

Вывод: Результаты исследований показали, что введение в состав порошковой проволоки системы С-Si-Mn-Cr-Mo-V никеля способствует улучшению износостойких свойств наплавленного металла.

Литература.

1. Изучение возможности использования ковшевого сталеплавильного шлака для изготовления сварочных флюсов для наплавки/ Махин Д.И., Хайретдинова Ю.Н.// Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых/ Под общей редакцией М.В. Темлянцева; СибГИУ. – Новокузнецк, 2015. – Вып. 19 – Ч II. Технические и естественные науки. – С. 196-198.

### ЭФФЕКТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ИОНИЗАЦИИ ДУГОВОГО РАЗРЯДА ПРИ РДС С ПРИМЕНЕНИЕМ НАНОРАЗМЕРНОГО ПОРОШКА СЛОЖНОГО СОСТАВА (Ti, Zr, Cs)

*А.С. Сапожков, студент группы 10А32,*

*научный руководитель: Буракова Е.М.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

В настоящее время уделяется большое внимание технологиям повышения качества металлоконструкций, ведь в процессе эксплуатации они испытывают максимальные нагрузки. В сварочном производстве, прочность является одной из важнейших характеристик сварного соединения [1].

Нанопорошки применяют для получения мелкозернистой структуры металла шва, эти добавки, практически не изменяя химического состава сплава, вызывают при кристаллизации измельчение зерна и в итоге улучшение механических свойств. Также перспективным является применение наноразмерных материалов для стабилизации дугового разряда при сварке плавлением.

Электрическая сварочная дуга представляет собой устойчивый длительный электрический разряд в газовой среде между твердыми или жидкими электродами при высокой плотности тока, сопровождающийся выделением большого количества теплоты. Электрический разряд в газе есть электрический ток, проходящий через газовую среду благодаря наличию в ней свободных электронов, а также отрицательных и положительных ионов, способных перемещаться между электродами под действием приложенного электрического поля (разности потенциалов между электродами).

Процесс, при котором из нейтральных атомов и молекул образуются положительные и отрицательные ионы, называется ионизацией. Ионизация, вызванная в некотором объеме газовой среды, называется объемной ионизацией. Объемная ионизация, полученная благодаря нагреванию газа до очень высоких температур, называется термической ионизацией.

В данной работе было произведено теоретическое исследование влияния наноразмерного порошка сложного состава (Ti, Zr, Cs) на эффективный потенциал ионизации (Уэф) сварного дугового разряда.

Энергия ионизации атома является внутренним свойством частицы и не зависит от способа ионизации, тогда как потенциал ионизации, можно сказать,- характеристика исторически первого метода ионизации.

Энергия ионизации атома, выраженная в эВ (электронвольтах), численно совпадает с потенциалом ионизации атома, выраженным в В (вольтах).

Энергия ионизации является одной из главных характеристик атома, от которой в значительной степени зависят природа и прочность образуемых атомом химических связей. От энергии ионизации атома существенно зависят также восстановительные свойства соответствующего простого вещества.

Потенциалом ионизации называется отношение работы выхода электрона из атома вещества к заряду этого электрона:

$$U = \frac{W}{e}, \quad (1)$$

где  $U$ —потенциал ионизации, В;  $W$  — работа выхода электрона, Дж;  $e$  — заряд электрона, Кл.

Для того чтобы избежать трудностей и проблем во время процесса сварки, необходимо очень хорошо знать, как влияет тот или иной элемент на свариваемость изделия.

Использование титана обусловлено его высокой коррозионной стойкостью. Он повышает прочность, ударную вязкость стали, улучшает ее свариваемость, способствует измельчению зерен при кристаллизации металла. При сварке связывает углерод, препятствуя образованию карбидов

хрома по границам зерен и возникновению межкристаллитной коррозии металла сварного соединения хромосодержащих сталей.

Добавки циркония повышают предел прочности, увеличивают сопротивление сжатию, ударную вязкость и пластичность конструкционных сталей. [2]. Улучшают свариваемость сплава и пластичность сварного шва в результате измельчения структуры. [3]

Добавка цезия имеет свойство резко повышать жаропрочность магния и алюминия. Так же, облегчает зажигание и горение дуги при низком напряжении.

Под эффективным потенциалом ионизации следует принять потенциал однородного газа, дающего то же количество заряженных частиц, что образуется в смеси.

Поскольку в атмосфере дуги присутствует несколько элементов, известна формула [4] для  $U_{эф}$ :

$$U_{эф} = -\frac{T}{5800} \ln \sum_{i=1}^{i=k} C_i^{1/2} e^{\frac{5800}{T} U_i} \quad (2)$$

где  $C_i$  – газовые концентрации  $i$ -го газа;  $U_i$  – потенциал ионизации каждого газа.

Подсчитав эффективный потенциал ионизации смеси паров железа (Fe), кальция (Ca), натрия (Na), калия (K), магния (Mg) с добавкой титана Ti (рисунок 1), циркония Zr (рисунок 2), цезия Cs (рисунок 3) получили графики зависимостей.

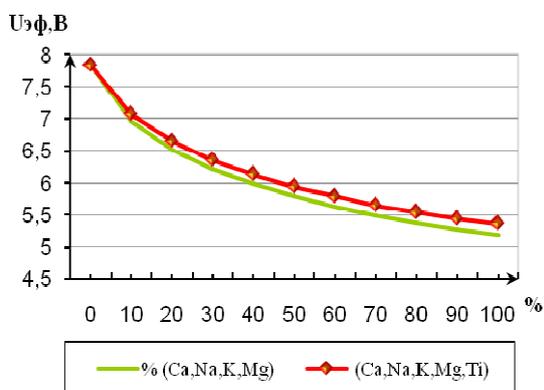


Рис. 1. Изменение эффективного потенциала ионизации для смеси паров Fe, Ca, Na, K, Mg и Fe, Ca, Na, K, Mg с добавкой Ti.

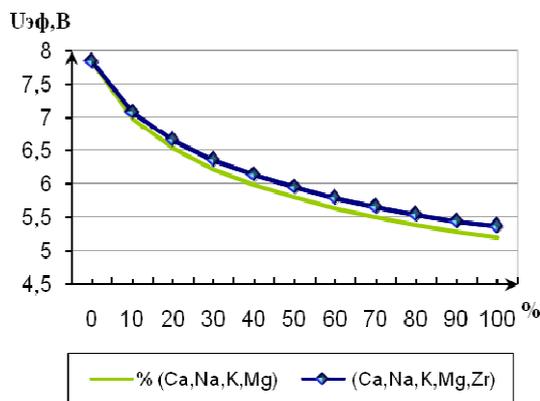


Рис. 2. Изменение эффективного потенциала ионизации для смеси паров Fe, Ca, Na, K, Mg и Fe, Ca, Na, K, Mg с добавкой Zr.

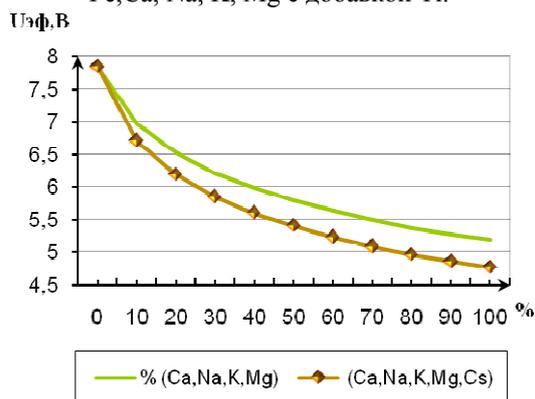


Рис. 3. Изменение эффективного потенциала ионизации для смеси паров Fe, Ca, Na, K, Mg и Fe, Ca, Na, K, Mg с добавкой Cs.

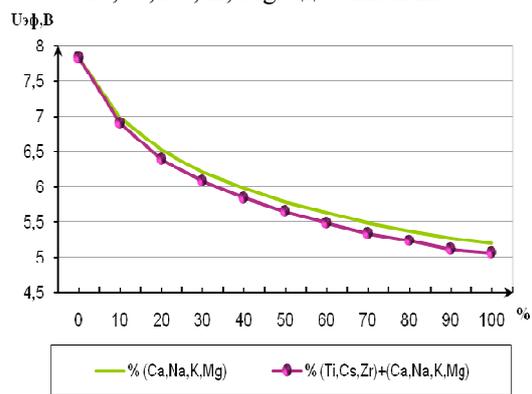


Рис. 4. Изменение эффективного потенциала ионизации для смеси паров Fe, Ca, Na, K, Mg и Fe, Ca, Na, K, Mg с добавкой Ti, Zr, Cs.

Как видно из графиков, добавка Ti, Zr незначительно влияет на эффективный потенциал ионизации, а содержание в смеси Cs (от общей массы) в составе 20% значительно снижает его с 6,52 до 6,18 эВ. Добавив нанопорошок (Ti, Zr, Cs) в равных долях мы получили график зависимости представленный на рисунке 4.

В общей смеси было получено снижение эффективного потенциала ионизации. Для снижения потенциала ионизации смеси и облегчения горения дуги достаточно небольшой добавки компонента с низким потенциалом ионизации. В том числе, известны работы [4,5] в которых показано положительное влияние наноразмерного порошка сложного состава с присутствием (Ti, Cs, Zr) на эксплуатационные свойства сварных соединений.

#### Заключение

В современном мире нанопорошки уже нашли своё применение в таких отраслях как: информационные технологии, химическая промышленность, медицина и фармакология, материаловедение, электроника, а так же в сварочном производстве. Но стоит отметить, что направление, касающееся сварочного производства, пока является новым, поэтому и относящихся к нему работ не так много как хотелось бы. Теоретические исследования показали, что наноразмерный порошок сложного состава (Ti, Cs, Zr) снижает общий эффективный потенциал ионизации. Что позволяет добиться более стабильного процесса сварки.

#### Литература.

1. Крушенко, Г.Г. Нанотехнологии упрочнения поверхности металлоизделий / Г.Г. Крушенко, С.Н. Решетникова // Решетневские чтения : материалы XII Междунар. Науч. Конф. Красноярск: СибГАУ, 2008. – С.213–214.
2. Федорченко И.М. «Энциклопедия неорганических материалов/ Киев. Главная редакция УСЭ. 1977г. Том 2, С. 734
3. Алиева С.Г. Промышленные алюминиевые сплавы / Справ. Изд. Алиева С.Г., Альтман М.Б., Амбарцумян С.М. и др.// М.:Металлургия, 1984, С. 187
4. Макаров, С.В. Изготовление электродов с применением нанопорошка сложного состава (Zr, Si, Ni, Ti, Cr) / С.В. Макаров, С.Б. Сапожков. – Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Становление современной науки–2012». –Прага : Изд-во «Образование и наука», 2012. –С.88–91.
5. Sapozhkov, S.B. Use of complex nanopowder (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Si, Ni, Ti, W) in production of electrodes for manual arc welding [Текст] / S.V. Makarov, S.B. Sapozhkov// World Applied Sciences Journal (Special Issue on techniques and Technologies). – т. 22. – 2013. – С. 87-90.

### **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СВАРКОЙ И НАПЛАВКОЙ**

*С.А. Совенок, студент группы 10А22,*

*научный руководитель: Колмогоров Д.Е., к.т.н.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Важнейшими факторами, определяющими эксплуатационную надежность и срок службы транспортных и технологических машин и оборудования являются эксплуатационные свойства поверхностного слоя материала и его прочность. При эксплуатации нередко изнашиваются рабочие поверхности деталей, что требует их полной замены и, как следствие, повышения себестоимости ремонта. В ряде случаев изготовление деталей целиком вообще нерационально в связи с высокой стоимостью материалов и трудностью обработки. Поэтому для решения данных задач увеличения срока службы транспортных и технологических машин и оборудования в машиностроении применяют различные способы восстановления. Технологии восстановления деталей относятся к разряду наиболее ресурсосберегающих, так как по сравнению с изготовлением новых деталей сокращаются затраты на 70%. Основным источником экономии ресурсов являются затраты на материалы. Средние затраты на материалы при изготовлении деталей составляют 38%, а при восстановлении - 6,6% от общей стоимости. Для восстановления работоспособности изношенных деталей требуется в 5...8 раз меньше технологических операций по сравнению с изготовлением новых [1,2].

В виду сложной экономической ситуации в стране, а так же с учетом проводимой правительством политики импортозамещения, ремонт и восстановление деталей, узлов и сборочных единиц с применением современного оборудования, новых технологий и материалов является более выгодным по сравнению с приобретением и изготовлением новых, особенно для импортной техники.