

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПОЛЯРИМЕТР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ САХАРА В МОЧЕ

М.М. Назмеев, А.И. Пеньковский, В.В. Талантов, В.В. Племенков, А.Л. Сторожев, Н.П. Дегтярева, Д.Д. Хамелин, В.И. Верещагин

Кафедра эндокринологии (зав. — доц. Э.Н. Хасанов), кафедра биоорганической химии (зав. — проф. В.В. Племенков) Казанского государственного медицинского университета, детский медицинский центр (главрач — доктор мед. наук Е.В. Карпухин), ОАО "КОМЗ" (генер. директор — канд. техн. наук. М.М. Назмеев), г. Казань

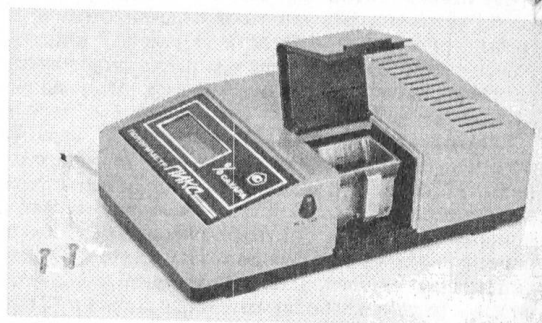
Известно, что поляризационный метод измерения концентрации оптически активных веществ в растворах (сахарозы, глюкозы, фруктозы, камфоры, никотина, кодеина, ментола, адреналина, винной кислоты и др.) является одним из наиболее точных [2]. Метод основан на действии закона Био:

$$C\% = \frac{100}{[\alpha] \cdot L} \cdot \alpha = K \cdot \alpha,$$

где $C\%$ — концентрация вещества, $[\alpha]$ — удельное вращение плоскости поляризации света веществом, L — длина кюветы с веществом, α — измеряемый угол вращения плоскости поляризации света, K — постоянная величина для конкретной конструкции поляриметра. Для измерения угла α обычно используются компенсационные схемы поляриметров с точными лимбами (визуальные приборы) или с дорогостоящими фотоэлектрическими датчиками [1, 2].

В практике клинических лабораторных исследований поляриметры используются пока редко. Причина этого в том, что существующие визуальные поляриметры неудобны, требуют особой обработки пробы [5] и неточны (в лучшем случае $\pm 0,05^\circ$, что для желтого света и при $L=0,5$ дм соответствует $C = \pm 0,2\%$), а универсальные фотоэлектрические поляриметры стоят дорого (от 3500 до 66000 долларов), громоздки и, как правило, дают показания в углах α , поэтому сложны в обслуживании [4].

В г. Казани на ОАО "КОМЗ" разработан и освоен в производстве фотоэлектрический поляриметр "ПИКС" для измерения глюкозы в моче (см. рис.), который принципиально отличается от известных аналогичных приборов [3]. Он позволяет решать актуальную задачу экспрессных объективных измерений концентрации глюкозы и следов фруктозы в моче как в лабораториях клиник, так и при массовых обследованиях пациентов в амбулаториях, санаториях, на предприятиях и в быту с целью профилактики, диагностики и контроля протекания заболевания сахарным диабетом. Кроме того, поляриметр "ПИКС" может быть настроен на измерения концентрации других оптически активных веществ, например сахара в на-



питках, сахарной свекле, фруктозы в соках, глюкозы, камфоры, кодеина, никотина, ментола, хинина, адреналина, винной кислоты в лекарствах.

По желанию заказчика цифровая индикация результатов измерений возможна как в процентах, так и в ммоль/л. По отдельным заказам поляриметр может быть градуирован в градусах угла поворота плоскости поляризации (для исследований веществ с различными значениями удельного вращения), а также иметь выход для подключения к ЭВМ.

Основные технические характеристики

Диапазон измерения концентрации, % без переналадки	0—10
с переналадкой (в любую точку N)	1±10
Чувствительность, %	±0,01
Погрешность измерений, % при концентрации $C \leq 3\%$	±0,03
при $3\% \leq C \leq 6\%$	±0,05
при $6\% \leq C \leq 10\%$	±0,1
Длина кюветы, мм	50
Объем кюветы, мл	20
Питание от сети переменного тока, В	220±10
Потребляемая мощность, ВА	не более 10
Габаритные размеры, мм	150×82×262
Масса, кг	2,5
Время установления показаний, с	не более 10
Результаты измерений в цифровой форме	

Основные отличия поляриметра в сравнении с известными фотоэлектрическими аналогами: малые габариты (портативность) в сочетании с высокой точностью, малый

объем кюветы, простота ее заполнения и эвакуация из нее продукта, удобство чистки и дезинфицирования кюветы, высокая производительность.

Поляриметр успешно выдержал государственные испытания. Медицинские испытания проводились на кафедрах эндокринологии, биоорганической химии КГМУ, на базе РКБ, ДМЦ и больницы № 8 г. Казани. Калибровка и проверка точности измерений поляриметра "ПИКС" производились с помощью эталонных растворов глюкозы с концентрациями 0,01%, 1%, 3%, 6%, 10%, приготовленных с точностью $\pm 0,001\%$. При этом для имитации окрашенности поглощения и рассеяния света в моче использовалась специальная технологическая кювета с цветным и нейтральным светофильтром.

Методика работы с прибором следующая. За полчаса до серии измерений поляриметр включают в сеть, в кювету наливают дистиллированную воду и проверяют правильность показаний поляриметром нулевых значений. Если показания прибора отличаются от значений 00,00 более чем на $\pm 00,02$, то с помощью ключа-отвертки производят юстировку. Далее вместо воды в кювету наливают исследуемую пробу, тут же выливают ее (для ополаскивания), наливают еще одну порцию той же пробы и считывают показания прибора. По окончании серии измерений кювету и нишу прибора (по необходимости) обрабатывают 3% раствором хлорамина.

В процессе испытаний было установлено, что показания поляриметра "ПИКС" существенно не изменяются до фильтрации проб и после этого (за исключением особых случаев). Не влияет на точность измерений и окрашенность проб. Таким образом работа с прибором предельно упро-

щается и сводится к наполнению кюветы пробой, ее установке в нишу прибора и считыванию готовых результатов измерений. Благодаря своей высокой чувствительности и точности поляриметр "ПИКС" в некоторых пробах обнаруживает следы предположительно фруктозы (чаще всего в пределах 0,1—0,25% в противоположную сторону по отношению к глюкозе или сахару). После осаждения белка в таких пробах показания поляриметра не изменяются. Это позволяет получать дополнительную информацию о состоянии здоровья пациентов.*

Поляриметр "ПИКС" прост и удобен в работе, не требует высокой квалификации обслуживающего персонала, дополнительных реактивов или особой подготовки пробы. Поэтому его можно использовать не только в клиниках, амбулаториях, санаториях, но и в медпунктах предприятий, сел, поселков, а также на дому участковыми врачами и самими пациентами.

* Прим. ред. В частности, можно диагностировать идиопатическую фруктозурию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ванюрихин А.И., Герчановская В.П. Оптико-электронные поляризационные устройства. — Киев, 1984.
2. Волкова Е.А. Поляризационные измерения. — М., 1974.
3. Патент РФ № 2029258 от 04.06.91 г.
4. Перцева А.М. Зарубежные поляриметрические приборы для исследования оптически активных веществ. — Приложение к журн. "ОМП". — 1995. — № 2. — С. 20.
5. Ронин В.С., Старобинец Г.М. Руководство к практическим занятиям по методам клинических лабораторных исследований. — М., 1989.

Поступила 20.03.97.