

03;08

Разрушение двойного электрического слоя слабой ударно-акустической волной

© Г.Н. Санкин, В.С. Тесленко

Институт гидродинамики СО РАН, Новосибирск

Поступило в Редакцию 18 июня 1998 г.

Представлены результаты экспериментальных исследований динамики электропроводности электролита при воздействии на один из электродов слабого ударного импульса. Показано, что увеличение электропроводности в ячейке происходит за счет разрушения двойного электрического слоя.

Метод измерения электропроводности в ячейках с различными твердыми и жидкими средами широко используется в физике ударных волн [1,2]. Известные разработки относятся преимущественно для достаточно сильных ударных волн (≥ 10 МПа). В данной работе показаны возможность регистрации изменений электропроводности для слабых ударно-акустических волн (\leq МПа) и возможности изучения релаксационных характеристик в области приэлектродного слоя.

Как правило, измерения кинетики электропроводности в ударных волнах проводят при переменных напряжениях на ячейке. Это делается для исключения образования двойного электрического слоя на электродах. В результате для переменных напряжений при прохождении ударной волны через ячейку изменение электропроводности регистрируется в объеме измерительной ячейки.

В отличие от известных постановок мы использовали постоянное напряжение на ячейке.

В основной серии экспериментов использовалась цилиндрическая ячейка из фторопласта диаметром 16 мм, с плоскими электродами толщиной 5 мм, расстояние между электродами 10 мм. Были опробованы электроды из платины, нержавеющей стали, латуни, а также угольные электроды. Представленные результаты для данной ячейки относятся к случаю платиновых электродов. Ячейка заполнялась водными растворами NaCl различных концентраций при температуре 295–300 К. В качестве источника импульсного воздействия был выбран металличе-

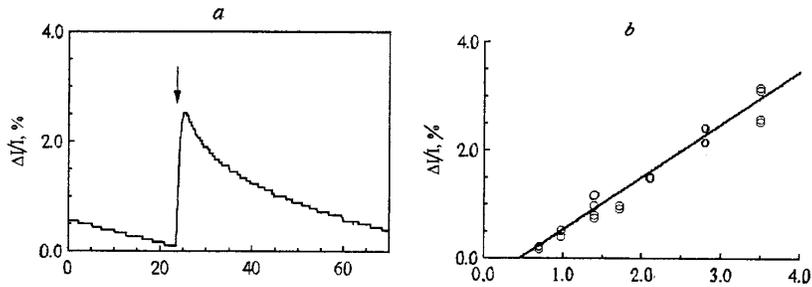


Рис. 1. Зависимость относительного изменения величины тока через ячейку при акустическом ударе от времени — момент удара показан стрелкой (*a*) и от давления в акустической волне (*b*) для 0.25 М раствора NaCl.

ский поршень, метаемый на один из электродов. Длительность импульса зависела от длины поршня и составляла для представленных результатов $7 \mu\text{m}$. Давление в акустической волне определялось по скорости поршня [3], варьировалось высотой падения поршня. В экспериментах использовался мостовой метод измерений тока с регистрацией на цифровой осциллограф и компьютер. Временное разрешение составляло 1.5 с и определялось используемой измерительной схемой. Ошибка измерения величины изменения тока не превышала 10%.

На рис. 1, 2 представлены результаты измерений увеличения тока при ударном воздействии на положительный электрод.

Одна из осциллограмм относительного увеличения тока для 0.25 М раствора NaCl (давление в волне 2.8 МПа) представлена на рис. 1, *a*. Время релаксации, за которое величина изменения тока уменьшается в $e \approx 2.7$ раз, для данной осциллограммы составляло $\tau = 21 \text{ s}$.

Установлено, что амплитуда увеличения тока пропорциональна амплитуде генерируемого импульса давления (рис. 1, *b*). Пороговое давление, при котором начинает наблюдаться эффект (найденное путем экстраполяции прямой до пересечения с осью координат), составляет $(0.5 \pm 0.1) \text{ МПа}$.

Для импульса давления 3.1 МПа были проведены измерения зависимости увеличения тока от напряжения между электродами для различных концентраций NaCl. На рис. 2 представлены результаты для двух концентраций: 1) — 2М NaCl, 2) — 0.2М NaCl.

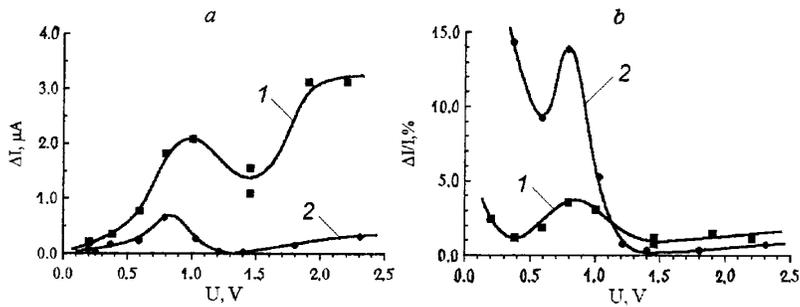


Рис. 2. Зависимость абсолютной (а) и относительной (б) величины изменения тока от напряжения на ячейке при давлении 3.1 МПа для различных концентраций электролита: 1 — 2М, 2 — 0.2М раствор NaCl.

Зависимость амплитуды изменения тока от напряжения имеет локальный максимум при напряжении 0.9 V. Амплитуда изменения тока оказалась больше для более концентрированного раствора (2М NaCl) при всех использованных напряжениях (рис. 2, а). Относительное же изменение тока в точке максимума составило 3.6% для 2М NaCl и 14% для 0.2М NaCl. На рис. 2, б представлена зависимость относительного изменения тока от напряжения.

Для выявления роли полярности электродов были проведены эксперименты с U -образной ячейкой с угольными электродами. Экспериментальная ячейка представляла собой изогнутую U -образно полиэтиленовую трубку внутренним диаметром 4 mm, длиной 70 mm с угольными электродами на концах. В такой постановке ударно-акустическая волна приходила на второй электрод существенно ослабленной. В результате была установлена преобладающая роль процессов на аноде (при одинаковом воздействии на катод и анод). Амплитуда изменения тока при воздействии на положительный электрод в 5–6 раз выше, чем при воздействии на отрицательный электрод.

Для выяснения роли поляризации электролита были проведены эксперименты по регистрации изменения электропроводности в описанных постановках при переменном напряжении 1 V частотой 100 Hz и 1 kHz. Как показали измерения на переменном токе, амплитуда использованных акустических импульсов (до 3.5 МПа) оказалась недостаточной для

возбуждения процессов, ведущих к изменению электропроводности в объеме электролита. Значение тока оставалось постоянным с точностью $\leq 05\%$.

Таким образом, 1) наличие эффекта увеличения электропроводности при слабом ударно-волновом воздействии на ячейку с электролитом только при применении постоянного тока, 2) восстановление электропроводности на ячейке после ударного импульса за достаточно большое время ($\tau \approx 20$ s), 3) различия значений изменения тока при воздействии на положительный и отрицательный электроды являются подтверждением того, что основной причиной увеличения тока при ударно-волновом воздействии на ячейку является процесс разрушения области двойного электрического слоя. Различная амплитуда изменения тока при воздействии на электроды разной полярности указывает на зависимость эффекта от строения двойного слоя (состава и концентрации частиц, энергии связи).

Описанный эффект может быть использован при разработке новых методов в физике ударных волн и полярографии.

Авторы благодарны В.В. Митрофанову за полезное обсуждение работы.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (грант № 96–02–19329).

Список литературы

- [1] *Hoffman H., Yeager E.* // Rev. Sci. Instr. 1968. V. 39. N 9. P. 1151–1155.
- [2] *Mitchell A.C., Keeler R.N.* // Rev. Sci. Instr. 1968. V. 39. N 4. P. 513–522.
- [3] *Лантев В.И., Тришин Ю.А.* // ПМТФ. 1974. № 6. С. 128–132.