

**В. С. Корко, И. Б. Дубодел, П. В. Кардашов**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: Korko.S@mail.ru, innadubodel@gmail.com*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАТЕРИАЛА МЕМБРАНЫ НА ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОАКТИВАЦИИ ВОДЫ И РАСТВОРОВ**

*Аннотация.* Авторы статьи исследуют влияние материала мембраны на процесс электроактивации воды и растворов. Доказано, что для несложных технологических процессов получения католита и анолита с заданными показателями pH целесообразно в качестве мембран использовать доступные и дешевые материалы из плотных тканей, листов пористой керамики и т. п.

*Ключевые слова:* электроактивация воды, мембрана, электроды, бельтинг, упаковочная пленка, анолит, католит.

**V. S. Korko, I. B. Dubodel, P. V. Kardashov**

*EI "Belarusian State Agrarian Technical University"  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: Korko.S@mail.ru, innadubodel@gmail.com*

## **RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE MEMBRANE MATERIAL ON THE PROCESS OF ELECTRIC ACTIVATION OF WATER AND SOLUTIONS**

*Abstract.* The authors of the article investigate the effect of the membrane material on the process of electroactivation of water and solutions. It has been proven that for relatively simple technological processes for producing catholyte and anolyte with given pH values, it is advisable to use affordable and cheap materials from dense fabrics, sheets of porous ceramics, etc. as membranes.

*Keywords:* electroactivation of water, membrane, electrodes, belting, packing film, anolyte, catholyte.

### **Введение**

В настоящее время в различных отраслях, в том числе в сельском хозяйстве, достаточно широко применяют установки электроактивации воды, водных растворов, различных электролитических сред на принципе электродиализа [1]. Универсальность технологии достигается тем, что в одном реакторе в электродных камерах, разделенных мембранами, из обычной воды или слабоминерализованного водного раствора за счет электрической энергии можно получать вещества с окислительными свойствами (анолит) и с восстановительными свойствами (католит).

В результате электрохимической активации вода или раствор из стабильного состояния переходит в активированное или метастабильное, т. е. в течение определенного промежутка времени сохраняет некоторую избыточную внутреннюю потенциальную энергию [2]. Основными движущими силами, осуществляющими перенос ионов различного знака (положительных и отрицательных) через пористые мембраны под действием электрического поля, являются электрокинетические явления (электроосмос, электрофорез, потенциал течения, потенциал осаждения).

Высокую реакционную способность таким растворам обеспечивают измененные в результате энергетических воздействий физико-химические свойства (показатели pH и окислительно-восстановительного потенциала, концентрация активного хлора и др.). Без внешнего воздействия полученные вещества находятся в активированном состоянии в течение определенного времени до наступления релаксации (состояния термодинамического равновесия). Скорость релаксации определяется скоростью изменения водородного показателя pH [3, 4].

## Материалы и методы исследований

Существуют установки, работающие в периодическом и непрерывном режимах, в которых производят электроактивированные растворы с определенными физико-химическими и биологическими свойствами. При проектировании таких установок важным является установление взаимосвязей между требуемыми функциональными свойствами получаемых электроактивированных растворов и конструктивными и технологическими параметрами электролизеров [5].

Качества анолита и католита зависят от ряда факторов технологического процесса их производства: вида и концентрации солей в исходном растворе, скорости потока через реактор, напряженности электрического поля, длительности воздействия, материалов электродов, разделительных мембран и др.

Для изготовления электродов чаще выбирают химически инертные и нерастворимые в продуктах электролиза материалы: нержавеющие стали, титан, платину, графит.

Использование мембран в качестве селективно-проницаемого барьера между двумя фазами для разделения смесей позволяет создать энерго- и ресурсоэффективные технологии в сельскохозяйственном производстве.

Серийно выпускаемые и традиционно используемые мембраны (МК-40, МА-40, МРФ-26, бельтинг и др.) имеют определенные достоинства, удовлетворяющие требованиям к мембранам (высокая селективность, низкое электрическое сопротивление, высокая механическая прочность, стабильность свойств при эксплуатации), но и недостатки (значительная стоимость, потребность в периодической замене или очистке, необходимость высокой концентрации химических элементов в исходных растворах и др.), сдерживающие их применение, особенно в несложных электрохимических системах.

## Результаты и их обсуждение

В технологии электроактивации слабоминерализованных растворов проверяли возможность замены часто применяемой мембраны из бельтинга (стоимость 20–22 руб/м<sup>2</sup>) на доступный материал из упаковочной пленки (стоимость 0,53 руб/м<sup>2</sup>). Для приготовления рабочих образцов выбирали участки листа одинаковой толщины, однородные по виду и без каких-либо внешних дефектов. Затем вырезали образцы размерами 1,5 × 2,5 мм. Геометрические размеры измеряли микрометром с ценой деления 0,01 мм.

Полученные образцы подвергали химической обработке с целью удаления примесей (особенно железа). Для этого мембраны промывали под струей теплой воды температурой не выше 40 °С. Затем тщательно протирали их ватным тампоном, смоченным этиловым спиртом. Потом образцы помещали на фильтровальную бумагу и просушивали на воздухе при комнатной температуре.

Через 10 мин мембраны опускали в емкость из оргстекла (некорродирующую) с дистиллированной водой для набухания и удаления растворимых в воде примесей. При этом мембраны покрывали водой так, чтобы над ними находился слой воды не менее 5 см, и выдерживали в течение 48 ч, меняя воду 2 раза в день. Затем образцы промывали дистиллированной водой.

Экспериментальная установка включала ячейку прямоугольной формы с графитовым анодом марки ГЭ, катодом из нержавеющей стали марки 12Х18Н9Т и сменной мембранной перегородкой. Напряженность электрического поля составляла 850 В/м.

Результаты исследований представлены на рис. 1, 2.

Анализ зависимостей на рис. 1 показывает, что мембрана из бельтинга обеспечивает более интенсивный выход на установившийся режим (за 90–120 с) и более широкий диапазон изменения рН анолита и католита при высоких концентрациях NaCl в исходном растворе (10–20 г/л), но значительно хуже работает при слабоминерализованных растворах.

Мембрана, изготовленная из упаковочной пленки, очевидно, обладает большей проницаемостью для ионов и электропроводностью, чем бельтинговая, поэтому даже при низких концентрациях исходного раствора NaCl обеспечивает быстрый выход на установившийся режим и достижение требуемых диапазонов изменения рН католита и анолита (см. рис. 2).

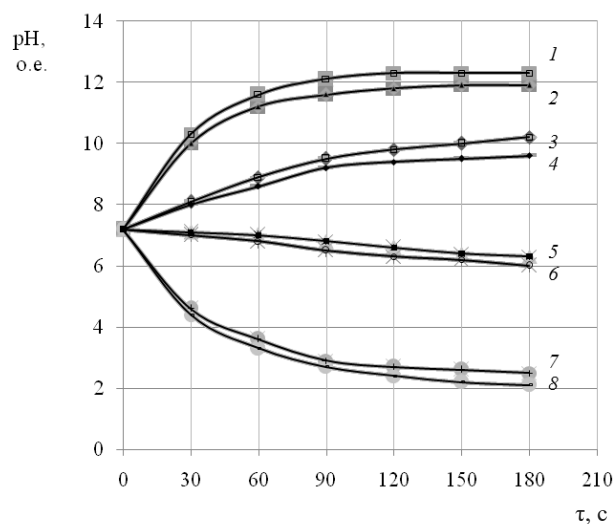


Рис. 1. Кинетика изменения рН католита и анолита при использовании мембраны из бельтинга и концентрации раствора NaCl: 1, 8 – 20 г/л; 2, 7 – 10 г/л; 3, 6 – 2 г/л; 4, 5 – 1 г/л

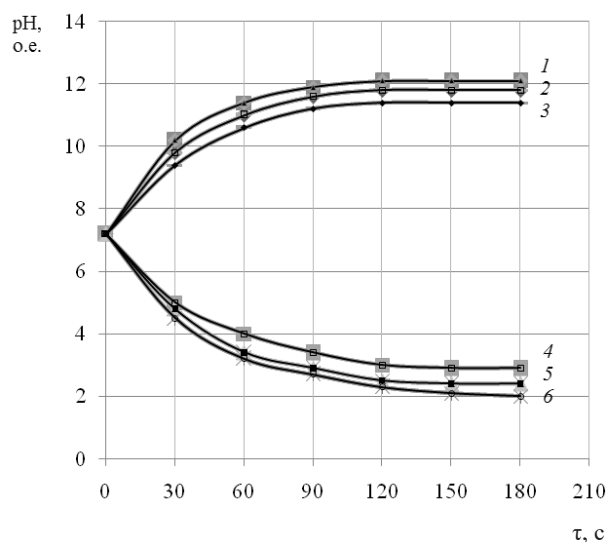


Рис. 2. Кинетика изменения рН католита и анолита при использовании мембраны из упаковочной пленки и концентрации раствора NaCl: 1, 6 – 5 г/л; 2, 5 – 3 г/л; 3, 6 – 1 г/л

### Заключение

Таким образом, для относительно несложных технологических процессов получения католита и анолита с заданными показателями рН целесообразно в качестве мембран использовать доступные и дешевые материалы из плотных тканей, листов пористой керамики и т. п.

### Список использованных источников

1. Бахир, В. М. Электрохимическая активация / В. М. Бахир. – М. : ВНИИМТ НПО «ЭКРАН», 1992. – Ч. 1. – 401 с.
2. Бахир, В. М. Электрохимическая активация: универсальный инструмент зеленой химии / В. М. Бахир. – Казань : Маркетинг саппорт сервис, 2005. – 176 с.
3. Активация жидких сред и предпосевная обработка семян ультразвуковым полем / В. С. Корко и [др.] // Агропанорама. – 2017. – № 3. – С. 21–25.
4. Корко, В. С. Электрофизические методы стимуляции растительных объектов / В. С. Корко, Е. А. Городецкая. – Минск : БГАТУ, 2013. – 232 с.
5. Влияние длительности электролиза воды и последующей релаксации на электрохимические характеристики католита и анолита / Г. А. Шрамко [и др.] // Тр. Кубанского гос. аграрн. ун-та. – 2012. – № 2 (35). – С. 385–388.