

УДК 537.2:539.1.87:548.7

© В. П. Андреев, А. А. Тихомолов

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОТОЧНОГО ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ В АСИММЕТРИЧНОМ ЭЛЕКТРООСМОТИЧЕСКОМ ПОТОКЕ

Описана конструкция экспериментальной установки для проточного фракционирования частиц в асимметричном электроосмотическом потоке.

Для реализации проточного фракционирования (ПФ) необходимо выполнение двух условий: во-первых, поперечное поле должно быть достаточно интенсивным для того, чтобы привести к неравномерному распределению концентрации фракционируемых частиц в поперечном сечении канала, и во-вторых, профиль скорости продольного потока жидкости в канале ПФ должен быть неоднородным, то есть скорость жидкости должна зависеть от поперечной координаты. В классическом ПФ [1] продольный поток жидкости создается перепадом давления и профиль скорости течения жидкости является Пуазейлевским. В работе [2] было показано, что ПФ возможно и в случае, если продольный поток жидкости — электроосмотический. Однако для обеспечения необходимой степени его неоднородности требуется, чтобы дзета-потенциалы стенок канала были не равны между собой. Особенно перспективным для повышения разрешающей способности ПФ является комбинация асимметричного электроосмотического потока и Пуазейлевского потока. Необходимость создать комбинацию указанных потоков и порождает нижеописанные особенности в конструкции установки. В установке реализован наиболее экономичный вариант проточного фракционирования — гравитационное ПФ, при котором в качестве поперечного поля используется поле силы тяжести. Соответственно, объекты разделения при этом виде ПФ достаточно крупные, а именно, частицы субмикронного и микронного размеров, в первую очередь латексы, частицы сорбента, клетки.

Установка представляет собой платформу, на которой расположен канал проточного фракционирования; платформа расположена внутри непрозрачного корпуса с вынесенными наружу высоковольтным блоком и блоком преобразования сигнала детектора.

Установка состоит из трех подсистем (рис. 1).

1. Гидродинамической — предназначенной для формирования продольного потока жидкости в

системе и собственно для фракционирования частиц, которая включает в себя:

а) лентообразный канал прямоугольного сечения длиной 38 см, шириной 5–10 мм; канал вырезан в майларовой прокладке толщиной 100 мкм, помещенной между двумя стенками, одна из которых выполнена из стекла, а другая из оргстекла; верхняя стенка имеет два отверстия диаметром 1 мм и отверстие с подводящим кварцевым капилляром внутренним диаметром 320 мкм для ввода пробы;

б) две цилиндрической формы емкости для буферной жидкости диаметром 15 мм и высотой 3 см непосредственно на входе и выходе канала;

в) устройство ввода пробы;

г) шприцевой насос.

2. Высоковольтной части — необходимой для создания электроосмотического потока и состоящей из:

а) высоковольтного блока 3–10 кВ;

б) съемных платиновых электродов, выведенных в буферные емкости, и емкость с пробой.

3. Контрольно-измерительной системы, состоящей из:

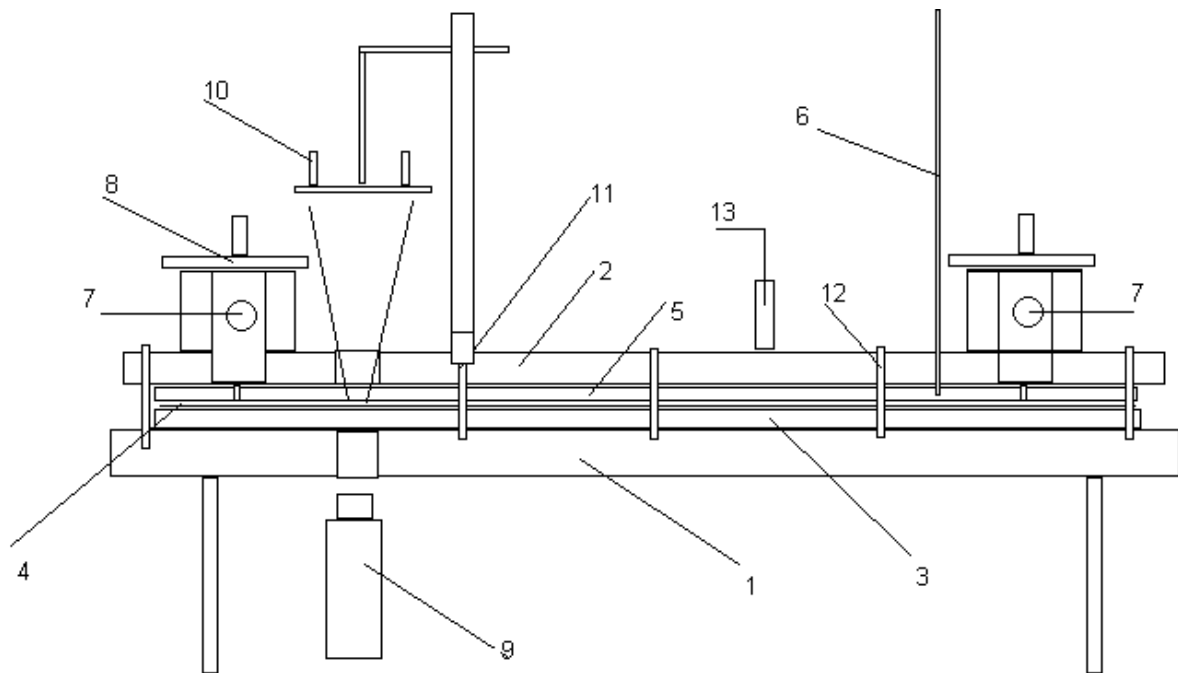
а) диафрагмируемого источника параллельного светового потока — лазерного светодиода со схемой стабилизации свечения — длина волны 670 нм;

б) приемника, состоящего из 4 фотодиодов, расположенных по окружности таким образом, чтобы регистрировать малоугловое светорасcеяние на анализируемых частицах микронных и субмикронных размеров,двигающихся в канале под детектором;

в) схемы усиления–выделения полезного сигнала;

г) блока обработки данных в виде платы аналогоцифрового преобразования в составе персонального компьютера.

Такая конструкция установки обусловлена необходимостью исключить различные негативные



**Рис 1.** Схема установки: 1 — платформа, 2 — верхняя поджимная пластинка, 3 — нижняя оргстеклянная стенка канала, 4 — майларовая прокладка, 5 — верхняя стеклянная стенка канала, 6 — гибкий кварцевый капилляр, 7 — буферная емкость с электродом, 8 — крышка буферной емкости, 9 — лазерный светодиод, 10 — фотодиоды детектора, 11 — штатив для крепления детектора, 12 — поджимные винты, 13 — пробирка с пробой и электродом

эффекты при создании встречных Пуазейлевского и электроосмотического потоков в канале, что позволяет получить выигрыш [2] в разрешении пиков пробы по сравнению с обычным гравитационным проточным фракционированием. Так, емкости для буферной жидкости расположены непосредственно над каналом — это позволило исключить подводные капилляры, а следовательно, исключить размывание пробы вторичными Пуазейлевскими потоками, которые могли бы возникнуть при различии в дзета-потенциалах стенок канала и подводных капилляров. Исключение выходного капилляра не позволяло более использовать ультрафиолетовый детектор на выходе из канала, таким образом, детектор был перенесен непосредственно на канал. В силу большого поглощения УФ излучения стеклянными стенками канала был осуществлен переход на длину волны 670 нм. Из-за малой длины оптического пути (толщина канала 100 мкм) с целью увеличения соотношения сигнал/шум перешли от измерения поглощения прямопрошедшего света к измерению интенсивности светорассеяния на малых углах ( $5-8^\circ$ ), что позволило получить полезный сигнал

приемлемой интенсивности при фракционировании частиц субмикронных и микронных размеров.

Устройство ввода пробы, расположенное в 2 см от начала канала и в 34 см от детектора, представляет собой гибкий кварцевый капилляр, что позволяет осуществлять как электрокинетический, так и гидростатический ввод пробы в канал методом стандартным для капиллярного электрофореза. Объем буферных емкостей выбирался так, чтобы обеспечить малость изменения уровня жидкости и pH среды в течение эксперимента. Постоянство толщины канала обеспечивается равномерным поджатием 18 винтов, расположенных по обе его стороны. Детектор может перемещаться по штативу в вертикальном направлении для достижения оптимума амплитуды полезного сигнала. В блоке преобразования идет двухкаскадное усиление сигнала с промежуточным вычитанием базового сигнала засветки и фильтрация шумов. Для аналогоцифрового преобразования используется 24-битный АЦП, данные с которого поступают на персональный компьютер. Общий вид установки представлен на рис. 2.

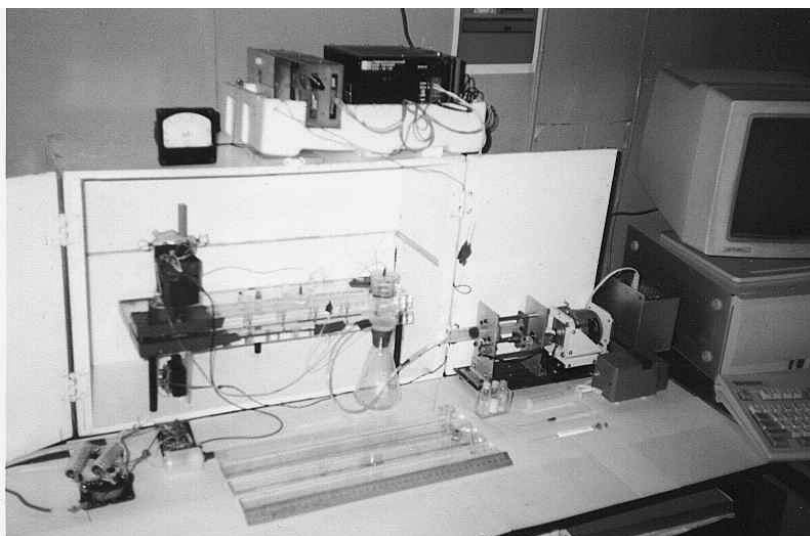


Рис. 2. Общий вид установки

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Giddings J.C.* // *J. Sep. Sci.* 1966. V. 1, N 1. P. 123–125.
2. *Andreev V.P., Stepanov Y.U., Giddings J.C.* // *J. Micro. Sep.* 1997. V. 9, N 3. P 163–168.

*Институт аналитического приборостроения РАН,  
Санкт-Петербург*

Материал поступил в редакцию 14.04.2000.

## LABORATORY MADE INSTRUMENT FOR FIELD-FLOW FRACTIONATION IN ASYMMETRICAL ELECTROSMOTIC FLOW

**V. P. Andreev, A. A. Tikhomolov**

*Institute for Analytical Instrumentation RAS, Saint-Petersburg*

Design of laboratory made instrument for field-flow fractionation of particles in asymmetrical electroosmotic flow is described.