

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОАКТИВАЦИИ ВОДЫ

А. Мухаммадиев¹, доктор технических наук

К. Баймаханов², кандидат технических наук

М. Мустафаев³, доктор аграрных наук

Д. Р. Юсупов⁴, PhD

Г. М. Эргашев⁵, преподаватель

¹Институт проблем энергетики Республики Узбекистан, г. Ташкент, Узбекистан

²Южно-Казахстанский государственный университет имени М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан

³Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

⁴Наманганский 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, м³/с; $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости, кг/м³; 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.

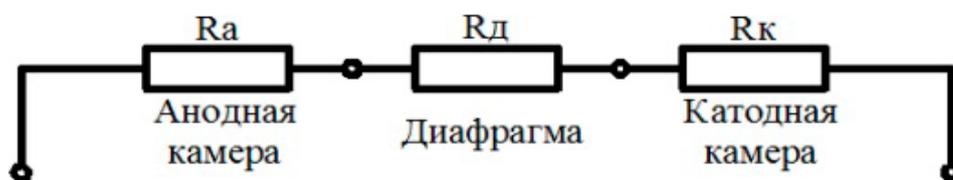


Рис. 1. Электрическая схема замещения электроактиватора

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:

$$Q = 8,0 \text{ л/с} = 0,22^{\cdot 5} \text{ м}^3/\text{с}.$$

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

$$P = \frac{0,22^{\cdot 5} \cdot 10^3 \cdot 4,19 \cdot 10^3 (10 - 0)}{0,9} = 100 \text{ Вт}.$$

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 ρ_t – удельное сопротивление воды, Ом · м;

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

S – площадь сечения канала протекания жидкости, м²;

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

где y_t – проводимость воды при температуре воды, отличной от 20 °С;

ρ_{20} – сопротивление воды при 20 °С;

α – температурный коэффициент проводимости, равный 0,025–0,035 °С⁻¹.

Если принять $\alpha = 0,025$ °С⁻¹, 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 ρ_d – удельное сопротивление диафрагмы;

l_d – толщина диафрагмы;

S – активная площадь диафрагмы;

α_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

| ΔT , °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 |

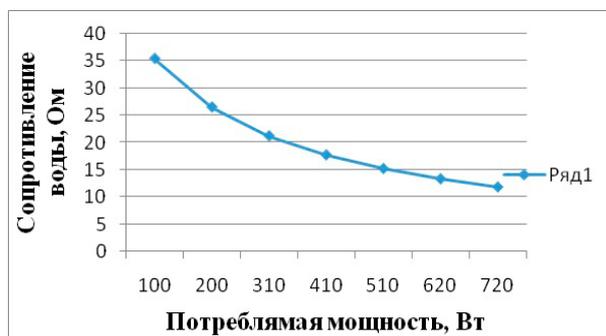


Рис. 2. График зависимости сопротивления воды от мощности, подаваемой на активатор

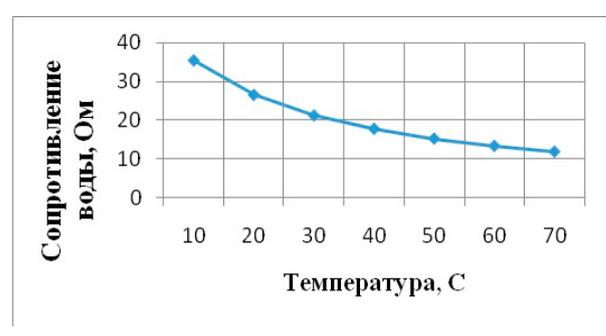


Рис. 3. График зависимости сопротивления воды от температуры

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.