



Работа посвящена разработке научных и технологических основ технологии магнитоуправляемой электрошлаковой плавки (МЭП) титановых сплавов.

Методом физического моделирования исследованы течения металлургического расплава при электрошлаковой плавке под воздействием внешних магнитных полей разной пространственной ориентации. Показано, что гидродинамику металлургического расплава определяют объемные электромагнитные силы, возникающие при взаимодействии тока плавки с собственными или внешними магнитными полями. В зависимости от характеристик внешнего магнитного поля в металлургической ванне создаются электровихревые течения или возвратно-поступательные колебания (вибрация) расплава.

Путем математического моделирования показано, что под действием внешнего, продольно-радиального магнитного поля траектории движения твердых частиц и электродных капель в потоках жидкого шлака видоизменяются, что позволяет увеличить время их нахождения в шлаковой ванне на 40...50%. Показана возможность удаления твердых частиц на периферию шлаковой ванны, к стенке кристаллизатора.

На основе проведенных исследований разработаны технологические схемы управления гидродинамикой металлургического расплава с использованием продольного, продольно-радиального и поперечного магнитных полей.

Экспериментальным путем исследованы металлургические и технологические особенности процесса МЭП титановых сплавов в поперечном

магнитном поле. Установлено, что вибрация расплава, вызванная введением в зону плавки поперечного поля, приводит к снижению силы тока плавки, увеличению частоты отрыва электродных капель (и соответственного снижения их средней массы), уменьшению глубины металлической ванны и выравниванию фронта кристаллизации. Показана возможность управления структурой титановых сплавов с помощью вибрации, созданной поперечным магнитным полем. Установлены характеристики магнитного поля, которые обеспечивают выплавку слитков без кристаллизационных дефектов с однородной мелкозернистой структурой.

Разработан процесс прессования расходуемых электродов и металлургический флюс для МЭП титановых сплавов.

Исследованы свойства титановых сплавов, полученных методом МЭП. Установлено, что новый технологический процесс обеспечивает получение слитков титановых сплавов с высокой химической и физической однородностью, мелкозернистой структурой и отсутствием дефектов типа шлаковых включений, микропор, трещин. Химический состав металла удовлетворяет требованиям соответствующих стандартов. Показано, что при одинаковом уровне прочности характеристики пластичности и ударной вязкости металла МЭП выше, чем у аналогичных образцов ВДП. Установлена возможность получения методом МЭП слитков титановых сплавов с интерметаллидным упрочнением. Получены слитки жаропрочных титановых сплавов, металл которых имеет длительную прочность 320 МПа при температуре 750 °С.

УДК 621.791(088.8)

## ПАТЕНТЫ В ОБЛАСТИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА\*

**Способ дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитных газов**, отличающийся тем, что устанавливают базовое напряжение на дуге, равное оптимальному напряжению в среде газа или смеси с минимальным потенциалом ионизации, а разницу между максимальным и минимальным значением напряжения на дуге в периоды предыдущего и последующего импульсов подачи газов или смесей устанавливают в пределах 1...7 В. Патент РФ 2271266. Э. П. Радько, О. М. Новиков, А. С. Носков и др. (ОАО «ДУКС») [7].

**Способ электрошлаковой наплавки крупногабаритных торцов**, отличающийся тем, что в процессе электрошлаковой наплавки используют систему неплавящихся электродов, подключенных к независимому источнику питания, состоящую, по меньшей мере, из двух полых электродов, каждый

из которых выполнен со сферической полостью на рабочей части, при этом их количество определяют из соотношения  $n = \pi D_n/k$ , где  $n$  — количество неплавящихся полых электродов;  $D_n$  — диаметр изделия, мм;  $k$  — коэффициент, определяющий целое число полых электродов, располагают электроды по окружности, диаметр которой составляет половину диаметра изделия, на расстоянии  $l$  между их центрами, равном  $\pi D/n$ , где  $D$  — диаметр окружности, образованной центрами полых электродов, мм. Приведены и другие отличительные признаки. Патент РФ 2271267. И. В. Зорин, Г. Н. Соколов, В. И. Лысак, С. Н. Цурихин (Волгоградский ГТУ) [7].

**Устройство для сварки секционных отводов трубопроводов**, отличающееся тем, что оно снабжено трубчатой балкой, жестко связанной одним концом с поворотным шпинделем, а другим — с корпусом узла для закрепления отвода, а подвижный по высоте верхний корпус опорного узла с закреп-

\* Приведены сведения о патентах, опубликованных в бюллетене РФ «Изобретения. Полезные модели» за 2006 г. (в квадратных скобках указан номер бюллетеня).



ленной на нем площадкой смонтирован в опорах нижнего корпуса с возможностью взаимодействия с закрепленной на трубчатой балке опорной площадкой при остановке вращения шпинделя. Патент РФ 2271268. Н. Д. Засульский [7].

**Установка для электронно-лучевой сварки**, отличающаяся тем, что снабжена транспортером, устройством установки и снятия технологических заглушек в открытый конец изделия и системой управления, при этом транспортер установлен на общем с рабочей камерой основании под загрузочным барабаном вдоль него и снабжен механизмом загрузки изделий в установку и выгрузки из нее, а устройство установки и снятия технологических заглушек в открытый конец изделия, состоящее из комплекта технологических заглушек в количестве не меньше количества вакуумных вводов поворотного загрузочного барабана и механизма автоматической установки и снятия технологических заглушек, расположено с торца транспортера и функционально связано с установкой через систему управления. Приведены и другие отличительные признаки. Патент РФ 2271906. В. И. Васильков, Н. В. Онучин, А. А. Кислицкий и др. (ОАО «Новосибирский завод химконцентратов») [8].

**Способ крепления кремниевой пластины к стеклянной подложке**, отличающийся тем, что проводят механическую обработку и химическую очистку поверхностей кремниевой пластины и стеклянной подложки, покрывают поверхности кремниевой пластины и стеклянной подложки слоем алюминия, затем предварительно подвергнутую химической очистке алюминиевую фольгу накладывают на слой алюминия кремниевой пластины и приваривают ультразвуковой сваркой, устанавливают кремниевую пластину с наваренной алюминиевой фольгой на стеклянную подложку с предварительно нанесенным на нее слоем алюминия, после чего выступающие края алюминиевой фольги наваривают на алюминиевый слой стеклянной подложки ультразвуковой сваркой. Патент РФ 2271907. А. В. Неудахин, Н. А. Зотов, В. Л. Фролов (ФГУП НИИ «ВОЛГА») [8].

**Способ лазерной сварки трением с перемешиванием для соединения деталей**, отличающийся тем, что боковые поверхности выполняют таким образом, что в прижатом состоянии они соприкасаются в зоне корня стыковочного профиля, а в средней зоне между боковыми поверхностями имеется зазор, расположенный со стороны зонда и лазерного излучения. Патент РФ 2271908. Ф. Пальм (Эаде Дойчланд ГмбХ, Германия) [8].

**Способ сварки давлением**, при котором к деталям прикладывают начальное давление, нагревают их V-образным электродом, а затем прикладывают добавочное давление, отличающийся тем, что в процессе начального давления на V-образный электрод дополнительно подают ультразвуковые колебания, а при добавочном давлении амплитуду колебаний уменьшают до нуля. Патент РФ 2271909. В. В. Зенин, Ю. Е. Сегал, Ю. Л. Фоменко и др. (Воронежский ГТУ) [8].

**Устройство для дуговой многоэлектродной сварки**, отличающееся тем, что между электродами установлены экраны, выполненные из теплоустойчивого неэлектропроводного магнетомягкого ферромагнетика или из металла, на поверхность которого с обеих сторон нанесен слой теплоустойчивого неэлектропроводного магнетомягкого ферромагнетика. Патент РФ 2272699. Ю. В. Казаков, А. А. Акимов (ФГУП «НКТБ «Парсек»») [9].

**Состав порошковой проволоки**, отличающийся тем, что он дополнительно содержит ферросиликоцирконий и ферротитан, а в качестве фторсодержащего компонента — криолит при следующем соотношении компонентов, мас. %: 5..8 ру-

тилового концентрата; 6..14 марганца; 6..9 никеля; 11,5..18 хрома; 1..2 мрамора; 1..6 ферросиликоциркония; 1..2 ферротитана; 0,5..0,8 криолита; остальное стальная проволока. Патент РФ 2272700. А. Н. Балин, А. В. Березовский (ЗАО «Завод сварочных материалов») [9].

**Порошковая проволока для наплавки открытой дугой деталей железнодорожного транспорта**, отличающаяся тем, что в состав шихты дополнительно введены мрамор, плавиковый шпат, алюминиевый порошок, ферросилиций и кремнефтористый натрий при следующем соотношении компонентов в ней, мас. %: 1..3 мрамора; 3..5 рутилового концентрата; 3..5 плавикового шпата; 0,3..1,0 ферромарганца; 3..5 ферротитана; 0,1..1,0 ферросилиция; 0,1..0,8 алюминиевого порошка; 0,3..1,0 кремнефтористого натрия; остальное стальная оболочка. Патент РФ 2272701. С. А. Шамин (ОАО «Череповецкий сталепрокатный завод») [9].

**Устройство для контактной сварки панелей**, содержащее станину, закрепленные на ней подвижный верхний, неподвижный нижний электроды и механизм поджатия пакета свариваемых деталей, отличающееся тем, что указанный механизм выполнен из двух разъемных частей с пазами в них, образующими полость с разрезанной в ней эластичной оболочкой, соединенной с источником давления. Патент РФ 2273554. В. А. Тарасов, В. И. Максименков (ФГУП НИИ автоматизированных средств производства и контроля) [10].

**Устройство для контактной сварки панелей**, содержащее станину, закрепленные на ней подвижный верхний, неподвижный нижний электроды и механизм поджатия пакета свариваемых деталей, отличающееся тем, что указанный механизм выполнен из двух разъемных частей, поверхности соприкосновения которых выполнены под углом, меньшим угла трения материала частей, при этом одна из частей связана жесткой тягой с приводом ее перемещения. Патент РФ 2273555. В. А. Тарасов, В. И. Максименков (То же) [10].

**Припой на основе меди**, отличающийся тем, что он дополнительно содержит кремний, железо, фосфор и титан при следующем соотношении компонентов, мас. %: 28,0..30,0 никеля; 27,0..30,0 марганца; 4,0..6,0 кобальта; 0,8..1,2 кремния; 1,0..1,5 железа; 0,15..0,25 бора; 0,1..0,2 фосфора; 0,05..0,12 титана; остальное медь. Патент РФ 2273556. Е. Н. Каблов, В. И. Лукин, В. С. Рыльников и др. (ФГУП «ВИАМ») [10].

**Способ упрочнения лемехов плугов из среднеуглеродистых и высокоуглеродистых сталей сварочным армированием**, отличающийся тем, что в качестве наплавляемого материала используют малоуглеродистый электродный материал, который наплавляют на рабочую поверхность в виде параллельных друг другу валиков, каждый последующий из которых наносят со скоростью, обеспечивающей образование закалочной структуры, после остывания предыдущего. Патент РФ 2274526. А. М. Михальченков, С. И. Будко, Д. А. Капошко (Брянская госсельхозакадемия) [11].

**Видеосенсорное устройство для определения положения сварного шва**, отличающееся тем, что преобразователь излучения от сварочной дуги в освещенную полосу выполнен в виде экрана, закрепленного на сварочной горелке с образованием щели между экраном и свариваемым изделием, обеспечивающей прохождение излучения от дуги, отражение его от поверхности свариваемого изделия и попадание на фотоприемную камеру. Патент РФ 2274527. А. А. Котельников, Т. В. Алпеева (Курский ГТУ) [11].

**Способ изготовления пакетов для производства крупно-**



**габаритных плакированных листов**, отличающийся тем, что собранный пакет фиксируют ручной дуговой сваркой обратнo-ступенчатым способом электродами аустенитного класса с образованием валика по торцу плакировки, подслои выполняют наплавкой из двух слоев электродами аустенитного и аустенитно-ферритного классов, автоматическую дуговую сварку выполняют проволокой аустенитного и аустенитно-ферритного классов, а отпуск сварного шва осуществляют в нагревательной печи при температуре 400...720°C с последующей выдержкой. Патент РФ 2274528. В. А. Дурьнин, Т. И. Титова, Э. С. Каган и др. (ООО «ОМЗ-Спецсталь») [11].

**Устройство соединения торцов рельсов с большой продольной протяженностью из закаливаемых сталей или сплавов посредством сварки трением**, отличающееся тем, что устройство сварки трением имеет регулируемые относительно друг друга зажимные средства для концов рельсов, и эти зажимные средства имеют возможность кругового перемещения вокруг оси с отклонением от оси относительно противоположащего зажимного средства параллельно плоскости поперечного сечения рельсов, а также возможность неподвижного позиционирования соосно с рельсами, причем для перемещения и для сосной установки зажимных средств предусмотрено по одному активно присоединенному, приводному и регулируемому с отклонением от оси вращения эксцентрики. Патент РФ 2274529. Х. Пфайлер (Фоестальпине Шинен ГмбХ) [11].

**Способ сварки трением, осуществляемый в температурном интервале сверхпластичности металла одной из заготовок**, отличающийся тем, что стадию нагрева при частоте вращения шпинделя машины 1...2,5 с<sup>-1</sup> разбивают на предварительный и выравнивающий разогрев, причем предварительный разогрев заканчивают при достижении температуры в зоне стыка 450...550 °С, в зависимости от марки стали и диаметра соединяемых заготовок, на стадии выравнивающего разогрева давление к свариваемым заготовкам прикладывают импульсно от 2 до 5 импульсов для плавного достижения температурного интервала сверхпластичности по всей зоне физического контакта, при этом давление разогрева в паузах составляет 30...60 % давления в импульсе, а продолжительность пауз и импульсов давления нагрева 1...3 с. Патент РФ 2274530. Е. А. Трущенко, С. Ф. Гнюсов, Б. Ф. Советченко, Н. А. Азаров (Томский политехнический университет) [11].

**Способ подготовки к сварке изделий с серебряным покрытием**, характеризующийся удалением с поверхности сульфидной пленки Ag<sub>2</sub>S путем отжига в кислороде при температуре 250...350 °С в течение 15...45 мин и последующим восстановлением серебра из оксида путем отжига в водороде при температуре 350...400 °С в течение 3...10 мин. Патент РФ 2274531. В. В. Зенин, Ю. Е. Сегал, Ю. Л. Фоменко и др. (Ворожнежский ГТУ) [11].

**Способ термитной сварки**, отличающийся тем, что привариваемый конец первого элемента вводят в сварочную камеру через отверстие в ее стенке и фиксируют в теплоотводящей трубке, выполненной из металла с более высокой, чем у

первого элемента, точкой плавления, при этом теплоотводящую трубку располагают на поверхности второго привариваемого металлического элемента, выполненного из более тугоплавкого материала, чем материал первого элемента, термитную смесь используют в виде сформованного цилиндрического стержня с оболочкой, который устанавливают в центральное отверстие сварочной камеры, а в процессе сварки производят подплавление теплоотводящей трубки с обеспечением закрепления первого элемента внутри нее и приварки ее к поверхности второго элемента. Патент РФ 2274532. А. К. Шкода (ООО «Велд Форс») [11].

**Детали, соединенные сварным соединением**, при котором сварное соединение первой, второй и третьей деталей выполняют между собой посредством замкнутого сварного шва и из которых одна деталь в начальной и конечной точках сварного шва имеет выемку, служащую для дегазации сварочной ванны со стороны корня. Патент РФ 2274533. Б. Костнер (Эндресс+Хаузер ГмбХ+Ко.Кг, Германия) [11].

**Состав электродного покрытия**, отличающийся тем, что в него дополнительно введены кварцевый песок, талькомагнезит и сода при следующем соотношении компонентов, мас. %: 49,5...51,0 мрамора; 5,0...5,0 рутила; 4,5...5,5 ферромарганца; 8,0...9,0 ферросилиция; 23,0...25,0 плавикового шпата; 1,5...2,5 кварцевого песка; 3,5...4,5 талькомагнезита; 1,0...1,5 соды. Патент РФ 2274534. С. О. Гордин, Б. М. Лебошкин, В. Н. Шадрин и др. (ОАО «Западно-Сибирский меткомбинат») [11].

**Состав порошковой проволоки**, отличающийся тем, что магний и рутиловый концентрат введены в шихту в отношении 1:12, а электрокорунд и полевошпат в отношении 1:2 при следующем содержании компонентов, мас. %: 4,8...8,4 рутилового концентрата; 0,8...1,4 полевошпата; 0,4...0,7 электрокорунда; 0,2...0,5 кремнефтористого натрия; 0,2...0,6 ферросилиция; 1,0...2,7 ферромарганца; 0,4...0,7 магнезия; 3,0...5,5 железного порошка; остальное стальной оболочки. Патент РФ 2274535. А. А. Аверьянов, В. В. Рыбин, М. Г. Шарапов и др. (ОАО «Череповецкий сталепрокатный завод») [11].

**Способ изготовления порошковой проволоки для сварки и наплавки**, отличающийся тем, что внутренний слой формируют из алюминиевой ленты, шихта содержит порошки Al, Ni для заполнения пустот в процессе совместного обжатия слоев, при этом в U-образный профиль одновременно с шихтой вводят проволоочные компоненты из Ta, W, Mo, располагая их коаксиально оболочке, при этом толщины слоев оболочки берут в пределах: для никелевого 0,4...0,8 мм, а для алюминиевого 0,076...0,185 мм, для выполнения соотношения  $\frac{Ni_{ших} + Ni_{обол.}}{Al_{ших} + Al_{обол.}} = 6,52$ , где Ni<sub>ших</sub>, Ni<sub>обол.</sub>; Al<sub>ших</sub>, Al<sub>обол.</sub> —

массы никеля и алюминия в шихте и в никелевом и алюминиевом слоях порошковой проволоки в массовых процентах. Патент РФ 2274536. С. Н. Цурихин, Г. Н. Соколов, В. И. Лысак, И. В. Зорин (Волгоградский ГТУ) [11].