

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 621.3.014:54.022

DOI 10.26897/1728-7936-2018-4-65-69

ВОРОБЬЕВ ВИКТОР АНДРЕЕВИЧ, докт. техн. наук, профессор

E-mail: tatiana49@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 125550,
ул. Тимирязевская, 49, Москва, Российская Федерация

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ ВОДЫ

Представлены особенности поведения воды в электрическом поле небольшой интенсивности, установленные при оценке электропроводности. Обнаружено, что простая вода способна сохранять некоторое время электрический заряд, сообщенный ей ранее, т.е. присутствует эффект электрической памяти. Ранее этот факт не описывался. Для эксперимента использовался водяной элемент, состоящий из пальчиковой батарейки, мультиметра, угольных электродов, секундомера, ванночки с водой, двух переключателей и медных проводов. При включении тока на электродах водяного элемента устанавливается напряжение, равное напряжению батарейки. При отключении электродов от батарейки и подключении к вольтметру стрелка вольтметра сначала резко падает до определенного значения, а потом медленно перемещается к нулевой отметке. Показания гальванометра, подключенного вторым переключателем к электродам вместо вольтметра, свидетельствуют, что значение напряжения еще некоторое время остается больше нулевого значения. Низкие значения напряжения на электродах в опытах сохранялись до нескольких минут, что можно считать фактом наличия электрической памяти у воды. Описанные явления служат подтверждением дипольной модели молекулы воды и проявлением электролитической диссоциации. Отмечен факт влияния расстояния между электродами на значение остаточного напряжения переключения: чем меньше расстояние, тем больше напряжение. Выявлено также влияние качества воды на значение напряжения: дистиллированная вода дает меньшие значения напряжения переключения по сравнению с водопроводной.

Ключевые слова: вода, электрический ток, угольные электроды, напряжение, память, емкость, диполь, электролитическая диссоциация.

Введение. Вода – самое распространенное и самое загадочное вещество в природе. Раскрытию ее свойств посвящено множество исследований [1-4]. Установлено много ее особенностей. Необходимо обратить внимание на некоторые особенности поведения воды в электрическом поле небольшой интенсивности, которые установлены при оценке электропроводности обычной воды. Обнаружено, что простая вода способна сохранять некоторое время электрический заряд, сообщенный ей ранее, т.е. ей присуще наличие своеобразной электрической памяти. В литературе описания указанного эффекта не обнаружено.

Цель исследования – экспериментальная оценка влияния электрического тока на водную среду.

Материал и методы. Для получения описанного явления использовали мультиметр (вольтметр), простой гальванометр и материалы: пальчиковую батарейку, угольные или графитовые электроды, медные провода, секундомер и емкость с объемом

до 100 мл для воды. В процессе исследования использованы методы, основанные на дипольном представлении структуры молекулы воды [5] и электролитической диссоциации [6]. Согласно этим представлениям, отдельно рассматриваемая молекула воды является маленьким диполем, содержащим положительный и отрицательный заряды на полюсах [7-8].

В обычных условиях вода не проводит электрический ток, т.е. является диэлектриком. Как известно [1], диэлектрик отличается от проводника отсутствием свободных электронов (точнее относительно малым количеством свободных электронов). Электроны атомов диэлектрика прочно связаны с ядром атома.

Диэлектрик, внесенный в электрическое поле, так же, как и проводник, электризуется. Однако между электризацией проводника и диэлектрика имеется существенная разница. Если в проводнике под влиянием сил электрического поля свободные

электроны передвигаются по всему объему проводника, то в диэлектрике свободного перемещения электрических зарядов не происходит. Но в пределах одной молекулы диэлектрика возникает смещение положительного заряда вдоль направления электрического поля и отрицательного заряда в обратном направлении. В результате влияния заряженного тела на поверхности диэлектрика возникают электрические заряды. Это явление называется поляризацией диэлектрика.

Различают диэлектрики двух классов. У диэлектриков первого класса молекула в нейтральном состоянии имеет положительный и отрицательный заряды, настолько близко расположенные один к другому, что действие их взаимно компенсируется. Под влиянием электрического поля положительные и отрицательные заряды в пределах молекулы несколько смещаются один относительно другого, образуя диполь.

У диэлектриков второго класса молекулы и в отсутствие электрического поля образуют диполи. Такие диэлектрики называются полярными. К ним относятся вода, аммиак, эфир, ацетон и т.д. У таких диэлектриков при отсутствии электрического поля диполи в пространстве расположены хаотически, и вследствие этого результирующее электрическое поле вокруг полярного диэлектрика равно нулю. Под действием внешнего электрического поля молекулы (диполи) стремятся повернуться так, чтобы их оси совпали с направлением внешнего поля.

Результаты и обсуждение. Для проведения эксперимента была собрана несложная электрическая цепь, состоящая из батарейки мультиметра (вольтметра), двух переключателей и графитовых электродов, погруженных в воду (рис. 1). Графитовые электроды выбраны с целью устранения гальванического эффекта, который возникает сразу же при погружении в воду любых металлических электродов (кроме золотых и платиновых).

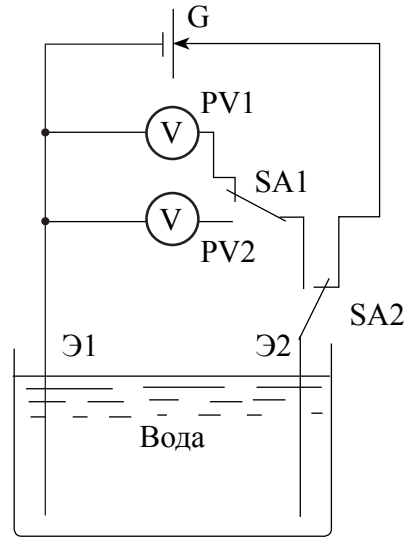


Рис. 1. Принципиальная схема для оценки реакции воды на воздействие электрического тока

Предварительно измерили напряжение батарейки (дополнительный вольтметр на схеме не показан). Считается, что напряжение батарейки в ходе эксперимента неизменно. Включили переключатель SA2 в правое положение. При этом на электроды подается напряжение батарейки. Через некоторое произвольное время перевели переключатель SA2 в левое положение. Стрелка вольтметра сначала резко падала до определенного значения, а потом медленно перемещалась к нулевой отметке. Пользуясь переключателем SA1, который подключает гальванометр PV1 вместо вольтметра PV2, убедились, что значение напряжения еще несколько минут оставалось больше нулевого значения. График изменения напряжения на электродах представлен на рисунке 2.

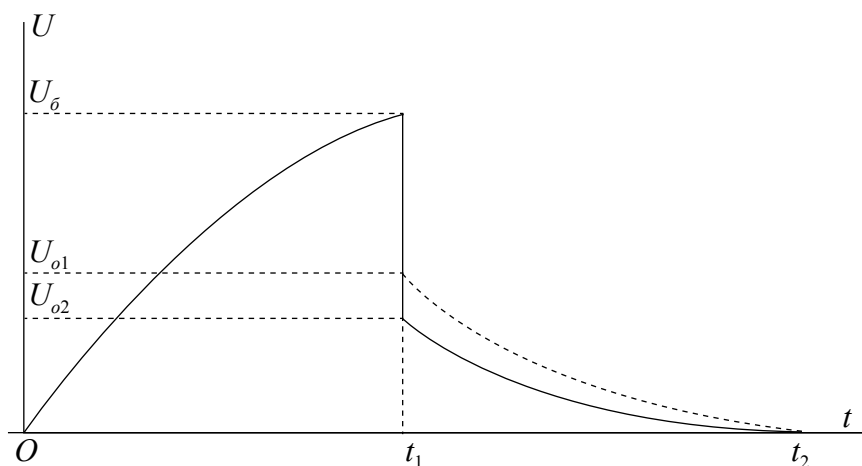


Рис. 2. Изменение напряжения на электродах при различных параметрах эксперимента

Отмечен факт влияния расстояния между электродами на значение остаточного напряжения U_0 : чем меньше расстояние, тем больше напряжение.

Качество воды заметно влияет на значение остаточного напряжения: дистиллированная вода, используемая для заливки в аккумуляторы, дает меньшие значения остаточного напряжения U_{02} по сравнению с водопроводной водой U_{01} .

В эксперименте использовалась водопроводная и дистиллированная вода объемом 100 мл. Напряжение батарейки составляло 1,25 В. Расстояние между стержневыми графитовыми электродами равно 6 см. Характерные результаты измерений представлены в таблице.

Напряжение на электродах водяного элемента в различные моменты измерений

Тип воды	Напряжение на элементе, В	
	в момент переключения (остаточное)	через одну минуту
Дистиллированная	0,3	0,25
Водопроводная	0,5	0,4

Полученная двухступенчатая форма кривой рис. 2 может быть объяснена тем, что при снятии внешнего напряжения с электродов элемента ионы, H^+ и OH^- мгновенно перестают перемещаться (вертикальная линия в момент времени t_1). Затем диполи постепенно возвращаются в исходное положение, как в обычном конденсаторе при его разряде (интервале времени $t_1 - t_2$) [9]. Это соответствует первой части кривой и конечной частям кривой рис. 2. Подключая к электродам элемента омметр, можно убедиться в том, что сопротивление межэлектродного промежутка и, соответственно, электропроводность претерпевают аналогичные изменения в процессе переключений.

Задержку в возвращении диполей воды и воссоединения ионов H^+ и OH^- в исходное состояние можно интерпретировать как проявление своеобразной «электрической памяти» воды. Продолжительность этой памяти зависит от различных факторов: расстояния между электродами, качества используемой воды и др., что может явиться предметом дальнейших исследований.

Описанные особенности поведения воды при воздействии электрического тока можно охарактеризовать и с позиций цикличности (рис. 3).

В этом случае протекание электрического тока при зарядке элемента до напряжения U_0 сменяется его падением до некоторого значения U_{01} , и обратным возвращением к нулевому значению.

Полученные результаты позволяют уточнить природу воздействий электрического тока на растения [10], а также использовать данные для создания бионических (водяных) элементов, обеспечивающих заданную выдержку времени, и подобных устройств.

Наблюдаемые показания вольтметра и гальванометра можно объяснить следующим образом. При подключении водяного элемента к источнику электрического тока все диполи водяной массы поворачиваются в направлении приложенного электрического поля. Дальнейшее увеличение силы тока в элементе обеспечивается за счет электролитической диссоциации воды [6]. В этом случае приложение электрического тока к водяному элементу вызывает распад молекулы воды на два иона (H^+ и OH^-), которые являются проводниками электрического тока в воде. При снятии напряжения с элемента диполи возвращаются в исходное состояние, а ионы снова соединяются в молекулу.

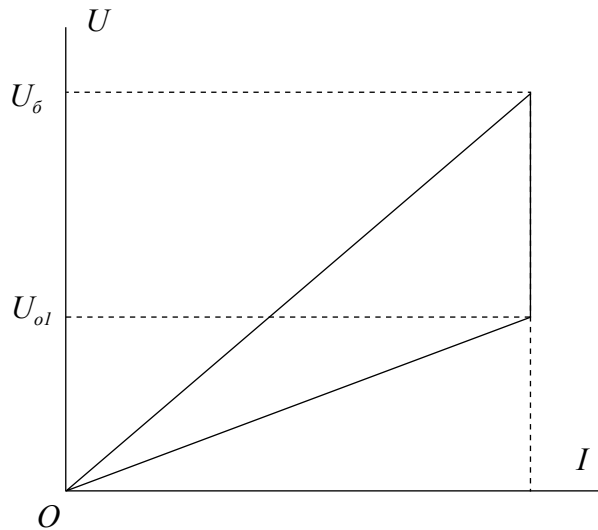


Рис. 3. Цикл изменения электрических параметров на водяном элементе

Выводы

Установлена способность водяной массы сохранять некоторое время электрическое поле (разность потенциалов) после кратковременного воздействия на воду электрического тока, что можно считать проявлением своеобразной электрической памяти воды. Данный эффект согласуется с дипольным представлением структуры молекул воды и не противоречит теории об электролитической диссоциации воды. Электрическая память воды может быть использована для разработки

бионических запоминающих и обеспечивающих выдержку времени элементов для различных средств автоматизации технологических процессов.

Библиографический список

1. Артемьев В.Г. Волков А.А. Электрические свойства воды. Новый взгляд // *Биофизика*. 2014. Т. 59. № 4. С. 636-640.
2. Зенин С.В. Биологические и энергоинформационные свойства воды. М.: Мир, 1999. 47 с.
3. Агеев И.М., Шишкин Г.Г., Рыбин Ю.М., Еськин С.М. Водозлектрические датчики для регистрации слабых физических полей и биоизлучения // *Электронный журнал «Труды МАИ»*. 2006. № 24. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=34083> (дата обращения 15.03.2018)

4. Эйзенберг Д., Кауцман В. Структура и свойства воды. Л.: Гидрометиздат, 1975. 280 с.
5. Самойлов О.Я. Структура водных растворов электролитов и гидратация ионов. М.: Изд. АН СССР, 1957. 187 с.
6. Алексеев А.И., Алексеев А.А. Химия воды. СПб.: Химиздат, 2017. 424 с.
7. Зацепина Г.Н. Свойства и структура воды. М.: МГУ, 1998. 184 с.
8. Колтовой Н.А. Структура и свойства воды. М., 2017. 380 с.
9. Касаткин А.С. Электротехника. М.: Энергия, 1974. 560 с.
10. Воробьев В.А. Электротехнологии в сельскохозяйственном производстве. М.: ТРАНСЛЮГ, 2018. 198 с.

Статья поступила 20.03.2018

ELECTRIC MEMORY OF WATER

VIKTOR A. VOROBIEV, PhD (Eng), Professor

E-mail: tatiana49@mail.ru

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

Thy paper introduces some features of water behavior in the electric field of a small intensity. It has been found that plain water can retain for some time an electric charge given to it before, i.e. there is an effect of a distinctive electric memory. This effect has never been described before. To make an experiment, use has been made of a water element consisting of an AA battery, a multimeter, carbon electrodes, a stopwatch, a water bath, two switches and copper wires. When current flows, there is a voltage on the water element electrodes equal to that of the battery. If the electrodes are disconnected from the battery and connected to the voltmeter, the voltmeter pointer first sharply falls below a certain value, then slowly moves to the zero point. Readings of a galvanometer connected as a second switch to the electrodes instead of the voltmeter testify that the voltage value still remains greater than zero for some time. Low voltages remained on the electrodes in the experiments for up to a few minutes that can be considered an evidence of electric water memory. The described phenomena can serve as a verification of a dipole model of water molecules and a manifestation of electrolytic dissociation. The author stresses the influence of the distance between electrodes on the residual voltage value of the switch. The shorter the distance is, the higher voltage is observed. It has been also noticed that water quality has an influence on the voltage amount: distilled water used to fill the batteries gives lower values of switching voltage as compared to tap water.

Key words: water, electricity, carbon electrodes, voltage, memory capacity, dipole, dissociation.

References

1. Artem'yev V.G. Volkov A.A. Elektricheskiye svoystva vody. Novyy vzglyad [Electrical properties of water. A new look]. *Biofizika*. 2014. Vol. 59. No. 4. Pp. 636-640. (in Rus.)
2. Zenin S.V. Biologicheskiye i energoinformatsionnyye svoystva vody [Biological and energy-informational properties of water]. Moscow, Mir, 1999. 47 p. (in Rus.)
3. Ageyev I.M., Shishkin G.G., Rybin YU.M., Yes'kin S.M. Vodoelektricheskiye datchiki dlya re-

gistratsii slabykh fizicheskikh poley i bioizlucheniya [Water-electric instruments to study low (weak) physical fields and bioirradiation]. *Elektronnyy zhurnal "Trudy MAI"*. 2006. No. 24. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=34083> (Access date 15.03.2018) (in Rus.)

4. Eisenberg D., Kauzman V. Struktura i svoystva vody [Structure and properties of water]. L., Gidrometizdat, 1975. 280 p. (in Rus.)
5. Samoylov O.Ya. Struktura vodnykh rastvorov elektrolitov i gidratatsiya ionov [Structure of water solutions of electrolytes and the hydration of ions]. Moscow, Izd. AN SSSR, 1957. 187 p. (in Rus.)

6. Alekseyev A.I., Alekseyev A.A. Khimiya vody [Water chemistry]. SPb., Khimizdat, 2017. 424 p. (in Rus.)

7. Zatsepina G.N. Svoystva i struktura vody [Properties and structure of water]. Moscow, MGU, 1998. 184 p. (in Rus.)

8. Koltovoy N.A. Struktura i svoystva vody [Structure and properties of water]. Moscow, 2017. 380 p. (in Rus.)

9. Kasatkin A.S. Elektrotehnika [Electrical engineering technology]. Moscow, Energiya, 1974. 560 p. (in Rus.)

10. Vorobiyev V.A. Elektrotekhnologii v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve [Electrotechnologies in agricultural production]. Moscow, TRANSL-LOG, 2018. 198 p. (in Rus.)

The paper was received on March 20, 2018

УДК 621.22

DOI 10.26897/1728-7936-2018-4-69-74

АНДРЕЕВ СЕРГЕЙ АНДРЕЕВИЧ, канд. техн. наук, доцент

E-mail: asa-finance@yandex.ru

КОЖЕВНИКОВА НАТАЛЬЯ ГЕОРГИЕВНА, канд. техн. наук, доцент

E-mail: ngk-ob@mail.ru,

ШИБАРОВ ДМИТРИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ, аспирант

E-mail: dmitriy16@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 125550, ул. Тимирязевская, 49, Москва, Российская Федерация

УТИЛИЗАЦИЯ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ЖИДКОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В КОЛЛЕКТОРНЫХ ГЕЛИОСИСТЕМАХ

Рассмотрена возможность частичной утилизации избыточной кинетической энергии жидкого теплоносителя в гелиосистемах. Кинетическая энергия движущейся жидкости, преобразуясь в энергию вращения крыльчатки, далее может быть использована в механической или в электрической формах. На основе анализа зависимости плотности воды от температуры, заданных значений температуры теплоносителя на входе и выходе коллектора и учета геометрических параметров гелиосистемы, определена мощность, развиваемая крыльчаткой, установленной в замкнутом трубопроводе. Выявлены факторы, влияющие на величину этой мощности, и сделан вывод о значении правильного выбора теплоносителя. Рассмотрен ряд распространенных жидкостей, которые можно использовать в качестве теплоносителя в гелиосистемах. К предполагаемому теплоносителю предъявляется ряд требований: он должен обладать максимальной разностью плотностей на границах интервала рабочих температур, низкой вязкостью, постоянством фазового состояния, достаточной теплоемкостью, не проявлять агрессивных свойств по отношению к материалу крыльчатки и труб, быть экологически безопасным, безвредным к персоналу, взрыво-пожаробезопасным, дешевым и способным сохранять перечисленные свойства длительное время. В результате анализа полутора десятка жидкостей сделано два вывода: 1) наибольшую эффективность использования демонстрирует пропиленгликоль; 2) выбор теплоносителя обусловлен особенностями эксплуатации гелиосистем.

Ключевые слова: коллекторные гелиосистемы, естественное движение теплоносителя, плотность жидкости, кинетическая энергия, мощность.

Введение. Наряду с фотоэлектрическими преобразователями световой энергии в электрическую в современных гелиосистемах широко применяются разнообразные солнечные коллекторы, преобразующие энергию солнечного спектра в тепловую форму [1]. Такие гелиосистемы довольно просты, надежны и хорошо себя зарекомендовали при эксплуатации на разных широтах. В основу коллекторных гелиосистем положен принцип циркуляции жидкого те-

плоносителя, прогревающегося в коллекторах и отдающего полученную тепловую энергию потребителям или аккумуляторам [2]. При этом циркуляция теплоносителя во многих гелиосистемах происходит естественным образом. Практика показывает, что кинетическая энергия, приобретенная теплоносителем за счет разности плотностей в зонах нагрева и охлаждения, вполне достаточна для его уверенного течения по трубопроводам гелиосистемы. Часть этой энергии