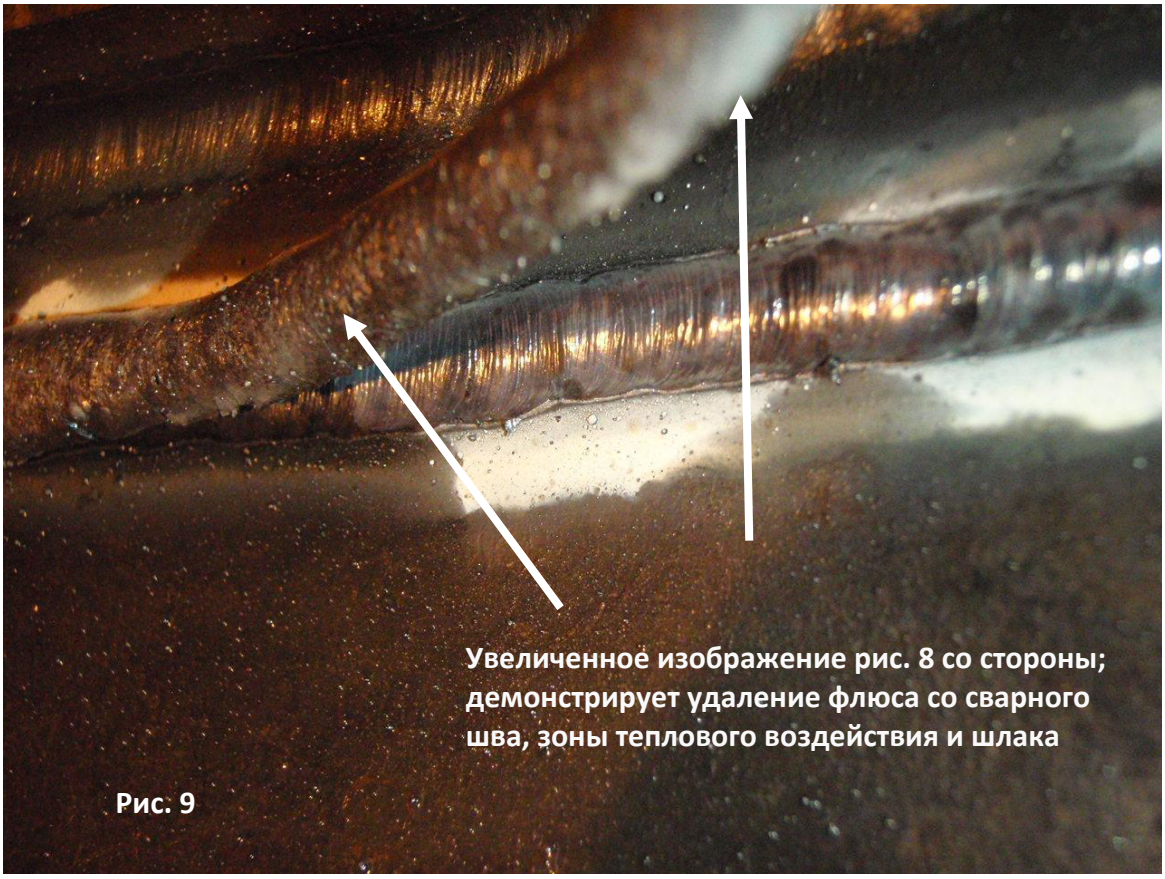
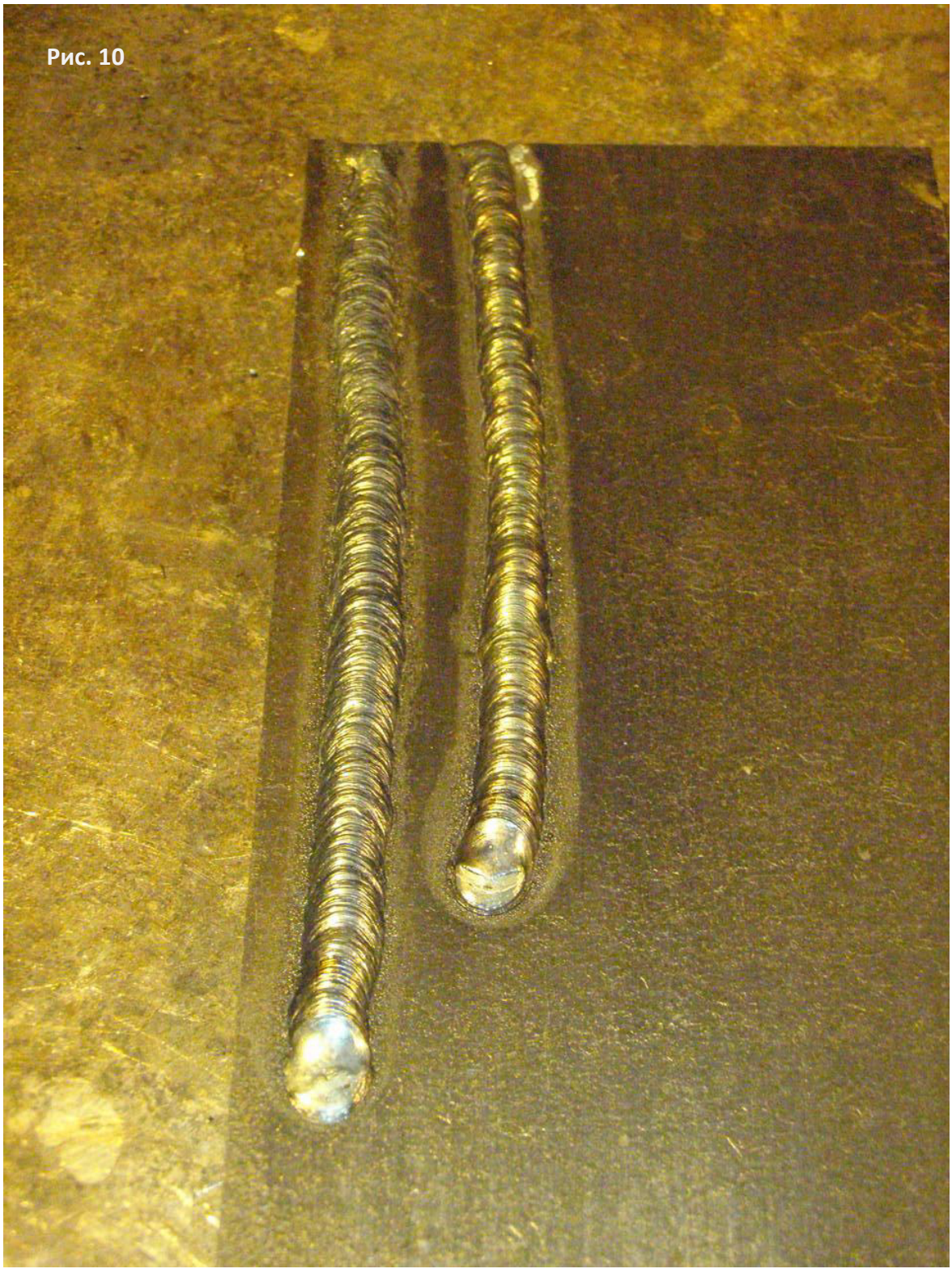

Увеличенное изображение рис. 8 со стороны; демонстрирует удаление флюса со сварного шва, зоны теплового воздействия и шлака

Рис. 9



Обратите внимание на чистоту сварочной поверхности и прилегающего металла, очищенного только при помощи неразволокняющейся материи.

Сварка №3 проводилась при наименьшей возможной силе тока, рекомендованной производителем электрода, - 80А. Работа при столь низкой плотности тока и неизменных свойствах обильно смоченной поверхности дает наиулчшую возможность оценить образование пор при этих испытаниях.

Выполнение сварки при столь низкой силе тока предполагает большую неравномерность сварочной дуги как результат меньшей стабильности металла при прохождении через дугу. Тем не менее это не отразилось на результатах эксперимента относительно отсутствия образования пор на поверхности металла или налипания брызг. На рис. 11 и 12 показано состояние неочищенной металлической поверхности и зоны термического воздействия после сварки.

Рис. 11

Сварка № 3
Полярность = постоянный положительный ток (обратная полярность)
Сила тока = 80А
Напряжение = 19В
Скорость продвижения = 1,2 м/с
КПД = 0,85
Потребляемая энергия на единицу длины = 1,08 кДж/ мм
Плотность тока = 9,9 А/ мм^2

Рис. 12

И, наконец, сварка осуществлялась на той же пластине без нанесения раствора С830, при этом были установлены параметры сварки № 1. На рис. 13-16 показаны результаты.

Рис. 13

Рис. 14

Рис15

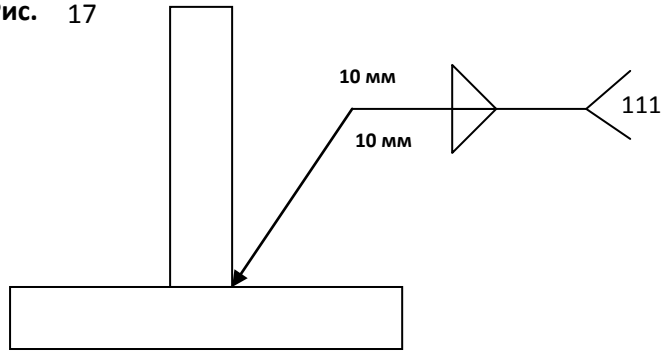
Рис. 16

Обратите внимание, что брызг гораздо больше, и их намного сложнее удалить с поверхности металла, требуется применение молотка для удаления шлака.

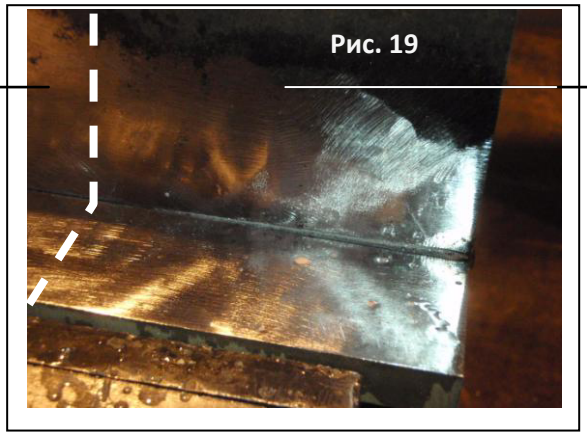
2.3 Серия экспериментов 2: угловой сварной шов

Следующим шагом в оценке свойств средства C830 была проверка его возможностей при выполнении сварки в иных пространственных положениях. Для проведения этих двух испытаний использовались параметры сварки №1; первый эксперимент был проведен с угловым сварным швом, расположенным в положении PB (нижнее тавровых соединений); см. рис. 17 и 18.

Рис. 17



Данные испытания проводились с использованием тех же пластин, но половина пластины была защищена раствором средства C830 - анти-брызги. Результаты снова подтвердили, что применение средства не повлекло за собой пористости поверхности, приводящей к ее растрескиванию, и что шлак на участке применения C830 разламывался и очищался с минимальными усилиями. Рис. 19-21 показывают зоны сразу после сварки и до очищения.



Зона без нанесения C830

Зона нанесения C830

Затем эксперимент был продолжен в положении для сварки PA (нижнее) - рис. 22 иллюстрирует это положение. На рис. 23 и 24 можно сравнить степень налипания брызг на различных участках пластины; ясно видно, что раствор C830 демонстрирует отличные качества при защите от сварочных брызг.

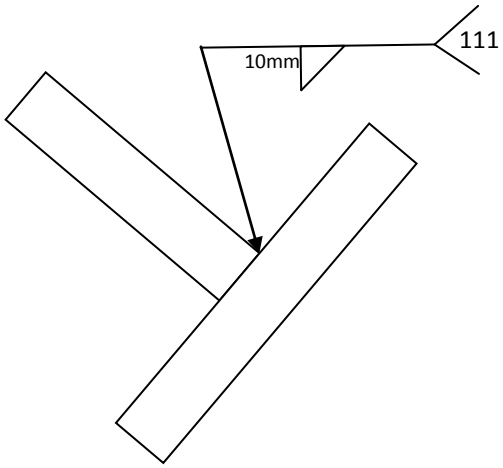


Рис. 22

Зона без нанесения C830

Зона нанесения C830

3.0 Выводы

В данных испытаниях, выполненных с 3,2мм электродом при различной силе тока (в границах тока, рекомендованных производителем), были созданы удовлетворительные по качеству сварочные швы и соединения. Сварка осуществлялась в обычных пространственных положениях; при этом пластины для сварки были обильно смочены средством C830.

Во всех случаях при выполнении сварки с различными параметрами отсутствовали разрушающие поверхность поры; однако следует отметить, что в рамках данных испытаний не проводилось металлографическое исследование или волюметрические тесты неразрушающего контроля, и, следовательно, эти данные не нашли отражения в настоящих выводах. Волюметрический анализ сварки валика, наплавленного на поверхность, будет выполнен позже, его выводы будут добавлены в результаты данных исследований.

Результатом сварки, осуществленной при низкой, средней и высокой плотности электрического тока, стало достаточное количество остатков сварки, при этом применение средства не увеличивало количество разрушающих поверхность пор. Сварочные брызги легко удалялись, для их очищения не требовалось применения молотка для удаления шлака, достаточно было после охлаждения до <35 C протереть сварное изделие и пластину неразволокняющейся материей.

Затвердевший шлак на участках, обработанных раствором C830, отделялся легче в сравнении с участками, где средство не наносилось.

После применения средства C830 и удаления шлака и сварочных брызг остался белый налет; необходимо проведение дальнейших исследований для определения, насколько безвредным является данный налет для функций готового изделия.

Средство может быть использовано в области защиты оборудования; в этой сфере смазывающие свойства продукта и предотвращение налипания сварочных брызг снимет необходимость использования защитных кожухов, закрывающих детали.

4.0 Рекомендации

Необходимо провести полномасштабные испытания средства в процессе дуговой и, возможно, лучевой сварки, когда особенно необходимо применение безвредного / инертного средства для очистки от сварочных брызг. Более того, настоятельно рекомендуется провести волюметрический анализ данного сварного изделия, а также механические и металлургические эксперименты в динамике, чтобы удостовериться, что ни один из продуктов распада средства не окажет негативного влияния на металлургические свойства изделия при последующей эксплуатации.

Производителям средства настоятельно рекомендуется проверить, соответствует ли средство настоящему и последующему законодательству HS&E (техника безопасности и защита окружающей среды) и новой директиве REACH (Регистрация, оценка, получение разрешения и ограничение применения химикатов).

Благодарность

Автор хотел бы выразить свою признательность Микки Бейкеру, который выполнял сварку по инструкциям, разработанным автором, и Тиму Ридли-Томпсону, сотруднику компании "Arrow Chemicals", за предоставленное средство.

И, наконец, автор хотел бы выразить благодарность Джону Саваджу, который поддерживал нашу команду, тщательно отслеживал процесс, помогая тем самым автору составить точный отчет по результатам проведенных исследований.