

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА /
/ POWER SUPPLY AND AUTOMATION OF AGRICULTURAL PRODUCTION
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE
 УДК 620.91
 DOI 10.26897/1728-7936-2018-6-70-73

ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРНОЕ СВОЙСТВО ВОДЫ

ВОРОБЬЕВ ВИКТОР АНДРЕЕВИЧ, докт. техн. наук, профессор

E-mail: tatiana49@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, ул. Тимирязевская, 49, Москва, Российская Федерация

Представлены экспериментальные данные, характеризующие электрогенераторные свойства простой воды. Замечено, что электроды, погруженные в емкость с обычной водой, приобретают разнополярные заряды. Возникающую на электродах разность потенциалов, имеющую очень малое значение, можно обнаружить только с помощью гальванометра или милливольтметра. К тому же разность потенциалов на электродах медленно растет с течением времени, достигая определенного предела, после которого становится неизменной. Для выявления динамики нарастания зарядов в экспериментах применяли конденсаторы, подключенные к электродам. Использовали небольшие размеры элементов, вмещающие до 100 мл обычной водопроводной воды. Поиски теоретического объяснения описанного свойства привели к возможности использования теории тепловых колебаний молекул воды. В достаточной мере адекватной математической моделью оказалась формула Смолуховского-Эйнштейна. В результате подстановки экспериментальных данных в указанную формулу удалось показать неизменность форм-фактора экспериментального устройства. Установленный факт можно считать подтверждением воздействия колебаний молекул воды на подвижные носители зарядов в воде. В результате такого воздействия на электродах появляется разность потенциалов, значение которой можно рассчитать по формуле Смолуховского-Эйнштейна. Отмечено, что описанное свойство воды может быть использовано для создания маломощных источников электрической энергии.

Ключевые слова: колебания молекул воды, электроды, разность потенциалов, электрические заряды.

Формат цитирования: Воробьев В.А. Электрогенераторное свойство воды // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2018. N 6(88). С. 70-73. DOI 10.26897/1728-7936-2018-6-70-73.

ELECTRICITY GENERATING PROPERTY OF WATER

VIKTOR A. VOROBYEV, PhD (Eng), Professor

E-mail: tatiana49@mail.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; Timiryazevskaya Str., 49, Moscow, 127550, Russian Federation

The paper presents experimental data describing the power generation properties of plain water. It is noticed that the electrodes immersed in a bowl of water become alternatively charged. Potential difference on the electrodes has very little value, which can only be detected using a galvanometer or millivoltmeter. Moreover, the voltage on the electrodes slowly grows over the time to reach a certain limit, after which it remains constant. To experimentally identify the dynamics of charge increasing, the authors has applied capacitors connected to the electrodes. Use has been made of small size items for up to 100 ml of ordinary tap water. The search for theoretical explanations of the described property has led to the implementation of the theory of heat fluctuations of water molecules. In this respect, the mathematical model of Smoluchowski -Einstein formula has proved to be adequately relevant. Having inserted the experimental data into the formula the authors have managed to show the form factor invariability of the experimental device. This can be considered as a confirmation of the effect made by fluctuating water molecules on moving charge carriers in the water. Such effects on the electrodes lead to potential difference, the value of which can be calculated using the formula of Smoluchowski-Einstein.

Key words: fluctuations of water molecules, electrodes, electric potential difference, electric charge.

For citation: Vorobyev V.A. Electricity generating property of water. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*. 2018; 6(88): 70-73. (in Rus.). DOI: 10.26897/1728-7936-2018-6-70-73.

Введение. В настоящее время активно развивается альтернативная энергетика, в которой реализуются нетрадиционные способы получения, передачи и использования энергии. Под альтернативными источниками энергии понимаются возобновляемые ресурсы (такие как вода, солнечный свет, ветер, энергия волн, геотермальные источники, нетрадиционное сжигание возобновляемого топлива) [1]. Альтернативная энергетика базируется на трех принципах: возобновляемость, экологичность и экономичность. Она призвана решить остро стоящие в мире проблемы: трата полезных ископаемых и выделение в атмосферу углекислого газа, что влечёт за собой глобальное потепление, необратимое изменение экологии и парниковый эффект [2]. В ходе разнообразных исследований электротехнологических процессов, выполняемых на кафедре «Электропривод и электротехнологии», выяснились интересные особенности простой воды, которые можно отнести и использовать в альтернативной энергетике [3].

Вода по аномальным физико-химическим свойствам превосходит все вещества. Она играет важную роль в различных биохимических процессах и является универсальным растворителем и реагентом для подавляющего числа химических реакций. Вода может выступать как в роли кислоты, так и в роли основания в химических реакциях обмена. Современная наука подтвердила главенствующую роль воды как универсального компонента для поддержания жизни, определяющего структуру и свойства объектов живой и неживой природы [4, 5]. Рассмотрим электрогенераторные свойства воды.

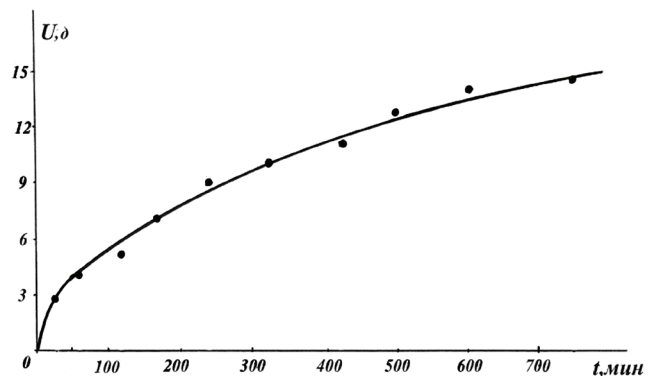
Цель исследования – экспериментальная проверка теоретических предположений о электрогенераторном свойстве воды на основе представлений о тепловых колебаниях молекул воды и их воздействия на имеющиеся электрические заряды.

Материал и методы. При выполнении исследований использовались обычная водопроводная вода, емкости объемом до 100 мл, графитовые или угольные электроды. Последние использовались из соображений минимизации внесения в водную среду разнообразных примесей и устранения гальванического эффекта. В целях повышения точности эксперимента по исследованию поведения воды применили электроды, выполненные из платиновых подвесок – деталей старых гальванометров. Во избежание вредных наводок от электромагнитных излучений, присутствующих повсеместно, рабочую емкость с водой экранировали, поместив ее в жестяную банку с металлической крышкой. Все щели покрыли слоем алюминиевой фольги. Выводы выполнили экранированным телевизионным кабелем марки РК75. Применяли электролитические конденсаторы марки ME (производства Samsung) емкостью 3300 мкФ с током утечки 3 мкА, тангенс угла диэлектрических потерь – 0,1...0,4, максимальное допустимое значение полного сопротивления переменному току ESR – 0,12 Ом, отклонение емкости $\pm 20\%$. Для измерений использовали гальванометр и милливольтметр. Измерения выполняли через характерные интервалы времени до установившегося значения силы тока разряда конденсатора. При рекогносцировочных замерах в качестве электродов использовались угольные сварочные электроды диаметром 13 мм и графитовые электроды. В одном из опытов для увеличения пористости электродов использовали древесный уголь,

засыпанный в специально сшитые капроновые мешочки. Электропроводность кусочков древесного угля проверяли с помощью омметра, чтобы обеспечить равномерность сбора электрических зарядов. Ввиду того что предварительные эксперименты показали постепенное накопление заряда на конденсаторе, пришлось измерять значения начального тока разряда конденсатора через определенные интервалы времени. После регистрации начального тока разряда конденсатора его полностью разряжали. Эти моменты полного разряда конденсатора служили началами новых интервалов времени работы водозлектрического элемента.

Результаты и обсуждение. Было замечено, что электроды, погруженные в емкость с водой, приобретают определенные разнополярные заряды. Чтобы устранить гальванический эффект, пришлось использовать электроды из графита и угля. В отдельных элементах была возможность применения платиновых проволочных электродов. Особенностью обнаруженного свойства является то, что заряд на электродах имеет очень маленькое значение, которое можно зафиксировать только с помощью гальванометра и милливольтметра.

Второй особенностью описываемого свойства является то, что заряд на электродах медленно растет до определенного предела. Чтобы зафиксировать нарастание зарядов, в экспериментах использовали электролитические конденсаторы, подключенные к электродам. В экспериментах использовались небольшие размеры элементов, вмещающие до 100 мл воды. Обнаруженное свойство относится к классу очень медленных процессов, которые заметить исследователю сиюминутно очень трудно, вероятно поэтому отыскать в литературе описание подобного свойства воды не удалось. Для иллюстрации явления достаточно отметить, что стрелка использованного гальванометра с чувствительностью $C = 4,1 \cdot 10^{-7}$ А/дел отклонилась на 15 делений после пятиминутного накопления электричества на конденсаторе емкостью 3300 мкФ. График экспериментальной зависимости $U = f(t)$ представлен на рисунке.



Зависимость разности потенциалов на электродах, погруженных в воду, от продолжительности наблюдений:
 точки – экспериментальные значения;
 сплошная линия – теоретическая кривая

Relationship between the potential difference on the electrodes immersed in water and the observation time:
 points – experimental values; full line – theoretical curve

Посмотрев рисунок, можно сделать предположение о наличии показательного или степенного характера анализируемой зависимости $U = f(t)$.

Результаты регистрации значений разности потенциалов на электродах платинового элемента представлены в таблице.

Экспериментальные данные зависимости разности потенциалов от продолжительности работы водозлектрического элемента

Experimental data on relationship between the potential difference and the operating time of a water electric element

№ п.п.	t, мин	U, ×0,005В	lg A
1	30	2,8	0,8838
2	60	4	0,8752
3	120	5,1	0,9620
4	170	7	0,8412
5	240	9	0,7728
6	330	10	0,8195
7	420	11	0,8414
8	500	12,8	0,7855
9	600	14	0,7870
10	750	14,5	0,8534

В таблице показания гальванометра представлены в виде значений разности потенциалов в делениях (одно деление соответствует 0,005 В).

Из данных, представленных в таблице, видна зависимость разности потенциалов на электродах от продолжительности работы водозлектрического элемента и экспоненциальный характер зависимости.

При оценке возможных объяснений описываемого свойства наиболее подходящими теоретическими предположениями рассматриваемого явления представляются процессы с учетом тепловых колебаний молекул воды [6, 7]. Доказательство колебаний молекул воды представил шотландский ботаник Броун [8]. Примечательно, что он не мог дать четкого обоснования этого движения, названного его именем. Лишь позже французский физик Ж.Б. Перен на основе точных измерений объяснил это движение колебаниями молекул воды.

В дальнейшем теоретическое обоснование колебательных движений молекул дали М. Смолуховский и А. Эйнштейн, предложив уравнение

$$l^2 = \frac{2RT}{6\pi hr N_A} t. \quad (1)$$

Из уравнения следует, что среднее значение квадрата смещения броуновской частицы l прямо пропорционально времени движения частицы t . В коэффициент пропорциональности входят: T – температура; R – газовая постоянная; h – вязкость жидкости; r – линейный размер частицы и N_A – постоянная Авогадро. Согласно современным представлениям [9], вода имеет три вида колебаний, из которых два валентных и одно деформационное. Валентные колебания обуславливаются изменением длины связей между атомами, а деформационные – изменением углов связей между атомами.

В соответствии с этими представлениями молекулы воды в процессе колебания ударяют по носителям электрических зарядов, заставляя их перемещаться в водной среде [10, 11]. Длину пути перемещений частиц в водной среде можно рассчитать по формуле Смолуховского-Эйнштейна.

Если предположить, что воздействию колебаний молекул воды подвергаются носители электрических зарядов, то можно оценить процесс передачи зарядов электродам, расположенным в водной среде. То есть чем больше времени взаимодействуют вода и носители зарядов, тем большее значение заряда ожидается на электродах. Сделано предположение, что суммарный путь, проделываемый носителями зарядов, пропорционален заряду на электродах.

Механизм образования зарядов на электродах, погруженных в воду, можно объяснить следующим образом. Удары молекул воды выбивают электроны из поверхностных слоев электродов. Возникает своеобразная гидроэлектронная эмиссия. В приэлектродных областях образуются электронные «облака». Так как никаких электрических и магнитных полей вокруг электродов нет, то электроны свободно оседают на находящиеся вблизи электроды. На электроде большей площади оседает больше электронов по сравнению с электродом меньшей площади. Электрод большей площади приобретает знак минус, а электрод меньшей площади – плюс. Значение заряда возрастает с течением времени по закону, установленному Смолуховским и Эйнштейном [8]. Чтобы связать разность потенциалов на электродах, погруженных в воду, с продолжительностью работы водозлектрического элемента, пришлось ввести коэффициент A – форм-фактор, учитывающий конструктивные особенности экспериментального водозлектрического элемента. В результате получилась формула

$$U = \sqrt{2At}. \quad (2)$$

Чтобы проверить правильность приведенных выше рассуждений, достаточно определить значения форм-фактора в каждом опыте и оценить степень его изменчивости. После логарифмирования выражения (2) получилась зависимость

$$\lg A = 2 \lg U - \lg 2 - \lg t, \quad (3)$$

по которой рассчитывали значения форм-фактора, представленные в таблице. Из данных таблицы видно

достаточно стабильное значение форм-фактора в опытах. Наибольшие отклонения от среднего значения, логарифм которого равен 0,84, наблюдаются в 3-м опыте (+14,5%) и в 5-м опыте (–8%). На рисунке представлены экспериментальные точки и усредненная кривая зависимости разности потенциалов на электродах от продолжительности работы водозлектрического элемента. Таким образом, экспериментальная проверка описанного свойства воды показала достаточно высокую степень соответствия теоретических предположений и опытных данных. Предстоит выяснить, какие электроны в большей степени участвуют в формировании разности потенциалов на электродах – те, которые выбиваются из электродов, или те, которые имеются в водной среде.

Выводы

1. На основании полученных данных можно считать, что тепловые колебания молекул воды способны создавать разность потенциалов на погруженных в водную среду электродах за счет перемещения имеющихся зарядов.

2. Зависимость разности потенциалов на электродах от времени подчиняется закону Смолуховского-Эйнштейна.

3. Описанное свойство воды может быть использовано для создания маломощных источников электрической энергии.

Библиографический список

1. Алхасов А.Б. Возобновляемая энергетика. М.: Физматлит, 2012. 256 с.
2. Воробьев В.А., Андреев С.А. Простой источник зеленой энергии // Вестник МГАУ. 2018. № 2 (84). С. 56-60. DOI 10.26897/1728-7936-2018-2-63-66.
3. Воробьев В.А. Электротехнологии в сельскохозяйственном производстве. М.: ТРАНСЛОГ, 2018. 198 с.
4. Дерпгольц В.Ф. Вода во вселенной. Л.: Недра, 1971. 223 с.
5. Алексеев А.И., Алексеев А.А. Химия воды. СПб.: Химиздат, 2017. 424 с.
6. Игнатов И.И., Мосин О.В. Структурные модели воды, описывающие циклические нанокластеры // Нано- и микросистемная техника. 2014. № 3. С. 47-56.

Критерии авторства

Воробьев В.А. выполнил экспериментальную работу, на основании полученных результатов провел обобщение и написал рукопись. Воробьев В.А. имеет на статью авторские права и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 30.05.2018

7. Колтовой Н.А. Структура и свойства воды. М., 2017. 380 с.

8. Френкель В.Я., Явелов Б.Е. Эйнштейн: изобретения и эксперимент. М.: Наука, 1990. 239 с.

9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М.: Наука, 1989. Т. 3. 766 с.

10. Артемьев В.Г., Волков А.А. Электрические свойства воды. Новый взгляд // Биофизика. 2014. Т. 59. № 4. С. 636-640.

11. Рассадкин Ю.П. Вода обыкновенная и необыкновенная. М.: Галерея СТО, 2008. 840 с.

References

1. Alkhasov A.B. Vozobnovlyayemaya energetika [Renewable energy production]. Moscow, Fizmatlit, 2012. 256 p. (in Rus.).
2. Vorob'yev V.A., Andreyev S.A. Prostoy istochnik zelenoy energii [Simple source of green energy]. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*, 2018; 2 (84): 56-60. (in Rus.). DOI 10.26897/1728-7936-2018-2-63-66.
3. Vorob'yev V.A. Elektrotekhnologii v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve [Electrotechnologies in agricultural production]. Moscow, TRANSLOG, 2018: 198. (in Rus.).
4. Derpgo'l'ts V.F. Voda vo vselennoy [Water in the Universe]. L., Nedra, 1971: 223. (in Rus.).
5. Alekseyev A.I., Alekseyev A.A. Khimiya vody [Water chemistry]. SPb., Khimizdat, 2017: 424. (in Rus.).
6. Ignatov I.I., Mosin O.V. Strukturnyye modeli vody, opisyvayushchiye tsiklicheskiye nanoklastery [Structural models of water describing cyclic nanoclusters]. *Nano-i mikrosistemnaya tekhnika*, 2014; 3: 47-56. (in Rus.).
7. Koltovoy N.A. Struktura i svoystva vody [Structure and properties of water]. Moscow, 2017: 380. (in Rus.).
8. Frenkel' V.Ya., Yavelov B.Ye. Eynshteyn: izobreteniya i eksperiment [Einstein: invention and experiment]. Moscow, Nauka, 1990: 239. (in Rus.).
9. Landau L.D., Lifshits Ye.M. Kvantovaya mekhanika. Nerelyativistskaya teoriya [Quantum mechanics. Nonrelativistic theory]. Moscow, Nauka, 1989; 3: 766. (in Rus.).
10. Artem'yev V.G., Volkov A.A. Elektricheskiye svoystva vody. Novyy vzglyad [Electrical properties of water. New look]. *Biofizika*, 2014; 59 (4): 636-640. (in Rus.).
11. Rassadkin Yu.P. Voda obyknovennaya i neobyknovennaya [Ordinary and extraordinary water]. Moscow, Galereya STO, 2008: 840. (in Rus.).

Contribution

Vorobyev V.A. carried out the experimental work, and basing on the obtained results summarized the material and wrote the manuscript. Vorobyev V.A. have author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The author declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received on May 30, 2018