

## ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

**Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины**



**Жерносеков А.М.** (Ин-т электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины) защитил 28 декабря 2015 г. докторскую диссертацию на тему «Повышение эффективности сварочных процессов путем применения специализированных импульсных воздействий».

Диссертация посвящена развитию научных основ повышения эффективности сварочных технологий путем применения импульсных воздействий на процессы дуговой сварки.

В работе получил дальнейшее развитие принцип разделения импульсного теплового и импульсного силового воздействия на сварочный процесс. Определено, что реализация этого принципа при рациональном выборе параметров импульсов не допускает интенсивное испарение металла капли, что увеличивает эффективность плавления электрода в 1,5...1,85 раза на обратной полярности. Показано существование множественности устойчивых форм капли электродного металла заданного объема, которая находится на торце электрода, а также развито представление о технологических циклах формирования и переноса металла электрода в результате действия специализированного многоуровневого импульса.

Установлено, что уменьшение длительности фронтов импульса сварочного тока при сварке с плавящимся электродом может приводить к нарушению газовой защиты. Даны рекомендации по выбору длительности фронтов импульсов.

В работе предложено при сварке конструкционных сталей комбинировать различные виды переноса металла: мелкокапельный перенос в смеси на основе аргона и перенос с короткими замыканиями дугового промежутка в углекислом газе. Это достигается путем одновременной импульсной подачи в зону сварки различных защитных газов и изменения при этом рода сварочного тока: импульсный и постоянный. Это позволяет воздействовать на параметры сварных швов и их микроструктуру.

Для улучшения формирования сварного шва, увеличения глубины проплавления и уменьшения теплового воздействия на свариваемый металл эффективно применение импульсной дуги, которая питается специализированными многоуровневыми импульсами с частотой следования равной

либо кратной частоте импульсов лазерного излучения. Автоколебательные режимы перспективно использовать при разработке новых дуговых и лазерно-дуговых технологий подобных импульсно-дуговой сварке и сварке модулированным током, так как для их реализации не требуется применение высокоточных электронных ключей.

Получили дальнейшее развитие принципы импульсной стабилизации дуги переменного тока за счет их оптимизации. Установлено, что источники питания трансформаторного типа с импульсной стабилизацией сварочной дуги генерируют в электрическую сеть минимальное количество высших гармоник, что открывает перспективу создания конкурентоспособных источников питания на базе сварочных трансформаторов, а также применения переменного тока для сварки ответственных конструкций.



**Лендел И.В.** (Ин-т электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины) защитил 29 декабря 2015 г. кандидатскую диссертацию на тему «Дуговая наплавка в углекислом газе с импульсной подачей электродной проволоки».

Диссертационная работа посвящена повышению эффективности дуговой наплавки в среде углекислого газа за счет применения импульсной подачи электродной проволоки (ИПЭП), улучшению ее технологических и энергетических характеристик, изучению переноса электродного металла под действием силы инерции, определению влияния параметров ИПЭП на геометрические и служебные характеристики валика наплавленного металла, ресурсо- и энергосбережение.

Определены основные актуальные задачи процесса дуговой наплавки в углекислом газе на обратной полярности, заключающиеся в необходимости управления геометрическими размерами наплавленного валика, снижения глубины проплавления, повышения стабильности и уменьшения уровня потерь электродного металла. Для решения этих задач обоснована целесообразность применения ИПЭП.

Разработана оригинальная методика оптимизации исследовательского процесса, с применением метода ПФЭ определено и за счет декомпозиции четырехфакторного пространства сведено к минимуму количество необходимых экспериментов. Также разработана методика определения оптимальных параметров ИПЭП в зависимости

от требуемых целевых функций (геометрические размеры, потери электродного металла, затраты электроэнергии) и энергетических параметров процесса (тока и напряжения), используя данные по длине дуги, объему капли и закономерности влияния параметров ИПЭП на целевую функцию.

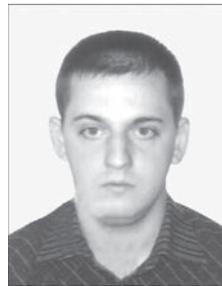
Для сплошной электродной проволоки Св-08Г2С диаметром 1,2 мм, с позиций минимизации глубины проплавления основного металла и потерь электродного металла, в диапазоне тока 120...310 А и напряжения 20...33 В установлен рациональный диапазон изменения параметров ИПЭП для процесса наплавки, который составляет по частоте 10...30 Гц и скважности 3...5 ед.

Проведены исследования влияния параметров ИПЭП на перенос электродного металла, получены и верифицированы регрессионные математические модели, которые могут использоваться для прогнозирования геометрических размеров (выпуклости, ширины, глубины проплавления основного металла, угла сопряжения) валика наплавленного металла, потерь электродного металла и затрат электроэнергии в зависимости от частоты и скважности ИПЭП. Достоверность моделей находится на уровне 80 %. Выполнена сравнительная оценка служебных характеристик наплавленного слоя, которая показала возможность получения износостойкости пятислойной наплавки при постоянной подаче электродной проволоки уже в первом слое при ИПЭП и на 30 % — повышения износостойкости пятислойной наплавки соответственно. Установлено, что за счет принципиального различия в подаче электродной проволоки ИПЭП дает возможность снизить потребление электроэнергии на 10...20 %. Оценка температуры на стадии роста капли при ИПЭП на оптимальных режимах наплавки через теплосодержание капли показала возможность ее снижения на 25 %. Это в свою очередь не создает предпосылок к чрезмерному перегреву капли, до 30 % уменьшает остаточные напряжения при наплавке валика, улучшает санитарно-гигиенические характеристики процесса наплавки за счет уменьшения в 1,1...1,5 раза скорости образования сварочных аэрозолей. Снижение разбрызгивания электродного металла в 2...3,5 раза объясняется существенным повышением стабильности процесса на стадии роста капли, подтвержденным уменьшением коэффициентов вариации и среднеквадратичного отклонения в 5,1 и 4,4 раза соответственно.

Разработан новый подход к созданию механизма ИПЭП без обратной связи с источником сварочного тока, создан макетный малогабаритный образец на базе ВРЭД «Импульс-2 ПМ-80». Механизм способен периодически с частотой 1...60 Гц реализовывать на торце оплавленного электро-

да необходимые значения силы инерции за счет уменьшенной продолжительности торможения электродной проволоки. Данный механизм ИПЭП рассчитан на подачу электродной проволоки диаметром 1,2 мм с частотой 1...60 Гц и отличается от уже существующих расширенными технологическими характеристиками подачи электродной проволоки по скважности 1...10 ед., по шагу 0,1...7,2 мм. Устройство имеет автономный режим работы, параметры которого отдельно задаются на циклограмме, содержащей до 10 участков, а также 3 адаптивных режима работы, позволяющих действовать приводу под управлением внешних ведущих устройств и способствующих его интеграции в модульное сварочное оборудование под общей системой управления.

Основными преимуществами предлагаемого способа ИПЭП является ограничение глубины проплавления, уменьшение количества слюев наплавленного металла, снижение потерь на разбрызгивание электродного металла. Показана принципиальная возможность ресурсосберегающего и экономически эффективного ремонта и восстановления деталей в производственных условиях.



**Молтасов А.В.** (Ин-т электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины) защитил 29 декабря 2015 г. кандидатскую диссертацию на тему «Разработка методов расчета силовых параметров контактной стыковой сварки кольцевых изделий».

Диссертация посвящена разработке аналитических и инженерных методов расчета усилий, возникающих вследствие изгиба контура шунтирования при устранении первоначального зазора, высадке оплавленного металла и последующей осадке в процессе контактной стыковой сварки (КСС) кольцевых изделий, с учетом нагрева периферии изделия токами шунтирования.

Путем преобразований уравнений Бельтрами–Митчелла установлена функциональная взаимосвязь между функциями напряжений трехмерной и плоской задач теории упругости в цилиндрических координатах.

На основании методов и подходов механики деформируемого твердого тела установлена связь между величиной усилия, затрачиваемого на изгиб шунтирующей части, и геометрическими параметрами заготовок колец при КСС оплавлением. Показано, что для восьми шпангоутов различных геометрических размеров из стали 12Х18Н10Т это усилие составляет до 70 % от усилия осадки.

се КСС пульсирующим оплавлением исследуемых шпангоутов.

Разработан метод определения разрывного усилия, обусловленного накопленными в шунтирующей части шпангоута упругими деформациями в процессе его КСС. Исследован характер распределения остаточных напряжений в шунтирующей части сваренного шпангоута после выполнения КСС оплавлением. Показано, что в некоторых объемах материала большинства исследуемых шпангоутов уровень остаточных напряжений достигает его предела текучести.

Разработан инженерный метод определения изгибного и разрывного усилий при КСС кольцевых изделий с поперечным сечением произвольной геометрической формы и других изделий замкнутой формы отличной от кольца. Применение предложенного метода продемонстрировано на примере расчета силовых параметров процесса КСС поворотного круга из стали 60 с поперечным сечением сложной геометрической формы и концевой звена якорной цепи калибра 22 из стали 20Х.

Исследовано влияние нагрева внешней части свариваемого кольца токами шунтирования на силовые параметры процесса КСС. Предложена

методика описания температурного поля в шунтирующей части кольца при помощи четной части ряда Фурье по окружной координате. Путем решения соответствующей задачи теории термоупругости установлена связь усилия, вызванного нагревом шунтирующей части, с геометрическими характеристиками и физическими свойствами материала свариваемого кольца. Дана количественная оценка величины этого усилия при КСС кольца из стали 20 и его влияния на время, необходимое для выдержки стыка под давлением.

Усовершенствован инженерный метод, основанный на гипотезе ломаных сечений, позволяющий описывать напряженное состояние в зонах концентрации напряжений, обусловленной геометрией сварного соединения, и распространен на стыковые сварные соединения с симметричным усилением. Исследовано напряженное состояние сварного соединения, выполненного КСС, при удалении местного усиления вращающимися ножами и протяжкой стыка между неподвижными ножами, определены соответствующие коэффициенты концентрации напряжений при таких способах удаления местного усиления.

**Международная конференция**  
**«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ»**  
 13–15 июня 2016 г.  
 Киев, ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины

**Тематика конференции:**

- ◆ электронно-лучевая сварка
- ◆ лазерная сварка
- ◆ гибридные процессы сварки
- ◆ сварка трением с перемешиванием
- ◆ контактно-стыковая сварка высокопрочных сталей
- ◆ сварка дугой, вращающейся в магнитном поле
- ◆ 3D аддитивные технологии, базирующиеся на сварочных процессах

**Контрольные даты**

- ◆ Подача заявок для участия и отправка доклада до 15.03.2016
- ◆ Рассылка программы конференции до 15.04.2016
- ◆ Оплата организационного взноса до 14.06.2016

**Организационный комитет:**  
 Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины  
 03680, г. Киев, ул. Боженко 11, тел./факс: +38(044) 200-82-77  
 E-mail: [journal@paton.kiev.ua](mailto:journal@paton.kiev.ua), [patonpublishinghouse@gmail.com](mailto:patonpublishinghouse@gmail.com)  
[www.pwi-scientists.com/rus/modernweld2016](http://www.pwi-scientists.com/rus/modernweld2016)  
[www.patonpublishinghouse.com](http://www.patonpublishinghouse.com)