

# **МНГОВЛНОВАЯ ДИАГНОСТИКА НАНОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ, ПРОТЕКАЮЩИХ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ**

Ижойкин<sup>1</sup> Д.А., Григорьев<sup>2,3</sup> А.С., Гамов<sup>3</sup> Д.Л., Леонтьева<sup>3</sup> Д.А.

Научный руководитель: Мышкин В.Ф., д.ф.-м.н., профессор

<sup>1</sup>Томский государственный архитектурно-строительный университет, г.Томск, пл. Соляная, 2

<sup>2</sup>ФАО «Горно-химический комбинат», Красноярский край, г.Железногорск, ул.Ленина, 53

<sup>3</sup>НИ Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: gos100@tpu.ru

Плазменные технологии находят широкое применение в различных областях: разделение изотопов, переработка порошков и растворов, утилизация отходов, очистка поверхности и формирование покрытий. Это обусловлено увеличением скоростей физико-химических процессов при высоких температурах. Для увеличения эффективности использования подводимой энергии используется неравновесное состояние низкотемпературной плазмы: целенаправленное возбуждение заданных электронных энергетических уровней, определяющих скорость целевого процесса. Это определяет актуальность дальнейшего изучения различных плазменных процессов в постоянном магнитном поле, позволяющем увеличить неравновесность.

При комнатных температурах энергия теплового движения атомов значительно больше энергии магнитного воздействия. Магнитное поле упорядочивает спиновую динамику в радикалов уменьшает количество взаимных угловых ориентаций спинов в радикальных парах. Поэтому постоянное магнитное поле может изменить скорость конденсации за счет влияния на динамику спиновых пар на поверхности конденсированной фазы.

Для изучения влияния внешнего постоянного магнитного поля на процесс формирования ядер конденсации и роста аэрозольных частиц изучали гранулометрический состав образующейся конденсированной фазы. Пары металла формировали за счет термического испарения цинка. Гранулометрический состав конденсированной фазы определяли методом лазерного рассеяния.

Для испарения Zn использовали цилиндрическую ванну из немагнитной нержавеющей стали, помещаемой в цилиндрический нагреватель. Для предотвращения окисления Zn ванна обдувалась аргоном. Оптимизирована конструкция нагревателя для уменьшения до минимума взаимодействие с атмосферным воздухом и охлаждение высокотемпературного потока, содержащая ультрадисперсные частицы металлического цинка.

Гетерогенный поток на срезе нагревателя просвечивали с помощью пучка оптического излучения, в диапазоне длин волн 420-650 нм, формируемый из излучения светодиода с длинноволновой перестройкой. Интенсивность излучения, прошедшего гетерогенный поток, регистрировали с помощью спектрометра SL-140 параллельно на всех длинах волн.

Анализ полученных экспериментальных данных о спектральном ходе коэффициентов пропускания наночастиц цинка показывает следующее. На участке спектра 0,42 – 0,63 мкм графики имеют незначительное отклонение от линейной зависимости, с разным углом наклона к оси длин волн. Установлено, что без магнитного поля угол наклона графиков изменяется в более широком диапазоне, чем в постоянном магнитном поле 44 или 76 мТл.

Гранулометрический состав дисперсной фазы определяли путем обработки спектрального хода коэффициентов пропускания с помощью регуляризирующих алгоритмов решения интегрального уравнения Фредгольма. Из экспериментальных данных формировали несколько выборок коэффициентов ослабления. С каждой группой экспериментальных данных решалась обратная задача, с учетом решений других выборок. Добивались схождения решений для большей части обрабатываемых групп коэффициентов пропускания.

Из анализа гранулометрического состава конденсированных частиц Zn следует следующее. Модальный размер частиц конденсированной фазы, образующийся без магнитного поля, изменяется в диапазоне 150-190 нм. Полуширина распределения по размерам не превышает 20 нм. В магнитном поле 44 мТл модальный размер находится в диапазоне 160-170 нм, а в поле 76 мТл – 180-190 нм. Данные о частицах Zn размерами менее 140 нм не удается получить из данных коэффициентов пропускания оптического излучения в диапазоне 0,42-0,63 мкм. Это связано с тем, что влияние мелкой фракции частиц металлического Zn на спектральный ход коэффициентов пропускания значительно меньше, чем более крупной фракции.

В докладе подробно анализируются и обосновываются причины наблюдаемых результатов. Исследования финансировались в рамках гранта РФФИ №16-08-00246.