

# АВТОМАТИЗАЦИ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ РАЗМЕРОВ НАНОЧАСТИЦ В ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТОРАХ

*А.Н. Андреев, А.Г. Лазаренко  
НТУ «ХПИ», Харьков, Украина*

В последние годы возрос интерес к исследованиям, посвящённым различным методам получения наночастиц и изучению их химических и физических свойств. При уменьшении размера частиц их свойства могут отличаться от свойств макроскопических материалов или отдельных атомов данного вещества. Возможность получать наночастицы с различными параметрами позволяет широко использовать их в технике, медицине, электронике и различных отраслях промышленности. Одной из основных характеристик наночастиц, определяющей их свойства, является размер, который можно точно измерить, используя методы корреляционной спектроскопии. Наиболее распространённым методом получения наночастиц является их синтез в химических реакторах. При этом контроль размера частиц в процессе их роста затруднён из-за оптической непрозрачности стенок реакторов. Для автоматизации процесс измерений необходимо использовать волоконно-оптический датчик (ВОД), который помещается непосредственно в химический реактор. ВОД представляет собой комбинацию их двух одномодовых световодов, оптические оси двух концов, которых расположены в одной плоскости под 90 градусов друг к другу. Один из световодов играет роль источника излучения, подводя его к исследуемой среде от лазера, а другой – входа приемника рассеянного сигнала, передавая на фотоприемник свет, попавший на его апертуру.

Поскольку для осуществления реакции растворы исходных реагентов необходимо тщательно перемешивать, то для повышения эффективности работы, химический реактор снабжают механической мешалкой. Что приводит к появлению в исследуемой среде турбулентного движения жидкости. В этом случае значения измеренного радиуса частиц отличаются от реального и зависят как от характеристик турбулентного движения жидкости так и от положения одномодового ВОД внутри реактора. Это связано с тем, что статистика рассеянного излучения существенно отличается от гауссовой и автокорреляционная функция рассеянного света оказывается зависящей от корреляционной функции скоростей. Негауссова природа рассеянного излучения является прямым следствием возникновения корреляции между частицами в одном вихре обусловленные макроскопическим стохастическим движением. Для проведения измерения предлагается устранить турбулентность в рассеивающем объёме с помощью капиллярного ВОД.

Капиллярный ВОД представляет собой систему, состоящую из трех световодов: двух одномодовых световых волокон расположенных под 90 градусов друг к другу и одного капиллярного световода (КСВ). Одно из одномодовых волокон, является проводником когерентного излучения от лазера, а второе волокно играет роль приемника рассеивающего излучения с последующей его передачей на фотоприемник. Тогда КСВ с диаметром сердцевины 150 мкм (Teflon AF 2400) можно рассматривать как закрытую кювету с медленно протекающей исследуемой жидкостью.

Таким образом, с одного конца капиллярного световода исследуемая жидкость инжектируется в его сердцевину из химического реактора с помощью микронаноса. Во время медленного движения жидкости в КСВ производятся измерения радиуса находящихся в жидкости частиц. Потом жидкость возвращается в химический реактор через другой конец капиллярного световода, и при непрерывном протоке жидкости достигается полная автоматизация процесса измерения в реальном масштабе времени.