



## ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» МОН Украины

**М.С. Блощицын (НТУУ «Киевский политехнический институт» МОН Украины)** защитил 24 апреля 2015 г. кандидатскую диссертацию на тему «Интенсификация процесса лазерной газопорошковой наплавки с применением энергии плазменной струи».

В работе решена актуальная научная задача повышения уровня физико-механических характеристик поверхностных слоев тяжело нагруженных элементов изделий, при комбинированной лазерно-плазменной наплавке порошковыми смесями.

Сформулированы технологические рекомендации по применению комбинированного процесса в промышленности. Процесс комбинированной лазерно-плазменной наплавки порошковыми смесями, рекомендуется проводить при нагреве порошка до температур  $(0,8...0,9)T_{пл}$  плазменной струей, что позволяет минимизировать мощность лазерного излучения и снизить себестоимость процесса наплавки.

**В.Н. Пащенко (НТУУ «Киевский политехнический институт» МОН Украины)** защитил 26 июня 2015 г. докторскую диссертацию на тему «Генерирование потоков плазмы сложных газовых систем и управление их энергетически-пространственными параметрами в процессах нанесения покрытий».

Диссертация посвящена решению важной научно-технической проблемы повышения эффективности процессов плазменного нанесения функциональных покрытий за счет рационального использования энергетических и материальных ресурсов в процессе формирования газопорошковых потоков, улучшения физико-механических свойств полученных покрытий и повышения производительности напыления.

Исследованы плазменные генераторы основных конструктивных схем, применяемые в технологиях нанесения покрытий, и использующие в качестве плазмообразующих веществ воздух и смеси воздуха с углеводородными газами. Установлен механизм преобразования входных потоков энергии при комбинированном ее подводе в плазменную струю и влияние углеводородного компонента на процесс генерации плазмы. Показано принципиальное отличие процесса формирования плазменной струи при комбинированном подводе энергии (электрической и энергии горючего газа) от процесса формирования плазменной струи в случае одноканального ввода электрической энергии. Показано, что

большая часть энергии горючего газа выделяется за пределами конструкции генератора плазмы, непосредственно в плазменной струе при подсосывании окружающего воздуха. Темп падения температуры и скорости во всем объеме потока плазмы при этом существенно снижается. Получены критериальные уравнения, связывающие основные энергетические характеристики плазмотронов основных конструктивных схем с режимами и конструктивными параметрами. Исследовано пространственное распределение температурных, скоростных и энтальпийных полей струй плазмы систем N–O и N–O–C–H и зависимость этих распределений от условий генерации плазмы. Результаты обобщены критериальными уравнениями, которые позволяют решать проблему согласования энергетических режимов обработки материалов с характеристиками генератора плазмы. Предложены и исследованы новые способы управления процессом формирования плазменного и газопорошкового потоков путем применения внешних магнитных полей и профилирования дугового канала. Показана возможность управления пространственным положением потока плазмы путем наложения внешних поперечных магнитных полей.

Взаимодействие внешнего поля с дугой приводит к изменению ее положения относительно стенок дугового канала, смещению температурных и скоростных максимумов газового потока относительно оси канала и, как следствие, несимметричному истечению сформированной плазменной струи. Суммарный угол отклонения лежит в диапазоне  $6...12^\circ$ . Применение вращающегося магнитного поля позволяет увеличить мощность плазмотрона за счет повышения напряжения на дуге, выровнять распределение температурных и скоростных полей, увеличив при этом активный объем плазменной струи. Показана принципиальная возможность совмещения каналов массопереноса газовой и твердой фаз двухфазного потока в процессах нанесения покрытий при радиальной подаче напыляемого материала в условиях применения внешнего магнитного поля. Оптимизация условий нагрева порошка повышает коэффициент использования дисперсного материала, улучшает физико-механические характеристики полученных покрытий. Показана принципиальная возможность напыления покрытий в сложных газовых системах с попутным синтезом ультрадисперсных упрочняющих фаз.

На основе проведенной научно-исследовательской работы сформулированы основные требования к генераторам плазмы и характеристикам струй, которые они генерируют, разработаны конструкции плазмотронов и управляемых плазменных систем для процессов нанесения покрытий.



**В.О. Гаевский** (НТУУ «Киевский политехнический институт» МОН Украины) защитил 26 июня 2015 г. кандидатскую диссертацию на тему «Прогнозирование стойкости швов к водородной пористости как фактор уменьшения технологических рисков при сварке под флюсом».

Диссертационное исследование посвящено уменьшению технологических рисков, связанных с пористостью швов, заваренных под флюсами общего назначения, путем прогнозирования вероятности выполнения требований к пористости швов и обоснования минимально необходимого для контроля пористости объема выборки. Исследования проведены с применением разработанной на основе методики экспериментального определения вероятности комплексного выполнения требований к водородной пористости сварных швов, в основу которой положены подходы К.В. Любавского. Эта методика предусматривает использование в качестве поровызывающего материала дистиллированной воды в полиолефиновой трубке, изменение количества воды, вводимой в зону сварки, количеством или диаметром трубок, регистрацию количества и диаметров пор на единичном участке сварного шва, определение по этим данным параметров Пуассоновского распределения количества пор и Вейбулловского распределения диаметра пор, а также расчет вероятности комплексного выполнения требований к пористости сварных швов. Расчет вероятности выполнения по правилу умножения вероятностей исходя из определения возможности одновременного наступления нескольких событий — одновременного выполнения всех требований к пористости сварного шва.

Экспериментально исследовано влияние количества воды, введенной в зону сварки и содержания во флюсе фторида кальция на показатели пористости сварного шва. Исследования выполнялись при сварке под флюсами с разным содержанием фторида кальция — АН-348А, АН-44, ОК Flux 10.71. Установлено, что с увеличением влажности флюса общего назначения существенно увеличивается среднее количество водородных пор и гораздо меньше растет их средний диаметр. Показано, что увеличение содержания фторида кальция в составе флюса общего назначения существенно уменьшает средний диаметр водородных пор и не существенно уменьшает их среднее количество на единичном участке сварного шва. Такие изменения в показателях пористости сварных швов могут быть объяснены влиянием перенасыщения металла сварочной ванны водородом на критический радиус зародыша и скорость роста поры.

По результатам экспериментального исследования стойкости к образованию пор определена возможность прогнозирования вероятности вы-

полнения требований к пористости при изготовлении сварных изделий. При этом установлено, что вероятность превышения максимально допустимого диаметра пор линейно зависит от количества воды, введенной на единичный участок сварного шва. Линейность зависимостей облегчает задачу экстраполяции данных, полученных в лабораторных условиях, на условия реального производства, когда количество воды введенной в зону сварки, в основном, определяется допустимой влажностью флюса.

В основу анализа рисков положена методика возможности и влияния отказов (FMEA). Существующие подходы к оценке ранга влияния отказа адаптированы для последствий, которые могут быть вызваны невыполнением требований к пористости металла сварного шва. С применением методов корреляционного анализа определены математические зависимости ранга возможности отказа от вероятности невыполнения требований к пористости сварного шва и ранга выявления отказа от объема выборочного контроля пористости сварных швов. Разработана методика расчета минимально необходимого для контроля пористости сварных швов объема выборки, которая учитывает потенциальные последствия невыполнения требований к пористости контролируемого сварного шва, вероятность невыполнения требований к пористости в условиях производства и приемлемый уровень технологических рисков водородной пористости.

На основании результатов исследований разработаны рекомендации, по уменьшению технологических рисков невыполнения требований к пористости швов при сварке воздушных резервуаров железнодорожных вагонов в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52400:2005 и ISO 5817:2014. При этом, исходя из условий работы сварных швов воздушного резервуара, определена их оценочная группа по ISO 5817:2014, с учетом возможных последствий невыполнения требований к пористости сварных швов, определен ранг влияния отказа, вероятность невыполнения требований пористости сварных швов спрогнозирована по результатам лабораторных исследований стойкости к образованию пор.

**В.В. Кочубей** (НТУУ «Киевский политехнический институт» МОН Украины) защитил 30 июня 2015 г. кандидатскую диссертацию на тему «Применение внешних электромагнитных воздействий для улучшения показателей качества соединений при точечной контактной сварке».

Диссертационная работа посвящена разработке способа точечной контактной сварки с применением внешних управляющих электромагнитных воздействий.



Установлено, что к наибольшему положительному эффекту приводит генерирование в зоне образования соединения поперечного встречно-симметричного управляющего магнитного поля, которое создается с помощью четырехполюсной электромагнитной системы.

Установлено, что при точечной контактной сварке, с применением указанного поля, конструкционных и нержавеющей сталей диаметр сварных точек увеличивается на 6...30 % при некотором снижении их высоты. Поскольку механические характеристики соединений напрямую зависят от диаметра точки, то можно ожидать их улучшения.

Установлено также, что применение ЭМВ при ТКС позволяет получить одинаковые диаметры точек при уменьшении времени сварки на 0,02...0,06 с по сравнению со штатной технологией. Это свидетельствует о снижении энергозатрат в соединении на 25...50 %.

В результате проведения опытов по влиянию ЭМВ на структуру сварных соединений было установлено, что при ТКС с ЭМВ конструкционных сталей увеличение скорости кристаллизации в результате гидродинамических перемещений расплава во всем объеме ядра приводит к измельчению структуры точки и увеличению микротвер-

дости ее элементов. Наблюдалось также значительное снижение усадочных раковин и рыхлот в центральной части ядра сварных точек образцов из быстрорежущей стали.

Установлено также положительное влияние применения ЭМВ при ТКС на химическую микронеоднородность соединений из материалов с различными теплофизическими характеристиками. При этом в значительной степени уменьшается уровень ликвации легирующих элементов по всему объему литой зоны.

В процессе экспериментов установлено, что применение внешних электромагнитных воздействий при ТКС с оптимальным значением индукции магнитного поля конструкционных и нержавеющей сталей и соединений из разнородных материалов различной толщины позволяет увеличить разрушающее усилие на срез до 6...10 %, а разрушающее усилие на отрыв до 50 %.

На основе проведенных исследований сформулированы основные требования и принципы создания комплекса специализированного оборудования для сварки с электромагнитными воздействиями и разработаны технологические рекомендации относительно их применения при точечной контактной сварке.

## ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОСВАРКИ им. Е.О. ПАТОНА НАН УКРАИНЫ

объявляет ежегодный набор

### ДОКТОРАНТУРА по специальностям:

- сварка и родственные процессы и технологии
- материаловедение
- металлургия черных и цветных металлов и специальных сплавов
- диагностика материалов и конструкций

### АСПИРАНТУРА по специальностям:

- сварка и родственные процессы и технологии
- материаловедение
- металлургия черных и цветных металлов и специальных сплавов
- диагностика материалов и конструкций

Прием проводится в сентябре. Контактный телефон: 200-84-11.

Подробная информация на сайте Института (раздел аспирантура): [www.paton.kiev.ua](http://www.paton.kiev.ua)

Документы направлять по адресу: 03680, Украина, Киев-150, ГСП, ул. Боженко, 11.

Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, ученому секретарю.