

УДК 621

ПРОМЫШЛЕННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ВОДЫ

Красавцев Борис Евгеньевич
к.э.н.
bor11111@list.ru

Цатурян Артур Сеникович
к.э.н.
art7575m@me.com

Симкин Владимир Борисович
vladimir.simkin @rambler.ru
ООО «Южный полюс», Кропоткин, Россия

Александров Борис Леонтьевич
д.г.-м.н., профессор
alex2e@yandex.ru

Александрова Эльвира Александровна
д.х.н., профессор
alex2e@yandex.ru
Кубанский государственный аграрный университет,
Краснодар, Россия

Описана стационарная промышленная установка для электрохимической активации (ЭХА) воды, созданная на маслозаводе ООО «Южный полюс» г. Кропоткина. Она включает 4 диафрагменных реактора-электролизёра из диэлектрического материала объемом 200 л каждый, шкаф управления, силовое электрическое оборудование, систему подачи воды, сборные ёмкости для активированной воды, насосное оборудование для её транспортировки и систему вентиляции. Анодная и катодная камеры реакторов разделены ионопроницаемой диафрагмой из хлопчатобумажной фильтровальной ткани. Реакторы работают попарно по очереди, одна пара в режиме производства, другая – в режиме подготовки. Анод выполнен из листа титана, катод – из нержавеющей стали 12ХН9Т. При подборе материала электродов использовано масс-спектрометрическое исследование химического элементного состава воды до и после ее электрохимической активации. Установка позволяет получать щелочной католиз 15,84 м³/сутки (рН 10,4 ÷ 11,71) и кислый анолиз 3,36 м³/сутки (рН 2,24 ÷ 3,1). Использование созданной установки (потребляемая мощность – 11,4 кВт·час/т) отвечает основным требованиям производства – ресурсосбережение, экологическая безопасность, высокая эффективность и простота использования. Приведенные электрическая схема и фотографии установки позволяют воспроизвести её на других предприятиях, способствуя более широкому применению электрохимически активированной воды

Ключевые слова: РЕАКТОР, ЭЛЕКТРОД, ДИА-

UDC 621

INDUSTRIAL DEVICE FOR THE ELECTRO-CHEMICAL ACTIVATION OF WATER

Krasavtsev Boris Evgenevich
Cand.Econ.Sci.
bor11111@list.ru

Tsaturyan Arthur Senikovich
Cand.Econ.Sci.
art7575m@me.com

Simkin Vladimir Borisovich
vladimir.simkin @rambler.ru
"Yuzhni Polyus" company, Kropotkin, Russia

Alexandrov Boris Leontevich
Dr.Sci.Geol-Mineral., Professor
alex2e@yandex.ru

Alexandrova Elvira Alexandrovna
Dr.Sci.Chem., Professor
alex2e@yandex.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

We describe a stationary industrial plant for electrochemical activation (ECA) of the water created on the creamery of "Yuzhni Polyus" in Kropotkin. It includes 4 diaphragm reactor - electrolyzer of a dielectric material volume of 200 liters each, control cabinet, power electrical equipment, water supply system, containers for activated water, pumping equipment for its transport and ventilation system. The anode and cathode chambers are separated by ion permeable diaphragm reactors of cotton filter cloth. The reactors operate pairwise in succession, one pair in the production mode, the other - in the mode of preparation. The anode is made of titanium sheet; the cathode is made of stainless steel 12HN9T. In the selection of the electrode material we used mass-spectrometric investigation of the chemical element composition of water before and after electrochemical activation. The device produces alkaline catholyte 15.84 m³ / day (pH 10,4 ÷ 11,71) and acid anolyte 3.36 m³ / day (pH 2,24 ÷ 3,1). Using the created device (power consumption – 11,4 kW · h / t) meets the basic requirements of production – resource conservation, environmental safety, high performance and ease of use. These circuit diagram and photos of the installation allows reproducing it in other enterprises, contributing to the wider application of electrochemically activated water

Keywords: REACTOR, ELECTRODE, DIAPHRAGM, ACTIVATION, WATER

ФРАГМА, АКТИВАЦИЯ, ВОДА

Введение. Электрохимическая активация (ЭХА) воды была впервые заявлена в СССР ташкентской группой исследователей под руководством В. М. Бахира в 1974 году и официально признана ВАК СССР в 1985 г как новый класс физико-химических явлений [3]. Применение устройств ЭХА воды началось в 1992 году, и поручением правительства РФ № ВЧ-П12-01044 от 15.01.1998 г. было рекомендовано министерствам и ведомствам использовать технологии ЭХА воды в медицине, сельском хозяйстве и промышленности. Электрохимически активированная вода (ЭХАВ) – это электролизная вода, получаемая в диафрагменном электролизёре отдельно: в прикатодном пространстве – щелочной католит (ЭХАВ-К) и в прианодном – кислый анолит (ЭХАВ-А). Электролизная обработка воды по сравнению с другими способами активации (механохимической, магнитной, термической) имеет ряд преимуществ: 1) разные по свойствам типы активированной воды (гидроксильированный католит ЭХАВ-К и протонированный анолит ЭХАВ-А) получаются одновременно; 2) электролиз – наиболее воспроизводимый и регулируемый процесс; 3) создавая определённые условия и электрические параметры, а также длительность процесса электролиза, можно получать католит и анолит с заданными электрохимическими свойствами – водородным показателем рН и окислительно-восстановительным потенциалом (ОВП); 4) в анолите и католите достигаются такие сочетания рН и ОВП, которые не могут быть получены в обычных растворах химических соединений, не подвергавшихся электрохимическим воздействиям; 5) часть энергии процесса электролиза накапливается в воде в виде избыточной внутренней потенциальной энергии, что обуславливает её активацию – более эффективное воздействие и проявление особых свойств. Основными факторами, обуславливающие свойства ЭХА водных растворов, согласно работам В. М. Бахира [2, 4], являются следующие: 1) электрохимический синтез щелочи в ЭХАВ-К и

кислоты в ЭХАВ-А, что объясняет длительное сохранение в католите значений $\text{pH} > 7$ и в анолите – $\text{pH} < 7$; 2) образующиеся весьма активные неустойчивые соединения (O_3 , H_2O_2 , ClO_2 , коротко живущие свободные радикалы) с высокой окислительной способностью в анолите и восстановительной – в католите, несмотря на быстрое исчезновение, играют роль катализаторов, инициаторов и реагентов в химических превращениях; 3) наличие электрически активных микропузырьков электролитических газов, стабилизированных некомпенсированными электрическими зарядами, сосредоточенными на границе раздела фаз «газ-жидкость»; 4) метастабильная структура воды и водных растворов, появляющаяся на поверхности электродов в электрическом поле высокой напряженности $(1,04 \div 1,06) \cdot 10^4$ В/м) и сохраняющаяся до нескольких десятков часов с присущими свойствами донора электронов (e^-) для католита и акцептора e^- – для анолита.

К биологическим свойствам католита относят антиоксидантные, стимулирующие иммунитет организма, регенерацию тканей, рост и деление клеток [1, 8, 14]. Важными свойствами анолита считают биоцидные, антибактериальные, противовирусные [2, 4, 14]. Поэтому возможно применение ЭХА для очистки сточных вод, умягчения и опреснения питьевой воды, подавления грибковых и вирусных заболеваний сельхозпродукции, улучшения развития растений, повышения урожайности и сохранности различных культур, а также интенсификации производственных процессов, осуществляемых с применением водных систем.

Электрохимические активаторы воды. В настоящее время созданы промышленные, полупромышленные и лабораторные установки и приборы: семейство устройств «Изумруд» (производительность от 60 до 1000 л) для очистки питьевой воды от микроорганизмов, органических примесей и ионов тяжелых металлов; серия устройств «СТЭЛ» (производительность

от 30 до 1000 л/ч) для синтеза электрохимически активированных моющих, дезинфицирующих и стерилизующих растворов; устройства «АКВАХЛОР» для электрохимического синтеза газообразных окислителей (молекулярный хлор, диоксид хлора, озон и кислород), обеззараживающих бытовые, промышленные и сельскохозяйственные жидкости, в том числе на водоочистных станциях питьевого водоснабжения для замены хлорирования воды; бытовой аппарат «Мелеста» ёмкостью 1 литр для применения в домашних условиях и в лабораторных исследованиях. Известны разные варианты электролизеров [5, 6, 15, 17 – 20], которые условно делят на три типа: статические, погружные и проточные. Бытовые электролизеры в большинстве случаев статические. Однако, в отечественной практике, в том числе на юге России в Краснодарском крае, применение ЭХАВ остаётся весьма ограниченным, не имеет системного характера и осуществляется учёными в инициативном порядке. В КубГАУ в настоящее время ведутся работы по созданию электроактиваторов сельскохозяйственного назначения и применению ЭХА воды в сельском хозяйстве [6,7,18–20]. Нами впервые разработаны способ рафинации растительного масла [16], а также способы переработки подсолнечного гидрофуза [10 –13] с использованием электрохимически активированной воды (ЭХАВ). Применение ЭХАВ, предлагаемое для совершенствования глубокой переработки подсолнечника, является рациональным и экологически безопасным приёмом утилизации его отходов. При этом перспективная технология с ЭХА воды требует как научного, так и практического развития. Производственные испытания и внедрение научных разработок осуществляются на маслозаводе ООО «Южный полюс» (г. Кропоткин). В связи с указанным, была поставлена и решена в данной работе задача создания промышленной установки для электрохимической активации воды на предприятии масличного производства

ЭХАВ и электрохимические активаторы в масличном производстве.

В настоящее время технология рафинации растительных масел в отечественной и зарубежной практике реализуется путем удаления из масел сопутствующих им веществ. Существуют различные способы очистки или рафинирования масла: физические (отстаивание, центрифугирование, фильтрование), химические (гидратация, щелочная рафинация и др.) и физико-химические (отбеливание, дезодорация и др.). В качестве вторичного побочного продукта в процессе химической гидролизной очистки различных видов растительных масел образуется гидратационный фуз, известный под названием «гидрофуз». В процессе безотходного производства растительных масел из гидрофуза возможно получение фосфолипидного (фосфатидного) концентрата. Однако при переработке гидрофузов, получаемых с разных заводов, где отличается технология рафинации масел, параметр рН может изменяться в широких пределах от 3,2 до 6,5. В результате каждая партия гидрофуза характеризуется своими свойствами, в том числе значениями рН среды. Способы переработки гидрофуза в значительной степени определяются величиной этого параметра: для сильно кислого ($3,2 < \text{pH} \leq 4,0$), кислого ($4,0 < \text{pH} \leq 5,0$) и слабо кислого ($5,0 < \text{pH} \leq 6,5$). В связи с этим технологии переработки гидрофузов разной степени кислотности отличаются, но общей особенностью является то, что во всех технологиях применяется в том или ином объеме электрохимически активированная вода [10 – 13]. Для переработки гидрофуза его предварительно необходимо довести до определенной величины параметра рН $4,0 \div 4,5$, соответствующего неустойчивому изоэлектрическому состоянию белков, что позволяет выделять и осаждать последние. В изоэлектрическом состоянии белок, содержащийся в гидрофузе, теряет свои эмульгирующие свойства и способность растворяться в воде, тем самым способствуя эффективному отделению фосфолипидного концентрата в верхней части системы. Щелочная вода (католит) – очень мягкая, бесцветная жид-

кость со щелочной средой ($\text{pH } 9\div 12$), обладает антиоксидантной активностью, более высокой растворяющей способностью, повышает эффективность технологических процессов. Анолит (кислая вода) может создавать кислую среду с заданной величиной $\text{pH} < 7$, выступая экономичным заменителем минеральных кислот в различных технологических процессах, повышая их эффективность. Одновременно это мощный антисептик и консервант, обладает ингибирующими свойствами. Для расширения технологических возможностей применения ЭХАВ-К и ЭХАВ-А, получения католита и анолита в значительных объемах, а также сокращения длительности электролиза за счёт использования высокого напряжения и большой силы тока на маслозаводе ООО «Южный полюс» создана промышленная установка, особенности конструкции, которой защищены патентом [9].

Промышленная установка для электрохимической обработки воды на маслозаводе ООО «Южный полюс» представляет собой комплекс, состоящий из реакторов ЭХАВ, шкафа управления, силового электрического оборудования, системы подачи воды, сборных емкостей для активированной воды, насосного оборудования для её и системы вентиляции. Общий вид установки, электрическая схема и схема реактора для ЭХА воды представлены на рисунках 1 – 5: 1 – схема реактора для ЭХА воды; 2 – реактор с установленными в нем электродами и ионопроницаемой диафрагмой; 3 – обвязка емкостей установки; 4 – два силовых модуля из понижающих трехфазных трансформаторов 380/60 В, трехфазных выпрямительных блоков, устройства защиты и контроля; 5 – электрическая схема установки.

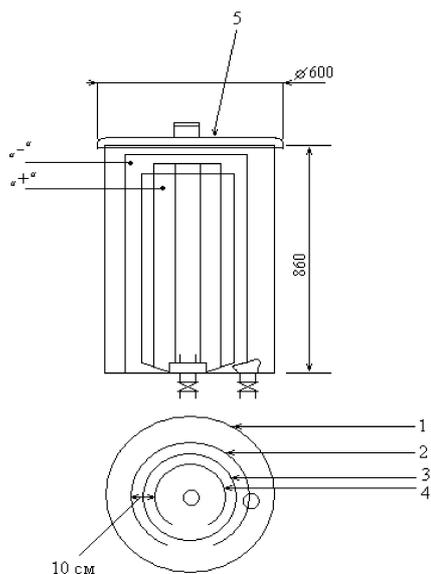


Рисунок 1. Схема реактора для ЭХА обработки воды: 1 – корпус, 2 – катод, 3 – диафрагма, 4 – анод, 5 – крышка



Рисунок 2. Реактор с установленными электродами и ионопроницаемой диафрагмой



Рисунок 3. Обвязка емкостей установки



Рисунок 4. Два силовых модуля из трансформаторов и выпрямителей

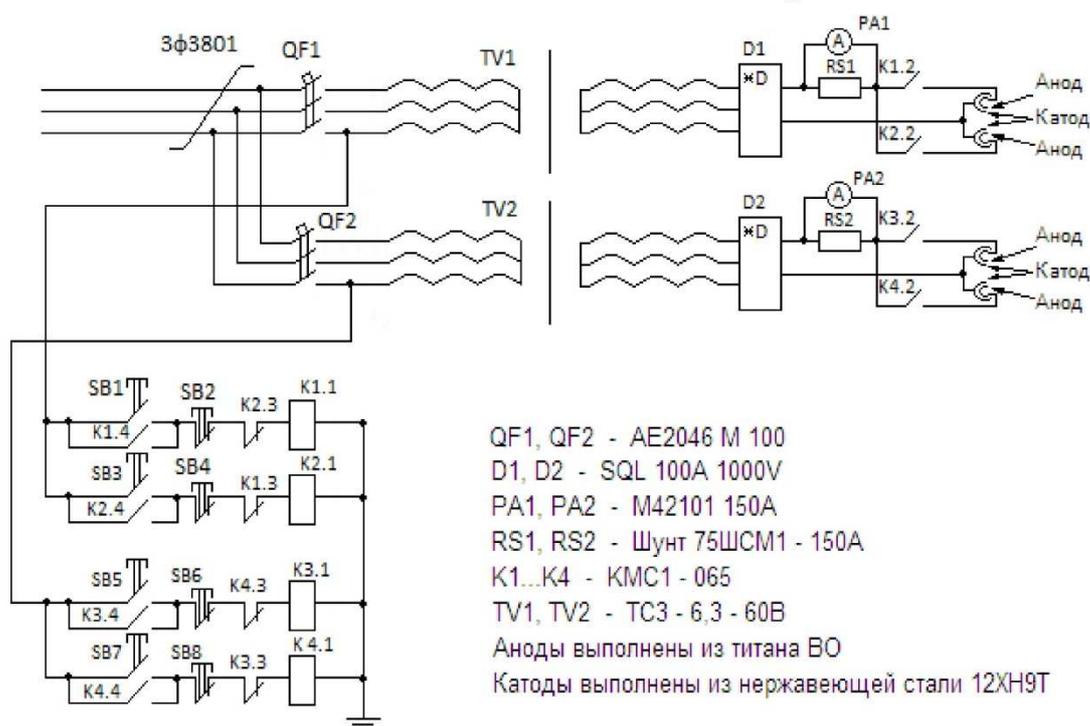


Рисунок 5. Электрическая схема промышленной установки для ЭХА воды

В установке используется две пары реакторов. Каждый реактор для электрохимической обработки воды (рис.1) состоит из диэлектрического корпуса 1 (пластмассовая емкость объемом 200 л), разделенного ионопроницаемой диафрагмой 3 из хлопчатобумажной фильтровальной ткани на катодную и анодную камеры с соответствующими электродами – катодом и анодом. Катод 2 выполнен из листа нержавеющей стали, свернутого в виде разрезанного цилиндра высотой 850мм и диаметром 275÷280 мм; анод 4 – из листа титана, свернутого в виде разрезанного цилиндра высотой 850 мм и диаметром 180 мм. Каждая пара реакторов работает от отдельного силового модуля. Два силовых модуля состоят из понижающих трехфазных трансформаторов 380/60 В, трехфазных выпрямительных блоков с диодами на 150 А, устройств защиты и контроля. Максимальный ток силового модуля – 100 А, рабочий – 30÷60 А, рабочее напряжение 82 В.

Сбор активированной воды осуществляется в отдельные емкости: для катода – 2 м³, для анода – 1 м³. Система вентиляции принудительная, вытяжная. Для эффективного удаления образующихся газов, в том числе водорода и хлора, воздухопроводы подсоединены к реакторным крышкам 5 (рис.1) и к самой высокой точке помещения. В каждой паре реакторы работают по очереди – один производит ЭХА воду, другой подготавливается, для чего из него откачиваются в соответствующие емкости изготовленные анолит и католит, а затем он заполняется свежей водопроводной водой.

Для реализации установки и получения в необходимых объемах для производственных целей катода и анода в пластмассовую емкость на 200 л последовательно устанавливают электрод-катод, диафрагму из хлопчатобумажной фильтровальной ткани и анод. Для изготовления катода использовали лист из нержавеющей стали 12ХН9Т размером 850х850 мм, который сворачивали в виде разрезанного цилиндра высотой 850 мм и диаметром 275÷280 мм. Для изготовления анода использовали лист из титана размером 500х850 мм, который сворачивали в виде разрезанного цилиндра высотой 850 мм и диаметром 175÷180 мм, и устанавливали эти цилиндры в пластмассовую емкость. Расстояние между этими металлическими разрезанными цилиндрами составляет 100мм. Мембрану изготавливали из хлопчатобумажной фильтровальной ткани в виде устойчивого мешка высотой 850 мм и диаметром 230 мм.

Масс-спектрометрическое исследование элементного состава ЭХАВ.

При подборе материала для изготовления электродов мы опирались на ранее проведенные исследования химического элементного состава воды до и после ее электрохимической активации в аппаратах «Мелеста-М» (анод и катод из нержавеющей стали) и «Изумруд-СИ» (катод из нержавеющей стали 12Н18Х9Т и анод с покрытием из оксида рутения). Исследования осуществлялись методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной

плазмой (ИСП-МС) на кафедре аналитической химии Кубанского государственного университета (таблица 1). Авторы, пользуясь случаем, выражают сердечную благодарность зав. кафедрой, д.х.н., профессору З. А. Тердашеву за предоставленную возможность исследований и помощь в работе.

Таблица 1 – ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭХАВ

Вариант	Содержание основных элементов, мкг/л											
	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Mo	Cd	W	Cu	Zn	Al
Исходная водопроводная вода	0,38	5,09	10,7	0,53	0,66	34,3	7,41	0,16	0,924	2,15	0,45	0,15
ЭХАВ-К «Мелеста-М»	0,28	16,8	10,5	1,64	1,15	66,0	5,97	0,13	1,40	1,15	0,32	0,06
ЭХАВ-А «Мелеста-М»	3,04	1326	45	64,8	6,00	511	22,79	0,27	6,24	3,70	0,41	0,28
ЭХАВ-К «Изумруд-СИ»	0,30	0,291	3,0	-	-	7,0	3,1	0,04	0,52	0,31	0,30	0,05
Значение ПДК, мкг/л по СанПиН 2.1.4.10774-01	100	50	100	300	100	100	250	1	50	1000	5000	500

Большинство из исследованных элементов относятся к тяжелым металлам. Как видно из данных табл. 1, содержание тяжелых металлов в ЭХАВ-К, полученном как в аппарате «Мелеста-М», так и «Изумруд-СИ» значительно ниже соответствующих значений ПДК для вод питьевого, хозяйственного и бытового назначения. Содержание тяжелых металлов в ЭХАВ-К, полученном в аппарате «Изумруд-СИ» почти на порядок ниже по сравнению с «Мелеста-М». В ЭХАВ-А из аппарата «Мелеста-М» содержание Cr и Ni превосходит допустимые нормы. Это связано с тем, что нержавеющая сталь анода нестойка к анодному растворению в процессе электролиза; поэтому ионы Ni, Mo, V, Cr, Fe, Co, Mn, W переходят в воду. В данном случае ЭХАВ получали в аппарате «Мелеста-М» с электродами из нержавеющей

щей стали, в том числе растворимым анодом. Учитывая, что химический элементный состав анолита при аноде из нержавеющей стали не полностью удовлетворяет требованиям СанПиН 2.1.4.10774- 010, анод созданного нами реактора-электролизёра был изготовлен из титана. Как следует из приведенных масс-спектрометрических исследований, а также работ [21, 22] с применением метода биотестирования, католит при катоде из нержавеющей стали по содержанию тяжёлых металлов является экологически безопасным. При этом установлено отсутствие токсичности в водных растворах ЭХАВ-К (до 30 масс.%) для одноклеточных и многоклеточных организмов [21] .

Показатели работы реактора-электролизёра по изменению величин водородного показателя рН католита и анолита в процессе электрохимической активации водопроводной воды представлены в таблице № 2.

Таблица 2 – ЗАВИСИМОСТЬ рН ЭХАВ ОТ ВЕЛИЧИНЫ СИЛЫ ТОКА (*I*) И ДЛИТЕЛЬНОСТИ АКТИВАЦИИ

Сила тока <i>I</i> , А	30	30	30	30	30	40
Длительность активации, мин.	10	15	20	25	30	40
рН католита	10,4	10,8	11,2	11,45	11,6	11,71
рН анолита	3,1	2,9	2,72	2,6	2,35	2,24

Как следует из данных таблицы 2, созданный электролизёр позволяет за 30 минут безреагентным способом более чем на порядок повысить щёлочность католита и кислотность анолита в ёмкостях объёмом 200 литров.

Выводы

1. Описана созданная на маслозаводе ООО «Южный полюс» стационарная промышленная установка для непрерывного получения ЭХА воды.
2. Две пары полностью оборудованных диафрагменных реакторов-электролизёров работают по очереди – один в режиме производства ЭХА

воды, а другой – в режиме подготовки. Новизна конструкции установки защищена патентом РФ № 2542316.

3. Установка с потребляемой мощностью 28,5 кВт·час/м³ позволяет получать щелочной католит 15,84 м³/сутки (рН 10,4 ÷ 11,71) и кислый анолит 3,36 м³/сутки (рН 2,24 ÷ 3,1) в соответствии с технологическими задачами.

4. Использование созданного электролизера отвечает основным требованиям масличного производства – ресурсосбережение, экологическая безопасность, высокая эффективность и простота использования.

5. Приведенные электрическая схема и фотографии установки позволяют воспроизвести её на других предприятиях, способствуя более широкому применению электрохимически активированной воды.

Литература

1. Александрова, Э. А. Исследование антиоксидантной активности электрохимически активированной воды / Э. А. Александрова, Г. А. Шрамко, Б. Е. Красавцев, В. Б. Симкин // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2013. – № 4. – С. 40–43.
2. Бахир, В. М. Механизм изменения реакционной способности активированных веществ / В. М. Бахир, П. А. Кирпичников, А. Г. Ликумович, Л. Е. Спектор, У. Д. Мамаджанов // Изв. АН УзССР. Сер. технических наук. – 1982. – № 4. С. 70–75.
3. Бахир, В. М. Регулирование физико-химических свойств технологических водных растворов униполярным электрохимическим воздействием и опыт его практического применения: дисс. ... к.т.н. Казань. 1985.
4. Бахир, В.М. Электрохимическая активация – новая техника, новые технологии. Электрохимические реакторы РПЭ / В. М. Бахир, Ю. Г. Задорожный // М.: ВНИИИМТ, 1991. – Вып. 4.
5. Бездиафрагменный электролизер: патент 2350568 РФ / О.А. Пасько, А. В. Семенов, Г.В. Смирнов, Д.Г. Смирнов; опубл. 27.03.2009 г.
6. Курченко, Н. Ю. Классификация установок для электрохимической активации жидкостей / Н. Ю. Курченко, В. А. Ковко // Сборник «Научное обеспечение агропромышленного комплекса» Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2012. – С. 355–357.
7. Оськин, С. В. Применение электроактивированных растворов в сельском хозяйстве / С. В. Оськин, Д.С. Гребцов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 8 – С. 26.
8. Пасько, О. А. Активированная вода и возможности ее применения в сельском хозяйстве / О. А. Пасько, Д. Д. Гомбоев // Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 378 с.

9. Промышленная установка для электрохимической активации воды: патент 2542316 РФ: / Б. Е. Красавцев, А. С. Цатурян, В. Б. Симкин, А. Б. Александров; опубл. 20.07.2014, Бюл. № 20.
10. Способ обработки сильноокислого гидрофуза: патент 2528040 РФ: / Б. Е. Красавцев, А. С. Цатурян, В. Б. Симкин, Э. А. Александрова, Б. Л. Александров; опубл. 10.09.2014, Бюл. № 25.
11. Способ переработки гидрофуза: патент 2523079 РФ: / Б. Е. Красавцев, А. С. Цатурян, В. Б. Симкин, Э. А. Александрова, Б. Л. Александров; опубл. 20.07.2014, Бюл. № 20.
12. Способ переработки сильноокислого гидрофуза: патент 2524541 РФ: / Б. Е. Красавцев, А. С. Цатурян, В. Б. Симкин, Э. А. Александрова, Б. Л. Александров; опубл. 27.07.2014, Бюл. № 21.
13. Способ переработки слабоокислого гидрофуза: патент 2528028 РФ: / Б. Е. Красавцев, А. С. Цатурян, В. Б. Симкин, Э. А. Александрова, Б. Л. Александров; опубл. 10.09.2014, Бюл. № 25.
14. Способ получения стимулятора роста и развития растений: а. с. 1619557 СССР, кл. А 01 N 59/00. / О. А. Пасько, А. В. Семенов. Опубл. 7.06.1993. Бюл. № 21.
15. Способ приготовления электроактивированной воды: патент 2501739 РФ / Б. Е. Красавцев, А. С. Цатурян, В. Б. Симкин, Э. А. Александрова, А. Б. Александров, Э. А. Александрова, Л. А. Дайбова, Б. Л. Александров; опубл. 20.12.2013, Бюл. № 35.
16. Способ рафинации растительного масла: патент 2525269 РФ: / Б. Е. Красавцев, А. С. Цатурян, В. Б. Симкин, Э. А. Александрова, Б. Л. Александров; опубл. 10.08.2014, Бюл. № 22.
17. Устройство для активации воды: патент 2147446 РФ / О. А. Пасько, А. В. Семенов, В. Н. Дирин; опубл. 20.01.2000, Бюл. № 2.
18. Устройство для активации воды: патент 120638 РФ / Б. Е. Красавцев, А. С. Цатурян, В. Б. Симкин, Э. А. Александрова, А. Б. Александров, Э. А. Александрова, Л. А. Дайбова, Б. Л. Александров; опубл. 27.09.2012, Бюл. № 27.
19. Устройство для приготовления активированной воды: патент 120093 РФ / Б. Е. Красавцев, А. С. Цатурян, В. Б. Симкин, Э. А. Александрова, А. Б. Александров, Э. А. Александрова, Л. А. Дайбова, Б. Л. Александров; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25.
20. Устройство для электрохимической обработки воды: патент 120639 РФ / Б. Е. Красавцев, А. С. Цатурян, В. Б. Симкин, Э. А. Александрова, А. Б. Александров, Э. А. Александрова, Л. А. Дайбова, Б. Л. Александров; опубл. 27.09.2012, Бюл. № 27.
21. Шрамко, Г. А. Исследование экологической безопасности применения электроактивированной воды (католита) методом биотестирования / Г. А. Шрамко, Э. А. Александрова, Н. Л. Мачнева // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Краснодар, 2008. – С. 540–542.
22. Шрамко, Г. А. Биологический метод оценки экологической безопасности электрохимически активированной воды / Г. А. Шрамко, Э. А. Александрова, Б. Е. Красавцев // Тез. Докл. VIII Всерос. конф. по анализу объектов окружающей среды. – Архангельск, 2011. – С. 297.

References

1. Aleksandrova, Je. A. Issledovanie antioksidantnoj aktivnosti jelektrohimeski aktivirovannoj vody / Je. A. Aleksandrova, G. A. Shramko, B. E. Krasavcev, V. B. Sim-kin // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija. – 2013. – № 4. – S. 40 - 43.

2. Bahir, V. M. Mehanizm izmenenija reakcionnoj sposobnosti aktivirovannyh ve-shhestv / V. M. Bahir, P. A. Kirpichnikov, A. G. Liakumovich, L. E. Spektor, U. D. Ma-madzhanov // *Izv. AN UzSSR. Ser. tehniceskikh nauk.* – 1982. – № 4. S. 70–75.
3. Bahir, V. M. Regulirovanie fiziko-himicheskikh svojstv tehnologicheskikh vodnyh rastvorov unipoljarnym jelektrohimičeskim vozdejstviem i opyt ego praktičeskogo primenenija: diss. ... k.t.n. Kazan'. 1985.
4. Bahir, V.M. Jelektrohimičeskaja – novaja tehnika, novye tehnologii. Jelektrohimičeskie reaktory RPJe / V. M. Bahir, Ju. G. Zadorozhnyj // M.: VNIIMT, 1991. – Vyp. 4.
5. Bezdiafragmennyy jelektrolizer: patent 2350568 RF / O.A. Pas'ko, A. V. Semenov, G.V. Smirnov, D.G. Smirnov; opubl. 27.03.2009 g.
6. Kurchenko, N. Ju. Klassifikacija ustanovok dlja jelektrohimičeskoy aktivacii zhid-kostej / N. Ju. Kurchenko, V. A. Kovko // *Sbornik «Nauchnoe obespečenie agropromyšlennogo kompleksa» Krasnodar: Izd-vo KubGAU, 2012.* – S. 355-357.
7. Os'kin, S. V. Primenenie jelektroaktivirovannyh rastvorov v sel'skom hozjajstve / S. V. Os'kin, D.S. Grebcov // *Mehanizacija i jelektifikacija sel'skogo hozjajstva.* – 2007. – № 8 – S. 26.
8. Pas'ko, O. A. Aktivirovannaja voda i vozmožnosti ee primenenija v sel'skom hozjajstve / O. A. Pas'ko, D. D. Gomboev // *Tomsk: Izd-vo TPU, 2011.* – 378 s.
9. Promyšlennaja ustanovka dlja jelektrohimičeskoy aktivacii vody: patent 2542316 RF: / B. E. Krasavcev, A. S. Caturjan, V. B. Simkin, A. B. Aleksandrov; opubl. 20.07.2014, Bjul. № 20.
10. Sposob obrabotki sil'nokislogo gidrofuza: patent 2528040 RF: / B. E. Krasavcev, A. S. Caturjan, V. B. Simkin, Je. A. Aleksandrova, B. L. Aleksandrov; opubl. 10.09.2014, Bjul. №25.
11. Sposob pererabotki gidrofuza: patent 2523079 RF: / B. E. Krasavcev, A. S. Caturjan, V. B. Simkin, Je. A. Aleksandrova, B. L. Aleksandrov; opubl. 20.07.2014, Bjul. №20.
12. Sposob pererabotki sil'nokislogo gidrofuza: patent 2524541 RF: / B. E. Krasavcev, A. S. Caturjan, V. B. Simkin, Je. A. Aleksandrova, B. L. Aleksandrov; opubl. 27.07.2014, Bjul. №21.
13. Sposob pererabotki slabokislogo gidrofuza: patent 2528028 RF: / B. E. Krasavcev, A. S. Caturjan, V. B. Simkin, Je. A. Aleksandrova, B. L. Aleksandrov; opubl. 10.09.2014, Bjul. № 25.
14. Sposob poluchenija stimuljatora rosta i razvitija rastenij: a. s. 1619557 SSSR, kl. A 01 N 59/00. / O. A. Pas'ko, A. V. Semenov. Opubl. 7.06.1993. Bjul. № 21.
15. Sposob prigotovlenija jelektroaktivirovannoj vody: patent 2501739 RF / B. E. Krasavcev, A. S. Caturjan, V. B. Simkin, Je. A. Aleksandrova, A. B. Aleksandrov, Je. A. Aleksandrova, L. A. Dajbova, B. L. Aleksandrov; opubl. 20.12.2013, Bjul. № 35.
16. Sposob rafinacii rastitel'nogo masla: patent 2525269 RF: / B. E. Krasavcev, A. S. Caturjan, V. B. Simkin, Je. A. Aleksandrova, B. L. Aleksandrov; opubl. 10.08.2014, Bjul. № 22.
17. Ustrojstvo dlja aktivacii vody: patent 2147446 RF / O. A. Pas'ko, A. V. Semenov, V. N. Dirin; opubl. 20.01.2000, Bjul. № 2.
18. Ustrojstvo dlja aktivacii vody: patent 120638 RF / B. E. Krasavcev, A. S. Caturjan, V. B. Simkin, Je. A. Aleksandrova, A. B. Aleksandrov, Je. A. Aleksandrova, L. A. Dajbova, B. L. Aleksandrov; opubl. 27.09.2012, Bjul. № 27.

19. Ustrojstvo dlja prigotovlenija aktivirovannoj vody: patent 120093 RF / B. E. Krasavcev, A. S. Caturjan, V. B. Simkin, Je. A. Aleksandrova, A. B. Aleksandrov, Je. A. Aleksandrova, L. A. Dajbova, B. L. Aleksandrov; opubl. 10.09.2012, Bjul. № 25.
20. Ustrojstvo dlja jelektrohimeskoj obrabotki vody: patent 120639 RF/ B. E. Krasavcev, A. S. Caturjan, V. B. Simkin, Je. A. Aleksandrova, A. B. Aleksandrov, Je. A. Aleksandrova, L. A. Dajbova, B. L. Aleksandrov; opubl. 27.09.2012, Bjul. № 27.
21. Shramko, G.A. Issledovanie jekologiceskoj bezopasnosti primenenija jelektroaktivirovannoj vody (katolita) metodom biotestirovanija / G. A. Shramko, Je. A. Aleksandrova, N.L. Machneva //Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: materialy II Vseros. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh. – Krasnodar, 2008. – S. 540–542.
22. Shramko, G. A. Biologiceskij metod ocenki jekologiceskoj bezopasnosti jelektrohimeski aktivirovannoj vody / G. A. Shramko, Je. A. Aleksandrova, B. E. Krasavcev//Tez. Dokl. VIII Vseros. konf. po analizu ob#ektov okružhajushhej sredy. – Arhan-gel'sk, 2011. – S. 297.