

Союз Советских
Социалистических
Республик



Комитет по делам
изобретений и открытий
при Совете Министров
СССР

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

379866

Зависимое от авт. свидетельства № —

Заявлено 15.VI.1971 (№ 1670802/26-25)

с присоединением заявки № —

Приоритет —

Опубликовано 20.IV.1973. Бюллетень № 20

Дата опубликования описания 23.VII.1973

М. Кл. G 01n 27/26
B 01d 5/00

УДК 543.275(088.8)

Авторы
изобретения

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

Заявители

Институт коллоидной химии и химии воды АН Украинской ССР
и Киевский государственный педагогический институт им. А. М. Горького

УСТРОЙСТВО ДЛЯ МИКРОСКОПИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ И СУСПЕНЗИИ

1

Изобретение относится к устройствам для электрохимических процессов и аппаратов и может быть использовано для экспериментального определения подвижности коллоидных частиц методом микроскопического электрофореза и расчета на этой основе их электрокинетического потенциала.

Известен прибор, состоящий из прозрачного каркаса определенного размера, на поверхности которого выфрезирована прямоугольная плоская камера, закрываемая покровным стеклом и снабженная токонесущими электродами. Для наблюдения и измерения движения частиц в электрическом поле внутри камеры сфокусирован микроскоп. Если камеру заполнить суспензией, герметически закрыть покровным стеклом и к токонесущим электродам приложить электрическое поле, то за счет наличия двойных электрических слоев в движение приходят и жидкость относительно стенок камеры (электроосмос) и частицы относительно жидкости (электрофорез). Характерной особенностью прибора такого типа является отсутствие суммарного потока жидкости через сечение рабочей камеры, перпендикулярное к направлению электроосмоса. В нем под действием электрического поля возникают электроосмотические потоки жидкости и встречные им потоки, создаваемые за счет возникающего при этом гради-

2

ента давления, компенсирующие в сумме электроосмотические. В результате образуется параболический профиль скорости жидкости по сечению камеры. Интегральный перенос жидкости в ней отсутствует.

5 Цель изобретения — повышение точности измерения за счет уменьшения параболического профиля скорости жидкости по сечению измерительной камеры.

10 Цель достигается путем введения в закрытую покровным стеклом плоскую прямоугольную камеру, снабженную токонесущими электродами, вспомогательных трубок, замыкающих ее концы через отсчетный капилляр с газовым, например воздушным пузырьком, выполняющим роль расходомера электроосмотически перенесенной жидкости в рабочей камере. Электрическое поле с отсчетного капилляра и пузырька в нем снимается через закороченные снаружи дополнительные электроды. Вспомогательные трубки, отсчетный капилляр и рабочая камера выполнены в строго определенном соотношении размеров, а именно, отношение гидродинамического сопротивления рабочей камеры к сумме гидродинамических сопротивлений отсчетного капилляра и вспомогательных трубок не более 1/50.

30 Характерной особенностью предлагаемого устройства является наличие суммарного по-

тока жидкости в рабочей камере, равного электроосмотическому потоку с постоянной скоростью по сечению. Это прибор с открытой рабочей камерой. Преимущества прибора с открытой рабочей камерой заключаются в возможности проведения измерений электрофореза на любом уровне объема суспензии в камере. Это устраняет трудности определения локализации стационарного уровня, градуировки прибора; отпадает также необходимость в наборе сравнительно большой статистики измерений, что значительно сокращает время и облегчает труд экспериментатора. Кроме того, предлагаемое устройство позволяет получать более стабильные и надежные результаты измерений даже для сравнительно быстро оседающих частиц.

На чертеже изображено предлагаемое устройство, вид в плане.

Устройство содержит прозрачный каркас 1, снабженный плоской камерой 2 прямоугольного сечения с электродными углублениями 3, в которых размещены токонесящие электроды 4 с выводами 5, присоединенные к клеммам 6. Электродные углубления 3 и токонесящие электроды 4 по сравнению с известными приборами имеют большую площадь и, следовательно, меньшую плотность тока. Для герметизации рабочей камеры служит покровное стекло 7. Электродные углубления 3 с помощью вспомогательных трубок 8 соединены с отсчетным капилляром 9, содержащим газовый, например воздушный, пузырек 10, выполняющий роль расходомера электроосмотически перенесенной жидкости. Для снятия электрического поля с отсчетного капилляра 9 и находящегося в нем воздушного пузырька 10 введены по краям отсчетного капилляра закороченные снаружи дополнительные электроды 11. Для заполнения прибора дисперсионной жидкостью и его опорожнения по окончании опыта к вспомогательным трубкам 8 симметрично присоединены патрубки 12 с трехходовым краном 13 и двухходовым краном 14.

При приложении электрического поля постоянной напряженности E к токонесящим электродам 4 в рабочей камере 2 возникает электроосмотический перенос жидкости, в результате которого на концах рабочей камеры 2 создается определенный перепад давления ΔP . Под действием возникшего градиента давления зарождаются два дополнительных потока жидкости: один через рабочую камеру 2 навстречу электроосмосу, а другой через отсчетный капилляр 9. Соотношение величин этих потоков зависит от отношения гидродинамического сопротивления W_k рабочей камеры 2 к сумме гидродинамических сопротивлений W_0 отсчетного капилляра 9 и W_T вспомогательных соединительных трубок 8.

Экспериментально установлено, что только при отношении

$$\frac{W_k}{W_0 + W_T} \leq \frac{1}{50}$$

прибор годен к проведению измерений, а противоток жидкости, составляющий 2% величины электроосмотического потока, практически не изменяет наблюдаемой в микроскоп скорости частиц на разных уровнях по глубине рабочей камеры 2. При этом не учитывается дополнительное сопротивление, создаваемое воздушным пузырьком в отсчетном капилляре. Учесть расчетным путем его сопротивление практически нельзя, поскольку оно может меняться от случая к случаю. Величина сопротивления, создаваемого воздушным пузырьком, зависит от чистоты внутренней части отсчетного капилляра, длины воздушного пузырька, скорости его движения, смачиваемости материала поверхности капилляра данной жидкостью и т. д. Влияние сопротивления воздушного пузырька проверялось экспериментально по измерению наблюдаемой в микроскоп скорости частиц на разных уровнях глубины рабочей камеры при наличии воздушного пузырька в отсчетном капилляре и без него. Если данные практически совпадали и их величина оставалась постоянной по глубине камеры, то считалось, что прибор пригоден к проведению измерений.

Опыты показали, что при тщательной очистке внутренней части отсчетного капилляра и при длине воздушного пузырька, приблизительно в 1,2 раза большей диаметра отсчетного капилляра, его сдвиговое сопротивление мало и практически не влияет на величину наблюдаемой скорости частиц. Воздушный пузырек при этом является достаточно чувствительным приспособлением для измерения линейной скорости электроосмоса в рабочей камере 2.

Исключительно важное значение имеют дополнительные электроды 11. Они снимают электрическое поле с воздушного пузырька, устраняя таким образом неконтролируемое его движение под действием внешнего электрического поля. Кроме того, при наличии внешнего поля в отсчетном капилляре возникли бы свои дополнительные электроосмотические потоки, создающие дополнительные трудности их учета. Электроосмос во вспомогательных трубках 8 не учитывался, поскольку его величина ничтожно мала.

Работает устройство следующим образом.

Через патрубки 12 при открытых кранах 13, 14 и снятом покровном стекле 7 заливают дисперсионную жидкость так, чтобы рабочая камера прибора 2 полностью покрылась. При этом в патрубках 12 уровень жидкости немного выше уровней кранов 13 и 14. После этого в рабочую камеру 2 вносят исследуемый состав. Покровным стеклом 7 закрывают рабочую камеру 2 и герметизируют парафином, вываренным в дистиллированной воде. Трехходовой кран 13 устанавливают так, чтобы сквозное соединение с краном 14 осуществлялось лишь через отсчетный капилляр 9. Наклоняя прибор, приподнимают патрубок с краном 14 до тех пор, пока внутри трубки

8 не поступает небольшое количество воздуха, достаточное для образования пузырька. Перекрыв кран 14, легким встряхиванием отделяют воздушный пузырек от крапа и направляют в область отсчетного капилляра 9. Снова открывают кран 14, выравнивают уровни жидкости в патрубках 12, перекрывают кран 14 и трехходовым краном 13 соединяют рабочую камеру 2 с отсчетным капилляром 9. В результате этих операций исследуемая суспензия изолируется от внешней среды и оба конца рабочей камеры 2 замыкаются через отсчетный капилляр 9. Наклоняя прибор так, чтобы отсчетный капилляр разместился вертикально, легко добиваются заправки пузырька в отсчетный капилляр.

При наложении внешнего электрического поля напряженности E жидкость в камере 2 смещается (электроосмос), толкая воздушный пузырек 10. Величину смещения воздушного пузырька за определенное время измеряют с помощью откалиброванной шкалы или более точно с помощью бинокулярного микроскопа. Измерения проводят несколько раз, меняя направление электрического поля. По этим данным определяют объемную скорость электроосмоса. Зная сечение рабочей камеры 2, легко рассчитать линейную скорость электроосмоса $V_{эо}$ в камере, разделив объемную скорость на ее сечение. Следует размещать прибор во время измерений строго горизонтально, чтобы избежать самопроизвольного движения воздушного пузырька, в противном

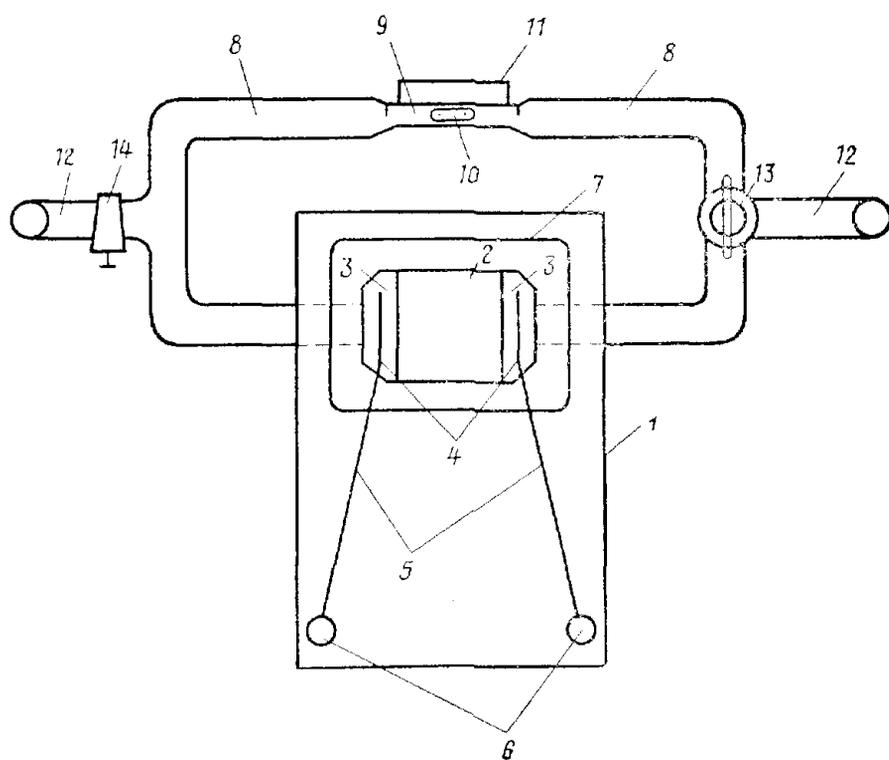
случае будет большой разброс значений его скорости в прямом и обратном направлениях.

Наблюдаемую скорость V_n частиц в камере 2 определяют обычным способом с помощью монокулярного микроскопа при той же напряженности электрического поля E . Измерения V_n проводят для нескольких частиц при изменении направления электрического поля. Отклонение отдельных экспериментальных данных от среднего значения для тщательно рассчитанного и изготовленного устройства невелико.

Предлагаемое микроэлектрофоретическое устройство в работе может быть расположено как горизонтально, так и вертикально.

Предмет изобретения

Устройство для микроскопического электрофореза коллоидных систем и суспензий, содержащее измерительную камеру с электродами, расположенными в торцах камеры, отличающееся тем, что, с целью повышения точности измерения путем уменьшения параболического профиля скоростей жидкости по сечению измерительной камеры, камера снабжена трубками, соединяющими ее торцы с отсчетным капилляром, который расположен симметрично оси камеры и имеет закороченные электроды, встроенные в капилляр, а отношение гидродинамических сопротивлений измерительной камеры и капилляра больше 50.



Составитель **Л. Жаркова**

Редактор **Э. Мельничко**

Техред **Л. Богданова**

Корректоры: **Е. Миронова** и
Е. Михеева

Заказ 1919/6

Изд № 1485

Тираж 755

Подписное

ЦНИИПИ Комитета по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР
Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Типография, пр. Сапунова, 2