



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», профессор, доктор физико-математических наук

А.А. Ташкинов

«12» ноября 2014 г.

## **Отзыв**

*ведущей организации на диссертационную работу*

*Невежина Станислава Владимировича*

*«Совершенствование состава проволок для дуговой металлизации жаростойких покрытий на основе нейросетевого моделирования», представленную в диссертационный совет при ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 - Сварка, родственные процессы и технологии*

### **1. Актуальность работы**

Проблема разработки материалов для газотермического напыления покрытий, обеспечивающих защиту от высокотемпературной коррозии, актуальна для базовых отраслей промышленности РФ таких как электроэнергетика и металлургия.

Эффективное решение указанной проблемы возможно при напылении жаростойких покрытий из экономнолегированных порошковых проволок с помощью производительного и мобильного оборудования дуговой металлизации.

Однако в настоящее время в России отсутствуют проволоки для дуговой металлизации покрытий с необходимой жаростойкостью, в то время как за рубежом для этой цели разработаны порошковые проволоки, система легирования которых включает дорогостоящие элементы, такие как никель, молибден, вольфрам, ниобий.

Сложный характер взаимосвязи параметров, определяющих возможность получения качественных защитных покрытий, делает целесообразным применение нейросетевого моделирования, позволяющего произвести согласование и оптимизацию технологических параметров процесса дуговой металлизации и состава порошковых проволок для нанесения жаростойких покрытий.

В связи с вышеизложенным, задача, решаемая в диссертационной работе Невежина С.В. является актуальной для современной промышленности.

### **2. Новизна, обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций**

Основной целью диссертационной работы Невежина С.В. является разработка порошковых проволок оптимального состава по критерию, отражающему максимальную жаростойкость наносимых покрытий на основе нейросетевого моделирования процесса окисления компонентов проволок при дуговой металлизации, технологии их изготовления и применения при нанесении жаростойких покрытий.

Для достижения цели в работе поставлены и решены следующие задачи:

1. Разработана нейросетевая модель процесса окисления покрытия при его напылении из порошковых проволок методом дуговой металлизации и оценена адекватность ее применения для прогнозирования химического состава и степени окисления металлизационных покрытий.

2. Установлены закономерности влияния режимов дуговой металлизации и состава порошковых проволок на степень окисления получаемых покрытий, произведена их оптимизация по критерию, отражающему максимальную жаростойкость покрытий.

3. Исследована зависимость физико-механических и служебных свойств металлизационных покрытий из порошковых проволок от степени их окисления.

4. Разработана технология изготовления порошковых проволок и базовая технология нанесения из них жаростойких металлизационных покрытий применительно к узлам энергетического оборудования, работающего в условиях коррозии при высоких температурах и воздействии агрессивных сред.

Научная новизна диссертационной работы Невежина С.В. характеризуется следующими положениями:

1. Разработана нейросетевая модель процесса окисления металла порошковых проволок при их распылении дуговой металлизацией, которая позволила обеспечить адекватность прогноза химического состава и степени окисления металлизационных покрытий в характерном диапазоне легирования проволок для нанесения жаростойких покрытий.

2. Разработана методика оптимизации системы легирования порошковых проволок типа Fe-Cr-Al-Si-Ti-Y и технологических параметров процесса дуговой металлизации по критерию минимального окисления покрытия при напылении.

3. Установлена зависимость физико-механических и служебных свойств металлизационных покрытий из усовершенствованных порошковых проволок, а именно, адгезионной прочности, пористости, жаростойкости, от их степени окисления.

Достоверность и обоснованность полученных результатов моделирования, содержащихся в диссертационной работе Невежина С.В., подтверждается достаточной для цели исследования точностью расчетов в сопоставлении с экспериментальными данными по изучению структуры и свойств покрытий, полученными при использовании поверенного современного аналитического оборудования и методик в аттестованных лабораториях.

### **3. Практическая ценность результатов работы**

На основе созданной в диссертационной работе Невежина С.В. нейросетевой модели разработан программный комплекс, позволяющий оптимизировать состав металлизационных покрытий из порошковых проволок по критерию минимальной степени окисления. С применением указанного программного комплекса разработана система легирования порошковой проволоки, металлизационные покрытия из которой имеют жаростойкость одного уровня с аустенитными сталями, такими как 12Х18Н12Т и 20Х23Н18 и на порядок выше в сравнении с феррито-перлитными и мартенситно-ферритными сталями, такими как 12Х1МФ и 1Х12В2МФ, широко используемыми в котлостроении. Пористость покрытий из разработанной порошковой проволоки сопоставима, а адгезионная прочность

покрытий выше, чем у покрытий из порошковых проволок аналогичного назначения. На состав порошковой проволоки, разработанной на основе проведенных исследований, подана заявка на патент России от 19.01.2012 номер 2012101882, по которой получено положительное решение, разработана технология ее изготовления и технические условия, устанавливающие требования, которым должна удовлетворять порошковая проволока и наносимые из нее металлизационные покрытия. Применительно к узлам электроэнергетики, работающим в условиях высокотемпературной коррозии, разработана технология нанесения покрытий из указанной порошковой проволоки, по которой изготовлены опытные детали, проходящие в настоящее время испытания.

#### 4. Замечания по работе

1. При разработке нейросетевой модели процесса окисления металла порошковых проволок при их распылении дуговой металлизацией не учтено в качестве входных параметров изменение содержания хрома и алюминия в проволоках.

2. В обосновании выбора критерия оптимизации состава порошковых проволок не учтено влияние пористости и адгезионной прочности на жаростойкость покрытий.

3. Допущены ошибки при оформлении автореферата и диссертации.

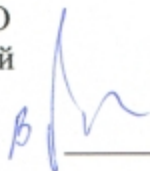
Так в автореферате нарушен порядок нумерации рисунков после рис.1 идет рис.3, затем рис.5. На рис.7 автореферата величина, отложенная по оси x обозначена как углы, град, правильнее писать –  $2\Theta$ .

#### 5. Заключение

Диссертационная работа «Совершенствование состава проволок для дуговой металлизации жаростойких покрытий на основе нейросетевого моделирования» - законченный труд, содержащий решение актуальной задачи разработки экономнолегированных материалов для напыления защитных покрытий, на основе моделирования процесса их нанесения, который соответствует требованиям п.9 «Положение о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор **Невежин Станислав Владимирович** заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 - Сварка, родственные процессы и технологии.

Отзыв заслушан и одобрен на заседании Совета Научного центра порошкового материаловедения ПНИПУ (протокол №1 от 12 ноября 2014 г.).

Научный руководитель Научного центра порошкового материаловедения ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ) академик РАН, д.т.н., проф.



В.Н.Анциферов

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 614990, г.Пермь, Комсомольский пр., 29. Научный центр порошкового материаловедения ФГБОУ ВПО «ПНИПУ» 614013, г. Пермь, ул. Профессора Поздеева, 6, Тел./факс: +7 (342) 2-391-119, director@pm.pstu.ac.ru