

950

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ  
МЕХАНИКА  
И ЛИОФИЛЬНОСТЬ  
ДИСПЕРСНЫХ  
СИСТЕМ

6

1974

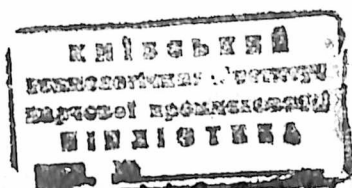
1780  
103

544, 77  
950

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР  
ИНСТИТУТ КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ И ХИМИИ ВОДЫ

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И ЛИОФИЛЬНОСТЬ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

ВЫПУСК 6



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА», КИЕВ — 1974

В сборнике изложены результаты экспериментальных исследований в области электрохимии и термодинамики водных и неводных дисперсных систем, физико-химии дисперсных металлов и металлополимеров, лиофильности и физико-химической механики дисперсных минералов и вяжущих веществ. Приведены новые данные коллоидно-химических и реологических исследований дисперсных систем.

Рассчитан на научных работников и специалистов, занимающихся проблемами изучения и применения дисперсных систем и материалов.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

акад. АН УССР Ф. Д. Овчаренко (отв. ред.), д-р хим. наук Н. Н. Круглицкий (зам. отв. ред.), канд. хим. наук Т. В. Чубарь (отв. секр.), канд. хим. наук В. Ю. Третьинник

Редакция химии

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И ЛИОФИЛЬНОСТЬ  
ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ, вып. 6

*Печатается по постановлению ученого совета Института коллоидной химии и химии воды АН УССР*

Редакторы Л. Е. Сойка, Л. П. Бугровая. Художественный редактор В. П. Кузь. Технический редактор Г. А. Сергеев. Корректор Е. И. Савенок.

Сдано в набор 14.II 1974 г. Подписано к печати 29.VII 1974 г. БФ 01491. Зак. № 4-124. Изд. № 279. Тираж 1000. Бумага № 1. Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Условно-печ. листов 20,3. Учетно-изд. листов 21,14. Цена 2 руб. 13 коп.

Издательство «Наукова думка», Киев, Репина, 3.

Киевская книжная типография научной книги Республиканского производственного объединения «Полиграфкинг» Госкомиздата УССР, Киев, Репина, 4.

Ф  $\frac{20503-316}{M221(04)-74}$  355—74

далось на опыте (см. таблицу). У аминокислот, относящихся к основным или кислотным, в растворе возникают дополнительные заряженные группы. В этом случае значение и направление диполя, обусловленного биполярной природой аминокислот, меняется. С этим, по-видимому, связан искажение дугового сегмента и изменение в распределении времени релаксации.

Таким образом, нетипичная диэлектрическая дисперсия в растворах аминокислот, обнаруженная в области 50—2500 мГц, может быть связана с ориентацией молекул аминокислот как целого во внешнем электрическом поле.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Aaron M. W., Grant E. H.—Trans. Farad. Soc., 1963, 59, 481.
2. Grant E. H.—Ann. N. Y. Acad. of Sci., 1965, 125, 2, 418.
3. Казанский Б. В., Степин Л. Д.—В кн.: Вопросы биофизики и механизма действия ионизирующей радиации. «Здоров'я», К., 1964, 100.
4. Гусев Ю. А.—В кн.: Аспирантские работы. Точные науки, 2. Изд-во Казанского университета, Казань, 1973, 161.
5. Брандт А. А. Исследование диэлектриков на СВЧ. Изд-во физ.-мат. лит., М., 1963.
6. Гусев Ю. А., Седых Н. В., Беркович Л. А., Васильева И. М.—В кн.: Прием и обработка информации в структурно-сложных информационных системах, 2. Изд-во Казанского университета, Казань, 1970, 125.
7. Nawgilia S., Negami S.—J. Polymer. Sci., Part C, 1966, 14, 99.
8. Деревянко А. И., Курнленко О. Д.—В кн.: Физико-химическая механика и люофильность дисперсных систем, 2. «Наукова думка», К., 1971, 141.
9. Cole K. S., Cole R. H.—J. Chem. Phys. Z., 1941, 9, 341.
10. Low B. W.—Academic Press. Inc., N. Y., 1953, 1, 235.
11. Onsley J. L.—J. Am. Chem. Soc., 1938, 60, 1115.
12. Debye P., Falkenhagen H.—Phys. Z., 1928, 29, 121, 401.
13. Толстой Н. А. и др.—В кн.: Структура и роль воды в живом организме, 2. Изд-во ЛГУ, Л., 1968, 72.

Казанский государственный университет

Поступила в редколлегию  
в январе 1973 г.

### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЧАСТИЦ МЕТОДОМ ПОДВИЖНОЙ ГРАНИЦЫ

И. Т. ГОРБАЧУК, П. В. БЕРЕЖНОЙ, П. А. ВОЗНЫЙ, А. С. ЯРЕМЕНКО

При изучении электрокинетических явлений (электрофореза, электроосмоса, потенциала течения и потенциала оседания [1]) электрокинетический ( $\zeta$ ) потенциал дисперсных систем обычно рассчитывается по данным, доступным экспериментальному измерению. Сравнительно просто определяется электрофоретическая скорость частиц в однородном электрическом поле и  $\zeta$ -потенциал рассчитывается по формуле

$$\zeta = k \frac{\eta v}{\epsilon_0 \epsilon E}, \quad (1)$$

где  $k$  — коэффициент, величина которого зависит от формы и размера частиц, а также соотношения толщины двойного электрического слоя и радиуса частицы;  $\eta$  — динамическая вязкость жидкости;  $\epsilon_0$  — электрическая постоянная системы СИ;  $\epsilon$  — диэлектрическая проницаемость жидкости;  $E$  — напряженность внешнего электрического поля.

Электрофоретическая скорость коллоидных частиц может быть измерена методом Гитторфа [2], методом подвижной границы и микроскопическим (ультрамикроскопическим) методом [3].

В случае достаточно концентрированных коллоидных систем, особенно систем с субмикроскопическим размером частиц, наиболее часто используется метод подвижной границы, основанный на наблюдении за перемещением границы раздела между коллоидной системой и дисперсионной средой в однородном электрическом поле. При измерении этим методом в практике используются приборы Бэртона, Кена, Рабиновича—Фодимана, Чайковского и др. [1, 4, 5]. Для слабоокрашенных малоцентрированных систем с помощью указанных приборов не всегда удается получить четкую границу между коллоидной системой и дисперсионной (боковой) жидкостью. Поэтому в этих случаях обычно пользуются прибором Тизелиуса [1], несмотря на его сложность.

Основные трудности метода подвижной границы — установление четкой границы между дисперсионной системой и боковой жидкостью и точный отсчет времени перемещения указанной границы между двумя метками, размещенными на определенном расстоянии.

Усовершенствования предлагаемой нами установки направлены на устранение вышеуказанных трудностей. Она состоит из двух основных узлов: измерительного прибора и электронной приставки, управляющей движением границы суспензии и отсчитывающей время этого движения.

Формулу (1) легко преобразовать к следующему виду:

$$\zeta = \frac{k\eta sl}{\epsilon_0 \epsilon U \tau}, \quad (2)$$

где  $s$  — путь, пройденный границей золя за время  $\tau$ ;  $l$  — расстояние между электродами;  $U$  — напряжение на электродах.

Величина  $\frac{k\eta sl}{\epsilon_0 \epsilon U} = A$  обычно в экспериментах постоянна и измерение  $\zeta$ -потенциала сводится к измерению времени  $\tau$  прохождения границей золя расстояния  $s$  между двумя метками прибора, следовательно,

$$\zeta = \frac{A}{\tau}. \quad (3)$$

В предлагаемой нами установке время измеряется автоматически. В отличие от известных вариантов измерительных приборов, осуществляющих измерение методом подвижной границы, в основу нашего прибора положен простой и в то же время надежный способ создания резкой и четкой границы раздела золя и боковой жидкости, причем этим прибором можно пользоваться при плотности золя выше плотности боковой жидкости, а также при обратном соотношении плотностей.

В рабочем состоянии прибор герметически закрывается и изолируется от внешней среды, что очень важно для термостатирования. Кроме того, в предлагаемом нами приборе можно производить измерения  $\zeta$ -потенциала как водных, так и неводных дисперсий.

Схема прибора изображена на рис. 1. Он состоит из двух стеклянных резервуаров 1 и 9, герметически соединенных между собой U-образной стеклянной трубкой. Участок U-образной трубки АВ является рабочей частью, в которой создается граница золя с боковой жидкостью и производится наблюдение за перемещением границы при наложении внешнего электрического поля. В случае использования прибора для проведения исследований электрофореза в неводных средах (описываемый вариант прибора) в рабочую часть трубки АВ через шлифы 3 и 12 вводятся сетчатые электроды 10 и 11, на которые подается постоянное напряжение. Резервуар 9 сверху снабжен также трубкой 7 с краном 8, а снизу подводится трубка 5 с трехходовым краном 4 и стаканчиком 6. В резервуаре 1 имеется сливной кран 2. Сверху U-образной трубки вплавлен также стаканчик 13 с краном 14.

При подготовке прибора к работе в первую очередь устанавливаются электроды 10 и 11 и герметизируются в шлифах 3 и 12 с помощью

парафина или специальной замазки. Окулярным микроскопом или катетометром измеряется расстояние между электродами. Это необходимо для точного расчета градиента потенциала, под действием которого происходит электрофоретическое движение коллоидных частиц.

В исходном положении прибора все краны закрыты. Непосредственно перед работой открываются краны 8 и 14, и прибор через стаканчик 13 заполняется дисперсионной (боковой) жидкостью. Наличие в системе пузырьков воздуха не допускается. Далее кран 14 перекрывается, открывается трехходовый кран 4, и боковая жидкость сливается из резервуара 9. При этом за счет герметизации и сил поверхностного натяжения в рабочей трубке АВ, выступающей внутрь резервуара 9 приблизительно на 0,5 см, боковая жидкость задерживается. Затем резервуар 9 через стаканчик 6, предварительно соединенные между собой трехходовым краном 4, заполняется суспензией. Поверхность суспензии в резервуаре 9, плавно и равномерно подымаясь, легко соприкасается с боковой жидкостью в трубке АВ, образуя резкую и четкую границу. При перекрытии трехходового крана 4 краном 2 боковая жидкость медленно выпускается. При этом граница золя также медленно, не размываясь, подымается до нанесенной на трубке АВ рабочей метки С. Подготовленный к работе прибор герметизируется, укрепляется в специальном держателе, оборудованном фоточувствительными датчиками, остро реагирующими на подвод границы суспензии, и к электродам подводится напряжение с помощью специального кнопочного выключателя электронной приставки. При этом в зависимости от заряда частиц важно соблюдать полярность электродов, чтобы создать движение границы суспензии в нужном направлении. Как только граница суспензии подходит к первому фотодиоду  $D_2$ , срабатывают реле, подающие напряжение на электроды и включающие секундомер СУ. После этого кнопочный выключатель отпускается, установка начинает работать самостоятельно. Фотодиоды  $D_1$  и  $D_2$  фиксируются на строго определенном расстоянии, которое определяет путь границы суспензии s.

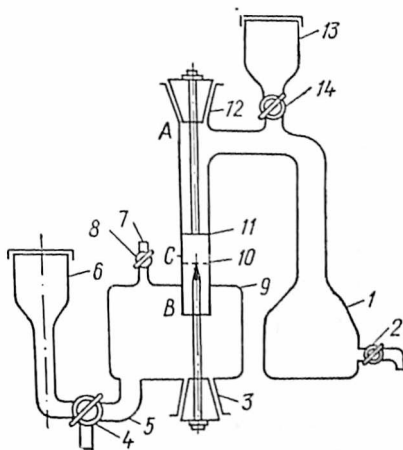


Рис. 1. Схема электрофоретического прибора.

Принципиальная схема автоматической электронной приставки к прибору, представленная на рис. 2, состоит из двух светочувствительных датчиков; двух усилителей постоянного тока для усиления фотосигналов; мультивибратора, работающего на частоте 10,0 гц; электронного секундомера; блоков питания на  $-26$ ,  $+100$  в и стабилизированного на  $-12$  в; схемы переключения напряжения на электродах.

В качестве фотодатчиков применены фотодиоды ФДК-1в ( $D_1$ ,  $D_2$ ) с темновым сопротивлением порядка 300 ком. Усилители постоянного тока собраны на двух транзисторах  $T_1$ ,  $T_2$  и  $T_3$ ,  $T_4$  с потенциометрическими связями  $R_3$  и  $R_6$ . Так как в исходном состоянии оба фотодиода освещены лампочкой Л, то базы транзисторов  $T_1$  и  $T_3$  шунтируются нулевым сопротивлением, и входное напряжение  $U_{вх}$  на них равно нулю. Транзисторы  $T_1$  и  $T_3$  являются эмиттерными повторителями, поэтому на их выходе напряжение также отсутствует. На входе транзисторов  $T_2$  и  $T_4$  напряжение  $U_{T_2T_4} = 0$ , токи  $I_{эб}$  и  $I_{кэ}$  равны нулю, т. е. напряжение на коллекторах равно напряжению источника, и реле  $P_1$ ,  $P_2$  отключены.

В качестве фотодатчиков применены фотодиоды ФДК-1в ( $D_1$ ,  $D_2$ ) с темновым сопротивлением порядка 300 ком. Усилители постоянного тока собраны на двух транзисторах  $T_1$ ,  $T_2$  и  $T_3$ ,  $T_4$  с потенциометрическими связями  $R_3$  и  $R_6$ . Так как в исходном состоянии оба фотодиода освещены лампочкой Л, то базы транзисторов  $T_1$  и  $T_3$  шунтируются нулевым сопротивлением, и входное напряжение  $U_{вх}$  на них равно нулю. Транзисторы  $T_1$  и  $T_3$  являются эмиттерными повторителями, поэтому на их выходе напряжение также отсутствует. На входе транзисторов  $T_2$  и  $T_4$  напряжение  $U_{T_2T_4} = 0$ , токи  $I_{эб}$  и  $I_{кэ}$  равны нулю, т. е. напряжение на коллекторах равно напряжению источника, и реле  $P_1$ ,  $P_2$  отключены.

При затемненных фотодиодах  $D_1, D_2$  на делителях  $R_1R_{D_1}$  или  $R_4R_{D_2}$  происходит падение напряжения, после усиления которого срабатывают реле  $P_1, P_2$

Задатчиком времени служит симметричный мультивибратор на транзисторах  $T_5, T_6$ . Его частота регулируется с помощью сдвоенного потенциометра  $R_9-R_{11}$ , ось которого выведена на переднюю панель прибора под шлиц и устанавливается путем сравнения с точным хронометром. Для обеспечения надежной работы мультивибратора и усилителей

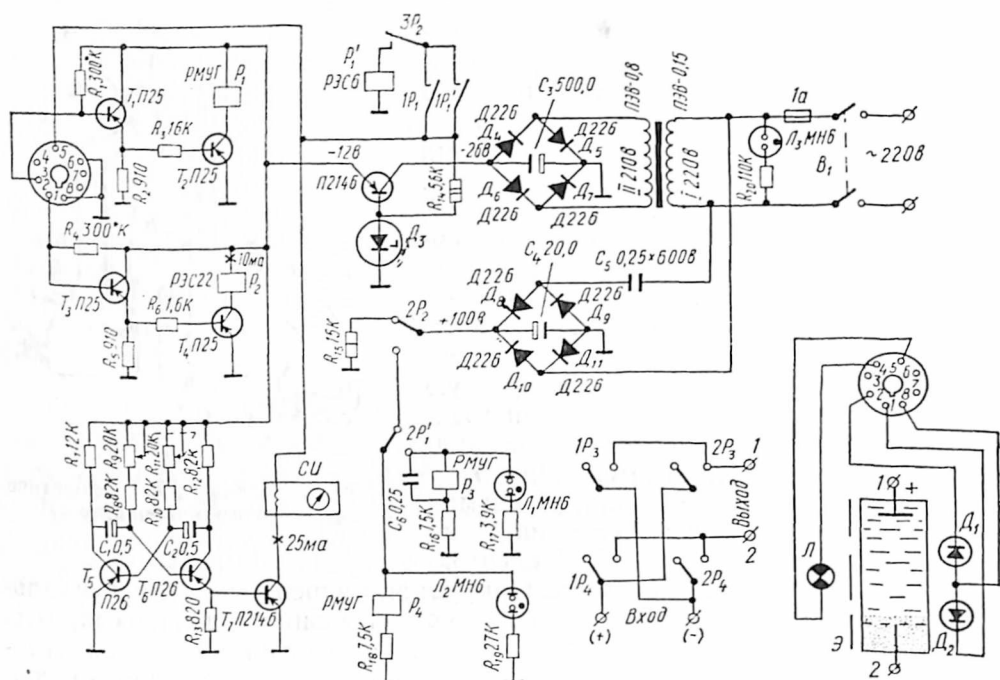


Рис. 2. Схема электронной приставки к электрофоретическому прибору.

постоянного тока их питание осуществляется от стабилизатора напряжения, собранного на транзисторе  $T_8$  и диоде  $D_3$ . Питание герметизированных реле переключателя внешнего источника напряжения осуществляется от выпрямителя на диодах  $D_8-D_{11}$ , работающего по бестрансформаторной схеме с емкостью  $C_5$  для понижения напряжения. Сопротивление  $R_{15}$  служит для поддержания на выходе выпрямителя напряжения 100 в при отключенной нагрузке (в противном случае емкость  $C_4$  зарядится до пикового значения напряжения сети).

В случае применения высоковольтного напряжения в коммутирующем переключателе для предохранения от короткого замыкания контактами входного напряжения применена задержка срабатывания реле  $P_3$  (оно срабатывает только после срабатывания реле  $P_4$ ) на элементах  $C_6$  и  $R_{16}$ . Сопротивления  $R_{16}$  и  $R_{18}$  служат также для повышения напряжения питания неоновых ламп индикации знака потенциала на входных клеммах.

Для устранения пробоя или перекрытия контактов высоким напряжением применены два герметизированных реле РМУГ, работающие только на включение.

Лампа освещения фотодиодов  $L$  запитана постоянным током — 26 в для исключения влияния фона сети на работу усилителей постоянного тока.



*Работа электронной приставки.* В исходном состоянии оба фотодиода освещены, соответственно реле  $P_1$  и  $P_2$  обесточены. При затемнении границей золя фотодиода  $D_2$  срабатывает реле  $P_2$ , запускающее включением контактов  $1P_2$  электросекундомер *СИ* с регистрацией времени до 0,1 сек. Одновременно через контакты  $2P_2$  включается реле  $P_4$ , и к электродам измерительного прибора подается напряжение прямой полярности. Предварительное подведение уровня суспензии до высоты фотодиода  $D_2$  осуществляется включением источника питания с помощью специального кнопочного выключателя на передней панели электронной приставки.

При затемнении подведенной электрическим полем границей суспензии фотодиода  $D_1$  срабатывает реле  $P_1$ , которое включает реле  $P_1'$  через контакты  $1P_1$  и  $3P_2$ . Реле  $P_1$  через контакты  $1P_1'$  самоблокируется и контактами  $2P_1'$  включает реле  $P_3$ , которое через  $1P_3$  и  $2P_3$  сменяет на электродах измерительного прибора полярность напряжения. Обратная полярность на электродах приводит к опусканию суспензии. Поэтому фотодиод  $D_1$  опять освещается, что приводит к обесточиванию реле  $P_1$ , но  $P_1'$  удерживает схему в прежнем состоянии, и граница суспензии в электрическом поле продолжает опускаться до уровня фотодиода  $D_2$ . При освещении фотодиода  $D_2$  реле  $P_2$  обесточивается и своими контактами приводит схему в исходное положение. Время эксперимента записывается со шкалы счетчика *СИ* и подставляется в формулу (3) для расчета  $\zeta$ -потенциала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кройт Г. Р. Наука о коллоидах, 1. ИЛ, М., 1955.
2. Pauli W., Engel L.— Phys. Chem., 1928, 126, 247.
3. Abramson H. A. Electrokinetic Phenomena and Their Application to Biologi and Medicine, N. Y., 1933.
4. Григоров О. Н. и др. Руководство к практическим работам по коллоидной химии. «Химия», М., 1964.
5. Путилова И. Н. Руководство к практическим занятиям по коллоидной химии. Госхимиздат, М., 1952.

Киевский педагогический институт  
им. А. М. Горького

Поступила в редколлегию  
в октябре 1972 г.

## ИЗУЧЕНИЕ АДсорбции *n*-АЛИФАТИЧЕСКИХ СПИРТОВ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ УГЛЯМИ

Р. В. ПРЖЕГОРЛИНСКАЯ, Ю. Н. ЗУБКОВА, Р. В. КУЧЕР

Ископаемые угли обладают разнообразными свойствами, обусловленными различным характером исходного материала и условиями его накопления [1, 2]. В связи с физико-химией флотационного процесса исследование природы поверхности угля и ее связи с адсорбцией из растворов приобретает немаловажное значение.

Адсорбции различных веществ из растворов на твердых поверхностях посвящено много работ [3—5]. Однако ископаемый уголь в качестве сорбента применяется крайне редко [6]. Отсутствие достоверных сведений о конкретной природе функциональных групп на поверхностях углей затрудняет выяснение механизма закрепления молекул адсорбата на поверхности, тормозит решение целого ряда проблем адсорбции и катализа [7].

С целью получения количественных характеристик процесса адсорбции нами была изучена адсорбция *n*-алифатических спиртов из водных растворов на углях ранней стадии метаморфизма в зависимости