

«УТВЕРЖДАЮ»

ВРИО директора

ФГБУН Института металлургии  
Уральского отделения РАН,

к.т.н. Ю.А. Чесноков

«18» декабря 2015 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Вотиновой Екатерины Борисовны на тему «Прогнозирование перехода элементов в наплавленный металл при ручной дуговой сварке для совершенствования состава покрытий сварочных электродов»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии

**Актуальность работы.** Повышение качества сварочных электродов является актуальной и в тоже время непростой задачей, так как для различных их типов необходимо иметь разный состав шихты покрытия, что обеспечивает соответствующие сварочно-технологические свойства и эксплуатационный уровень характеристик наплавленного металла. Одним из возможных вариантов решения этой проблемы является разработка методов прогнозирования и управления формированием состава металла шва. Немаловажным является оценка для этих условий влияния возможных внешних и внутренних факторов. Учитывая, что формирование состава, структуры и свойств сварных соединений в значительной мере определяются свойствами применяемых сварочных материалов, совершенствование процесса их разработки может быть выделено в самостоятельную проблему. В связи с вышеизложенным данная диссертационная работа актуальна для теории и практики сварочного производства.

Обращают внимание объекты, которые выбраны автором в качестве базы для теоретических и экспериментальных исследований – электроды для ручной дуговой сварки марок УОНИ 13/45, УОНИ 13/55 и МР-3. Данные электроды разработаны и выпускаются в нашей стране на протяжении многих десятков лет, отработана технология их производства и состав шихты покрытия. На первый взгляд, ничего нового обнаружить невозможно. Однако, автор убедительно показывает, что при грамотной постановке задачи, применении соответствующих методов исследования, внимательном анализе полученных данных можно получить новые данные, которые несомненно вносят вклад в развитие теории сварочных процессов.

**Научная новизна.** В диссертационной работе получены следующие новые научные результаты:

- показано, что для разработки математической модели ручной дуговой сварки покрытыми электродами целесообразно применить метод полного материального баланса;
- разработана математическая модель, которая позволила впервые ввести в расчетные уравнения не только усредненные, но и парциальные коэффициенты перехода элементов в наплавленный металл, установлена адекватность физической и математической моделей;
- впервые определены коэффициенты перехода углерода, марганца, кремния и титана из металлической и шлаковой фаз в наплавленный металл и металл шва при ручной дуговой сварке покрытыми электродами марок УОНИ 13/45, УОНИ 13/55 и МР-3 и их зависимости от параметров режима;
- впервые определены зависимости потерь металла и шлака от параметров режима при ручной дуговой сварке покрытыми электродами;
- получены зависимости доли участия основного металла, масс металлической и шлаковой ванн от параметров режима сварки и характеристик покрытых электродов.

**Практическая значимость.**

Разработана экспериментально-теоретическая методика определения ус-

редненных и парциальных коэффициентов перехода элементов при ручной дуговой сварке покрытыми электродами.

Предложена методика расчета и совершенствования состава шихты покрытий сварочных электродов. Применение предложенной методики позволило рассчитать содержание ферросплавов в составе шихты покрытия электродов УОНИ 13/45. Сравнение рассчитанного состава шихты и данных технических условий на изготовление электродов УОНИ 13/45 показали применимость разработанной методики для оценки количества ферросплавов в покрытии сварочных электродов.

**Степень достоверности** полученных результатов подтверждается применением современных методов исследований и большим объемом экспериментального материала, обработанным с использованием методов математической статистики. Положения и выводы по работе не противоречат известным научным представлениям и результатам.

#### **Общая характеристика диссертационной работы**

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, приложений А, Б и В. Работа изложена на 131 странице, содержит 12 рисунков, 34 таблицы. Библиографический список содержит 116 наименований. По теме диссертации опубликовано 18 работ, в том числе 4 работы в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК.

В диссертационной работе были поставлены и решены следующие задачи:

1. На основе анализа литературных данных по методикам прогнозирования состава фаз при ручной дуговой сварке покрытыми электродами разработаны физическая и математическая модели процессов взаимодействия с использованием метода полного материального баланса.
2. Разработана методика проведения экспериментов по исследованию влияния параметров режима на процессы взаимодействия при ручной дуговой сварке покрытыми электродами, учитывающая испарение и разбрызгивание, и проведены эксперименты с электродами разных марок.

3. Осуществлена обработка экспериментальных данных для определения усредненного и парциальных коэффициентов перехода элементов в наплавленный металл и металл шва и их зависимостей от параметров режима сварки.

4. Оценена адекватность разработанных моделей и полученных экспериментальных и расчетных результатов.

5. Разработана методика расчета состава покрытий сварочных электродов.

#### **Замечания по диссертационной работе**

1. В полученных регрессионных уравнениях используется полная тепловая мощность дуги. Насколько это является обоснованным? Как и где учитывается термический КПД процесса?

2. Каким образом можно определить необходимость учета восстановления элементов из шлаковой фазы в наплавленный металл?

Сделанные замечания не снижают общего положительного впечатления от работы.

#### **Заключение**

Диссертационная работа Вотиновой Екатерины Борисовны на тему «Прогнозирование перехода элементов в наплавленный металл при ручной дуговой сварке для совершенствования состава покрытий сварочных электродов» представляет собой законченную научную квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на совершенствование процесса изготовления качественных сварочных электродов.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Вотинова Екатерина Борисовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 - Сварка, родственные процессы и технологии.

Диссертация обсуждена на заседании расширенного научного семинара лаборатории порошковых, композиционных и наноматериалов. Положительный отзыв на диссертационную работу Вотиновой Е.Б. от ИМЕТ УрО РАН в качестве ведущей организации одобрен на заседании Ученого совета (протокол № 16 от 18 декабря 2015 г.).

Заведующий лабораторией порошковых,  
композиционных и наноматериалов,  
доктор физико-математических наук,  
старший научный сотрудник  
Гельчинский Борис Рафаилович

Б.Р. Гельчинский

620016, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, д. 101  
ФГБУН Институт металлургии Уральского отделения РАН  
Тел.: +7 (343) 267-91-24. Факс: +7 (343) 267-91-86.  
E-mail: imet.uran@gmail.com  
<http://imet-uran.ru>