



Представляем рефераты научно-исследовательских работ, выполненных в Институте электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины по бюджетной тематике в период 2009–2012 гг.

Рефераты отчетов по трехгодичным темам, завершенным в 2012 году, по направлению «Металлургия и материаловедение»

Тема 6.38/5 «Исследовать влияние технологических параметров на физико-химические процессы при новых способах сварки, пайки, плазменного нанесения покрытий и обработки поверхности и разработать ресурсосберегающие технологии изготовления деталей ответственного назначения для машиностроения»

Руководитель канд. техн. наук М.А. Полещук

По теме выполняли комплекс технологических, аналитических и материаловедческих работ.

В технологических работах применяли способы импульсно-плазменного и плазменно-дугового напыления покрытий, автовакуумной пайки, магнитоуправляемой электрошлаковой плавки. Для металлографических исследований привлекали способы световой, растровой и просвечивающей электронной микроскопии, оже- и масспектрометрии. При исследовании фаз и фазовых превращений использовали способы рентгеновской дифракции, рентгеноструктурный, дифференциальный термический анализ и дилатометрию.

Работы по теме выполняли по четырем разделам.

Раздел 1. Исследование нестационарных электрогазодинамических процессов и разработка энергосберегающих технологий для напыления изделий.

Цель исследований заключалась в оптимизации энергосберегающих технологий, основанных на использовании нестационарных процессов преобразования энергии в электрогазодинамических устройствах для упрочняющей обработки рабочих поверхностей деталей машин и инструмента за счет взаимодействия металлоемких плазменных струй с повер-

хностью подложки из металлических сплавов и формирование локальных слоев, легированных комплексом элементов, имеющих нано- или микрокристаллическую структуру, а также комплексной импульсной обработки, при которой осуществляются нестационарные процессы циклического нагрева поверхности с одновременным воздействием импульсных магнитного, упругодеформационного и электромагнитного физических полей.

Экспериментально и теоретически проверена возможность эффективного формирования высокоскоростной струи продуктов сгорания в специально профилированных камерах, что позволяет создавать многофункциональный высокоскоростной поток продуктов детонационного сгорания, эффективно взаимодействующий с частицами порошкового материала. С учетом того, что размер и объем дополнительных камер можно изменять в широких пределах, суммарная энергия продуктов сгорания может быть разной.

Возможна регулировка состава горючей смеси в широком диапазоне. Кроме того, высокая частота инициирования сгорания обеспечивает возможность осуществления квазинепрерывной технологии нанесения покрытий, позволяет использовать



стандартные устройства для подачи порошков и газов. Низкая тепловая мощность продуктов сгорания формирует покрытия с небольшой дистанции (10...60 мм), что существенно повышает эффективность напыления, снижает окисление и потери напыляемого материала.

Испытания макетов устройств для ускорения порошков показали, что сформированные покрытия имеют хорошие качественные характеристики при минимальных затратах энергии на их получение. С использованием разработанных способов возможно создание нанокристаллических материалов на поверхности изделий из стандартных порошков, получение плотных многофазных слоев, имеющих плавный градиент твердости от поверхности к подложке, из керамических порошковых материалов, формирование из порошков титана высококачественных покрытий, состоящих из деформированных частиц титана и его соединений и имеющих высокую адгезию к подложке.

В результате детонации горючей газовой смеси в электромагнитном поле, образованном между двумя коаксиальными электродами в реакционной камере, создан эффективный способ комплексной импульсной обработки высокоэнергетической струей поверхностных слоев покрытий. Обработка покрытий импульсной плазмой и электронным лучом способствует изменению служебных характеристик изделий, уменьшению размеров зерна — от десятков до единиц микрон (и сотен нанометров), залечиванию пор, увеличению адгезии покрытия к подложке.

Нанесение порошковых покрытий на основе Ni—Cr и Co—Cr с добавками кремния, бора, железа, вольфрама, молибдена приводит к формированию многофазных плотных покрытий. Повторное оплавление поверхностного (или приповерхностного) слоя покрытий вызывает перераспределение разделения элементов, составляющих покрытия и подложки, более плотное и равномерное распределение микро- и нанотвердости (без пор), насыщение поверхностного слоя за счет эрозии электрода такими элементами, как молибден и вольфрам, повышение коррозионной стойкости, а также увеличение износостойкости в результате как фазовых превращений, так и образования оксидов молибдена на поверхности покрытий. Покрытия из Ni—Cr и Co—Cr можно использовать для защиты запорной арматуры, изделий, работающих в агрессивных средах.

Раздел 2. Исследование процессов, влияющих на прочность соединений массивных изделий при автовакуумной пайке и разработка ресурсосберегающих технологий изготовления этим способом изделий ответственного назначения, в том числе композиционных.

Цель работы состояла в исследовании и разработке припоев, предназначенных для заполнения минимальных зазоров на нужную глубину, а также способов воздействия на изотермическую кристаллизацию припоя, разработке технологических про-

цессов автовакуумной пайки (АВП) массивных изделий ответственного назначения.

Актуальность работы заключается в том, что способ АВП можно эффективно применять для изготовления композиционного оборудования, имеющего корпус из конструкционной стали с коррозионностойким покрытием из высоколегированной стали. При этом значительно снижаются энергетические затраты при производстве целого ряда крупногабаритных массивных деталей ответственного назначения.

Изучали влияние различных факторов на прочность соединений при автовакуумной пайке:

возможность повышения прочности соединения путем использования при АВП припоев с поверхностно-активными элементами, позволяющими получать паяные швы минимальной толщины;

возможность повышения прочности путем стимулирования развития при АВП процесса изотермической кристаллизации припоя при его взаимодействии с основным металлом;

возможности повышения прочности путем развития изотермической кристаллизации припоя под действием контактной разности потенциалов при АВП разнородных материалов;

влияние конструктивных особенностей формы паяльного зазора и технологических вставок на прочность соединения.

В результате исследования механизма удаления оксидных пленок и образования вакуума при нагревании в герметизированном зазоре установлено, что при пайке с некапиллярными зазорами необходимо применять предварительное вакуумирование полости, подвергаемой пайке. При применении капиллярных зазоров пайку можно проводить без предварительного вакуумирования.

Обоснована возможность создания нового типа неразъемных соединений при изготовлении крупногабаритных фасонных изделий. Подтверждена возможность получения паяных резьбовых соединений из конструкционных сталей. Установлено, что в резьбовых паяных соединениях стали 12Х18Н10Т со сталью 40Х сопротивление на отрыв значительно превосходит предел текучести нержавеющей стали.

На макетах корпусов высокопрочных задвижек, предназначенных для добычи природного газа с вредными примесями, отработана технология АВП. Определены основные параметры процесса, необходимые для получения качественных композиционных корпусов задвижек. Новая технология позволит простыми средствами наносить на стенки рабочего канала коррозионностойкий слой гарантированной толщины с необходимым химическим составом.

Раздел 3. Исследование и оптимизация технологии и оборудования плазменно-дугового нанесения покрытий с использованием порошков и проволок, содержащих аморфные и мелкокристаллические составляющие.



Цель исследований физико-химических процессов, происходящих при нанесении покрытий, заключалась в создании новых высокоэффективных, недорогих, аморфных и мелкодисперсных материалов многофункционального назначения, которые отличаются комплексом высоких значений прочности и физических свойств, для применения в технологических процессах сварки, наплавки и напыления. Работы осуществляли путем разработки и изготовления новых порошковых материалов и проволок, содержащих максимальное количество аморфных и мелкодисперсных сплавов, исследования эффективных процессов плазменно-дугового напыления в аргоне и смеси аргона с гелием и создания соответствующего оборудования для обеспечения однородности микроструктуры при напылении.

Создано оборудование для производства мелкодисперсных порошковых материалов и напыления покрытий из сплошных и порошковых проволок.

Разработан электродуговой плазматрон с выносным анодом, что позволяет уменьшить затраты электроэнергии при напылении 1 кг порошковой проволоки на 30...40 %, по сравнению с плазменным порошковым напылением. Разработаны схема и узлы подачи нейтральных проволок с целью создания новых композиций, максимального использования мощности плазматрона и увеличения его производительности.

Разработаны схема и узлы подачи порошковых материалов, в том числе керамических, в дугу плазматрона с использованием дозатора тарельчатого типа для получения композиционных покрытий. Создана технология нанесения никелевых и молибденовых покрытий на медные плиты кристаллизаторов МНЛЗ через подслон, нанесенный электроискровым способом. Прочность сцепления получаемых покрытий никеля и молибдена на меди превышает 60 МПа.

Разработана технология нанесения покрытий из сплошных порошковых проволок на детали железнодорожного транспорта, таких как оси вагонов, в соответствии с требованиями технологической документации Укрзалізниця.

Раздел 4. Исследование дискретного электромагнитного воздействия на структуру интерметаллидных слитков и разработка ресурсосберегающей технологии магнитоуправляемой плавки гомонизированных γ -алюминидов титана.

Цель работы заключалась в изучении процессов при магнитоуправляемой электрошлаковой плавке (МЭП) титана и разработке новых механизмов влияния на плавление и кристаллизацию интерметаллидных слитков а также совершенствовании качества γ -алюминидов титана (γ -TiAl) для дальнейшего увеличения объемов изготовления из них подвижных и неподвижных деталей машин.

В результате проведенных работ установлено влияние импульсного продольного магнитного поля на технологические и металлургические особенности электрошлаковой выплавки γ -TiAl, определены закономерности формирования кристаллической структуры слитков под действием импульсного магнитного поля. Показана возможность измельчения структуры металла и повышения его гомогенности путем гидродинамического воздействия на металлургическую ванну. Разработаны технологические основы процесса МЭП γ -TiAl, включая металлургический флюс, а также процесса изготовления расходных электродов, получены опытные образцы слитков. Показано, что процесс МЭП позволяет получать слитки γ -TiAl с качественным формированием боковой поверхности, плотной макроструктурой, без газовых пор, шлаковых включений и других дефектов формирования.

Тема 20/1 «Исследовать физико-химические особенности рафинирования металлургического кремния, полученного из отечественного минерального сырья, и разработать технологические основы его очистки до требований регламента на материалы солнечной энергетики»

Руководитель д-р техн. наук В.А. Шаповалов

Во многих промышленно развитых странах ведутся работы по усовершенствованию процессов и технологий рафинирования кремния для нужд солнечной энергетики с целью повышения его качества и снижения стоимости преобразователей солнечной энергии. Украина возрождает технологическую цепочку

производства кремния на основе имеющейся минеральной сырьевой базы и производственных мощностей для производства конкурентоспособной на мировом рынке продукции.

С целью более экономичной и экологически безопасной очистки кремния в данной работе взамен



хлорсилановых технологий предлагается применять процессы на базе индукционных источников нагрева, не загрязняющих обрабатываемый материал. Принудительное перемешивание расплавленного кремния, которое обеспечивает индукционный нагрев, улучшает кинетические условия рафинирования кремния от вредных примесей при контролируемой атмосфере.

Цель работы состояла в исследовании физико-химических особенностей и закономерностей рафинирования металлургического кремния и разработки технологических основ его очистки.

При выполнении работы разработаны методика исследований и осуществлена модернизация лабораторной установки для плавки образцов кремния массой 2...3 г во взвешенном состоянии. Разработаны техническое задание и проект лабораторной установки для серийной плавки (четыре образца в серии) образцов кремния во взвешенном состоянии.

Для рафинирования кремния и получения слитков создана лабораторная установка для индукционной плавки в секционном кристаллизаторе, оснащенная графитовым нагревателем газа и кристаллизатором с демпфирующей стенкой. Показано, что

применение секционного графитового нагревателя в стартовый период плавки сокращает длительность наведения ванны на 15...20 %.

Установлено, что в результате перегрева и интенсивного перемешивания расплава кремния в условиях индукционной плавки в секционном кристаллизаторе в нем происходит снижение на порядок содержания фосфора за 10 мин. Плавка при разреженной атмосфере позволяет интенсифицировать процесс очистки кремния от фосфора.

Установлено, что снижение концентрации бора до регламентированных значений при обдуве расплава кремния аргоно-водородной смесью или увлажненным аргоном наступает через 3...4 ч. Оптимизация технологических параметров позволит уменьшить продолжительность очистки.

Для промышленного рафинирования кремния до требований регламента на материалы солнечной энергетики рекомендуется применять индукционную плавку в секционном кристаллизаторе с обработкой расплава различными газореагентными смесями, в том числе нагретым до температуры не менее 1000 °С увлажненным аргоном.



Group DF развернет на «ЗТМК» новое титановое производство и усилит позиции Украины на мировых рынках



Группа компаний Group DF построит на «Запорожском титано-магниевом комбинате» (ООО «ЗТМК») два новых производства — по выпуску титанового шлака мощностью 150 тыс. т в год и титановой губки мощностью 40 тыс. т в год (20 тыс. т — 1-я очередь, 20 тыс. т — 2-я очередь). Это позволит усилить позиции Украины на мировом титановом рынке. Об этом сообщил председатель совета Group DF Дмитрий Фирташ в ходе пресс-конференции, проведенной на предприятии.

По словам бизнесмена, на первом этапе реализации инвестиционной программы, согласованной с ФГИ, инвестиции в «ЗТМК» составят 110 млн долл. США, из которых 63,5 млн будут непосредственно направлены на

строительство новых мощностей по производству титанового шлака. Кроме того, в рамках первого этапа реализации инвестиционной программы будет также разработано ТЭО создания мощностей по производству высококачественной титановой губки.

В 2012 г. «ЗТМК» выпустил всего 44,6 тыс. т титанового шлака (в т. ч. товарного — 20,2 тыс. т) и 10,3 тыс. т титановой губки. По прогнозам Group DF, введение в строй новых мощностей по производству титанового шлака позволит увеличить долю Украины в его мировом производстве с нынешних 0,66 до 4 %.

По завершению строительства второй очереди нового производства титановой губки суммарная мощность предприятия увеличится до 40 тыс. т в год. Это потенциально позволит Украине увеличить свою долю в мировом производстве титановой губки с нынешних 5 до 14 %. Таким образом, Украина может войти в тройку мировых лидеров на этом высокотехнологичном рынке.

www.ztmk.zp.ua