

## Создание математической модели, позволяющей предсказывать дисперсность получаемого порошка тугоплавкого металла

Расулов А.Х., Халимжонов Т.С., Расулова Ш.А.,  
Икромов Ж.Т., Бекжанова В.Б. (ТашГТУ)

**Введение.** Создание математической модели, позволяющей предвидеть дисперсность получаемого порошка тугоплавкого металла и установить эффективные способы ее регулирования, требует применения комплексного подхода, т.е. отражения развития процесса в одновременном и взаимосвязанном протекании всех основных стадий и явлений. Приведены результаты исследования теоретических основ создания твердосплавного инструмента сочетающего прочность и пластичности из дисперсных порошков тугоплавких металлов. Показано, что к важным технологическим аспектам создания твердосплавных инструментов относится получение порошков тугоплавких металлов методом плазмохимического восстановления оксидов тугоплавких металлов.

**Объекты и методы исследования.** Лабораторная установка мощностью до 20 кВт для получения высокодисперсных порошков тугоплавких металлов представлена на рис. 1. В плазматроне использовался стержневой вольфрамовый катод диаметром 5 мм, запрессованный в медный водоохлаждаемый держатель. Анодом служило водоохлаждаемое медное сопло диаметром 5 – 12 мм. Диаметр реактора на графите – 90 мм, его длина – 210 мм.

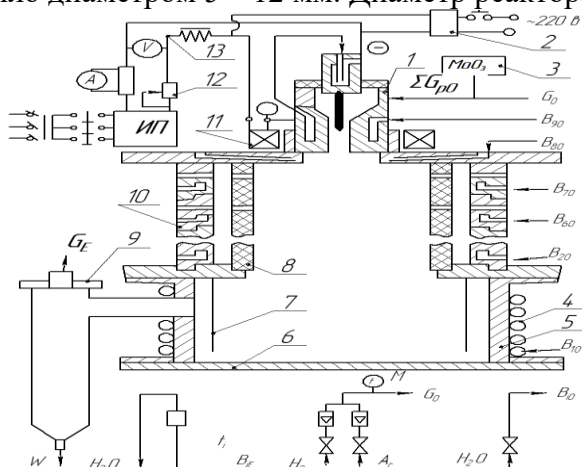


Рисунок 1 - Схема лабораторной установки: 1 – плазматрон; 2 – осциллятор; 3 – дозатор; 4 – змеевик; 5 – отделитель; 6 – днище отделителя; 7 – дефлектор; 8 – тепловой экран; 9 – фильтр; 10 – секция реактора; 11 – соленоид; 12 – реостат; 13 – дроссель; ИП – источник питания

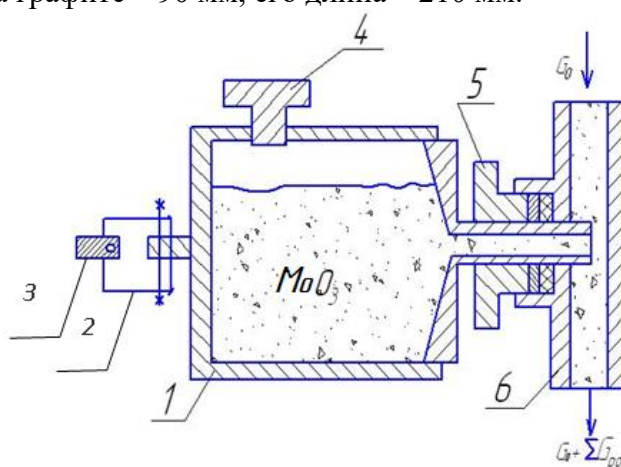


Рисунок 2 - Принципиальная схема дозирующего устройства: 1 – бункер дозатора; 2 – кардан; 3 – вал двигателя; 4 – заглушка; 5 – зажимная гайка; 6 – смеситель

Для обеспечения равномерной подачи сырья, быстрого начала и прекращения процесса, применялась созданная автором конструкция дозатора (рис.2), работающего по принципу сообщающихся сосудов. Расход сырья регулировался числом оборотов бункера и углом его наклона и составил 0,005–0,1 г/с (при тонкостенном патрубке с внешним диаметром 5 мм, внутреннем 3 мм и длине 40 мм). В экспериментах применялся выносной фильтр с рабочей поверхностью 0,5 м<sup>2</sup> из стеклоткани. Газоснабжение плазматрона производилось из стандартных баллонов. Плазмообразующим газом в основном являлась смесь Ar и H<sub>2</sub>. Добавлением Ar достигнут необходимый для комплексных исследований 2-3-часовой режим работы плазматрона без заметной эрозии электродов, а также последующая воспроизводимость режимов работы установки.

Выбор конструкции бункера-дозатора произведен на основании опробования дозатора с ворошителем (объемный расход сырья  $G_{p0} < 30$  кг/ч), бункера питателя с псевдохимическим

слоем ( $G_{po} > 20$  кг/ч) и питателя с вертикальным шнеком. Лучшие результаты по уровню пульсаций, воспроизводимости, диапазону расходов получены на шнековом питателе.

**Полученные научные результаты и их анализ.** Обсчет опытов по синтезу модели производился в предположении, что: 1) сырье состоит из трех фракций с размерами частиц 10,30 и 50 мкм и их содержание 3, 42, 55 масс. % (см. табл. 1); 2) плазменный поток является ограниченным; 3) осевое распределение температуры  $T_m(x)$  в плазменной струе задавалось по экспериментальным данным с максимальной погрешностью +100; 4) расчет стадии конденсации-коагуляции проводился при значении  $S_k$ , равном плотности жидкого вольфрама – 15,54 см; 5) изменение  $S_{y0}$  продукта в потоке прекращается при  $T_m(x) < 1450$  К. Выбор конструкции питателя сырья произведен на основании опробования дозатора с ворошителем ( $G_{po} < 30$  кг/ч) бункера питателя с псевдохимическим слоем ( $G_{po} > 20$  кг/ч) и питателя с вертикальным шнеком. Лучшие результаты по уровню пульсаций, воспроизводимости, диапазону расходов получены на шнековом питателе.

**Выводы.** Растворимость вольфрама в кобальте в большой мере зависит от количества углерода в сплаве и режима охлаждения после спекания: в случае недостатка углерода высокая скорость охлаждения приводит к существенному увеличению содержания вольфрама в кобальте. Естественно, что содержание в связующей фазе сплавов WC–Co некоторого количества вольфрама и углерода приводит к изменению ее свойств. Это дает возможность регулировать механические характеристики твердых сплавов в целом.

Таким образом, теоретически обоснована возможность создания математической модели, позволяющей прогнозировать дисперсность получаемого порошка тугоплавкого металла.

### Литература

1. Патент №IAP 04732. 26.06.2013. Нурмуродов С.Д., Расулов А.Х. и др. Плазмохимический реактор.
2. Каламазов Р.У. Нанокристаллические структуры в материаловедении.–Ташкент: ТашГТУ, 2004.–98 с.
3. Нурмуродов С.Д., Расулов А.Х. //Создание конструкционных материалов с использованием ультрадисперсных порошков вольфрама: Монография - Ташкент, ТашГТУ, 2015. -168 с.
4. Nurmurodov S.D., Rasulov A.X. //Ekstremal sharoitlarda ishlatiladigan qattiq qotishmali metall kompozitlar va ularni termik ishlash: Monografiya - Toshkent, ToshDTU, «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2016. - 170 b.
5. Расулов А.Х. Экстремал шароитда ишлайдиган Мо-Тiс-Ni-W-Fe системали қотишмалардан асбоблар ишлаб чиқариш технологиясини тадбиқ қилиш.// Вестник ТашГТУ. –Ташкент, 2015. –№2. –С. 160 – 164.
6. Расулов А.Х. и другие. Разработка технологии производства нового спеченного сплава Мо-ТiС. Материалы V Международной студенческой научно-практической конференции. Омск, 4-10 апреля 2016. С. 138-142.