

О бесконтактном электрополевым воздействии на жидкие системы

© Н.Н. Красиков

Ковровская государственная технологическая академия,
601910 Ковров, Россия

(Поступило в Редакцию 1 декабря 1999 г.)

Установлено влияние электрического поля на процесс испарения полярной (вода) и неполярной (углеводород) жидкостей, которое сильнее в первом случае.

Электрические поля в жидкостях обычно создаются путем погружения в них электродов, подсоединенных к источнику напряжения, что сопровождается электрическим током ионной природы и приэлектродными явлениями. Рассматриваемые процессы изучаются в электрохимии, они нашли соответствующие применения в технологии.

В довоенном Физтехе [1] проведен цикл исследований влияния электрических полей на молекулярное упорядочение жидкостей, включая поверхностный слой.

Нами предложено применить действие электрического поля на жидкие объекты путем бесконтактного (дистанционного) расположения потенциалзадающих электродов. Принципиальная схема установки, реализующей данный метод, представлена на рис. 1. При этом используется источник высокого напряжения $U = 15\text{--}20\text{ кВ}$ с блокировкой по току, отчего его эксплуатация становится безопасной. Обрабатываемая жидкость заливается в диэлектрическую ячейку, помещаемую между электродами того и другого знаков. В данной системе электрическому контакту верхнего электрода с жидкостью препятствует паровоздушная прослойка, нижнему — диэлектрическое (тефлон) днище сосуда. Вследствие этого ток в цепи обусловлен лишь утечкой, т. е. пренебрежимо мал, и отсутствуют джоулевы тепловые потери. Настоящая установка позволяет создавать от одного источника поля двух направлений напряженности E : сверху вниз при расположении "+"-электрода сверху и обратное E при нахождении там "-"-электрода.

Ранее [2,3] было показано, что в воде, находившейся в электрическом поле в течение 2–10 min, усиливается рост растительных организмов на ранних стадиях развития, такая вода оказывает благотворное действие при лечении простудных и аллергических заболеваний. При этом биологическая активность воды зависит от направления напряженности поля E . Она неизменно выше при расположении положительного электрода над жидкостью, что по направлению совпадает с направлением поля атмосферного электричества [4].

Воздействие на воду электрического поля, как и других физических полей, установленное по реакции живых организмов, носит субъективный характер, а потому требует подтверждения. Сделана попытка установить влияние таких полей на фазовые превращения, в данном случае испарение жидкостей. Для сравнения были

выбраны две жидкости с близкими термодинамическими параметрами, но резко различающимися по полярности: полярная жидкость — дистиллированная вода ($\epsilon = 80$) с удельной проводимостью $\gamma = 2 \cdot 10^{-4} \Omega \cdot \text{м}^{-1}$ и $\text{pH} = 6.4$ и неполярная — химически чистый предельный углеводород — додекан $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ ($\epsilon = 1.95$), имеющий электропроводность на 8 порядков ниже. Эксперимент проводился при нормальных условиях: $t^\circ = 20 \pm 0.5^\circ\text{C}$, $p = 752\text{--}761\text{ мм Hg}$. Квазиоднородное электрическое поле создавалось плоскими электродами, соединенными с источником $U = 15\text{ кВ}$, воздушная прослойка составляла 8 мм, слой воды 1.5 мм, толщина диэлектрического днища 1.7 мм. Контрольные образцы находились в идентичных условиях, но при этом источник напряжения не включался. Диэлектрический материал ячейки не смачивался водой, что исключало избирательное испарение из мениска. Электрополевым воздействием осуществлялось непрерывно, отключаясь только в момент взвешивания ячейки на микроаналитических весах ВЛР-200 с погрешностью $\pm 0.2\text{ мг}$. Для исключения образования застойной зоны газа над жидкостями осуществлялась его продувка, одинаковая для всех объектов.

Результат эксперимента (рис. 2) свидетельствует о существенно большей испаряемости воды по сравнению с углеводородом. Причем для первой характерен боль-

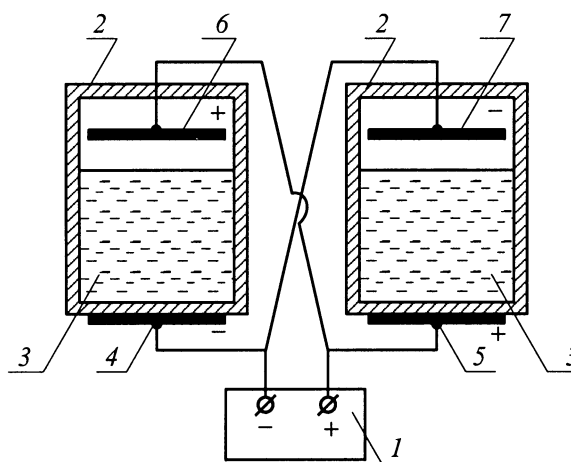


Рис. 1. Схема установки бесконтактной электрополевым обработки жидкостей: 1 — источник высокого напряжения, 2 — диэлектрическая емкость, 3 — обрабатываемая жидкость, 4–7 — потенциалзадающие электроды.

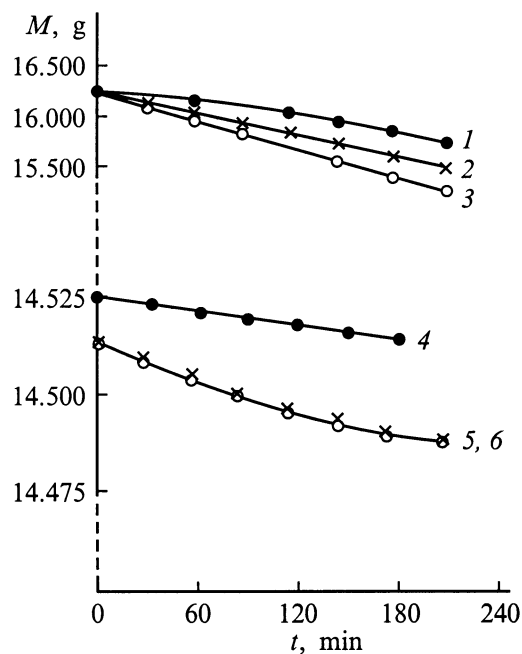


Рис. 2. Зависимость изменения массы жидкости M, g от времени электрообработки t, min для дистиллированной воды (H_2O) (1–3); химически чистого углерода ($\text{C}_{12}\text{H}_{26}$) (4–6): 1, 4 — контрольные образцы; 2, 5 — при E , направленном снизу вверх; 3, 6 — при E , направленном противоположно. Масштабы по ординате разные для разных жидкостей.

шой эффект в поле E , когда оно действует сверху вниз, как и атмосферное. Масса неполярной жидкости, хотя и уменьшается под действием электрического поля, но это уменьшение не только существенно меньше, но и не зависит от направления E . В дополнение отметим, что зарядение воды с использованием игольчатого верхнего электрода происходит интенсивней при положительно заряженной игле, что подтверждает представления Фрумкина–Русанова о преимущественной ориентации молекул H_2O в граничном слое кислородом наружу [5].

Причину установленного явления следует искать в особенностях граничных слоев жидкостей, которые отличаются от объема не только электрическими, но и другими физическими свойствами [6]. Здесь образуется двойной электрический слой, который претерпевает изменения при электрополевом воздействии рассматриваемого типа; в нем активней идет образование ионов из дипольных молекул. Последние покидают жидкость при действии E , причем в большей мере OH^- группы, ассоциированные с нейтральными молекулами H_2O , когда поле направлено сверху вниз [5].

Молекулы неполярной жидкости не имеют дипольного момента, они практически не ионизируются. Они не проявляют сил электростатической природы (ионных и дипольных), которые бы удерживали их в жидкости. Об ориентационном упорядочении протяженных молекул в электрическом поле указывалось в классической монографии [1], что может проявлять их специфику в

граничных слоях, усиливая и ослабляя отток молекул из жидкости. В данной случае проявилось усиление, которое оказалось независимым от направления E .

Влияние электрического поля на фазовое превращение — испарение жидкостей, хотя и представляется достаточно слабым, но, по-видимому, имеет место в природных явлениях, биологии и может найти применение в технологиях с малыми тепловыми потерями.

Список литературы

- [1] Френкель И.Я. Кинетическая теория жидкостей. Л.: Наука, 1975. 592 с.
- [2] Красиков Н.Н., Коекин В.К., Слюсарь И.В. // Биофизика. 1994. Т. 39. № 5. С. 923–926.
- [3] Красиков Н.Н. // Электротехника. 1996. № 4. С. 57–59.
- [4] Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т. 5. М.: Мир, 1966. 296 с.
- [5] Красиков Н.Н., Маренкова Т.М. // Коллоид. журн. 1997. Т. 59. № 6. С. 855–856.
- [6] Духин С.С., Дерягин Б.В. Электрофорез. М.: Наука, 1976. 328 с.