



ДИССЕРТАЦИЯ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ



НТУУ «Киевский политехнический институт»

А. И. Бушма (ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины) защитил 12 декабря 2008 г. кандидатскую диссертацию на тему «Моделирование процессов взаимодействия лазерного излучения с дисперсными материалами при лазерном и гибридном лазерно-плазменном нанесении покрытий».

Диссертация посвящена исследованию процессов лазерного и гибридного лазерно-плазменного нанесения покрытий, разработке физико-математических моделей лазерного и комбинированного (лазерно-плазменного) нагрева частиц дисперсных материалов и установлению на этой основе новых способов управления тепловыми характеристиками напыляемых частиц. В ней развита теория взаимодействия лазерного излучения с мелкодисперсными частицами применительно к условиям напыления покрытий с использованием лазеров. На основе решения задачи дифракции электромагнитной волны на неоднородно нагретой сферической частице получены формулы для расчета характеристик поглощения и рассеяния лазерного излучения напыляемыми частицами. Показано, что в случае, когда размер частицы соизмерим с длиной волны, имеет место существенная неоднородность пространственного распределения электромагнитной энергии, поглощаемой частицей. Для металлических частиц эта энергия диссипируется в пределах тонкого скин-слоя (источник тепла поверхностный), тогда как в случае керамических частиц — во всем объеме частицы (распределенный источник тепла).

В работе предложена математическая модель лазерного и лазерно-плазменного нагрева частиц дисперсных материалов и показано, что лазерный нагрев керамических частиц характеризуется существенной неоднородностью температурного поля и соответственно оптических свойств матери-

ала частицы. Это приводит к изменению как интегральных характеристик рассеяния и поглощения излучения в процессе нагрева частицы, так и распределенных характеристик тепловыделения в ее объеме, что может сопровождаться тепловым взрывом частицы. Доказана возможность управления температурным полем напыляемых частиц за счет соответствующей комбинации объемного (лазерного) и поверхностного (плазменного) нагрева, что важно при напылении покрытий из материалов с низкой теплопроводностью.

В диссертации представлена разработанная математическая модель процессов движения и нагрева отдельных частиц в условиях лазерного, плазменного и гибридного напыления керамических покрытий. Расчеты температурных полей частиц SiO_2 , напыляемых с использованием струи аргоновой плазмы, пучка излучения CO_2 -лазера и их комбинации, показали существенную зависимость пространственно-временного распределения температуры в частицах от способа напыления. Предложенная модель обобщена на случай учета рассеяния и поглощения лазерного пучка всей совокупностью напыляемых частиц. Показано существенное влияние расхода порошка на распределенные и интегральные характеристики пучка, а также тепловое состояние частиц SiO_2 при напылении с использованием CO_2 -лазера.

Диссертантом предложена конструкция и создан опытный образец интегрированного лазерно-дугового плазмотрона косвенного действия, предназначенного для нанесения покрытий. В основе работы лежит комбинированный лазерно-дуговой разряд, возникающий при соосном объединении сфокусированного пучка излучения CO_2 -лазера и сжатой (плазменной) дуги. Испытания плазмотрона показали высокую стабильность его работы в диапазоне токов дуги 20...200 А и мощности пучка до 4 кВт. Исследования технологических возможностей разработанного плазмотрона свидетельствуют о перспективности его использования для напыления различных порошковых материалов и нанесения алмазных и алмазоподобных покрытий.

УДК 621.791(088.8)

ПАТЕНТЫ В ОБЛАСТИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА*

Способ лазерно-световой сварки стали, при котором на локальную зону обработки материала осуществляют одновременное воздействие импульсным когерентным и полихроматическим излучением. В процессе лазерно-световой сварки стали во время пауз между сварочными импульсами производят дополнительный подогрев зоны стыка сварного соединения до температуры 115...300 °С за счет сканирования лазерным лучом вдоль направления его движения. Лучи полихроматического излучателя пропускают через выходное окно из сапфира. В результате достигается повышение качества сварного соединения и снижение энергозатрат при сварке. Патент РФ 2341361. Г. М. Алексеев, В. К. Сысоев, Ю. Н. Булкин, А. И. Мисюров.

Способ сварки плазменной дугой, согласно которому в зону плазменной дуги непрерывно подают поток плазмообразующей газовой среды, отличающийся тем, что в зону

сварки дополнительно непрерывно подают поток газовой среды для защиты зоны сварки от воздействия внешней среды, причем подачу плазмообразующей и/или защитной газовой среды осуществляют с периодическим изменением расхода плазмообразующей и/или защитной газовой среды, которое осуществляют по закону волны с прямоугольной формой ее периода, при этом при изменении расхода плазмообразующей и/или защитной среды изменяют ее состав. Заявка РФ 2007121870. С. Л. Бычковский, О. М. Новиков, Э. П. Радько, Г. С. Киселев, В. И. Астахин (ФГУП «НПО «Техномаш»).

Способ многодуговой сварки или навлажки в защитных газах, отличающийся тем, что вначале ведут подбор источника для неплавящегося электрода, имеющего внешнюю крутопадающую характеристику с большим напряжением холостого хода, затем для плавящегося электрода, имеющего пологопадающую (жесткую) характеристику с низким напряжением холостого хода, электрически их соединяют так, что фаза напряжения на плавящемся электроде отстает от

* Приведены сведения о заявках и патентах РФ, представленных на сайте <http://www.fips.ru/russite/default.htm>.



фазы напряжения на неплавящемся электроде, подают напряжение на электроды для возбуждения дуг, при взаимодействии которых в общем плавильном пространстве на плавящемся электроде формируются импульсы тока обратной полярности с частотой, равной половине частоты питающей сети, которые и осуществляют расплавление электродного металла и формирование сварного шва. Заявка РФ 2007121992. А. В. Масалков, Ю. А. Степанов, З. М. Морозова, В. В. Григурко, Е. Я. Гутерман, А. С. Тыкало (ПО «Уралвагонзавод» им. Ф. Э. Дзержинского).

Способ получения неразъемного соединения деталей. Изобретение может быть использовано при производстве деталей и конструкций, работающих в циклическом режиме нагружения, в частности тонкостенных сосудов давления. Между параллельно расположенными кромками соединяемых деталей размещают вставку из материала с эффектом памяти формы. Расплавляют вставку и кромки соединяемых деталей и охлаждают сварное соединение. Плавление осуществляют лазерной или электродуговой сваркой неплавящимся электродом в среде защитных газов. Используют вставку в виде проволоки, полосы или пластины. В процессе циклической работы соединения материал вставки восстанавливает деформацию в момент разгрузки, тем самым предотвращая появление пластических деформаций и, как следствие, возникновение и рост микротрещин. Патент РФ 2342232. Ж. М. Бледнова, И. С. Мышевский (ГОУВПО «КубГУ»).

Способ защиты от коррозии зоны сварного соединения металлических труб с внутренним противокоррозионным покрытием. Изобретение относится к трубопроводному транспорту и используется при строительстве и ремонте трубопроводов с внутренним противокоррозионным покрытием. Внутри конца трубы на глубину, превышающую зону термического влияния сварки, устанавливают втулку в виде двух телескопически соединенных между собой патрубков, внутренний из которых выполнен из коррозионностойкого металла и снабжен кольцевым выступом на внутреннем конце. Между кольцевым выступом и внутренним торцом внешнего патрубка предварительно размещают герметизирующее кольцо, внешний патрубок вводят в трубу на глубину, равную или превышающую длину зоны термического влияния сварки, и прикрепляют к трубе. Сжимают герметизирующее кольцо между кольцевым выступом и торцом внешнего патрубка путем силового перемещения внутреннего патрубка в осевом направлении и прикрепляют внутренний патрубок к внешнему патрубку. Упрощает ремонт действующих трубопроводов. Патент РФ 2342588. Н. Г. Ибрагимов, Ф. И. Даутов, В. Г. Фадеев, Р. М. Гареев, С. Ю. Князев (ОАО «Газнефть»).

Способ контактной точечной сварки заклепки с пластиной из титановых сплавов, который может быть использован в авиационной, ракетостроительной, судостроительной и других отраслях машиностроения для получения соединений игольчатого крепежа, предназначенного для крепления деталей из композиционных материалов. В пластине выполняют отверстие диаметром $D_0 = (1,05 \dots 1,2)d$, где d — диаметр стержня заклепки. В верхнем электроде размещают изоляционную втулку с внешним диаметром $D_1 = (1,7 \dots 2,5)d$, в которой располагают по свободной посадке стержень заклепки. Со стороны головки заклепки устанавливают электрод с плоской рабочей поверхностью. Значение тока импульса задают равным значению импульса при сварке пакета из двух листов с толщиной каждого, равной толщине пластины, при длитель-

ности импульса $0,18 \dots 0,25$ от длительности импульса при сварке пакета из листов. В результате получают качественное соединение с высокими прочностными свойствами. Патент РФ 2333085. В. В. Овчинников, А. И. Лопаткин, В. В. Алексеев, В. Б. Верденский, С. В. Смирнов (ФГУП «Российская самолетостроительная корпорация «МиГ»).

Способ сварки в защитном газе, при котором в зону сварки подают защитный газ, а на электрод — импульс тока. Одновременно в локальную зону контакта электрода с поверхностью детали направляют поток вспомогательного газа, который подают через наконечник горелки под давлением 5 МПа в виде ударных струй. Снижается трудоемкость процесса сварки за счет удаления с поверхности детали диэлектрического слоя загрязнений непосредственно в процессе сварки. Патент РФ 2332285. В. С. Панус, Д. В. Брусанин, В. И. Фролов (ВАТТ им. генерала армии А. В. Хрулева).

Способ изготовления плоских биметаллических листов путем сварки взрывом плакируемого листа с расположенным над ним плакирующим листом, при котором на плакирующем листе располагают заряд взрывчатого вещества с разной толщиной и инициируют указанный заряд, отличающийся тем, что на плакирующем листе располагают заряд взрывчатого вещества с разной толщиной, соответствующей постоянству деформирующего импульса I_d в зоне соударения по всей поверхности плакируемого листа в процессе сварки взрывом, при этом отношение деформирующих импульсов $I_d/I_{d,кр}$ должно находиться в пределах от 1,0 до 1,76, где $I_{d,кр}$ — критическая величина деформирующего импульса, при которой затрачиваемая на деформацию приконтактных объемов металла энергия обеспечивает необходимую степень активации контактных поверхностей для формирования надежного соединения. Заявка РФ 2007105461. В. И. Лысак, А. Г. Кобелев, С. В. Кузьмин, Ю. Г. Долгий, П. А. Байдуганов, А. М. Байдуганов.

Способ контактно-точечной сварки дистанцирующей решетки тепловыделяющей сборки ядерного реактора. Собирают поле решетки и обжимают его в течение всего времени сварки. Перемещают электроды на рабочую позицию приводом робота с корректировкой их расположения в процессе перемещения. Вычисляют расстояния между крайними ячейками свариваемой решетки в каждом направлении и определяют среднее расстояние между ячейками в каждом направлении решетки по формуле $S_{напр} = (S_{прогр} L_{напр}) / L_{прогр}$, где $S_{напр}$ — среднее расстояние между ячейками в конкретной свариваемой решетке, мм; $S_{прогр}$ — расстояние между ячейками решетки, заданное программой робота, мм; $L_{напр}$ — расстояние между крайними ячейками в конкретной свариваемой решетке, мм; $L_{прогр}$ — расстояние между крайними ячейками решетки, заданное программой робота, мм. Корректируют в программе робота координаты расположения ячеек решетки. Перемещают электроды на рабочую позицию и отключают привод робота. Выполняют сварку за счет сжатия электродов и подачи сварочного импульса порядно в каждом направлении решетки по заданной в работе программе с пропуском ячеек решетки, расположенных в местах прохода направляющих каналов. Уменьшается вероятность возникновения технологических деформаций, повышается производительность и увеличивается срок службы робота. Патент РФ 2331500. А. В. Чиннов, Н. А. Липухин (ОАО «Новосибирский завод химконцентратов»).