

УДК 621.791.1

Исследование минерально-сырьевых ресурсов Республики Узбекистан для производства плавяных флюсов автоматической дуговой сварки

Ф.И. Пантелеенко¹, С.С. Худоёров², Н.С. Дунышин²

¹Белорусский национальный технический университет

²Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова

Аннотация: В данной статье приводятся особенности состава и свойств плавяных флюсов для автоматической дуговой сварки и минерально-сырьевые ресурсы Республики Узбекистан для их производства

Ключевые слова: автоматическая дуговая сварка, флюс, плавяный флюс, кварцевый песок, доломит, каолин, плавиковый шпат

На начало 2022 г. объемы мировых продаж сварочных технологий и оборудования варьируются в районе 63 млрд. дол., сварочных материалов – 7,9 млрд. дол. США. Потребность Узбекистана в сварочных плавяных флюсах составляет 0,5 тыс. тонн. Их импорт превысил \$1,2 млн. Основным производителем плавяных флюсов в Узбекистане являются АО «Узметкомбинат». Однако отсутствие научного сопровождения при изготовлении сварочных флюсов и качественных соответствующих материалов для шихты не только снижает качество производимой продукции, а также приводит к уменьшению ее доли на внутреннем и внешнем рынках. Основной причиной этому является научно-необоснованный подход к разработке шихтовой композиции флюсов, что вызывает необходимость закупки сырьевых материалов и технологий из-за рубежа.

Сварочными флюсами называют спец. приготовленные металлические гранулированные порошки с размером отдельных зерен 0,25 – 4,0 мм. При механизированных дуговых способах сварки под флюсом защита сварочной ванны и ее металлургическая обработка осуществляется сварочными флюсами. Флюсы расплавляясь, создают газовый и шлаковый купол над зоной сварочной дуги, а после химико-металлургического воздействия в дуговом пространстве и сварочной ванне образуют на поверхности шва шлаковую корку, в которую выводятся окислы, сера, фосфор и газы [1].

К флюсам для автоматической и полуавтоматической сварки предъявляются ряд общих требований [2,3]:

- получение заданного химического состава металла сварочных швов и их свойств;
- обеспечение хорошего формирования металла шва;
- получение швов без дефектов (шлаковых включений, пор и трещин);
- обеспечение стабильности горения дуги и процесса сварки;
- легкая отделимость шлаковой корки от поверхности швов;

- стабильность горения дуги обеспечивается за счет ионизируемых компонентов, которые введены в состав флюса.

Заданный химический состав металла шва обеспечивается за счет основного и электродного металла, учитывая их изменения вследствие взаимодействия с флюсом.

Хорошее формирование металла шва и легкая отделимость шлаковой корки обеспечивается путем регулирования физико-химических свойств флюса (температур плавления, жидкотекучесть шлака и др). Трещины, шлаковые включения и пористость металла швов подавляется за счет рафинирующих, раскисляющих, легирующих компонентов, которые введены в состав флюса.

Шлаки при автоматической дуговой сварке вводятся искусственно для предохранения металла от воздействия газов. Шлаками называют расплавы неметаллических соединений – оксидов, галогенидов, сульфидов и др. Они могут быть свободными или образовывать комплексные соединения.

По химическому составу сварочные флюсы разделяются на окислительные и безокислительные [4-6].

Окислительные флюсы содержат в своем составе окислы MnO и SiO_2 . Чем больше содержится во флюсе MnO и SiO_2 , тем сильнее флюс может легировать металл кремнием и марганцем, но одновременно тем сильнее он окисляет металл. Окислительные флюсы преимущественно применяют при сварке углеродистых и низколегированных сталей.

Безокислительные флюсы практически не содержат окислы кремния и марганца или содержащие в небольших количествах. В основном содержат окислы CaO , MgO , Al_2O_3 , и фтористый кальций (CaF_2). Их преимущественно используют для сварки высоколегированных сталей.

По способу их изготовления сварочные флюсы разделяют на плавленные и керамические [2-4].

Плавленные флюсы получают сплавлением его составляющих компонентов.

Преимущества плавленных флюсов:

- равномерность флюса по химическому составу;
- высокая механическая прочность, что облегчает транспортировку.
- относительно высокая влагуустойчивость.

Основным недостатком плавленных флюсов является то, что он не может содержать легирующих элементов в чистом виде, т.к. в процессе выплавки они неизбежно окисляются. Легирование плавленными флюсами происходит путем восстановления элементов из окислов, находящихся во флюсе.

Керамические флюсы представляют собой механическую смесь различных природных материалов и ферросплавов [5,6].

Преимущества керамических флюсов:

- технология изготовления керамических флюсов позволяет вводить в состав легирующие добавки;

- высокая универсальность керамических флюсов, возможность применения для сварки высоколегированных сталей и сплавов, а также для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами.

Недостатки керамических флюсов:

- трудность получения равномерного химического состава вследствие разных плотностей отдельных составляющих;

- малая механическая прочность флюса и низкая влагостойкость.

Плавленные флюсы применяются при автоматической дуговой сварке металлоконструкций из низкоуглеродистой и низколегированной стали. Разработанный состав плавленого флюса для автоматической дуговой сварки конструкций из низкоуглеродистых сталей содержит следующие компоненты, мас. %: кварцевый песок - 23-27; доломит - 10-12; каолин – 6-8; марганцевый концентрат - 50-54; плавиковый шпат - 4-6.

Использование минеральных ресурсов Республики Узбекистан для разработки и промышленного производства плавленого флюса для автоматической дуговой сварки, является актуальной задачей. Месторождения минеральных ресурсов Республики Узбекистан необычайно богаты, разнообразны и обладают существенным потенциалом. Учитывая выше отмеченные особенности и требования к составу и свойствам плавленого флюса для автоматической дуговой сварки, в настоящей работе приведен анализ рудно-минеральному сырья Республики Узбекистан, которое может быть использовано в качестве компонентов шихты флюса. Данный анализ позволил выделить объекты, наиболее благоприятные для производства плавленого флюса для автоматической дуговой сварки.

В настоящее время в качестве источника оксида кремния широко используются кварцевые пески Джеройского и Майского месторождений (табл. 1). К наиболее перспективным месторождениям кварцевых песков относятся Кулантайское (Навоийская область), Яккабагский (Кашкадарьинская область) Содержание $\text{SiO}_2 = 87,2 - 98,7 \%$. В таблице 2 приведены сведения о запасах некоторых месторождений кварцевых песков.

Таблица 1

Усредненный химический состав некоторых кварцсодержащих сырьевых ресурсов Республики Узбекистан

Наименование месторождения	Содержание, %						
	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
Джеройское	97,16	0,16	1,1	0,36	0,24	0,18	0,1
Майское	94,2	0,18	2,8	0,3	0,2	1,2	0,2

Таблица 2.

Известные месторождения и ориентировочные запасы кварцсодержащих ресурсов Республики Узбекистан

№	Наименование месторождения	Местонахождение	Характеристика	Запасы, млн.т
1	Майское	Ташкентская область	Кварцевое	2,5
2	Джеройское	Навоийская область	Кварцевое	13,5
3	Кулантайское	Навоийская область	Кварцевое	30,0
4	Яккабагский	Кашкадарьинская область	Кварцевое	4,0
5	Обручевское	Сырдарьинская область	Кварцевое	3,0
6	Янгиарыкское	Хорезмская область	Кварцевое	30,0
7	Табакумское	Республика Каракалпакстан	Кварцевое	20,0

Месторождения доломита в Республике Узбекистан имеются в Ферганской, Наманганской и Кашкадарьинской областях. Химический состав доломитов с месторождений Шурсув (Ферганская область), Чуста (Наманганская область) и Дехканабада (Кашкадарьинская область) приведен в таблице 3.

Таблица 3.

Химический состав доломитового сырья

Наименование месторождения	Местонахождение	Содержание, %					
		MgO	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CO ₂	SO ₃
Шурсув	Ферганская область	17,25	33,37	0,11	0,133	40,65	1,90
Чуст	Наманганская область	12,83	38,90	0,15	0,202	43,08	0,70
Дехканабад	Кашкадарьинская область	13,57	37,55	0,366	0,214	44,43	0,80

Цвет каолина серый, может изменяться до желтого и бурого из-за примесей окислов титана и железа. Температура плавления 1730-1820°C

температура спекания 1350-1450°C. Химический состав вторичных каолинов зависит от соотношения главнейших породообразующих минералов(%): SiO₂-50-75; Al₂O₃-17-34; Fe₂O₃-0,2-2,5; CaO- 0,1-1,0; MgO-0,1-0,5; K₂O- 0,3-8,5; TiO₂-0,2-2,0; потери при прокаливании -3,5-10%. Химический состав Ангреноского вторичного каолина приведен в таблице 4.

Таблица 4.

Химический состав вторичного каолина

Наименование месторождения	Место-нахождение	Содержание, %						
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	K ₂ O+Na ₂ O	TiO ₂
Ангреноское	Ташкентская область	59,39	26,7	1,52	0,4	0,27	1,32	0,3

Анализ сведений по плавиковому шпату, показал наличие на территории республики Узбекистан следующих промышленных месторождений: Агата-Чибаргата, Караулташ, Янголы, Шабрез и другие. Из приведённого перечня месторождений наиболее крупным является месторождение Агата-Чибаргата, расположенное в Ташкентской области и представленное кварц-флюоритовой жилой. Балансовые запасы месторождения составляют 3932,5 тыс. т.

Анализ изученных месторождений позволил выделить среди них объекты с наиболее благоприятным сырьём для производства флюсов для автоматической дуговой сварки конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей, что подтверждает возможность промышленной добычи на территории Узбекистана практически всех видов минерального сырья, необходимого для производства плавящих флюсов.

Разработанный плавящий флюс для автоматической дуговой сварки конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей, содержащий следующие компоненты, мас. %: кварцевый песок - 23-27; доломит - 10-12; каолин - 6-8; марганцевый концентрат - 50-54; плавиковый шпат - 4-6, обеспечивает:

- повышенную производительность;
- низкую склонность к порообразованию в сварном шве при не удаленной ржавчине с поверхности свариваемого основного металла;
- пониженное содержание пор при сварке длинной дугой при повышенной скорости.

Настоящая работа выполнена в рамках хозяйственного договора с Ташкентским трубным заводом имени В.Л. Гальперина № 8/2020 на тему: «Разработка состава и технологии производства плавящих флюсов для автоматической дуговой сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей»

Библиографический список

1. Верхотуров А.Д. Методология создания сварочных материалов: монография – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2009. – 128 с.

2. Кузнецов М.А. Нанотехнологии и наноматериалы в сварочном производстве (Обзор) / М.А. Кузнецов, Е.А. Зернин // Сварочное производство. – 2010. – №12. – С.23-26.

3. Легирующие элементы в минеральных и синтетических компонентах сварочных материалов / Ю.В. Адкина, А.И. Николаев, В.Б. Петров, Н.М. Путинцев // Журн. прикл. химии. – 2016. – Т.83, №12. – С. 1960– 1964.

4. Походня И.К. Металлургия дуговой сварки конструкционных сталей и сварочные материалы // Сварочное производство. – 2009. – № 4. – С. 3–15.

5. Моравецкий, С. И. Отделимость шлаковой корки при дуговой сварке. Ч. 2. Характер влияния основных факторов на отделимость шлаковой корки// Автоматическая сварка. – 2011. – № 2. – С. 22-26.

6. Бороненков В.Н., Саламатов А.М. Расчетная оценка кинетики взаимодействия многокомпонентных металла и шлака при сварке под флюсом// Автоматическая сварка. – 1985. – № 8. – С. 19–23.