

В.И. ПЕТРИК. РЕНИЙ СТАЛ ДОСТУПЕН!



В настоящее время жаропрочные сплавы изготавливаются, как правило, с использованием рения. Рений – это необходимый компонент лопаток авиационных турбин, защитных оболочек спускаемых космических аппаратов, оболочек высокотемпературных тепловыделяющих элементов в атомной промышленности и т.д.

Так называемый «рениевый эффект» в металловедении обеспечивает многократное повышение прочностных характеристик жаропрочных сплавов при температурах выше 1000° С. При изготовлении рениевых сплавов используются технологии порошковой металлургии и различные виды вакуумной плавки. При этом структура и рабочие характеристики материалов определяются химическим и гранулометрическим составом металла -модификатора рения. Однако весь технологически развитый мир испытывает дефицит рения.

Поэтому разработка новой технологии и в последующем организация производства рения высокой чистоты должны обеспечить конкурентоспособность отечественной продукции в приоритетных направлениях развития науки и техники.

В последние годы основным известным направлением повышения свойств конструкционных материалов является формирование микро- и нанокристаллической структуры сплавов. Функциональные свойства таких сплавов значительно отличаются от свойств крупнозернистых аналогов. С уменьшением размера зерна повышается прочность, в том числе, с повышением пластичности. Размер зерна, морфология и структура могут меняться в зависимости от соответствующих технологических параметров процесса получения нанопорошка. Для получения порошков тугоплавких металлов, таких как рений, используются, как правило, плазмохимические методы.

Однако они дорогостоящие и не обеспечивают зачастую получения материалов с контролируемой дисперсностью, химическим и фазовым составом.

В настоящее время в России порошок рения для изготовления сплавов получают методом водородного восстановления перрената аммония согласно ТУ 48-4-195-87 и ТУ 48-19-92-88 (Ре-0 и Ре-1). Данный материал характеризуется размером частиц 1-3 мкм и химической чистотой 99,5 - 99,9%. Основными примесями, определяющими качество порошка, является калий и кислород. Методом порошковой металлургии удается получать изделия из рения с плотностью не более 90%.

При изготовлении лопаток газовых турбин авиационных двигателей (например, в Ступинской металлургической компании) этот материал является необходимым компонентом сплавов и определяет качество полученных изделий.

Существенный прогресс в повышении эксплуатационных свойств изделий из подобных сплавов и достижение новых практически востребованных характеристик и свойств может быть осуществлен, по нашему мнению, при применении наноматериалов высокой степени чистоты. Исследования показали, что мы оказались правы в своих предположениях и выборе направления исследований.

Обобщённые выводы и результаты.

В результате исследований была разработана технология синтеза нанокристаллического рения методом химического осаждения из газовой фазы, основанная на газофазной реакции восстановления рениевого ангидрида. На специально созданной опытной установке получен нанокристаллический рений с чистотой не менее 99,995% и размером зерна 75 -125 нм.

В настоящее время рениевый материал такого качества отсутствует на внутреннем и мировом рынке и практическая реализация разработанной технологии обеспечивает несомненные конкурентные преимущества этого материала и изделий на его основе.

Необходимость повышения дисперсности и чистоты этих материалов диктуется потребностью не только будущего, но настоящего времени. Даже при использовании в стандартных технологиях и сплавах эти новые материалы обеспечивают существенное повышение качества, надежности и конкурентоспособности изделий.

В соответствие с этим и рыночная стоимость их существенно выше: так, рениевый порошок марки Ре-0 на начало 2007 года стоил около 3 000 \$/кг при дисперсности более 2 мкм и чистоте 99,9%. Ультрадисперсный порошок рения с размером зерна 0,1 - 0,3 мкм и чистотой 99,95% стоил уже на уровне 4500 \$/кг.

При проведении научно-исследовательских работ были получены новые знания о закономерностях образования наночастиц: механизме зарождения и роста, влияние условий формирования частиц на их распределение по размерам, структуру и свойства. Это обеспечило возможность контроля и управления параметрами процесса и воспроизводимого получения порошков требуемой дисперсности, химического и фазового состава.

В процессе экспериментально-практической апробации результатов исследований и экспериментальных технологий было наработано и поставлено на Ступинский металлургический комбинат 50 килограммов нанокристаллического рения, полученного из отходов металлообработки изделий жаропрочных сплавов.

Полученные результаты послужили основой для проектирования промышленной установки с производительностью не менее 200 кг/месяц и себестоимостью производства 1 кг рениевого порошка не более 100 \$. Это существенно ниже мировых цен и примерно на 20% обеспечит потребности внутреннего рынка и замещение импортируемой в настоящее время продукции. Проект создания производства нанокристаллического рения и сопутствующих металлов из техногенного сырья получил высокую оценку в Госкорпорации «Роснано» при проведении научно-технической экспертизы в феврале - марте 2009 года.

По результатам экспертизы Госкорпорацией принято решение о реализации совместного проекта «Производство нанокристаллических порошков тугоплавких металлов: рения, вольфрама и молибдена из техногенного сырья». Официальный номер 904. В настоящее время ведутся предпроектные работы по организации производства.