

ЭНЕРГИЯ ТЕМНОВОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В ЖИДКОСТИ

Герасимов С.А.

*канд. физ.-мат. наук, доцент
Южный федеральный университет,
Ростов-на-Дону*

Электрический ток в дистиллированной воде, находящейся в контакте с двумя алюминиевыми несимметричными электродами, может течь чрезвычайно долго без заметного изменения его силы. Это может стать поводом для создания источника электрического тока. Внутреннее сопротивление такого источника тока может достигать 1 килоома и уменьшается с ростом температуры жидкости, а электродвижущая сила от температуры практически не зависит. При уменьшении объема жидкости электродвижущая сила может возрастать.

Ключевые слова: электродвижущая сила, внутреннее сопротивление, вода, алюминий, температура, источник энергии.

ENERGY OF DARKLING ELECTRIC CURRENT IN LIQUID

Electric current in distilled water contacting with two aluminum asymmetric electrodes can flow too long without noticeable changing the strength. This can be a reason for the developing the source of the electric current. The internal resistance of such a source can achieve 1 kilohm and decreases at the growing the temperature of the liquid, at the same time the electromotive force does not depend on the temperature. Decrease of the volume of the liquid leads to the increase of the electromotive force.

Keywords: electromotive force, internal resistance, water, aluminum, temperature, source of energy.

Подробные изучения фотоэлектрического эффекта в жидкости выявили одно очень важное и перспективное обстоятельство. Оказывается, кроме фотоэлектрической составляющей электрического тока в дистиллированной воде, находящейся в контакте с двумя алюминиевыми несимметричными электродами, почти всегда возникает слабый электрический ток, сила которого практически не зависит от освещенности поверхности жидкости [1]. Есть все основания отождествлять такой электрический ток с темновым.

Темновым током называется слабый электрический ток, который протекает через тот или иной фоточувствительный прибор при отсутствии

поглощенных фотонов [2]. Считается, что физической причиной существования темнового тока является тепловая генерация носителей тока фоточувствительного прибора, которые упорядоченно двигаются под действием сильного электрического поля. В фотоэлектронных умножителях источником темнового тока является случайное испускание электронов с катода, обусловленное космическим излучением и естественной радиоактивностью.

В обычных условиях сила темнового тока составляет доли наноампера на квадратный сантиметр площади фотоэлектрической ячейки. В отличие от известных проявлений темнового тока, в жидкости такой ток обладает рядом особенностей. Во-первых, он возникает при отсутствии приложенного напряжения и, как следствие, течет через сопротивление нагрузки очень долго, недели и даже месяцы без заметного изменения его силы. Во-вторых, его сила составляет существенную величину и может достигать десятой доли миллиампера. При этом ни природа такого тока, ни его свойства до конца не исследованы, к которым в первую очередь следует отнести его температурную зависимость, помня о проблемах, возникающих у второго начала термодинамики [3] в связи с его, темнового тока, обнаружением. Для термоэлектричества важны не столько температура, сколько разность температур [4], и это так, хотя на самом деле здесь дают о себе знать и квантовые эффекты [5].

В отличие от предыдущих измерений [6] экспериментальная установка (рис. 1) претерпела ряд изменений. Прежде всего: геометрические размеры кюветы 1 с исследуемой жидкостью 2, а значит и электродов: цилиндрического 3 диаметром 20 мм высотой 15 см и спиралевидного 4 высотой 15 см и диаметром 20 см существенно увеличены. Это дает надежду существенно увеличить э.д.с., создаваемую таким источником тока, и значительно уменьшить его внутреннее сопротивление. Число витков спирали – 14, диаметр алюминиевого проводника, из которого изготовлена спираль, – 4 мм.

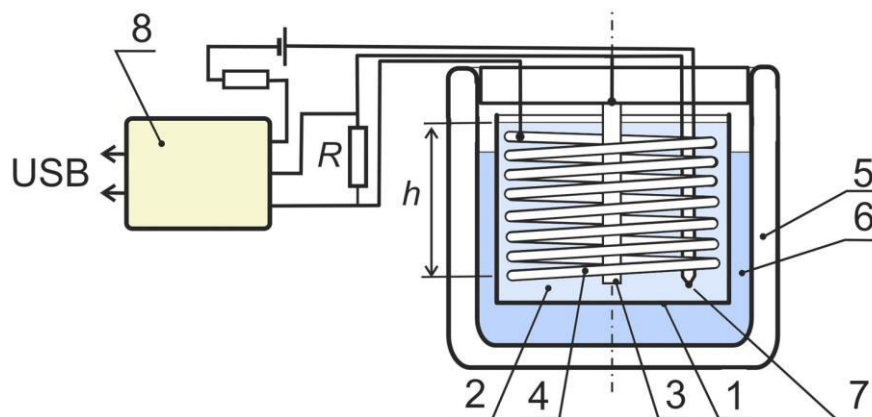


Рис. 1. Экспериментальная установка.

Кювета с исследуемой жидкостью находится в термостате 5, заполненном охлаждающей жидкостью 6. Это позволяет при необходимости обеспечить

более или менее однородный нагрев исследуемой жидкости. Кроме того в исследуемой жидкости находится датчик температуры 7, сигнал от которого одновременно с падением напряжения на сопротивлении нагрузки R регистрируется двуканальным электронным осциллографом 8.

Рис. 2 демонстрирует зависимость падения напряжения U от температуры жидкости, находящейся в кювете. Оказывается, ток в цепи с ростом температуры не только изменяется достаточно слабо, что уже ставит под сомнение термоэлектрическое происхождение темнового тока, но и может убывать, что имеет место при больших значениях R .

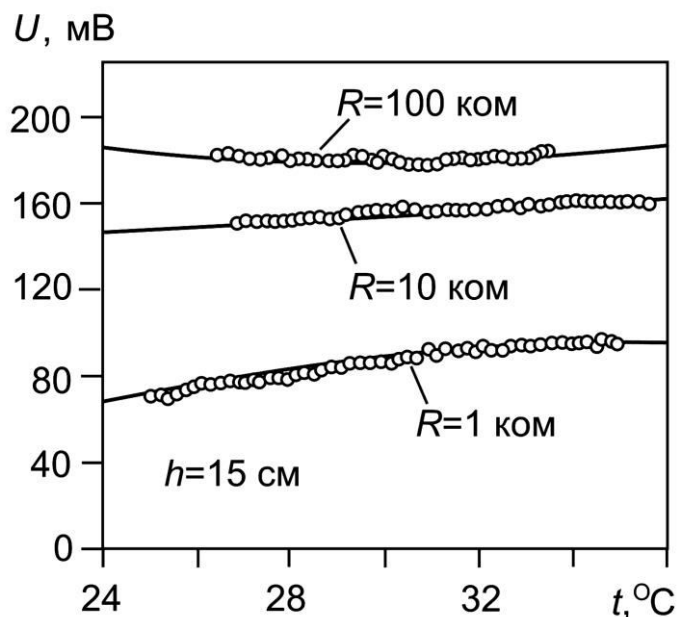


Рис. 2. Температурные зависимости падения напряжения U на сопротивлении нагрузки R и их аппроксимации.

На самом деле аналогичные измерения были проведены не только для трех значений R , а как минимум для восьми. Следует обратить внимание, что приведенные на рис. 2 зависимости не имеют особенностей и достаточно адекватно описываются полиномами второй степени. Это допускает для данного значения температуры t , вычислив U и описав таким образом найденные значения зависимостью

$$U(R) = ER/(R + r), \quad (1)$$

определить не только значение внутреннего сопротивление r такого источника тока, не только электродвижущую силу E , но и выяснить как эти две величины, в основном определяющие эффективность того или иного источника электрического тока, зависят от температуры.

Результаты такой обработки представлены на рис. 3. Если внутреннее сопротивление при увеличении температуры на десять градусов уменьшается в

полтора раза, достигая величины в 1 килоом, то электродвижущая сила при увеличении температуры практически не меняется.

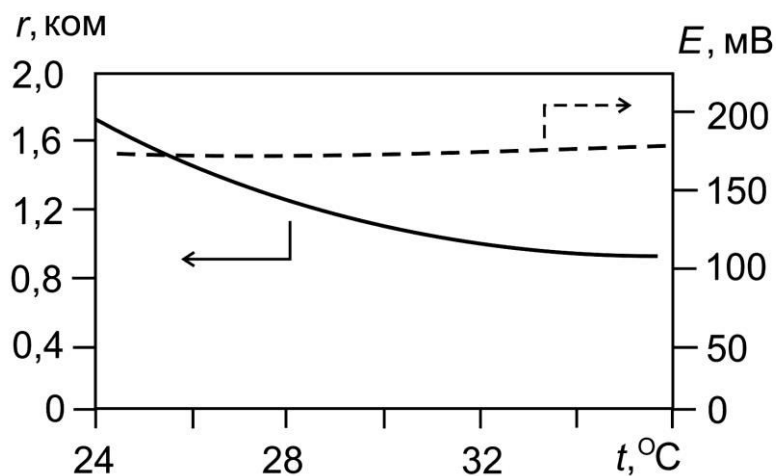


Рис. 3. Влияние температуры жидкости на внутреннее сопротивление r и на электродвижущую силу E .

Сила обычного темнового тока пропорциональна площади фотоэлектрической ячейки. Разумно предположить, что сила темнового тока в жидкости должна быть пропорциональна высоте жидкости h , в которой находятся электроды.

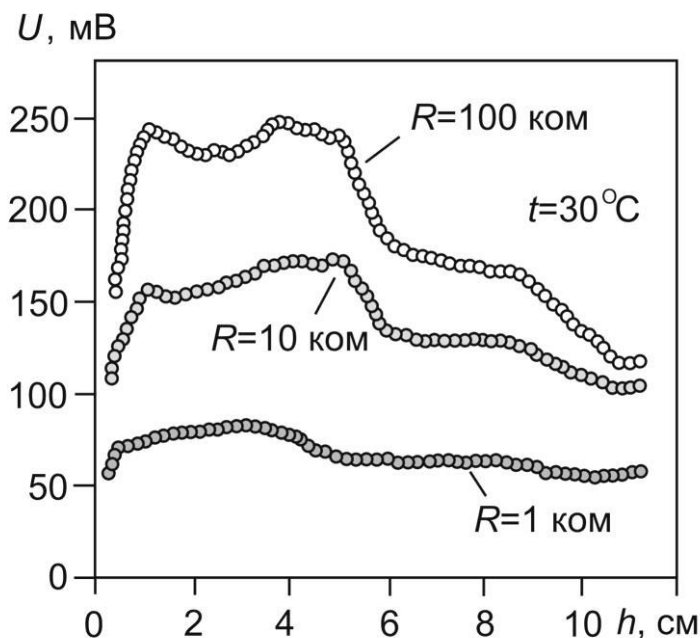


Рис. 4. Влияние глубины погружения электродов в жидкость на падения напряжения на сопротивлении нагрузки R .

На рис. 4 показаны три наиболее характерные зависимости падения напряжения U от глубины h погружения электродов в жидкость. Первое, что

удивляет и пока не находит внятного объяснения, так это то, что вместо линейного роста падения напряжения U с увеличением h в значимой области глубин погружения, эффект уменьшается. Получается, что уменьшение в разумных пределах вертикального размера электродов приводит к возрастанию э.д.с. такого источника тока. Это, кстати, означает, что химические реакции, пусть даже слабые, к формированию темнового тока не имеют никакого отношения.

Остается выяснить, как внутреннее сопротивление r и электродвижущая сила E зависят от высоты h . Показанные на рис. 4 зависимости не отличаются регулярностью, поэтому их обработка требует дополнительных разъяснений. Для заданного значения h и для каждого значения сопротивления нагрузки R следует интерполяцией определить значения U , аппроксимация которых зависимостью (1) позволяет найти не только r и E , но, как и прежде, выяснить, как они зависят от объема жидкости, находящейся в кювете.

Результат, в принципе, оказался предсказуемым: внутреннее сопротивление с уменьшением h растет, увеличивается, правда, и э.д.с. E (рис. 5). Если рост внутреннего сопротивления вполне объясним, то характер изменения электродвижущей силы пока простой интерпретации пока не поддается.

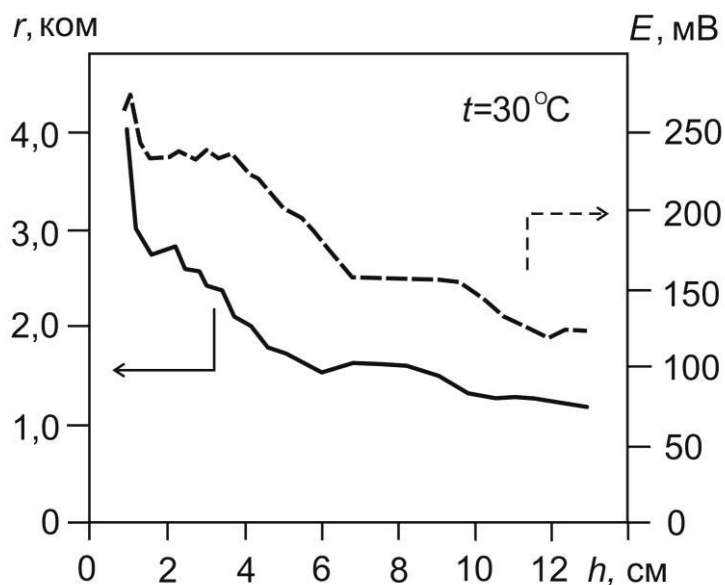


Рис 5. Изменения внутреннего сопротивления r и электродвижущей силы E в зависимости от глубины погружения h электродов в жидкость.

О том, насколько эффективен тот или иной источник тока, можно судить, исходя еще из одного параметра, чем является сила тока $I=E/r$ в режиме короткого замыкания. Расчет силы тока I тривиален и обнаруживает экстремум при значении h , близком к 5 см (рис.6). При этом надо помнить, что данный режим не является оптимальным с точки зрения извлечения энергии, для которого $R=r$. Поскольку энергия, выделяемая жидкостью в режиме короткого

замыкания, всего лишь вдвое больше энергии в оптимальном режиме, то для оценки эффективности такого источника тока этот параметр вполне адекватен.

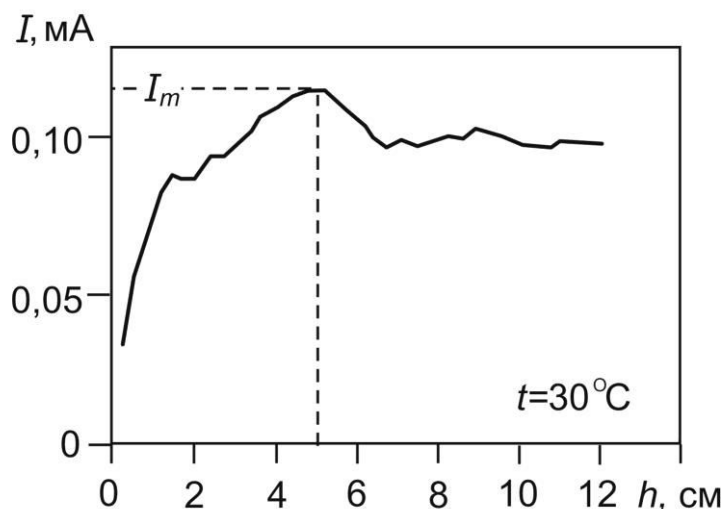


Рис 6. Сила тока в режиме короткого замыкания.

Максимальное значение силы тока в режиме короткого замыкания составило $I_m = 0,11$ мА и соответствует значению h , для которого внутреннее сопротивление равно 1,7 ком. Это означает, что за время $T = 24$ часа источник тока, показанный на рис. 1, произвел энергию $I_m^2 r T \approx 1,8$ Дж, достаточную например, чтобы тело массой 200 г поднять на высоту около 1 м! Поскольку размеры и конструкция источника тока далеки от оптимальных, то это, похоже, не предел.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимов С.А. Фотоэффект и тепловая составляющая электрического тока в жидкости. // Инженерная физика. 2013. № 4. С. 23-26.
2. Ван дер Зил А. Шум (источники, описание, измерение). М.: Советское радио, 1973. 228 с.
3. Опарин Е.Г. Физические основы бестопливной энергетики (ограниченность второго начала термодинамики). М.: Изд-во ЛКИ, 2007. 137 с.
4. Базаров И.П. Термодинамика. М.: Физматлит, 1961. 292 с.
5. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. Долгопрудный: «Интеллект», 2008. 568 с.
6. Gerasimov S.A., Lysenko V.S. Dark Electric Current in Liquid: Connection of Sources in Series and in Parallel. // Modern Science. 2019. No 6-1. P. 119-123.