



ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Ляпина К. В. «Разработка технологических основ изготовления пористых и порошковых металлических материалов методом их вакуумного осаждения в парах галогенидов щелочных металлов. — Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 174 «Металлургия черных и цветных металлов и специальных сплавов» — Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Киев, 2009. Дата защиты 14 октября 2009 г.

Работа посвящена установлению закономерностей влияния условий вакуумного осаждения металлов в присутствии паров галогенидов щелочных металлов на характеристики микроструктуры конденсатов, а также разработке на этой основе способов получения пористых и неконсолидированных (порошковых) материалов функционального назначения.

Для достижения поставленной цели способом электронно-лучевого осаждения получены конденсаты ряда металлов (меди, никеля, железа, хрома и титана) в парах галогенидов щелочных металлов (KCl, KF, NaCl и NaF) при варьировании основных параметров процесса (температура подложки, соотношение паровых потоков соль/металл и скорость осаждения металла). Для полученных таким образом конденсатов способами сканирующей и просвечивающей микроскопии и рентгеноструктурного анализа определяли их фазовый состав и характеристики микроструктуры.

В результате исследований установлено, что при соотношении паровых потоков соль/металл меньше, чем 0,5, и температурах подложки выше, чем температура плавления соли, формируются конденсаты металла с пористой структурой. Показано, что характеристики пористой структуры (пористость, тип пористости, средний размер пор, их форма и т. п.) конденсатов металлов, не имеющих полиморфных переходов, немонотонно зависят от температуры подложки и могут быть описаны кривой с максимумом. При этом удельная поверхность пористых конденсатов по данным ртутной и газовой порометрии возрастает до $100 \text{ м}^2/\text{г}$, а общая пористость и доля открытой пористости достигают максимального уровня (до 40 и до 30 об. %) при температуре подложки около $0,5 T_{\text{пл}}$, где $T_{\text{пл}}$ — температура плавления металла. В случае металлов с полиморфными переходами пористость возрастает монотонно с повышением температуры подложки, оставаясь преимущественно открытой.

Предложен способ получения материалов с контролируемыми характеристиками пористой структуры, такими как тип пористости (закрытая или открытая), форма и средний размер пор, а также общая пористость (получен патент Украины). На этой основе разработали электронно-лучевой способ получения материалов для имплантатов или их покрытий с объемной долей пор открытого типа в диапазоне 10... 30 % и размерами пор 20... 40 мкм, способных обеспечить поглощение лекарственного препарата и его замедленный выход в биологическую среду, что позволит улучшить процесс вживления таких материалов.

При одновременном осаждении металлов и солей щелочных металлов при температуре подложки ниже температуры плавления соли отмечено формирование конденсатов с композитной структурой каркасного типа, характеристики которой зависят от соотношения паровых потоков соль/металл.

Впервые показано, что при соотношениях паровых потоков соль/металл более 0,5 характеристики металлической компоненты композитной структуры претерпевают качественные изменения — с каркасной (консолидированной) на дисперсную (неконсолидированную). При этом характерные размеры дисперсных частиц металлической компоненты могут быть уменьшены примерно до 2... 4 нм за счет снижения температуры подложки и (или) увеличения соотношения паровых потоков соль/металл.

На этой основе был предложен новый способ получения инкапсулированных в солевую матрицу порошковых материалов (чистых металлов, сплавов и соединений на их основе) с размерами частиц наноразмерного масштаба путем одновременного осаждения паровых фаз этих материалов и солей щелочных металлов на подложку при их одновременном испарении в вакуумной камере в случае перемешивания их паровых потоков в соотношении не ниже 0,5 и температуре подложки ниже температуры плавления соли и металла (получен патент Украины). Показано, что этот способ инкапсуляции частиц предотвращает их агломерацию и защищает от взаимодействия с атмосферой, что позволяет длительно хранить нанопорошки металлов без окисления.





Никитенко Ю. А. «Получение быстрозакаленных высокорекреационных и тугоплавких сплавов при индукционном и плазменно-дуговом плавлении». — Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия черных и цветных металлов и специальных сплавов» — Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Киев, 2009. Дата защиты 4 ноября 2009 г.

Диссертация посвящена разработке технологий получения быстрозакаленных сплавов способами диспергирования при индукционной плавке в секционном кристаллизаторе и спиннингования при плазменно-дуговой плавке в водоохлаждаемом тигле. Рассмотрены теплофизические, физико-химические и материаловедческие основы исследуемых процессов.

Изучено тепловое состояние плавильных камер установок ИПСК и ПДП, определены основные теплонагруженные узлы, даны количественные характеристики тепловых потерь в отдельных узлах, определены коэффициенты эффективности переплава.

При индукционной плавке в секционном кристаллизаторе установлены технологические особенности формирования ванны расплава, обеспечивающие процесс диспергирования. Показано, что повышение частоты до 66 кГц обеспечивает максимальный объем ванны и значительное превышение купола расплава над кристаллизатором.

Установлено, что для обеспечения процесса диспергирования высота купола над секционным кристаллизатором должна составлять от 0,1 до 0,3 D кристаллизатора. Превышение высоты купола вызывает пространственную нестабильность, а снижение его менее 0,1 D приводит к попаданию чешуек на стенки кристаллизатора.

Изучение процесса плавки при плазменно-дуговом нагреве показало, что тепловой КПД плазмотрона составил 86...88 %, а эффективный КПД процесса — 44...45 %. Общая удельная мощность электроэнергии, затрачиваемая на процесс плавки, равняется 4...5 кВт·ч/кг. Установлено, что перегрев расплава в поверхностном слое относительно температуры металла возле сливной щели достигает примерно 700 °С. Также определен градиент по всей глубине ванны.

Исследование влияния мощности плазменной дуги на коэффициент слива показало, что наибольшее его значение 0,72 отмечено при мощности 40 кВт. Дальнейшее увеличение мощности не приводит к увеличению объема сливающегося металла, что объясняется перераспределением тепла в других элементах плавильной камеры, а часть остающегося расплава соответствует размерам гарнисажного слоя.

По результатам экспериментов установлена технологическая область значений влияния избыточного давления над расплавом и скорости вращения барабана, обеспечивающих получение качественных лент с аморфной структурой толщиной от 30 до 100 мкм.

Разработаны методика и приспособления для измерения температуры барабана-холодильника в процессе вращения и сверхбыстрой закалки расплава. С помощью методов математического моделирования определены закономерности теплового взаимодействия между расплавом и барабаном-холодильником при спиннинговании и сверхбыстрой закалке.

В результате моделирования установлено влияние на скорость закалки ленты (коэффициентов теплообмена между поверхностями лента-барабан, барабан-вода), внешний диаметр и толщину контактной стенки барабана. Модель показала хорошую сопоставимость результатов с экспериментальными данными.

Определены технологические параметры получения быстрозакаленных чешуек из сплавов Д16, ЭП648, Ni-Ti, BT1-0, Nd-Fe-B, RSR толщиной 15...50 мкм и лент Ni-Si-B, Cu-P, Fe-Cr-Ni-B толщиной 30...100 мкм.

На примере сплава Ni-Si-B с аморфной структурой изучено зарождение кристаллов и формирование кристаллической структуры в ленте при отжиге. Определено влияние температуры на размер зерна, количество аморфной и кристаллической фаз, основные соединения, образующиеся при отжиге.

Созданные оборудование и технологии рекомендованы для получения высокорекреационных и тугоплавких аморфных и микрокристаллических сплавов.