

УДК 621.791.048.2

## **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА РАД СВАРКИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ, С ПРИМЕНЕНИЕМ ФОР- МИРУЮЩИХ И ЗАЩИТНЫХ ФЛЮС-ПАСТ ДЛЯ КОРНЕВОГО СЛОЯ ШВА.**

Кокорин Р.В., студент гр. ТСм-221, II курс  
Научный руководитель: Князьков В.Л. к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический  
университет имени Т.Ф. Горбачева.  
г. Кемерово.

### **Введение.**

В энергетической отрасли при сварке поверхностей нагрева в основном используютсястыковые сварные соединения. Наиболее трудновыполнимые с односторонней разделкой кромок, без подкладного кольца.

По РД 153-34.1-003-01 методы контроля для стыковых соединений это – ВИК, УЗК, РК, прогонка металлического шара.

При сварке поверхностей нагрева основным дефектом стыковых сварных соединений с односторонней разделкой кромок является – неудовлетворительное качество формирования обратной стороны корня шва, размеры и форма которой во многом определяют надёжность и качество не только сварного соединения, но и время образования дефектов основного металла после сварных соединений по ходу среды, из-за завихрений перегретого пара.

Из работ Акулова А.И., Ерохина А.А., Тюлькова М.Д. по формированию сварного соединения делаем вывод, что основными путями решения проблемы неудовлетворительного качества формирования обратной стороны корневого слоя шва являются: уменьшение размеров сварочной ванны за счет ограничения погонной энергии; формирование шлаковой корки, которая за счет большей вязкости не дает расплавленному металлу покидать пределы сварочной ванны.

Обеспечение высокого качества формирования корневого слоя шва в односторонних соединениях позволит сократить время сварки при ремонтах котельного оборудования, на время исправления забракованных сварных соединений с дефектами в корневом слое шва.

Основными недостатками при сварке РАД способом трубопровода из теплоустойчивых сталей без поддува являются: выгорание легирующих элементов, неудовлетворительное формирование корневого слоя шва при постоянном изменение номенклатуры изделий и труднодоступности участков сварного шва, в связи с спецификой ремонта энергетического оборудования.

При сварке РАД методом трубопровода с поддувом возникают следующие проблемы: большой расход защитного газа при сварке трубопровода или

невозможность задувки трубопровода из-за его протяженности или разветвленности.

### Обоснование преимуществ применения флюс-пасты для сварки методом РАД в энергетической отрасли.

Авторами работ [1-4] предложена модель сил, действующих на расплавленный металл сварочной ванны, находящейся в равновесии при сварке РАД способом. В этом уравнении довольно точно учитываются все силы, воздействующие на расплавленный металл сварочной ванны, которые могут влиять на качество формирования корневого шва, выполняемого на весу:

$$P_m - P_{m1} - P_{m2} + P_d = 0, \quad (1.1)$$

где  $P_m$  – статическое давление металла сварочной ванны;  $P_{m1}$  и  $P_{m2}$  – давление расплава металла сварочной ванны, на поверхности 1 и 2, соответственно, (рис. 1);  $P_d$  – давление сварочной дуги.

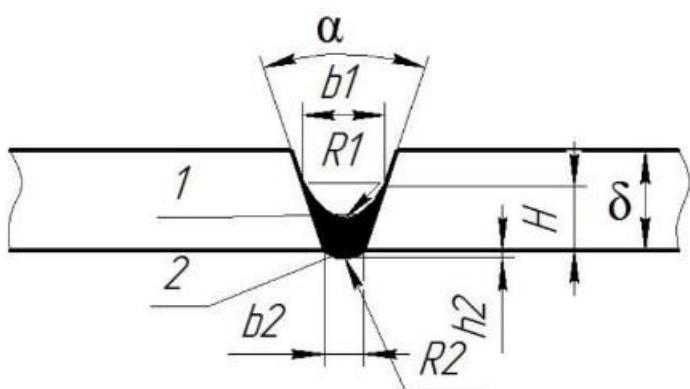


Рис. 1 – Геометрическая форма сварочной ванны при односторонней сварке с V-образной подготовкой кромок.

Из данной модели можно сделать вывод, что для наилучшего формирования обратной стороны корневого слоя шва требуется увеличить силы поверхностного натяжения в зоне поверхности 2 (рис. 1). При равномерном формировании обратной стороны корня шва, немаловажным преимуществом, метода РАД сварки с применением флюс-паст, является меньшее число отбраковки изделий при контроле методом прокатки шаров. При наименьшей выпуклости обратной стороны корня шва увеличивается время образования дефектов в основном металле из-за уменьшения завихрений перегретого пара, который имеет абразивные свойства.

При сварке без продувки трубопровода аргоном происходит выгорание легирующих элементов с поверхности 2 (рис. 1) и окислении Fe. FeO растворим в Fe и имеет наибольшее влияние на прочность сварного соединения. При защите шлаком обратной стороны корня шва вышеописанная проблема частично предотвращается. Этот эффект достигается за счет следующего свойств компонентов шлака: большее сродство к кислороду и конденсированным окислам раскилителя, нерастворимым в металле и растворимым в шлаке.

Немаловажным фактором при использовании флюс-паст при сварке РАД способом является рафинирование металла шва. Удаление из металла шва серы

и фосфора наилучшим образом влияет на прочность сварного соединения. Для удаления серы из металла шва используют процесс связывания серы в комплексы, нерастворимые в металле и удаляемые в шлак. Прежде всего серу переводят из FeS в сульфид марганца MnS.

### Экспериментальная часть

Эксперимент проводился на пластинах толщиной 3мм, шириной 15мм, длиной 100 мм. Материал 15ХМ. Режимы при сварке: электрод WL20 – 2мм; сила тока – 70А.

Флюс паста изготавливается из следующих составляющих: мрамор, рутил, феросиликомарганец, феротитан.



Рис.2 Обратная сторона корня шва, корневой проход выполнен методом РАД с применением флюс-пасты.

Из эксперимента следует, что флюс-паста положительно влияет на формирование обратной стороны корневого слоя шва. Для применения метода требуется как дальнейшие разработки составов флюс-паст, так и подбор режимов сварки для каждой номенклатуры.

### Выводы

Исходя из изученных материалов по РАД сварке и проведённого эксперимента можно сделать вывод что, применение флюс-паст, для защиты корня шва, приведет к улучшению качества сварных соединений поверхностей нагрева и сократит время на их монтаж. При использовании данного метода сокращается выгорание легирующих элементов, происходит раскисление и рафинирование металла корня шва. В энергетической отрасли при сварке поверхностей нагрева применение данного метода существенно сократит временные затраты на исправление сварных соединений с дефектами в корневом слое шва, а также увеличит прочностные характеристики сварных соединений.

### Список литературы

1. Тюльков М.Д. Влияние поверхностного натяжения на формирование корня стыкового шва при электродуговой сварке в защитных газах// Вопросы дуговой сварки в защитных газах. М., 1957. С. 55-71.
2. Тюльков М.Д. Роль сил поверхностного натяжения на формирование корня стыкового шва // Сварочное производство. – 1957. – № 9. – С. 68-82.

3. Ерохин А.А., Ищенко Ю.С. Особенности расчета кривизны ванны и сил поверхностного натяжения при сварке // Физика и химия обработки металлов. – 1967. – № 1. – С. 39-44.

4. Акулов А.И., Гусаков Г.Н. О формировании шва при автоматической дуговой сварке на весу неплавящимся электродом // Сварочное производство. – 1974. – №3. – С. 18-20.

5. Князьков В.Л., ТЕОРИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ: учеб. пособие для студентов специальности 150202 «Оборудование и технология сварочного производства»/ В. Л. Князьков. – Кемерово: КузГТУ, 2011. С. 109-135

© Кокорин Р.В.