Долговечность Univette

Ключевые слова: электрофоретическое рассеяние света, дзета-потенциал, высокая электропроводность

Univette была разработана для измерения дзета-потенциала частиц, диспергированных в органических растворителях на анализаторе Litesizer, но его высококачественная конструкция также делает его предпочтительной кюветой для измерений ELS или DLS в экстремальных условиях: при высокой температуре, химической коррозии или электропроводимости. В отчёте мы продемонстрируем 1000 измерений дзета-потенциала растворителя с высокой проводимостью с использованием одной кюветы. Univette - это действительно долговечная, многоразовая ячейка для измерения ELS в экстремальных условиях.

1 Введение

Дзета-потенциал (ζ) является показателем суммарного заряда на поверхности частицы. Существуют различные методы определения поверхностного заряда, но электрофоретическое рассеяние света (ELS) является одним из самых простых и быстрых методов. Общий заряд частиц влияет на стабильность и взаимодействие с поверхностями других частиц или упаковки, и используется для определения их склонности к агрегации.

$$\mu = \frac{2\varepsilon_m \varepsilon_0}{3\eta} \zeta f_1(Ka)$$

μ = электрофоретическая подвижность [м²/Вс]

ε = диэлектрическая постоянная [F/м]

ζ = дзета-потенциал [В]

f_1(Ka) = Фактор Дебая (также функция Генри)

η = динамическая вязкость [Па.с]

Уравнение 1: Уравнение Генри

В анализаторах частиц Litesizer ™ измеряется электрофоретическая подвижность μ, дзета-потенциал рассчитывается через уравнение Генри (см. Уравнение 1).

Тем не менее пользователи должны задать значение коэффициента Дебая f1 (Ka), чтобы программное обеспечение корректно выполнило расчет. В большинстве случаев может использоваться приближение:

- приближение Смолуховского (f(Ka) = 1,5) для частиц >200 нм, диспергированных в водных растворителях.
- приближение Хюккеля (f(Ka) = 1) является предпочтительным для частиц <200 нм, диспергированных в органических растворителях.

Кювета Univette была разработана компанией Anton Paar для измерения дзета-потенциала и размеров частиц как в органических, так и в водных растворителях, но его прочная конструкция PEEK (*полиэфирэфиркетон*) и палладиевые электроды обеспечивают устойчивость к химической коррозии, а также к механической и/или ультразвуковой очистке.

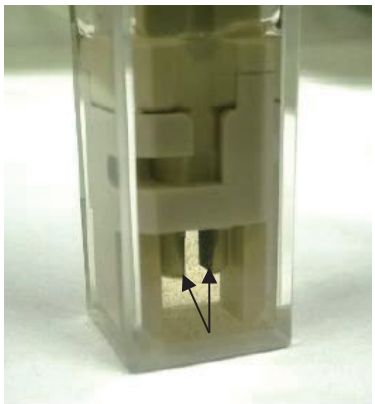

Рисунок 1: Палладиевые электроды Univette после измерения дзета-потенциала образца, растворенного в в 100мМ NaCl

Это очень важно при измерении ELS на образцах с высокой проводимостью, поскольку они могут привести к отложению остатков на электродах кюветы (см. Рисунок 1).

Электроды большинства кювет ELS не могут очищаться (Petrillo & Wu, 2015), что приводит к необратимому разрушению при повторных измерениях. Инновационная Univette представляет собой первую многоразовую кювету методом ELS.
В отчете мы стремились проверить устойчивость Univette к множественным измерениям дзета-потенциала на образцах с высокой проводимостью, а также к механической и ультразвуковой очистке.

2 Эксперимент

Образец с высокой проводимостью был подготовлен диспергированием 3 капель 100 нм стандарта латекса со сферическими частицами в 25 мл 110 мМ раствора NaCl. Проводимость образца составляла 11,4 мСм/см. Кварцевую кювету наполнили образцом объёмом 800 мкл и затем погрузили Univette. Напряжение было настроено вручную до 5 В.
Измерения дзета-потенциала проводили на Litesizer 500. После каждых 100 измерений и Univette, и кварцевую кювету механически очищали с помощью щетки, погружали в этанол и 10 минут обрабатывали в ультразвуковой ванне.
Для проверки состояния палладиевых электродов в конце эксперимента, было измерено две серии эталонного материала с дзета-потенциалом.

3 Анализ полученных результатов

После каждой серии из 100 измерений на электродах Univette и в нижней части кварцевой кюветы был заметен черный осадок. Эти остатки были полностью удалены с помощью механической и ультразвуковой очистки. Эксперимент продолжали с новым образцом. Процедуру повторяли 10 раз, получив в общей сложности 1000 измерений.
Средний дзета-потенциал и относительное стандартное отклонение для каждой серии из 100 измерений показаны в таблице 1. Как видно из таблицы, ни средние значения дзета-потенциала, ни относительные стандартные отклонения значительно не различались между последовательными сериями из 100 измерений, что подтверждает одинаковую работоспособность Univette и после 100, и после 1000 измерений.
В конце эксперимента работоспособность была дополнительно подтверждена измерением дзета-потенциала двух образцов эталонного материала (см. Таблицу 1, нижние 2 строки). Результаты находились в пределах ожидаемого диапазона дзета-потенциала, указывая на то, что Univette по-прежнему давала точные результаты после 1000 измерений в условиях высокой проводимости.

Измерение №	Ср. дзета-пот [mV]	Отн. стандарт отклонение [%]
1 - 100	-30.2	± 4.09
101- 200	-28.4	± 9.47
201- 300	-29.6	± 10.26
301- 400	-29.2	± 6.43
401- 500	-29.8	± 6.94
501- 600	-30.1	± 10.04
601- 700	-32.1	± 7.61
701- 800	-30.3	± 8.12
801- 900	-29.7	± 5.60
901- 1000	-29.4	± 4.33
Ср. Дзета-потенциал эталонный материал Образец №.1	-43.3	± 4.54
Ср. Дзета-потенциал эталонный материал Образец №.2	-45.5	± 0.95

Таблица 1: Испытание кюветы Univette на долговечность. Результаты представляют собой средние значения серий по 100 последовательных измерений, за исключением эталонных образцов дзета-потенциала, для которых результаты представляют собой среднее значение из 5 последовательных измерений.

4 Вывод

Это исследование демонстрирует, как с помощью Univette можно проводить повторяемые измерения ELS высокопроводящих образцов, полагаясь на точность и повторяемость. Проверяя ячейку с эталонным материалом дзета-потенциала после серии из 1000 измерений и 10 циклов очистки, мы демонстрируем, что Univette все еще находится в хорошем состоянии и может использоваться для дальнейших исследований. Таким образом, Univette представляет собой износостойкую, долговечную многоразовую альтернативу более традиционным кюветам для определения дзета-потенциала.

5 Литература

Petrillo, B. & Wu, M., 2015. Lifetime of the Anton Paar Omega Cuvette, Application report D51IA002: www.anton -paar.com.

Измерения : Norbert Reitinger
Текст Carina Burgstaller & Nathalie Etchart

Contact Anton Paar GmbH
Tel: +43 316 257 7073
pc-application@anton -paar.com
http:// www.anton -paar.com

Эксклюзивный дилер в России:
ООО «АВРОРА»
paar@avrora-lab.com
www.paar.ru
+7(495)-258-83-05/06/07