



А. Е. Коротынским (ИЭС) защищена 30 мая 2007 г. докторская диссертация на тему «Высокоэффективные источники для дуговой сварки на основе индуктивно-емкостных преобразователей».

Диссертация посвящена исследованию, разработке и внедрению в промышленное производство новых энергоэффективных сварочных источников, а также мобильных сварочно-технологических комплексов с улучшенными характеристиками по энергоэффективности, электромагнитной совместимости и массогабаритным параметрам. Показано, что использование индуктивно-емкостных преобразователей обеспечивает высокую энергоэффективность за счет повышенных КПД и коэффициента мощности, улучшает показатели ресурсосбережения (расход меди сокращается в 1,5...1,8 раза, а трансформаторной стали в 1,8...2,2 раза), дает самые высокие показатели электромагнитной совместимости, что обусловлено избирательными свойствами сварочного контура.

Проведены детальные теоретические и экспериментальные исследования резонансных процессов в сварочных индуктивно-емкостных преобразователях (СИЕГТ) при различных степенях расстройки контуров. Установлено, что в зависимости от способа сварки (ММА, ТИГ, МИГ/МАГ) выбирается необходимая степень расстройки, ко-

торая наилучшим образом обеспечивает стабильность горения дуги, а также другие сварочно-технологические свойства (формирование, разбрызгивание, дефектообразование и др.). Показано, что наиболее приемлемым методом повышения мощности СИЕП является переход к модульному принципу их построения. В этой связи разработаны методы когерентного анализа взаимодействия сварочных токов включенных модулей, а также предложены новые способы регулирования мощности при дуговой сварке.

Предложены и исследованы новые двухконтурные схемы резонансных источников, отличающиеся повышенной стабильностью горения сварочной дуги, позволяющие успешно осуществлять процесс сварки на переменном токе при использовании электродов с основным покрытием. Показано, что в СИЕП наиболее перспективным методом регулирования сварочного тока является дискретно-временной, при котором не нарушается заданная настройка резонансного контура. Для создания высокочастотных СИЕП в работе предложено использовать устройства с распределенными параметрами, в качестве которых выбраны искусственная длинная линия, замкнутая на конце, и квазииндукон.

По результатам этой работы в промышленное производство внедрено 15 типов новых источников, а также пять сварочно-технологических комплексов, выполненных на основе индуктивно-емкостных преобразователей.

УДК 621.791(088.8)

ПАТЕНТЫ В ОБЛАСТИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА*

Способ индукционной пайки, включающий нагрев соединяемых припоем деталей с помощью индуктора до расплавления припоя, отличающийся тем, что соединяемые детали размещают на электропроводной подложке, которую одновременно с соединяемыми деталями нагревают с помощью индуктора, при этом обеспечивают преимущественный нагрев индукторов подложки. Патент РФ 2296037. Ю. М. Тихомиров, А. С. Дегтярев (ФГУП ЦКБ «Геофизика») [9].

Электронно-лучевая установка, отличающаяся тем, что в установку встроена пара Г-образных откатных патрубков с автономными откатными устройствами, анодный фланец пушки выполнен в виде цилиндрического стакана, установленного аксиально-асимметрично в корпусе лучевода, при этом стакан герметично соединен с цилиндрической стенкой, а на боковой поверхности стакана имеется отверстие, ортогонально сопряженное с первым Г-образным патрубком, а второй патрубок с откатным устройством ортогонально смонтирован в цилиндрическую стенку анодного фланца

пушки. Приведены и другие отличительные признаки. Патент РФ 2296038. М. А. Завьялов, В. Ф. Мартынов, Н. С. Гусев и др. (ЗАО «НПЦ «ЭТ») [9].

Механизм импульсной подачи сварочной проволоки, содержащий два зажима для проволоки, шток, ось которого расположена перпендикулярно оси прохождения проволоки, пропущенной через отверстие, выполненное в средней части штока, и устройство возвратно-поступательного перемещения штока в осевом направлении, выполненное в виде пружины сжатия, установленной на одном конце штока, а на другом расположен ролик, взаимодействующий с кулачком, имеющим привод вращения, отличающийся тем, что кулачок выполнен в виде диска и установлен под углом на валу привода, а привод смещен в горизонтальной плоскости относительно штока. Патент РФ 2296654. В. В. Седнев, О. Г. Брунов, А. В. Крюков, С. А. Солодский (Томский политехнический университет) [10].

Способ контактной стыковой сварки оплавлением стальных рельсов, включающий оплавление рельсов и осадку на заданный припуск, в процессе которой определяют усилие сдавливания, отличающийся тем, что в процессе осадки оп-

* Приведены сведения о патентах, опубликованных в бюллетене РФ «Изобретения. Полезные модели» за 2007 г. (в квадратных скобках указан номер бюллетеня).



ределяют удельное усилие сдавливания как частное от деления усилия сдавливания на площадь поперечного сечения рельса, по которому судят о тепловложении в свариваемые рельсы при оплавлении, сравнивают вычисленное значение удельного усилия сдавливания с пороговым значением удельного усилия сдавливания, при равенстве вычисленного и порогового значений удельного усилия сдавливания цикл сварки завершают, а при превышении вычисленным значением удельного усилия сдавливания порогового значения определяют разность между вычисленным и пороговым значениями, которую используют в качестве количественного показателя электрической энергии, требуемой для дополнительного ввода в сварное соединение. Приведены и другие отличительные признаки. Патент РФ 2296655. Д. И. Беляев, А. В. Бондарук, А. В. Гудков и др. [10].

Способ диффузионной сварки слоистых титановых тонкостенных конструкций криволинейного профиля, отличающийся тем, что внутреннюю обшивку слоистой конструкции размещают на оправке с азотированной опорной поверхностью и упрочняют наружную поверхность внутренней обшивки путем термодинамического контакта, при этом нагрев осуществляют со скоростью $0,25\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$, а при достижении $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ сварочное давление изменяют по зависимости $P = K_1 + K_2 \ln(T)$, где K_1, K_2 — эмпирические коэффициенты; $K_1 = -1,12 \dots -1,1$ МПа; $K_2 = 0,184$ МПа; T — температура нагрева, $^{\circ}\text{C}$. Патент РФ 2296656. А. В. Пешков, В. Р. Петренко, В. В. Пешков, В. Ф. Селиванов (Воронежский ГТУ) [10].

Способ образования стыковых сварных швов на трубах при производстве трубных шпилек, отличающийся тем, что формируют два стыковых шва с последующей их горячей деформацией, для чего предварительно сопрягаемые концы труб раздают из цилиндра в цилиндр, при сборке посредством оправки между их торцами устанавливают промежуточный элемент из присадочного материала в виде втулки с кольцевой канавкой на внутренней поверхности с достижением контакта между сопрягаемыми торцовыми поверхностями концов калиброванных раздачей труб с торцовыми поверхностями втулки, сварные швы формируют путем сплавления материала труб с материалом промежуточного элемента, производят подогрев промежуточного элемента, затем осуществляют горячий радиальный обжим промежуточного элемента, концентрируют первоначально его деформацию во внутренних слоях по местоположению кольцевой канавки, сварных швов и околошовных зон на оправке, придают их внешнему диаметру размер, равный исходному внешнему диаметру труб. Патент РФ 2296657. С. И. Козий, Г. А. Батраев, С. С. Козий (ООО «Ремонтно-механический завод») [10].

Способ образования стыковых сварных швов на трубах при производстве трубных шпилек, отличающийся тем, что предварительно сопрягаемые концы труб калибруют раздачей в цилиндр, сборку труб осуществляют на оправке с использованием промежуточного элемента в виде кольца из плакирующего материала, которое располагают между торцами труб с обеспечением их контакта, последовательно формируют сварные швы сплавлением материала труб с плакирующим материалом кольца по его обеим сторонам, после чего стык труб подогревают и производят горячий обжим на оправке с плакированием поверхностей стыка труб пластическим течением плакирующего материала кольца относительно сварного шва и околошовных зон по схеме трехосного неравномерного сжатия приданием внешнему диаметру стыка труб их исходного внешнего диаметра. Патент РФ 2296658. С. И. Козий, Г. А. Батраев, С. С. Козий (То же) [10].

Способ пайки литого износостойкого инструментального сплава с конструкционной сталью, отличающийся тем, что

при сборке литой износостойкий инструментальный сплав располагают над конструкционной сталью и проводят нагрев в вакууме при остаточном давлении не ниже 10^{-5} мм рт.ст., при этом повышают температуру до температуры плавления меди, делают выдержку для равномерного прогрева собранной конструкции, в качестве припоя применяют медную фольгу толщиной $100 \dots 150$ мкм, а пайку осуществляют непосредственно в температурном интервале образования легкоплавкой эвтектики между припоем и литым износостойким инструментальным сплавом при температуре $1130 \dots 1170\text{ }^{\circ}\text{C}$ с изотермической выдержкой при температуре пайки в течение $5 \dots 10$ мин. Патент РФ 2297307. А. Г. Багинский, Ю. П. Егоров, А. Г. Мельников, О. М. Утьев (Томский политехнический университет) [11].

Устройство для индукционной пайки соединительной муфты и трубы волновода, содержащее охватывающий трубу волновода индуктор, выполненный в виде охлаждаемого токопровода, изогнутого по контуру сечения трубы волновода и помещенного в паз соосного магнитопровода, и подложку из черного металла с проходным окном для трубы волновода и соединительной муфты, при этом магнитопровод установлен таким образом, что его рабочая поверхность одновременно обращена к поверхностям соединительной муфты, трубы волновода и подложки из черного металла с обеспечением преимущественного нагрева индуктором подложки. Патент РФ 2297308. Ю. М. Тихомиров, А. С. Дегтерев (ФГУП ЦКБ «Геофизика») [11].

Способ сварки, включающий импульсную подачу сварочной проволоки и формирование сварочной ванны, отличающийся тем, что сварочную ванну формируют на жесткой вольтамперной характеристике (ВАХ), источника питания и возрастающей ВАХ дуги, а кристаллизацию металла ванны осуществляют на падающей ВАХ источника питания и жесткой ВАХ дуги. Патент РФ 2297309. Г. Г. Брунов [11].

Способ нанесения наплавки лучом лазера на детали из чугуна или стали, включающий предварительный нагрев детали до температуры $300 \dots 400\text{ }^{\circ}\text{C}$, получение слоя наплавки путем подачи порошка на обрабатываемую поверхность и облучения ее лучом лазера в течение $0,005 \dots 2,0$ с, отличающийся тем, что перед нанесением слоя наплавки на поверхности детали формируют подслоя путем подачи на обрабатываемую поверхность металлического порошка из материала с твердостью менее $HRC\ 30$ и облучения ее лучом лазера, при получении слоя наплавки в качестве порошка используют смесь порошков материала с твердостью более $HRC\ 60$ и металлического материала с твердостью менее $HRC\ 30$ в соотношении (3-4):1 соответственно, облучение проводят лучом лазера с плотностью мощности излучения $10^4 \dots 10^6$ Вт/см таким образом, чтобы глубина проплавления подслоя составляла $0,3 \dots 0,7$ его толщины, при этом отношение толщины слоя наплавки к толщине подслоя выдерживают в пределах (1-3):1, затем осуществляют отпуск при температуре $300 \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ с выдержкой в течение $1 \pm 0,2$ ч с последующим охлаждением на воздухе. Патент РФ 2297310. А. В. Баранов, В. О. Попов, Л. П. Розовская, И. П. Попова (ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей») [11].

Состав покрытия для защиты поверхности свариваемого изделия от налипания брызг расплавленного металла при дуговой сварке плавлением, содержащий лигносульфонат технический порошкообразный и фурацилин, отличающийся тем, что он дополнительно содержит глицерин при следующем содержании компонентов, г на 1 л воды: $80 \dots 100$ лигносульфоната технического порошкообразного; $1 \dots 3$ фурацилина; $90 \dots 110$ глицерина. Патент РФ 2297311. Д. П. Ильясенко, С. Б. Сапожков, Е. А. Зернин (Томский



политехнический университет) [11].

Способ пайки, отличающийся тем, что перед сборкой паяемую поверхность детали из стали полируют, а паяемую поверхность детали из медного сплава подвергают термовакуумному напылению марганцем, собирают детали с гарантированным зазором между паяемыми поверхностями, при этом в одну из соединенных между собой полостей помещают симметрично штуцеру технологические вкладыши, количество и размер которых выбирают в зависимости от зазора между паяемыми поверхностями при сборке. Патент РФ 2297905. В. И. Биркин, О. Г. Кудашов, И. А. Фролов (ФГУП «Воронежский механический завод») [12].

Способ соединения трубчатых деталей кузнечной сваркой, при котором размещают концы соединяемых трубчатых деталей на выбранном расстоянии друг от друга в пространстве, заполненном продувочной смесью текучих сред; нагревают конец каждой трубчатой детали посредством высокочастотного электрического нагрева, причем используют по меньшей мере три электрода, прижатых с разнесенными по окружности интервалами к стенке каждой трубчатой детали рядом с ее концом так, что электроды передают электрический ток высокой частоты, по существу, в окружном направлении через сегмент трубчатой детали между электрическими контактами; и перемещают концы трубчатых деталей по направлению друг к другу до формирования кузнечного сварного шва между нагретыми концами трубчатых деталей. Патент РФ 2297906. Р. Э. Олфорд, Э. Т. Коул, К. Димитриадис (Шелл Интернэшнл Рисерч Маапсхаппи Б. В., Нидерланды) [12].

Припой для пайки алюминиевых сплавов, отличающийся тем, что он дополнительно содержит церий при следующем содержании компонентов, мас. %: 4...12 кремния; 4,6...25 германия; 0,003...0,01 стронция; 0,05...0,15 церия; остальное алюминий. Патент РФ 2297907. В. Ю. Конкевич, В. В. Степанов, А. А. Сулов и др. (ОАО «Всероссийский институт легких сплавов») [12].

Способ сварки, отличающийся тем, что электронный луч направляют к лицевой плоскости свариваемых деталей под углом входа α , величину которого выбирают равной $0^\circ < \alpha < 90^\circ$, пропускают ток вдоль стыка и дополнительно отклоняют луч снизу вверх так, что угол выхода электронного луча β относительно задней плоскости свариваемых деталей равен углу входа электронного луча α , причем точки входа и выхода электронного луча из свариваемых деталей располагают в одной горизонтальной плоскости. Патент РФ 2298465. В. К. Драгунов, Р. М. Голубчик, А. И. Самолетов, А. П. Слива (ГОУВПО «МЭИ» (ТУ)) [12].

Способ восстановления изношенных поверхностей стальных деталей, отличающийся тем, что предварительно осуществляют электродуговую наплавку изношенной поверхности с учетом припуска на последующую механическую обработку, которую проводят с занижением номинального

размера детали, затем осуществляют дробеструйную активацию обработанной поверхности, а газопламенное напыление осуществляют самофлюсующимся порошковым сплавом с последующим оплавлением нанесенного покрытия путем нагрева детали до температуры 950...1050 °С, причем покрытие наносят с превышением номинального размера детали на величину усадки покрытия после полного охлаждения детали. Патент РФ 2299115. М. М. Берзин, А. Н. Пурехов, С. А. Бульканов и др. [14].

Устройство ультразвукового лужения изделий, отличающееся тем, что открытый корпус помещен во внешний корпус с образованием воздушного зазора между их стенками, опора выполнена в виде расположенных друг за другом на разных расстояниях от ванны двух параллельных пластин, выполненных с возможностью расположения на их торцах ультразвукового преобразователя и введения наклонно его инструмента в припой, причем пластины закреплены в зазоре между корпусами на параллельных стенках внешнего корпуса наклонно по отношению ко дну ванны. Патент РФ 2299792. А. А. Новик (ООО «Ультразвуковая техника-инлаб») [15].

Газосварочная горелка, отличающаяся тем, что смеситель размещен в головке и сопряжен с мундштуком, входное отверстие кислорода смесителя сообщено с его камерой смешения через калиброванное отверстие, отношение диаметра которого к диаметру входного отверстия камеры смешения и к диаметру отверстия выходного участка ступенчатого отверстия мундштука составляет 1:1,6...3:1,63...2,8, причем длина входного отверстия камеры смешения смесителя составляет 0,3...0,6 от полной длины камеры смешения, а выходное отверстие камеры смешения смесителя и участок ступенчатого отверстия мундштука, расположенный перед выходным участком, имеют форму конусов, обращенных друг к другу основаниями с углами при вершине соответственно равными 12 и 8...18°. Патент РФ 2299793. Г. Л. Хачатрян, Ю. Н. Родин, С. В. Соколов [15].

Устройство для электроконтактной приварки ферромагнитных порошков, отличающееся тем, что дозирующий бункер снабжен электромагнитным клапаном, обмотка которого параллельно подсоединена к вторичной обмотке сварочного трансформатора. Патент РФ 2299795. Р. Н. Сайфуллин, М. Н. Фарасхатов (Башкирский ГТУ) [15].

Состав сварочной проволоки для сварки и наплавки изделий из низколегированных конструкционных сталей, отличающийся тем, что он дополнительно содержит никель, титан и азот при следующем соотношении компонентов, мас. %: 0,06...0,12 углерода; 0,2...0,8 кремния; 0,9...1,6 марганца; 0,05...0,3 ванадия; 0,005...0,009 кальция; не более 0,025 серы; не более 0,030 фосфора; не более 0,25 никеля; не более 0,05 титана; не более 0,012 азота; остальное железо. Патент РФ 2299796. А. В. Сурков, В. А. Стародубцев, В. В. Яковлев и др. (ОАО «Уралмашзавод») [15].