

УДК 532.137

Межбурд Е.В., Бойко Б.Н., Лосев В.А., Плотников В.В., Сенин А.А., Храмов М.И. Ротационный вискозиметр на магнитном подвесе для исследования растворов биополимеров// Научное приборостроение. Л.: Наука, 1987.

Рассматриваются особенности исследования вязкостных слабоконцентрированных растворов биополимеров и влияние этих особенностей на специфические требования к вискозиметру. Предложен ротационный вискозиметр со свободно подвешенным и полностью погруженным в исследуемую жидкость ротором. Прибор регистрирует период вращения ротора, пропорциональный измеряемой вязкости. Дано общее построение прибора и раскрыт принцип действия его. Библиогр. 2 назв. Ил. 1.

Е.В.Межбурд, Б.Н.Бойко, В.А.Лосев, В.В.Плотников, А.А.Сенин, М.И.Храмов
РОТАЦИОННЫЙ ВИСКОЗИМЕТР НА МАГНИТНОМ ПОДВЕСЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТВОРОВ
БИОПОЛИМЕРОВ

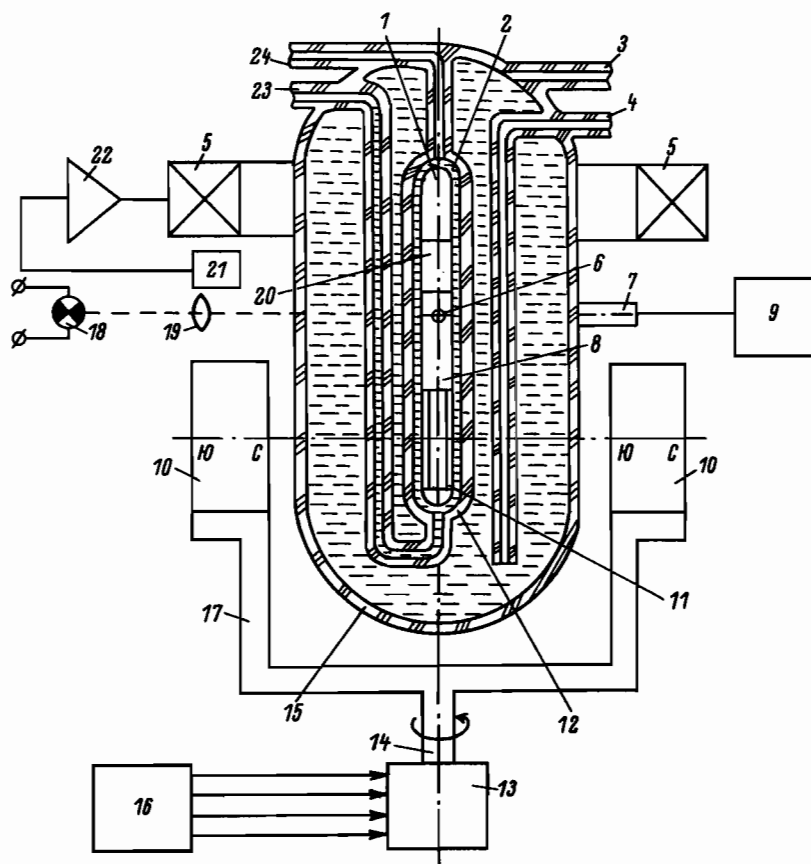
Созданный в СКБ биологического приборостроения АН СССР вискозиметр АВ-1 предназначен для измерения характеристической вязкости слабоконцентрированных растворов биополимеров. Этим определяются предельно высокие требования к сходимости и воспроизводимости результатов измерения - $\sim 10^{-3}$ для сходимости и $5 \cdot 10^{-3}$ для воспроизводимости. Диапазон измерения абсолютной вязкости $3 \cdot 10^{-4}$ - $1 \cdot 10^{-2}$ Па.с, рабочий диапазон температур 0-60 °С и диапазон измерения скоростей деформации $1-10^{-1}$ с $^{-1}$ обеспечивают проведение исследований широкого класса растворов биополимеров.

Принцип действия вискозиметра основан на измерении скорости вращения электропроводящего цилиндрического ротора, свободно подвешенного с помощью магнитного поля внутри цилиндрической камеры, заполненной исследуемой жидкостью. Ротор приводится во вращение вращающимся магнитным полем. При обеспечении высокой стабильности индукции вращающего поля вращающий момент будет пропорционален разности скоростей вращения поля и ротора. Тормозящий момент за счет вязкого трения в жидкости для такой конструкции пропорционален вязкости и скорости вращения ротора. Поэтому при измерении устанавливается равновесная скорость вращения ротора, при которой момент вращения уравнивается моментом трения. Эта скорость пропорциональна вязкости раствора. Отсутствие опор вращения ротора исключает искажение результатов, вызванное потерями на трение в этих опорах, и позво-

ляет получить приведенные выше параметры прибора.

До настоящего времени ротационные вискозиметры со свободно висящим полностью погруженным ротором не выпускались. Известные экспериментальные установки, например вискозиметр-плотномер Ходжинса-Бимса [1], сложны в эксплуатации, требуют разборки для перезарядки и промывки, применения внешнего термостата, имеют сложную систему втировки магнитного подвеса. Именно этим и объясняется отсутствие приборов такого типа на мировом рынке, несмотря на потенциально высокие характеристики. Биологические исследования до настоящего времени в основном выполнялись на вискозиметрах Зима и Крозерса [2], в которых полый ротор подвешивается за счет поверхностного натяжения исследуемой жидкости. Этот вискозиметр неудобен в эксплуатации и имеет низкую чувствительность.

Ротационный вискозиметр АВ-1 лишен перечисленных недостатков. Ротационный вискозиметр (см. рисунок) содержит ротор I, полностью погруженный в исследуемую жидкость 2. В нижней части ротора укреплен цилиндр II из электропроводного ма-



Функциональная схема ротационного вискозиметра.

териала. В роторе укреплены также сердечник 20 из магнитомягкого материала, втулка 8 из неэлектропроводного материала с отверстием 6. Элементы ротора окру-

жены прозрачной химически стойкой оболочкой. Исследуемая жидкость и ротор расположены в герметичном объеме вискозиметрической камеры 12, изготовленной из стекла. Вискозиметрическая камера окружена термостатирующей оболочкой 15, связанной со встроенным в вискозиметр термостатом. Привод вращения ротора содержит электродвигатель 13. Вал двигателя 14 соединен с кронштейном 17, на котором укреплены постоянные магниты 10. Система безопорного подвешивания ротора в рабочем объеме вискозиметрической камеры представляет собой магнитодинамический подвес, состоящий из датчика положения 21, регулятора положения ротора 22 и соленоида 5. Датчик оборотов ротора состоит из источника света 18, расположенного на одной оптической оси с линзой 19, отверстием 6 ротора, светочувствительным элементом 7. Светочувствительный элемент соединен с блоком измерения периода вращения ротора 9.

Вискозиметр работает следующим образом. Вискозиметрическая камера через заправочные каналы 23 и 24 заполняется исследуемой жидкостью. В рабочем режиме ротор подвешивается в исследуемой жидкости в заданном положении при помощи магнитодинамического подвеса. При перемещении ротора в вертикальном направлении изменение положения магнитомягкого сердечника изменяет сигнал на датчике положения ротора. Изменение сигнала подается на регулятор положения ротора, который изменяет силу тока в соленоиде так, чтобы, воздействуя на сердечник ротора, вернуть ротор в исходное положение. Тем самым ротор поддерживается в постоянном заданном положении.

Вал двигателя приводит во вращение кронштейн с укрепленными на нем постоянными магнитами. Вращение постоянных магнитов создает вращающееся магнитное поле. Вращающееся магнитное поле возбуждает в цилиндре из электропроводного материала вихревые токи, магнитное поле которых, взаимодействуя с вращающимся магнитным полем, приводит цилиндр и соединенный с ним ротор во вращение (т.е. вращение цилиндра обеспечивается по принципу вращения ротора асинхронного электродвигателя). Период вращения ротора измеряется следующим образом. Световой поток от источника света фокусируется линзой на отверстие, после которого сфокусированный световой поток попадает на светочувствительный элемент, возбуждая в нем электрический ток. При вращении ротора световой поток периодически прерывается, изменяя при этом амплитуду тока со светочувствительного элемента. Блок измерения периода вращения ротора измеряет период следования импульсов со светочувствительного элемента, тем самым измеряется период вращения ротора. Задание и поддержание необходимой температуры исследуемой жидкости обеспечиваются термостатирующей жидкостью, подаваемой от встроенного в вискозиметр термостатирующего узла через штуцеры 3 и 4 в термостатирующую оболочку.

Конструктивно прибор состоит из двух блоков - вискозиметрического и электронного. Блок вискозиметрический включает в себя вискозиметрический узел, систему магнитодинамического подвеса ротора, датчик оборотов, привод вращения ротора, систему термостатирования. Блок электронный содержит систему цифровой обработки информации, источник питания. Блок вискозиметрический выдает в электронный блок информацию в виде импульсов, период следования которых соответствует периоду вращения ротора. Эта информация поступает в систему цифровой обработки, обеспечивающую измерение этого периода и выдачу информации на табло цифрового индикатора и на шину приборного интерфейса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приборы для научных исследований. 1971. № 10. С.67-69.
2. Zimm B.H., Crothers D.M. // Proc. Nat. Acad. Sci. 1962. №6. P.26-32.

О.В.Агапитов, И.В.Лисицын, А.Л.Мельцин, Л.В.Новиков, С.С.Прахов АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ АНАЛИЗАТОР ИМПУЛЬСНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ С ТЕЛЕВИЗИОННОЙ СИСТЕМОЙ РЕГИСТРАЦИИ

Методы оптической спектроскопии в настоящее время находят все более широкое применение в различных областях науки и техники. При этом перед разработчиками наряду с необходимостью повышения разрешающей способности и чувствительности стоят задачи увеличения скорости и улучшения воспроизводимости спектральных измерений. При решении целого ряда проблем, таких как изучение кинетики быстро протекающих физико-химических процессов, явлений деструкции биополимеров в мощных световых полях, динамики спектра импульсного лазерного излучения и других нестационарных процессов, протекающих за время 10^{-12} - 10^{-6} с, создание анализатора спектра, позволяющего регистрировать спектр эмиссии либо поглощения за время порядка 100 с с высокой точностью, является весьма актуальным.

Использование для задач кинетической спектрометрии традиционного сочетания монохроматора с фотоумножителем приводит к значительным погрешностям измерений спектральных компонент, если скорости развертки спектра и его деформация соизмеримы во времени. Расчеты показывают, что относительная погрешность регистрации спектра при такой методике измерений описывается выражением

$$\Delta = \frac{I'(t)}{2v} (\Delta\lambda)^2, \quad (1)$$

где v - скорость развертки спектра через выходную щель; $I'(t)$ - производная от закона изменения спектра во времени; $\Delta\lambda$ - измеряемый спектральный интервал. При выводе (1) предполагалось, что фотоприемник, последовательно регистрирующий интенсивности спектральных компонент, и усилительный тракт являются безинерционными в полосе частот развертки спектра и его изменениях во времени.

Очевидно, что для решения указанных задач оптимальным является сочетание спектрографа с координатно-чувствительным фотоприемником, обладающим элементом пространственной памяти с последующим считыванием зафиксированного спектра в систему обработки в виде электрического сигнала. При этом, учитывая одновременную регистрацию всех спектральных компонент на фоточувствительном слое приемника, отмеченная погрешность пренебрежимо мала.

Анализ существующих координатно-чувствительных фотоприемников показывает, что для регистрации спектров в широких динамическом и спектральном диапазонах (включая УФ область) при времени существования спектра до 10^{-12} с и пороговой чувствительности на уровне 10^{-4} - 10^{-5} лк в настоящее время пригодны лишь вакуумные передающие телевизионные приборы с накоплением заряда и электронным переносом изображения типа суперкремникон [1] или изокон [2-4]. Этот вывод подтверждается использованием в ряде систем трубок подобного типа [3-8] в качестве координатно-чувствительных приемников при регистрации слабых световых пото-