



## Анализатор размеров частиц BI-DCP

Производитель: Brookhaven Instruments

Модель: DCP

<https://assa-group.ru/bi-dcp>

BI-DCP. Анализатор размеров частиц методом седиментационного центрифугирования.

### Возможности

- Определение распределения частиц по размерам в сложных системах
- Удобство в эксплуатации, стабильность работы, быстрый анализ
- Не требует калибровки, прямые измерения
- Широкий диапазон размеров и плотностей частиц
- Несколько режимов анализа
  - Внешний и внутренний градиент
  - Ввод образца двумя методами (LINE и HOST)
  - Возможен последовательный ввод образцов
  - Стационарный или сканирующий детектор
  - Переменная скорость вращения центрифуги
- Количественное определение весового распределения
- Возможность оптимизации условий эксперимента до его начала
- Создание собственных методик эксперимента и форм

отчетов

- Непрерывный контроль температуры

## **Анализ распределения по размерам с высоким разрешением**

Прибор BI-DCP компании Brookhaven представляет собой высокочувствительный анализатор распределения частиц по размерам с компьютерным управлением. Диапазон детектируемых размеров частиц – от 10 нм до 30 мкм. Длительность одного анализа составляет от 5 до 30 минут. Программное обеспечение предоставляет средства управления прибором, алгоритмы анализа данных, а также функции управления архивом экспериментальных результатов. Ввод команд осуществляется в специальных меню. В программе предусмотрена специальная функция создания отчетов.

Компания Brookhaven Instruments обладает огромным опытом в создании приборов для определения размеров наночастиц и определения характеристик полимеров методами светорассеяния. Однако, несмотря на все удобство вышеупомянутых методов, на подобных приборах практически невозможно добиться высокого уровня разрешения размеров в районе 1 мкм. Данный регион интересен с промышленной точки зрения, так как существует довольно большое количество промышленных продуктов и товаров, содержащих частицы именно такого размера. Специально для данной области, компания Brookhaven разработала и создала инструмент, обладающий наиболее высоким разрешением среди всех существующих на настоящее время методик и приборов. В приборе BI-DCP используется метод осаждения/центрифугирования, позволяющий разделять различные компоненты сложных систем нано- и микрочастиц, а также устанавливать распределение по размерам для каждой из них.

**Ни один другой метод не может распознать наличие нескольких максимумов на кривой распределения частиц по**

## **размерам вблизи 1 микрона.**

В приборе BI-DCP используется специальный электродвигатель, который практически не производит шумов, характерных для обычных центрифуг. Интегральный стробоскопический источник света синхронизирован со схемой двигателя, это позволяет постоянно контролировать гидродинамическую стабильность образца. Для контроля температуры установлен термодатчик. Прибор BI-DCP обладает широчайшим диапазоном скоростей от 500 до 15000 об/мин, что позволяет значительно увеличить диапазон детектируемых размеров частиц. Сканирующая головка детектора позволяет сократить время измерения.

## **Преимущества использования**

Прибор BI-DSP позволяет пользователю эффективно и с минимальным вложением средств решать следующие задачи:

- Определять сложные распределения частиц по размерам при оптимизации реологических и структурных свойств образцов.
- Контролировать свойства поступающего сырья.
- Контролировать свойства конечного продукта для минимизации различий между отдельными партиями.
- Увеличить экономическую эффективность за счет снижения времени на масштабирование процесса.
- Оптимизировать свойства материалов для повышения качества продукции.
- Проводить фундаментальные исследования, связанные с размером частиц, для создания новой продукции и новых технологических процессов.

## **Анализ результатов и представление данных**

Система обработки данных BI-DCP – это достаточно гибкое и одновременно мощное программное обеспечение для анализа и

обработки данных, полученных на приборе. Программное обеспечение совместимо с современными компьютерами и предоставляет возможности как автоматической обработки данных, так и автоматического создания отчетов, как для прибора BI-DCP, так и для некоторых других приборов, выпускаемых компанией Brookhaven. Графики выводятся на цветной экран компьютера в реальном времени. Нулевую линию можно построить либо в автоматическом, либо в ручном режиме как под отдельными пиками, так и сразу под всей кривой. Также можно ввести значения поправок на коэффициент экстинкции или обрабатывать данные без учета данной поправки. Цветной принтер, который поставляется вместе с прибором, дает возможность печати отчетов в соответствии с форматом пользователя. Отчеты могут включать:

- Средние диаметры и распределения частиц по размерам: линейное (аналог микроскопии), по площади (аналог адсорбционных методов) и весовое (аналог по уширению линий в рентгенофазовом анализе).
- Индексы полидисперсности ( $D_w / D_n$ ) и стандартные отклонения.
- Наложение графиков для сравнения распределений.
- Условия эксперимента включая число опытов, названия и идентификационные номера образцов.
- Данные эксперимента с нулевой линией и интегральными и дифференциальными кривыми распределения частиц по размерам (линейным, по площади и весовым).

Программные средства управления архивом измерений включают средства автоматического сохранения результатов, средства извлечения данных из архива и средства визуализации данных для сравнения результатов нескольких экспериментов. Для работы с другими дисковыми центрифугами программу BI-DCP Data System можно заказать отдельно, включая все необходимые платы и кабели.

## *Методики ввода пробы.*

### **Метод линейного старта (LIST)**

Во время вращения диска с предварительно налитой на него жидкостью небольшой объем (обычно 0,25 мл) разбавленной суспензии образца (обычно концентрация составляет менее 1) вводится на поверхность жидкости на диске. Под влиянием центробежной силы частицы оседают поперек диска. Объем жидкости на диске обычно составляет около 15 мл.

Свет от узкочастотного светодиода проходит через диск. Частицы, которые присутствуют на пути, ослабляют его интенсивность в следствии абсорбции и рассеяния светового потока. Прошедший поток регистрируется фотодиодным датчиком и выводится на компьютер, как функция от времени.

Гидродинамически стабильное осаждение достигается за счет любого из трех видов контроля градиента. Создается градиент плотности или вязкости между суспензией и вращающейся жидкостью. Данный перепад смягчает гидродинамический шок в момент попадания частиц во вращающуюся жидкость. Таким образом достигается мягкий ввод исследуемой суспензии с практически мгновенным переходом в ламинарный режим осаждения.

Ключом к высочайшему разрешению размеров, которое удастся получить при использовании метода LIST на приборе BI-DCP, является возможность ввода всех частиц на равноценные позиции перед началом седиментации. Поэтому, все частицы начинают оседать в одно и то же время и с одной и той же позиции.

### **Метод гомогенного старта (HOST)**

Если при помощи метода LIST не удастся достичь стабильного осаждения, то можно воспользоваться методом гомогенного старта (HOST). Большой по сравнению с методом LIST объем (обычно 10-20 мл) разбавленной суспензии вводится прямо на

диск центрифуги. Разрешение у данного метода значительно ниже, но он более прост, а в сканирующем режиме – значительно быстрее. Компания Brookhaven can всегда рада помочь пользователям в выборе методики, наиболее подходящей для их задач.

## Теория процесса.

В приборе BI-DCP используется принцип седиментации на дисковой центрифуге с фотометрической регистрацией. В качестве методик ввода образца можно реализовать: старт с буферной линии, линейный старт с внешним градиентом или метод гомогенного старта. Скорость оседания частиц зависит от их размера, плотности, а также от плотности и вязкости жидкости, в которой они оседают. Время  $t$ , за которое сферическая частица с диаметром  $d$ , перемещается по поверхности вращающейся жидкости от начального радиуса  $R_j$  до радиуса  $R_d$  составляет:

$$t = (18 * \eta * \ln(R_d / R_j)) / (\omega^2 * d^2 * \Delta \rho)$$

где:  $\omega$  – угловое ускорение,

$\Delta \rho$  – разница между плотностями частицы и жидкости,

$\eta$  – вязкость жидкости.

Данное уравнение легко вывести из баланса сил, действующих на частицу – центробежной, архимедовой и вязкого трения. Из данного уравнения вытекают несколько общих правил.

Максимальный размер детектируемых данным методом частиц зависит от их плотности и от вязкости жидкости. Для материалов с низкой плотностью, например для полимеров, максимальный размер составляет около 30  $\mu\text{m}$ . Для более плотных материалов – неорганических оксидов, максимальный размер составляет около 5  $\mu\text{m}$ .

Данный предел можно увеличить изменив скорость оседания частиц несколькими методами: увеличить вязкость жидкости, уменьшить разницу в плотностях частицы и жидкости, снизить скорость вращения диска или увеличить объем вращающейся жидкостью, также можно использовать любые комбинации данных способов.

Минимальный размер ограничен диффузией. Для веществ с низкой плотностью он составляет около 0,07 микрон, для веществ с высокой плотностью – 0,008 микрон.

## Сферы применения

Прибор VI-DCP предназначен для решения задач по определению размеров частиц в жидкости в диапазоне от 0,01 до 30 микрон. Данный диапазон интересен при производстве и исследовании многих материалов различного назначения, включая:

- Полистирол, ПВХ и другие полимеры
- Сажу и уголь
- Оксиды металлов
- Составляющие чернил и тонеров, оксиды алюминия и титана
- Фармацевтические и пищевые продукты
- Покрытия и краски
- Минералы и синтетические оксиды кремния
- Глины и керамику

### *Пример использования в промышленности:*

Полезные качества прибора VI-DCP были продемонстрированы при изготовлении покрытий из эмульсии полимеризованного каучука. Эксплуатационные свойства покрытия сильно менялись от партии к партии и, зачастую, не удовлетворяли требованиям ОТК. Таким образом, продукция ненадлежащего качества либо уничтожалась, либо скапливалась на складах до возможности ее сбыта для клиентов с меньшими требованиями. Данное обстоятельство

приводило к увеличению издержек производства, проблемам с хранением и утилизацией, и, соответственно, к снижению доходности бизнеса в целом. После внедрения контроля за размером частиц полимера с помощью прибора BI-DSP было установлено, что причина вариаций в характеристиках продукции лежит в вариациях распределения частиц полимера по размерам в реакторе по его производству. Быстрая коррекция технологии процесса привела к резкому улучшению качества продукции - перестали появляться бракованные партии. Все это привело к снижению убытков и резкому росту доходов данной компании.

## **Дополнительные принадлежности**

**BI-DSCR:** Диск, устойчивый к действию большого количества органических растворителей.

## **Технические характеристики**

- **Диапазон исследуемых материалов:**  
Диапазон размеров частиц от 0,01 до 30  $\mu\text{m}$  (от 0,05 до 10  $\mu\text{m}$  для частиц с низкой плотностью и от 0,01 до 2  $\mu\text{m}$  – для частиц с высокой плотностью).  
Практически любые материалы, диспергированные в воде или в каких-либо других растворителях
- **Система обработки данных:** Компьютер с установленной системой Windows и принтером. Графическое отображение данных эксперимента в реальном времени на цветном экране.
- **Двигатель и центрифуга:**  
Электродвигатель с микропроцессорным контролем.  
Цифровой вывод скорости вращения двигателя.  
Возможность непрерывной настройки скорости в диапазоне от 500 до 15000 об/мин.  
Точность задания и поддержки скорости в диапазоне  $\pm 0.01\%$ .

Датчик температуры с цифровой индикацией.  
Интегральный стробоскопический источник света.

- **Диск:**  
Полиметилметакирилат со стальным ободом.  
Динамическая балансировка во всем диапазоне скоростей вращения.  
Объем жидкости от 10 до 40 мл.
- **Требования к электропитанию:**  
~220/240 В, 50/60 Гц, 1000 Вт
- **Размеры (Ш x Г x В):**  
500 x 550 x 260 мм
- **Вес:**  
33 кг
- **Сертификация:**  
Маркировка CE

<https://assa-group.ru/bi-dcp>

**Подберем  
оборудование  
конкретно под вашу  
задачу**

**+ 7 495 215-06-01**

Позвоните, мы составим для вас  
коммерческое предложение и  
проконсультируем в юридических  
вопросах.