

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОАКТИВАЦИИ ВОДЫ

**А. Мухаммадиев<sup>1</sup>**, доктор технических наук

**К. Баймаханов<sup>2</sup>**, кандидат технических наук

**М. Мустафаев<sup>3</sup>**, доктор аграрных наук

**Д. Р. Юсупов<sup>4</sup>**, PhD

**Г. М. Эргашев<sup>5</sup>**, преподаватель

<sup>1</sup>Институт проблем энергетики Республики Узбекистан, г. Ташкент, Узбекистан

<sup>2</sup>Южно-Казахстанский государственный университет имени М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан

<sup>3</sup>Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

<sup>4</sup>Наманганский инженерно-строительный институт, г. Наманган, Узбекистан

### Аннотация

Проанализировано действие электроактиватора, межэлектродное пространство которого разделено диафрагмой. Установлена зависимость сопротивления в камерах при разных температурах воды. Приводится сравнение экспериментальных и теоретических значений сопротивлений.

**Ключевые слова:** электроактиватор воды, электроактивация водных растворов, анолит, католит, схема замещения, камера, диафрагма, сопротивление, удельное сопротивление, мощность, вода, температура.

### Abstract

**A. Muhammadiev, K. Baimakhanov, M. Mustafaev, D. Yusupov, G. Ergashev**

### STUDY OF THE PROCESS OF WATER ELECTROACTIVATION

The effect of an electroactivator whose interelectrode space is separated by a diaphragm has been analyzed. The dependence of the resistance in the chambers at different water temperatures has been established. The comparison of experimental and theoretical values of resistances is given.

**Keywords:** electroactivator of water, electroactivation of water solutions, anolyte, catholyte, equivalent circuit, chamber, diaphragm, resistance, resistivity, power, water, temperature.

### Введение

Активированные растворы воды ввиду своих уникальных свойств нашли весьма широкое применение в растениеводстве, животноводстве, птицеводстве, пчеловодстве, медицине, строительстве и др. Исследования по применению активированной воды очень интенсивно проводятся в различных странах мира. Ученые, исследовавшие как достоинства, так и побочные действия химических лекарственных средств, активно ищут новые экологически чистые технологии, которые бы не вызывали аллергических осложнений и резистентности (невосприимчивости) и не имели побочных эффектов [1–3].

Сущность электрохимической активации состоит в том, что разбавленные растворы минеральных солей (к ним относится и обыч-

ная питьевая вода) в результате анодной или катодной (униполярной) обработки в диафрагменном проточном электроактиваторе переходят в метастабильное (активированное) состояние, характеризующееся аномальной физико-химической активностью.

Вместо традиционно используемых растворов специальных химических реагентов применяют полученные растворы – католит или анолит. Католит, имея выраженную щелочную реакцию и  $R_{\text{и}}$ , равный –800 мВ, обладает восстановительными свойствами и при взаимодействии с биологическими молекулами выступает в качестве донора электронов. Анолит, имея кислую реакцию и  $R_{\text{и}}$ , равный +300 мВ, проявляет окислительные свойства.

Электрический потенциал на внешней стороне тканей при обработке их анолитом воз-

растает, а при обработке католином или смесью католита и анолита снижается. Анолит при контакте с клеточной мембраной порождает

### Результаты исследования и их обсуждение

Предлагаемая установка для электроактивации воды представляет собой устройство полустационарного типа, работающее в постоянном режиме и обслуживаемое одним оператором. Поток воды, попадая в полость, приобретает змеевидную направленность благодаря особой конструкции [4]. Из анализа научной литературы, посвященной видам конструкции электроактиватора, можно заключить, что они представляют собой в первую очередь проточный нагреватель жидкости. Все основные расчеты по активатору можно вести на основе его расчета. Энергия, затраченная из электрической сети, уходит на нагрев воды, одновременно происходит диссоциация молекул. В результате увеличивается температура жидкости на выходе активатора и изменяется уровень водородного показателя (отдельно в каждой камере активатора).

В связи с этим представим электроактиватор в виде проточного электроводонагревателя, межэлектродное пространство которого

протон-движущую силу, направленную внутрь клеток, а католит и смесь католита и анолита – силу противоположного направления.

разделено диафрагмой. Схема замещения электроактиватора представлена на рис. 1.

С учетом такой схемы замещения проводить анализ электроактиватора будет удобнее, если проанализировать каждую камеру и диафрагму в отдельности [5]. Согласно [6] при расчете водонагревателя

$$P = \frac{Q \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot c \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{н}})}{\eta_{\text{н}}}, \quad (1)$$

где  $Q$  – производительность активатора, м<sup>3</sup>/с;  $\rho_{\text{ж}}$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $c$  – удельная теплоемкость воды, 4,19 кДж/кг·°С;  $t_{\text{к}}$ ,  $t_{\text{н}}$  – температура соответственно в конце и начале нагрева, °С;  $\eta_{\text{н}}$  – КПД активатора по нагреву, принимается в пределах 0,9–0,98. Разница температур  $t_{\text{к}}$ ,  $t_{\text{н}}$  – это фактически превышение температуры конечной над начальной.

Исходя из этого, можно рассчитать мощность, необходимую для нагрева воды до определенной температуры в каждой камере активатора в ходе его работы.

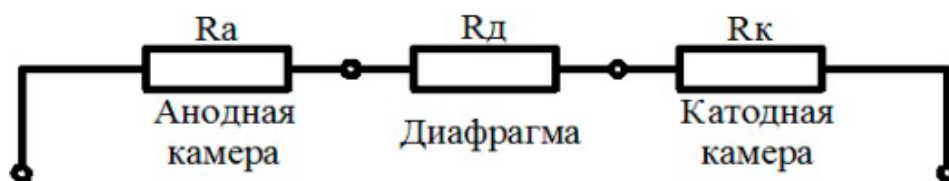


Рис. 1. Электрическая схема замещения электроактиватора

Рассчитаем мощность, необходимую для нагрева воды в анодной камере до 70 °С, ступенчато увеличивая разность температур от 10 до 70 °С с шагом в 10 °С.

Расчет мощности проведем при производительности анодной камеры:

$$Q = 8,0 \text{ л/с} = 0,22 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Мощность, необходимая для нагрева воды от 0 до 10 °С:

$$P = \frac{0,22 \cdot 10^{-3} \cdot 4,19 \cdot 10^3 (10 - 0)}{0,9} = 100 \text{ Вт}.$$

Аналогично рассчитаем мощность для других диапазонов температур (полученные результаты сведены в таблицу). С возрастанием температуры увеличиваются степень диссоциации молекул солей на ионы и их

подвижность, вследствие чего проводимость повышается, а сопротивление снижается. Сопротивление воды можно определить по формулам [7]:

$$R = \rho_t \cdot \frac{l}{S}, \quad (2)$$

где  $\rho_t$  – удельное сопротивление воды, Ом · м;

$l$  – расстояние от диафрагмы до электрода в камере, м;

$S$  – площадь сечения канала протекания жидкости, м<sup>2</sup>;

$$\rho_t = \frac{1}{y_t} = \frac{\rho_{20}}{1 + \alpha(t - 20)}, \quad (3)$$

где  $y_t$  – проводимость воды при температуре воды, отличной от 20 °С;  
 $\rho_{20}$  – сопротивление воды при 20 °С;  
 $\alpha$  – температурный коэффициент проводимости, равный 0,025–0,035 °С<sup>-1</sup>.

Если принять  $\alpha = 0,025$  °С<sup>-1</sup>, то удельное сопротивление воды определим по формуле:

$$\rho_t = \frac{40 \cdot \rho_{20}}{t + 20} \quad (4)$$

Подставив (4) в (2), получим окончательное выражение для определения сопротивления воды:

$$R_c = \frac{40 \cdot \rho_{20}}{t + 20} \cdot \frac{l}{S} \quad (5)$$

Рассчитаем сопротивление воды при температуре 10 °С:

$$R_{c(10)} = \frac{40 \cdot 1600}{10 + 20} \cdot \frac{0,6}{36,1} = 35,43 \text{ Ом.}$$

Аналогично рассчитаем сопротивление воды для других диапазонов температур.

Сопротивление диафрагмы определим согласно формуле:

$$R_d = \rho_d \cdot \frac{l_d}{S \cdot \alpha_d} = \frac{40 \cdot \rho_{20}}{t + 20} \cdot \frac{l_d}{S \cdot \alpha_d} \quad (6)$$

где  $\rho_d$  – удельное сопротивление диафрагмы;

$l_d$  – толщина диафрагмы;

$S$  – активная площадь диафрагмы;

$\alpha_d$  – коэффициент уменьшения естественной площади для жидкости в диафрагме.

Рассчитаем сопротивление диафрагмы при изменении температуры на 10 °С:

$$R_d = \frac{40 \cdot 1600}{10 + 20} \cdot \frac{0,2}{36,1 \cdot 0,666} = 17,7.$$

Аналогично рассчитывается сопротивление диафрагмы для других диапазонов температур (см. таблицу).

Построим графики, отражающие в соответствии с расчетными данными, зависимость сопротивления воды от подаваемой мощности и изменения температуры.

График (рис. 2) демонстрирует увеличение мощности потребления в результате снижения сопротивления воды в анодной камере.

На рис. 3 отражено, что в результате снижения сопротивления воды в соединении фиксируются увеличение тока в камере узла и повышение температуры.

Таблица. Зависимость сопротивления воды от подаваемой мощности и изменения температуры в анодной камере

| $\Delta T$ , °С | 10    | 20    | 30    | 40   | 50    | 60   | 70   |
|-----------------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|
| $P$ , Вт        | 100   | 200   | 310   | 410  | 510   | 620  | 720  |
| $R_b$ , Ом      | 35,43 | 26,5  | 21,2  | 17,7 | 15,19 | 13,3 | 11,8 |
| $P_{дв}$ , Ом   | 17,7  | 13,44 | 10,74 | 8,9  | 7,67  | 6,71 | 5,97 |

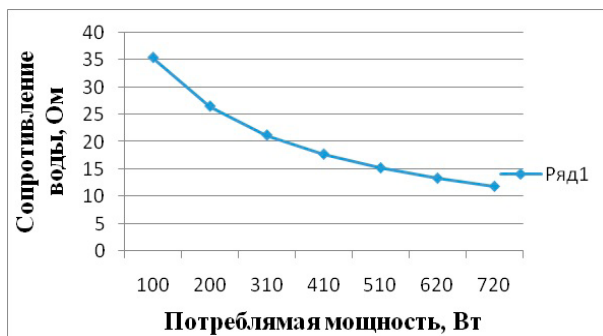


Рис. 2. График зависимости сопротивления воды от мощности, подаваемой на активатор

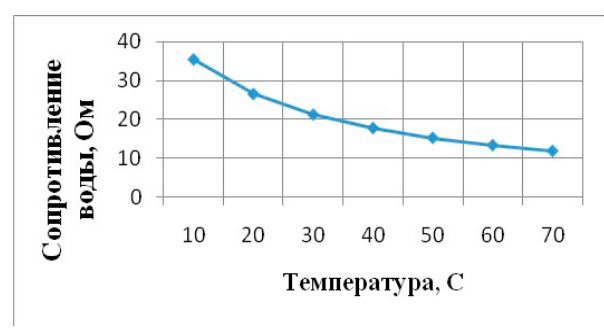


Рис. 3. График зависимости сопротивления воды от температуры

### Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что энергетическими свойствами воды можно управлять путем измерения ее температуры и потребляемой активной мощности, подаваемой на активатор.

**Библиографический список**

1. Способ подготовки к посеву семян хлопчатника : пат. 1482562 (1986) / В. Бурлаков, Н. Джабаров, А. Мухаммадиев, А. Ниязкулов, В. Тарушкин, Г. Уришев ; дата публ.: 30.05.1989.
2. Устройство для уничтожения сорной растительности : пат. 1586653 (1990) / А. Мухаммадиев, Т. Байзаков, М. Холияров, Г. Эрназарова, Н. Тошпулатов, П. Абдуллаев ; дата публ.: 23.08.90.
3. Мухаммадиев, А. О перспективах защиты сложного биологического объекта «Семя, почва и растение» от болезней с использованием электрического воздействия / А. Мухаммадиев, А. Санбетова // Intern. Journ. of Discourse on Innovation, Integration and Education. – 2020. – Vol. 1, № 4. – P. 154–159.
4. Электротехнология предпосевной обработки зерен пшеницы / Ш. И. Набиев, Д. Р. Юсупов, Э. Х. Беркинов, Д. Ж. Холбаев // Science Time. – 2016. – № 4 (28). – С. 596–602.
5. Изучение повышения эффективности дезинфекции воды ультрафиолетовыми лучами в водоснабжающих установках / Ш. И. Набиев, Э. Х. Беркинов, Д. Р. Юсупов, Р. Р. Юлдашев // Вестн. науки и творчества. – 2019. – № 3 (39). – С. 42–45.
6. Юсупов, Д. Р. Электрохимическая активация водных сред / Д. Р. Юсупов, Э. Х. Беркинов, Р. Н. Муродов // Вестн. науки и творчества. – 2018. – № 2 (26). – С. 48–51.
7. Абдуллаев, М. Т. Изучение нормативных условий выкормки восковой моли на основе электрохимической активированной воды / М. Т. Абдуллаев, Б. А. Хайитов, Д. Р. Юсупов // Междунар. науч. журн. – 2016. – Вып. 6. – Т. 3. – С. 103–104.

Поступила 13 апреля 2022 г.