

03;07

Аномальная релаксация в полярной и неполярной жидкостях при бесконтактном действии электрического поля

© Н.Н. Красиков, О.В. Шуваева

Ковровская государственная технологическая академия

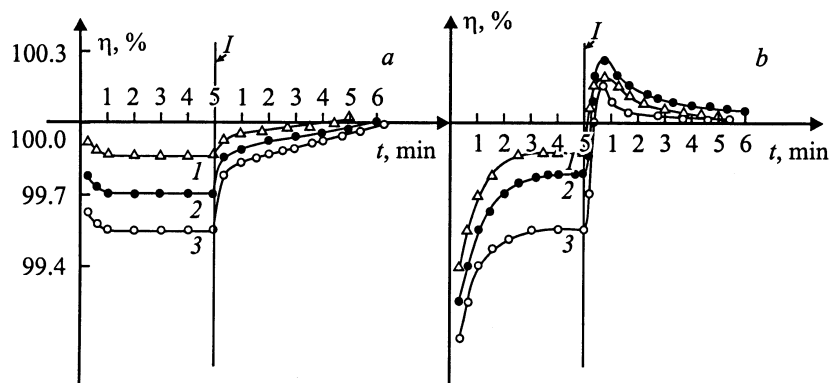
Поступило в Редакцию 12 мая 2000 г.

Электростатическое воздействие на полярную и неполярную жидкости, осуществляемое без контакта их с потенциалзадающими электродами, приводит к поляризации среды при его включении и деполяризации после отключения по аномально релаксационному типу.

Электростатическое воздействие на жидкости обычно осуществляется через контакт их с потенциалзадающими электродами. При этом возникает электрический ток посредством электролиза (растворы), а также электрофореза (коллоидно-дисперсные системы) и поляризационные процессы, которые, как правило, осуществляются неаддитивно.

Нами предложено производить действие электрического поля от источника высокого напряжения без контакта потенциалзадающих электродов с жидкостью. При этом электрическим током, независимо от электропроводности жидкости, можно пренебречь, поскольку верхний электрод отделен от жидкости воздушной прослойкой, нижний — диэлектрическим дном ячейки. В этом случае применима модель трехслойного конденсатора (верхний электрод, воздушная прослойка, жидкость, диэлектрик, нижний электрод), когда в пределах исследуемой жидкости действует поле с напряженностью, изменяющейся по аномально релаксационному типу [1], характеризующему в [2].

В настоящей работе исследовались оптические поляризационные процессы при $t^\circ = 20.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ в полярной (бутанол $\text{C}_4\text{H}_9\text{O}$; $\varepsilon = 17.2$) и неполярной (додекан $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$; $\varepsilon = 2.08$) химически чистых жидкостях. Для этого использовалась установка с фотоэлектроколориметром, когда диэлектрическая прозрачная ячейка с жидкостью помещалась по



Зависимость светопропускания поляризованного света в $\eta, \%$ исходного от времени t, min при действии поля: 1 — $U = 8 \text{ kV}$, 2 — $U = 10 \text{ kV}$, 3 — $U = 15 \text{ kV}$ для: *a* — бутанола ($\text{C}_4\text{H}_9\text{O}$); *b* — додекана ($\text{C}_{12}\text{H}_{26}$). *I* — включение поля.

ходу поляризованного луча; плоскость поляризации составляла 45° по отношению к напряженности поля E . На ячейку действовали электроды, на которые поочередно подавалось напряжение 15, 10 и 8 kV соответственно; толщина воздушной прослойки $l_1 = 17 \text{ mm}$, жидкости $l_2 = 25 \text{ mm}$, диэлектрического днища $l_3 = 3 \text{ mm}$ [3]. Светопропускание поляризованного света характеризовалось до электрообработки, когда оно принималось за 100%, при действии соответствующего в течение 5 минут и после его отключения. Методика работы соответствовала [3].

Результат эксперимента представлен на рисунке.

Для полярной жидкости ($\text{C}_4\text{H}_9\text{O}$) характерно медленное уменьшение светопропускания при включении поля, в результате которого достигается насыщение. Прекращение действия поля ведет к постепенному возвращению светопропускания к исходному, которое было до электрообработки. Результаты эксперимента достаточно четко воспроизводились от опыта к опыту.

Для додекана $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ характерно резкое увеличение светопоглощения сразу после включения, которое уменьшалось при последующем действии поля. Отключение источника напряжения приводит к резкому всплеску светопропускания, когда оно может становиться выше, чем до

действия поля, после чего идет плавное возвращение этой величины к исходному состоянию. Исследование n -угловодородов с меньшей молекулярной массой отличается скачками светопропускания, переходом его через 100% в ту и другую сторону; воспроизводимость результатов выходит за пределы погрешности наблюдений (10%). Следует отметить, что наблюдаемый эффект в обоих случаях невелик и находится в пределах до 1% от исходного светопропускания.

Поведение полярной жидкости отличается от неполярной, хотя в том и другом случаях поляризация света связана со структурными изменениями в жидкости. По-видимому, в спирте происходит молекулярное упорядочение в связи с объемно-зарядовой поляризацией [4], состоящей в перемещении имеющихся ионов в пределах границ жидкости, приближенных к потенциалзадающим электродам. Ограниченное количество ионов приводит к образованию ими ион-молекулярных ассоциатов, кластеров, распространяющихся упорядоченно в объеме жидкости при действии водородных связей. Возникновение таких структур в поле и их деструктурирование при его отключении растянуты во времени сравнительно с постоянной времени $\tau = \epsilon\epsilon_0\rho$, определяемой значениями ϵ , ρ — диэлектрической проницаемостью и удельным сопротивлением жидкости соответственно.

Неполярная жидкость $C_{12}H_{26}$ имеет электропроводность на 8–9 порядков ниже, чем спирт, поэтому характеризовать ее поляризацию по вышеотмеченному типу не имеет смысла. Обоснование такого результата носит дискуссионный характер и требует особого подхода. Очевидно, что момент включения поля находит отклик в быстропротекающем процессе, при котором, возможно, происходит частичная упорядоченная ориентация протяженных молекул с CH_3 -группами на концах. Характерно, что предельный углеводород гексан C_6H_{14} ($\epsilon = 1.98$) с меньшей длиной молекулы не проявляет подобного изменения светопропускания. Повышение светопропускания непосредственно при отключении поля, носящее быстропротекающий характер, свидетельствует о резком уменьшении того упорядочения, которое было достигнуто в поле. Медленно протекающие процессы в неполярных средах, по-видимому, обусловлены факторами разупорядочивающего типа, характерными для жидких систем в целом.

Таким образом, отмеченные в настоящей работе поляризационно-оптические явления, несмотря на свою малость, однозначно устанавливаются и являются аномально релаксационными.

Список литературы

- [1] Красиков Н.Н. // Электротехника. 1996. В. 4. С. 57–59.
- [2] Скворцов Г.Е. // Письма в ЖТФ. 1999. Т. 25. В. 7. С. 57–63.
- [3] Красиков Н.Н., Шуваева О.В. // ЖТФ. Т. 70. В. 10 (в печати).
- [4] Поливанов К.М. Теория электромагнитного поля. М.: Энергия, 1969. 348 с.