

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Анализатор размера частиц АРН-2

Назначение средства измерений

Анализатор размера частиц АРН-2 (далее по тексту анализатор) предназначен для измерения размеров дисперсных частиц нанометрового и субмикронного размера в жидких средах.

Описание средства измерений

Принцип действия анализатора размера частиц АРН-2 основан на методе динамического рассеяния света (далее по тексту - ДРС). Линейно поляризованное лазерное излучение направляется на кювету с образцом и фокусируется в малом объеме исследуемой жидкости. Оптическая система собирает излучение, рассеянное исследуемыми частицами под определенным углом (углом рассеяния). Угол рассеяния может устанавливаться в интервале от 15° до 165°. Из-за броуновского движения частиц происходят флуктуации интенсивности рассеянного ими лазерного излучения.

Скорость затухания флуктуаций Γ находится из автокорреляционной функции (АКФ) интенсивности рассеянного излучения, либо из частотного анализа зависимости этой интенсивности от времени.

Для взвеси сферических частиц одинакового размера (монодисперсной) скорость затухания флуктуаций связана с коэффициентом диффузии частиц в жидкости D соотношением (1):

$$\Gamma = Dq^2 \quad (1)$$

где q — волновой вектор световой волны, $q=4 \cdot \pi \cdot n \cdot \sin(\theta/2)/\lambda$ (n — показатель преломления жидкости, в которой взвешены наночастицы, θ - угол рассеяния, λ – длина волны лазерного излучения).

По значению коэффициента диффузии D , определенному с помощью формулы (1), находят средний гидродинамический диаметр частицы D_n .

D_n вычисляется из коэффициента диффузии по соотношению Стокса-Эйнштейна.

$$D = k_b T / 3\pi\eta D_n \quad (2)$$

где D — коэффициент диффузии,
 η — вязкость среды,
 k_b — постоянная Больцмана,
 T — абсолютная температура.

Это соотношение точно выполняется только для сферических частиц, поэтому измеряемый методом ДРС гидродинамический диаметр определяется, как диаметр сферической частицы, которая имела бы в данной жидкости тот же коэффициент диффузии, что и измеряемая частица. Несферические частицы участвуют в двух типах диффузии – трансляционной (движение частицы как целого) и вращательной; для частиц, имеющих форму цилиндра, соответствующие коэффициенты диффузии позволяют вычислить диаметр и длину. Для определения коэффициента вращательной диффузии несферических частиц измеряют скорость затухания флуктуаций деполяризованной компоненты рассеянного излучения (для сферических частиц такая компонента отсутствует).



Рисунок 1 – Общий вид Анализатора размера частиц АРН-2 с обозначением мест пломбирования и маркировки.

В полидисперсных взвесьях каждому типу частиц соответствует свое значение скорости затухания флуктуаций Γ_i . Эти значения вычисляются программным обеспечением анализатора с помощью специальных алгоритмов. По вычисленным значениям программа рассчитывает, с помощью формулы (2), распределение частиц по гидродинамическим диаметрам.

Программное обеспечение

Управление прибором, прием и обработка данных осуществляются с помощью персонального компьютера (ПК) со специализированным автономным программным обеспечением.

Программное обеспечение поддерживает, наряду с вычислением размерных параметров наночастиц, построение градуировочного графика и вычисление счетной концентрации наночастиц по интенсивности рассеянного излучения, а также исследование кинетики (зависимости диаметра наночастиц от времени).

Идентификационные данные программного обеспечения представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
Программное обеспечение анализатора размеров частиц АРН-2	АРНН	2.2.1	87160A5F	CRC32

Программное обеспечение размещается в энергонезависимой памяти персонального компьютера. Несанкционированный доступ к программному обеспечению исключён посредством ограничения прав учетной записи пользователя.

Защита программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «С» по МИ 3286-2010.

Установка обновленных версий ПО допускается только представителями предприятия – изготовителя.

Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики анализатора приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измерений размера частиц (среднего гидродинамического диаметра), нм	5 - 500
Диапазон показаний размера частиц (среднего гидродинамического диаметра), нм	1 - 5000
Предел допускаемой систематической составляющей погрешности измерения среднего гидродинамического диаметра, %, не более	5
Пределы допускаемого относительного СКО случайной составляющей погрешности измерения среднего гидродинамического диаметра, %, не более	3
Пределы допускаемого значения относительного СКО случайной составляющей погрешности измерения интенсивности рассеянного излучения, %, не более	5
Регистрация поляризации рассеянного излучения	Возможность регистрации двух взаимно перпендикулярных поляризаций
Диапазон углов рассеяния, °	15 - 165
Диапазон температур термостатирования, °С	5 - 70
Нестабильность термостатирования, °С, не более	0,1
Погрешность термостатирования, °С, не более	0,3
Потребляемая мощность, Вт, не более	100
Габаритные размеры, мм	750×250×560
Масса, кг, не более	28
Условия эксплуатации: Температура воздуха, °С	15 - 28
Относительная влажность воздуха (без конденсации), %, не более	70

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа средства измерений наносится на титульный лист Руководства по эксплуатации типографским способом и в виде наклейки на корпус прибора.

Комплектность средства измерений

Состав комплекта анализатора представлен в таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Количество, шт.
Анализатор размера частиц АРН-2	1
ИВМ совместимый компьютер	1
Кюветы кварцевые с длиной оптического пути 10 мм	3
Кюветы цилиндрические с внутренним диаметром 10 мм	1
Руководство по эксплуатации	1
Методика поверки МП 49.Д4 - 11	1

Поверка

осуществляется по документу «Анализатор размера частиц АРН-2. Методика поверки МП 49.Д4-11», утвержденному ФГУП «ВНИИОФИ» 17 ноября 2011 г.

Основные средства поверки:

Государственный стандартный образец диаметра наносфер золота в жидкой среде (комплект 3Н) (ГСО 9629-2010).

Основные метрологические характеристики:

Номинальное значение аттестованной характеристики СО: 30 нм, 60 нм.

Границы допускаемой абсолютной погрешности аттестованного значения СО при доверительной вероятности $P=0,95$ – не более 2 нм, 3 нм и 4 нм соответственно для 10 нм, 30 нм и 60 нм.

Государственный стандартный образец гранулометрического состава Д040 (монодисперсный полистирольный латекс) - ГСО 7967-2001.

Основные метрологические характеристики

Аттестованное значение среднего диаметра частиц (D_{50}) - 380 нм.

Пределы допускаемой относительной погрешности аттестованного значения при доверительной вероятности $P=0,95$ – не более $\pm 5\%$.

Сведения о методиках (методах) измерений

«Анализатор размера частиц АРН-2. Руководство по эксплуатации», раздел 3 «Подготовка АРН-2 к использованию» и раздел 4 «Использование по назначению».

Нормативные документы, устанавливающие требования к анализатору размера частиц АРН-2

ГОСТ 8.606-2004 Государственная система обеспечения измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Осуществление деятельности в области здравоохранения, осуществление деятельности в области охраны окружающей среды.

Изготовитель

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГУП «ВНИИОФИ»)

Адрес: г. Москва, 119361, ул. Озерная д.46

Тел/факс: (499) 792-07-03,

E-mail: vniofi@vniofi.ru

Испытательный центр

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИОФИ», аттестат аккредитации № 30003-08 от 30.12.2008 г.

Адрес: 119361, Москва, ул. Озерная, 46.

Телефон: (495) 437-56-33; факс: (495) 437-31-47.

E-mail: vniofi@vniofi.ru

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

Е.Р. Петросян

М.п.

«_____» _____ 2011 г.