

541.1  
188

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УССР

КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
им. А. М. ГОРЬКОГО

---

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Киев — 1978

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УССР  
Киевский государственный педагогический институт  
им. А.М.Горького

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
/сборник научных трудов/

**НБ НПУ**



\*100070854\*

Киев - 1978

НБ НПУ ім. М.П. Драгоманова

Сборник статей, 1978, стр. 156.

Статьи сборника охватывают вопросы изучения структуры, электрических, оптических, механических свойств полупроводников, ферритов и других кристаллов.

Цикл работ посвящен исследованию теплофизических, электрических свойств полимеров и их композиций, важных вопросов физики твердого тела.

Сборник рассчитан на аспирантов и студентов физико-математических факультетов вузов, научных и инженерно-технических работников.

Редакционная коллегия: доктор технических наук Дуценко В.П. (ответственный редактор), кандидат физико-математических наук Тычина И.И., кандидат физико-математических наук Киричок П.П., доктор физико-математических наук Мирошниченко Ф.Д., кандидат физико-математических наук Барановский В.М. (ответственный секретарь).

## Л и т е р а т у р а

1. Перкас М.Д., Кардонский В.М. Высокопрочные мартенситностареющие стали. М., "Металлургия", 1970.
2. Малько П.И., Автореф. на соиск.учен.степени канд.физ.-мат. наук, К., 1972.
3. Львов С.Н., Малько П.И., Немченко В.Ф. - "Порошковая металлургия", 1966, № 9, с.80.
4. Гречко С.Г., Львов С.Н. - В сб.: Актуальные вопросы физики твердого тела. К., "Вища школа", 1970, с.175.

УДК 537.362

И.Т.Горбачук, Б.Г.Иваницкий, Б.В.Бойко

### О ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОСМОТИЧЕСКОЙ ОСУШКИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Наши исследования посвящены поискам путей интенсификации процесса электросмотического удаления влаги из дисперсных материалов путем регулирования величины напряженности электрического поля и подбора необходимого режима нелинейного электросмоса.

Классическая теория Гельмгольца-Смолуховского [1] приводит к следующему выражению для линейной скорости электросмоса

$$U_{eo} = \frac{\epsilon_0 \epsilon \zeta E}{\eta} \quad (1)$$

где  $\epsilon$  - диэлектрическая проницаемость дисперсной среды;  $\eta$  - динамическая вязкость;  $\zeta$  - электрокинетический потенциал,  $\epsilon_0$  - электрическая постоянная.

Многочисленные экспериментальные исследования, проведенные с различными водными дисперсными системами, подтверждали линейность  $U_{eo} = f(E)$ , что одновременно было подтверждением исходных положений теории Гельмгольца-Смолуховского. Формула (1) широко использовалась и используется до настоящего времени для расчета  $\zeta$  - потенциала.

Указанная зависимость  $U_{eo} = f(E)$  казалась настолько закономерной и правдоподобной, что в преобладающем большинстве экспери-

ментальных исследований вообще игнорировался вопрос с пределах применимости по величине  $E$  формулы (1). Это привело к противоречивым значениям рассчитанных  $\psi^{\text{эф}}$  - потенциалов или коэффициентов электроосмоса ( $k_{e0} = \psi_{e0}/E$ ) для одних и тех же или близких по природе дисперсных систем /2/.

Исследования электроосмоса, проведенные Бондаренко Н.Ф. и Нерпиным С.В. /3/, на глинистых мембранах в водных средах показали, что при  $E$ , равных примерно  $8 \cdot 10^3$  В/м, наблюдается резкий рост  $k_{e0}$  с ростом  $E$ . При  $E = 12 \cdot 10^3$  В/м и выше  $k_{e0}$  становится постоянным. Наблюдаемый эффект авторы объяснили тем, что при достаточно высоких значениях  $E$  происходит одриг плоскости скольжения в ДЭС ближе к поверхности твердой фазы, что сопровождается ростом электроосмотического массопереноса. При  $E = 12 \cdot 10^3$  В/м сдвиг прекращается (ДЭС по всей толщине участвует в электроосмотическом скольжении) и в результате этого прекращается рост  $k_{e0}$ . В связи с тем, что напряженности полей порядка  $10^4$  В/м достаточно велики и должны приводить к существенным нарушениям равновесного состояния ДЭС, мы провели дополнительные исследования зависимости  $\psi_{e0}$  и  $k_{e0}$  от  $E$  (вплоть до  $E = 10^5$  В/м). Массоперенос исследовался с помощью электроосмотической ячейки, изготовленной из фторопласта-4 /4/. Целью исследований было изучение механизма нелинейного электроосмоса и возможности использования его для предварительной сушки влагонасыщенных дисперсных систем.

В качестве дисперсной системы взят пористый поттовский фильтр № 4 со средним размером пор 3,5 мкм. Дисперсионной средой служили дистиллированная вода ( $\epsilon_e = 2,2 \cdot 10^{-4}$  ом<sup>-1</sup> м<sup>-1</sup>), а также растворы солей  $CaCl_2$  и  $KCl$ .

Начальные исследования электроосмотического массопереноса дистиллированной воды и растворов электролитов  $CaCl_2$  низких

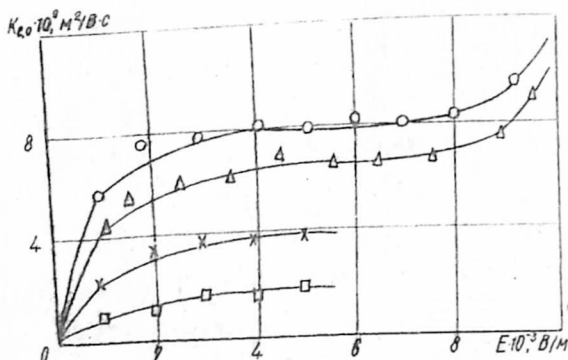


Рис. 1. Зависимость  $k_{eo} = f(E)$  для растворов  $CaCl_2$ :  
 о -  $H_2O$ ;  $\Delta$  -  $10^{-5}n CaCl_2$ ,  $\times$  -  $10^{-4}n CaCl_2$ ;  $\square$  -  $10^{-3}n CaCl_2$ .

концентраций при  $E = (0,1 + 10) \cdot 10^3$  В/м показали наличие нескольких различных участков зависимости  $k_{eo} = f(E)$  (рис. 1).

Начальный участок роста  $k_{eo}$  при  $E = (0,1 + 2) \cdot 10^3$  В/м объясняется гетеропористостью мембраны, т.е. постепенным вовлечением в электроосмотический массоперенос все более крупных пор, заполненных раствором. При  $E = (2+8) \cdot 10^3$  В/м отсутствие изменения  $k_{eo}$  свидетельствует об участии всех пор мембраны в электроосмотическом массопереносе. Однако, при  $E = 8 \cdot 10^3$  В/м и выше наблюдается дальнейший значительный рост  $k_{eo}$ . Можно предположить, что последний эффект связан с изменениями, происходящими в ДЭС при высоких  $E$ . Представляло интерес расширить исследования в область более высоких  $E$ . С этой целью проведены измерения  $k_{eo}$  для воды и растворов электролитов  $KCl$  при различных  $E$ , изменяющихся вплоть до  $10^5$  В/м. Эти результаты представлены на рис. 2.

Как видно из рисунка, для  $H_2O$  и  $10^{-5}n KCl$  с ростом  $E$ , начиная примерно с  $8 \cdot 10^3$  В/м, происходит непрерывный рост  $k_{eo}$ . Этот результат является весьма важным, поскольку указывает на отсутствие насыщения  $k_{eo}$  при определенных  $E$ , полученного ранее Бондаренко Н.Ф. и Нерпиним С.В. /3/. Отсюда следует, что предложенный в /3/ механизм нелинейного электроосмоса при высоких  $E$  не является исчерпывающим.

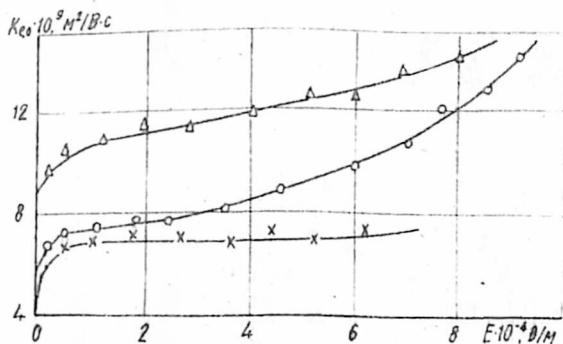


Рис. 2. Зависимость  $k_{eo} = f(E)$  для растворов KCl: ○ - H<sub>2</sub>O; ▲ - 10<sup>-5</sup> M KCl; x - 10<sup>-3</sup> M KCl.

В присутствии нелинейной зависимости  $\bar{v}_{eo} = f(E)$  является нелинейная поляризация ДЭС при высоких  $E$ . Поляризация частиц с ДЭС в сильном электрическом поле приводит, как показано в /6/, к появлению у частиц нелинейного по полю объемного заряда, локализованного за пределами ДЭС в диффузионном слое, и нелинейных мультипольных электрических и концентрационных моментов. Это приводит к росту эффективного заряда ДЭС, обеспечивающего пропорциональный рост переноса массы в электрическом поле.

Подбирая оптимальные условия режима нелинейного электроосмоса можно достичь многократного увеличения коэффициента электроосмоса и, таким образом, значительно интенсифицировать удаление влаги из природных дисперсных материалов. Это позволит, кроме сокращения времени сушки, уменьшить расход электроэнергии, достичь более эффективного удаления влаги.

Таким образом, проведенные исследования позволяют предложить новый механизм нелинейного электроосмоса в сильных электрических полях. Данные опытов также указывают на возможность повышения эффективности электроосмотической сушки природных дисперсных материалов при использовании режима нелинейного электроосмоса.

Представленные результаты, подтвержденные проведенными ранее исследованиями нелинейного электрофореза в сильных полях /5/, позволяют высказать предположение, что доминирующей причиной в на-

## Л и т е р а т у р а

1. Кройт Г.Р. Наука о коллоидах, т.1. М., Издательство, 1955.
2. Ломиве Г.М., Петушиц А.В. Электросмотическое водопонижение. М.-Л., Госэнергоиздат, 1958.