

Союз Советских
Социалистических
Республик



Государственный комитет
Совета Министров СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Зависимое от авт. свидетельства —

(22) Заявлено 27.06.72 (21) 1806115/26-25

с присоединением заявки № —

(32) Приоритет —

Опубликовано 25.07.74. Бюллетень № 27

Дата опубликования описания 24.12.74

(11) 437005

(51) М. Кл. G 01n 27/26
B 01k 5/00

(53) УДК 543.544(088.8)

(72) Авторы
изобретения

С. С. Духин, И. Т. Горбачук, В. П. Дущенко и Л. В. Буклер

(71) Заявитель

Институт коллоидной химии и химии воды

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКОЙ ПОДВИЖНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ С ПЛОТНОСТЬЮ НЕ РАВНОЙ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ

1

Изобретение относится к микроэлектрофоретическому способу определения подвижности дисперсных частиц и может быть широко использовано в коллоидной химии, медицине, биологии для изучения электрических свойств дисперсных частиц большого удельного веса.

Основная трудность измерения электрофоретической подвижности тяжелых частиц по сравнению с легкими связана с их быстрой седиментацией. До настоящего времени отсутствовал удовлетворительный способ определения электрофоретической подвижности быстро седиментирующих частиц.

Известный микроскопический способ определения электрофоретической подвижности коллоидных частиц основан на измерении их скорости в рабочей камере электрофоретического прибора при помощи микроскопа. Если рабочую камеру прибора заполнить исследуемой суспензией, герметически закрыть и к введенным внутрь камеры электродам подать напряжение, то в движение придут жидкости относительно стенок камеры (электроосмос) и частицы относительно жидкости (электрофорез). Поскольку камера герметически закрыта, то интегральный поток жидкости через любое ее сечение равен нулю, т. е. электроосмотический поток жидкости, возникающий у стенок, компенсируется встречным осе-

2

вым потоком, возникающим за счет перепада давления. В результате формируется параболический профиль скоростей жидкости.

Наблюдаемая в микроскоп скорость движения частиц является, таким образом, результатом электроосмоса и электрофореза. Ее величина зависит от уровня рабочей камеры, на котором производится измерение. Экспериментальное определение локальной электроосмотической скорости жидкости связано с большими трудностями, поэтому на практике измерение истинной электрофоретической скорости частиц производится на стационарном уровне, в плоскости которого электроосмотический и встречный потоки жидкости взаимно компенсируются.

При этом требуется, чтобы за время измерения горизонтального электрофоретического смещения порядка 10 сек, необходимого для расчета скорости электрофореза, смещение частицы по вертикали под действием силы тяжести не превышало 1—3% от высоты камеры. Высота измерительной камеры электрофоретического прибора должна быть не более 3—5 мм, так как в противном случае возникают неконтролируемые конвективные движения жидкости, трудно устранимые даже при термостатировании. Следовательно, для горизонтально ориентированных электрофоретических приборов вертикальное смещение

частиц при высоте камеры 3—5 мм не должно превышать в среднем 50 мкм, а скорость их седиментации при времени наблюдения более 10 сек должна быть менее 5 мкм/сек. Эти требования становятся еще более жесткими при уменьшении высоты измерительной камеры.

Используя формулу для скорости седиментации, вытекающую из формулы Стокса

$$V_{sed} = \frac{2}{9} \frac{\Delta \rho g a^2}{\eta},$$

где a — радиус частицы;

$\Delta \rho$ — разность плотностей частицы и среды;

g — ускорение силы тяжести;

η — динамическая вязкость жидкости заключаем, что метод стационарного уровня применим при $\Delta \rho$ порядка 1 г/см³ к частицам радиуса менее 1,5 мкм, при $\Delta \rho$ порядка 10 г/см³ — для частиц с радиусом менее 0,5 мкм.

Предлагаемый способ позволяет повысить точность измерения. Для этого скорость электрофореза определяют по величине полного горизонтального смещения частицы в электрическом поле при падении от верхней стенки камеры до нижней или всплывании от нижней к верхней стенке, если частицы легче жидкости.

Наблюдаемая в микроскоп горизонтальная скорость смещения частицы V_n , находящейся на расстоянии z от верхней стенки камеры, равна

$$V_n(z) = V_{eo}(z) + V_{ef},$$

где $V_{eo}(z)$ — электроосмотическая скорость жидкости, изменяющаяся с глубиной камеры не только по величине, но и по направлению;

V_{ef} — электрофоретическая скорость частиц, независимая от z .

Измеряемое в эксперименте полное горизонтальное смещение частицы за время падения выразится интегралом

$$l = \int_0^t V_n(z) dt$$

или, произведя замеру перемещений и учитывая, что $\frac{dz}{dt} = V_{sed}$, где V_{sed} — скорость седиментации частиц, получим

$$l = \int_0^h V_n(z) \frac{dt}{dz} dz = \frac{1}{V_{sed}} \int_0^h [V_{eo}(z) + V_{ef}] dz = \\ = \frac{1}{V_{sed}} \left[V_{ef} h + \int_0^h V_{eo}(z) dz \right].$$

Общий электроосмотический поток через любое сечение камеры, перпендикулярное к направлению электроосмоса, равен нулю, т. е. второе слагаемое в скобках равно нулю и тогда получаем

$$V_{ef} = V_{sed} \frac{l}{h} \quad \text{или} \quad V_{ef} = \frac{l}{\tau_{sed}}.$$

Вследствие того, что падая или всплывая с постоянной скоростью частица в каждом одинаковом по толщине слое находится одно и то же время, ее горизонтальная скорость по сечению усредняется, а средняя по сечению скорость жидкости равна нулю. В результате полное горизонтальное смещение наблюдаемой частицы оказывается вообще независимым от параболического профиля скоростей электроосмоса в измерительной камере.

Для реализации предлагаемого способа необходимо, чтобы частица в начальный момент находилась у одной из стенок камеры, а за время наблюдения она должна пройти весь путь от верхней до нижней стенки измерительной камеры или от нижней до верхней.

Предмет изобретения

Способ определения электрофоретической подвижности дисперсных частиц с плотностью не равной плотности жидкости, заключающийся в микроскопическом измерении перемещения частиц в направлении однородного электрического поля в замкнутой горизонтально ориентированной камере, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерения, измеряют полное горизонтальное смещение частицы за время ее гравитационного прохождения от одной горизонтальной стенки камеры до другой и из полученных данных определяют подвижность.

Составитель Л. Жаркова

Редактор Т. Фадеева

Техред З. Тараненко

Корректор Т. Гревцова

Заказ 3445/12

Изд. № 120

Тираж 651

Подписано

ЦНИИПИ Государственного комитета Совета Министров СССР

по делам изобретений и открытий
Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Типография, пр. Сапунова, 2