

ЛАЗЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ В ПОСТОЯННОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Миклашевич Л.А.¹, Гамов Д.Л.¹, Хорохорин Д.М.^{1,2}

Научный руководитель: Хан В.А.

¹Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

²ФГУП «Горно-химический комбинат», 662972, г. Железногорск, ул. Ленина, 53

E-mail: nt.centre@mail.ru

Низкотемпературная плазма находит применение при получении и переработке порошков, сварке и резке металлов, травлении материалов и синтезе химических соединений. В плазме химические реакции протекают с высокой скоростью. В неравновесной плазме протекают химические реакции, невозможные при нормальных условиях. Нами изучаются изотопные эффекты в плазменных процессах, протекающих в слабом постоянном магнитном поле. Изотопный эффект в плазменных процессах связан с термодиффузией, возбуждением колебательных степеней свободы, зависимостью энергии продуктов реакции от атомарной массы реагентов. Первые два эффекта существенным образом зависят как от абсолютной температуры, так и от распределения температуры в пространстве. Известно, что изотопный эффект фазовых переходов зависит от величины магнитного поля. В плазменных технологиях важными являются скорость закалки продуктов плазменных процессов, которая определяет размеры частиц изотопный эффект фазовых переходов. Для дисперсных частиц, образующихся при закалке плазмы, энергия рассеянного зондирующего излучения концентрируется в направлении распространения зондирующего излучения. Большинство схем регистрации малоуглового рассеяния не позволяют измерять интенсивность излучения, рассеянного в направлении угла «0°». Нами апробирован интерферометр Майкельсона для диагностики крупных частиц. Если амплитуды потоков, прошедших по двум каналам интерферометра равны ($I_1 = I_2 = 0,5 I_0$), а потерь нет, то интенсивность выходного излучения интерферометра

$$I = I_0 [1 + \cos(\varphi_1 - \varphi_2)]. \quad (1)$$

Интенсивность выходного луча, если одно из плеч проходит через аэрозоль

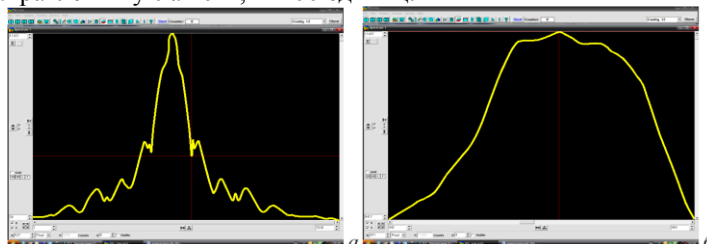
$$I = 0,5 I_0 (2 - \alpha) + I_0 \sqrt{1 - \alpha} \cos[\varphi_1 - \varphi_2] + 0,5 I_0 \sigma_{эф}, \quad (2)$$

где объемные коэффициенты: α - ослабления, $\sigma_{эф}$ - рассеяния.

Если в измерительном плече интерферометра находится единственная дисперсная частица, то выражение (2) справедливо для области тени исходного пучка. Интенсивность излучения на выходе интерферометра зависит от разности хода лучей. Плоскость поляризации рассеянного излучения отличается от первоначального положения. Поэтому путем подстройки разности длин плеч можно добиться полного ослабления интенсивностей исходных пучков, а рассеянного - нет. При этом возможна регистрация малоугловой индикатрисы рассеяния, включая направление угла «0°».

Для регистрации малоугловой индикатрисы был использован лазер ЛГН-118, интерферометр Майкельсона, в котором расстояние от зеркал до светоделительной пластины составляло 20 см. Цифровая камера HS 101H-1024/28 имела ПЗС-матрицу 1024×58 пикселей размерами 24×24 мкм. Использовалась линза с фокусным расстоянием 20 см, в передней фокальной плоскости которой находились пылинки, в задней – ПЗС-матрица. Для управления дисперсными частицами использовали воздушный поток.

Экспериментальная индикатриса рассеяния в малоугловой области излучения гелий-неонового лазера на частицах железа (размеры в диапазоне 50-63 мкм) приведена на рисунке. Видно, что имеется всплеск интенсивности в направлении зондирующего излучения. Линейный размер области индикатрисы с большей интенсивностью составляет 1,2 мм. Угловой размер этого пика значительно больше дифракционного пятна лазерного излучения, формируемого линзой из остаточного потока зондирующего излучения. Без дисперсных частиц дифракционное пятно имеет линейный размер 0,168 мм с относительной амплитудой 100 единиц. При этом суммарная интенсивность потока, регистрируемого в направлении угла «0°», 11400 единиц.



В докладе приводятся данные, показывающие, что метод и устройство на основе интерферометра

Майкельсона позволяют с высокой достоверностью определять гранулометрический состав аэрозолей.

Исследования финансировались в рамках гранта РФФИ №16-08-00246.