ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР "ИКАР"

Разработки ЗАО НИЦ "ИКАР" удостоены престижных наград на международных салонах:

Золотая медаль,
Женева, Швейцария, 2004 г.
Серебряная медаль,
Брюссель, Бельгия, 2003 г.
Бронзовая медаль,
Женева, Швейцария, 1994 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ СТЕНД

"ИЗУМРУД-СИ"

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Ижевск

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ 4

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 9

2.1. Устройство проточного модульного элемента ПЭМ 9

2.2. Установки "Изумруд" для очистки воды 10

2.3. Процессы очистки воды в установках "Изумруд" 10

2.4. Технологический процесс очистки воды в установках "Изумруд-СИ" 11

2.5. Характеристики водных растворов 15

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 17

3.1. Описание учебно-методического стенда 17

3.2. Устройство и принцип работы 18

3.3. Порядок включения, работы и выключения стенда 19

3.4. Техническое обслуживание стенда 20

Образец заполнения журнала о профилактических работах 21

4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ 21

4.1. Опыт №1. Получение питьевой воды и контроль её параметров 21

4.2. Опыт №2. Получение активированных растворов анолита и католита 21

4.3. Опыт №3. Получение анолита нейтрального катодно-обработанного (АНК) 22

Контрольные вопросы 23

Список литературы 24

Полезные ссылки 26

Приложение

Комплектность Учебно-методического стенда "Изумруд-СИ" (мод. 03 уч) 27

Указания рассмотрены и утверждены научно-техническим советом ЗАО НИЦ "ИКАР".

Протокол № 1129/07 от 29 ноября 2007 г.

Председатель научно-технического совета В.Г. Широносов

В методических указаниях содержится описание лабораторной работы по потоковому курсу "Вода и водные растворы". Лабораторная работа предназначены для обучения студентов (биологов, химиков, физиков, медиков) в ГОУ и изучения контактно активированных жидкостей (КАЖ), переведенных в неравновесное термодинамическое состояние с резонансной микрокластерной структурой.

Учебно-методический стенд в современном варианте выполнен на базе установки "Изумруд-СИ" (мод. 03) (см. рис. 5). Стенд предназначен для контактной активации жидкостей и получения биологически активных водных растворов; для исследования как самого процесса электроактивации в диафрагменном электролизере, свойств полученных активированных растворов (питьевой воды, анолита, католита, анолита нейтрального катодно обработанного), так и влияния активированных жидкостей на химические и биохимические процессы, ферментативные реакции, процессы кристаллизации. Стенд обеспечивает получение питьевой воды с антиоксидантными свойствами и с заданным составом, структурированных водных растворов с отрицательным и положительным окислительно-восстановительным потенциалом (ОВП).

Даны краткие теоретические сведения и изложена методика выполнения экспериментальной части работы.

Работа может быть использована студентами, аспирантами, инженерами и научными работниками других специальностей, занимающихся изучением воды и водных растворов, при исследованиях в различных областях медицины, сельского хозяйства, водородной энергетики; при разработках новых наукоемких технологий; при получении новых конденсированных сред с резонансной микрокластерной структурой. Полученные вами новые результаты в данных областях могут стать основой ваших публикаций в нашем журнале "IIS-RT" http://www.ikar.udm.ru/mis-rt.htm.

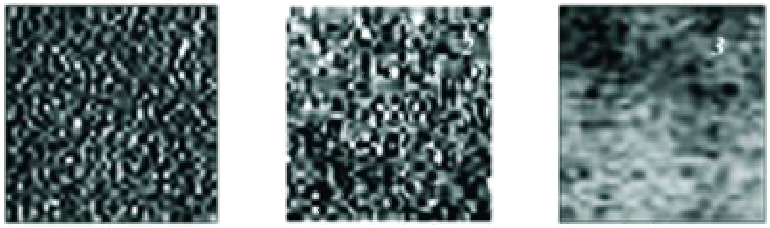
Авторы работы надеются, что дальнейшее развитие данного направления и четкое понимание и исследование основ технологий позволят решить многочисленные проблемы в области здравоохранения, новых био- и химтехнологий.

Работа выполнена творческим коллективом под руководством В.Г. Широносова: Минаковым В.В., Ивановым В.Б., Широносовым О.В., Широносовой Г.И., Казанкиным Д.С., Максимовым Н.О.

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существуют многочисленные нормы, правила и подходы к определению качества воды питьевой и водных растворов (моющих, дезинфицирующих и стерилизующих). Основой качества питьевой воды считается ее чистота и минеральный состав. Основой качества водных растворов (моющих, дезинфицирующих и стерилизующих) являются, на первый взгляд противоречивость их свойств, высокая эффективность к простейшим и безвредность к сложным, высокоорганизованным биологическим системам − растениям, животным и человеку. Как оказалось, даже химически чистая вода является жидкостью с крайне сложной структурой и свойствами, и тем более активированные водные растворы слабой минерализации (ρ < и <<< 3…10 г/л), переведенные в неравновесное термодинамическое состояние с резонансной микрокластерной структурой. В результате, при разработке нормативов воды питьевой и водных растворов не учли главного и с водой "выплеснули ребенка" – их биологическую полезность. Вода по-прежнему, несмотря на многочисленное нормотворчество, в нашем доме остается не питьевой, а обычные моющие, дезинфицирующие и стерилизующие водные растворы вредным фактором загрязняющем и отравляющем нашу жизнь.

В последние десятилетия наблюдается взрывной интерес учёных всего мира к известной, но, в то же время, удивительной субстанции, под названием "вода". Многочисленные исследования, доказали, что существующие стандарты оценки качества и исследования свойств воды и водных растворов являются несовершенными и не учитывают множество параметров, которые характеризуют ее биологическую полезность и активность. На физиологические свойства воды влияют не только химический состав и степень очистки, но и целый ряд других комплексных физических параметров, которые характеризуют воду, как сложную структурированную систему, находящуюся в неравновесном термодинамическом состоянии с собственной микрокластерной структурой (рис.1, 2) [1, 2].



1 **2** **3**

Рис. 1. Микрокластеры в водных растворах: 1 – дистиллированная вода, 2 – препарат природной минеральной воды, 3 -70% раствор спирта.

Активация воды, её перевод в неравновесное термодинамическое состояние с резонансной микрокластерной структурой, может быть осуществлен тем или иным физическим, химическим или биологическим способом [3]. Данное состояние характеризуется повышенной физико-химической и биологической активностью [3].

Одним из важнейших параметров питьевой воды, с точки зрения современной медицины, является ее "заряд" – окислительно-восстановительный потенциал (ОВП). ОВП питьевой воды должно быть отрицательным, а pH нейтральным, т.к. клетки человека имеют ОВП ≈ -70 мВ. Болезни возникают, когда потенциал клеток (ОВП) отличается от нормы. Как показали исследования [3], для сред, переведенных в

неравновесное состояние тем или другим физическим, химическим или биологическим способом, ОВП является интегральным показателем, отражающим структуру и биологическую активность питьевой воды, и может быть различным, даже при одном и том же значении pH. "Аномальность" значений ОВП и pH отнюдь не противоречит уравнению Нернста, а говорит об ограниченности условий его вывода и применения, и об особенностях измерения параметров неравновесных сред [4].

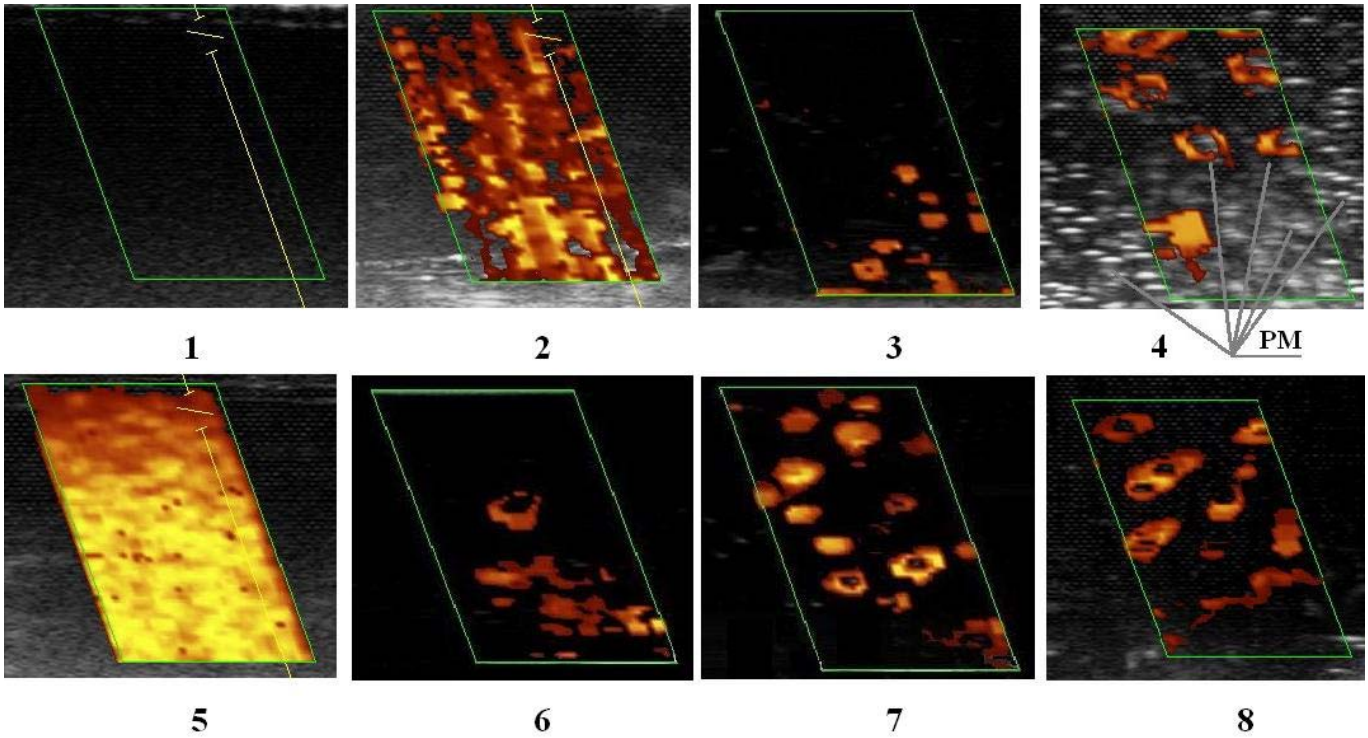


Рис. 2. Резонансные микрокластеры (РМ) в водных растворах: 1 − анолит кислый; 2 − католит щелочной; 3 − анолит нейтральный катодно обработанный (АНК); 4 – 0,3 % водный раствор Na_2CO_3; 5 − дистиллированная вода; 6 − водка "Сарапульская" активированная бесконтактно посредством УЗИ; 7 − дистиллированная вода, активированная ультрафиолетовым излучением; 8 − дистиллированная вода, активированная газообразными фракциями от взаимодействия Al с раствором HCl; (1-3) получены на установке "Изумруд-СИ" (мод. 03), (1-2) в режиме протоков анолит/католит 1:1; (4-5) получены на установке "Изумруд-СИ" (мод. 04), (4) активирован контактно, (5) бесконтактно.

Аномальные значения pH и ОВП контактно и бесконтактно активированной воды достаточно просто объяснить возникновением вблизи анода и катода устойчивых высокоэнергетических резонансных микрокластеров (РМ) − из осциллирующих диполей воды, OH^- … [5-7]. В статике такие системы из диполей неустойчивы (эффект коллапса), но в динамике, при резонансе, проявляется эффект динамической стабилизации неустойчивых состояний [5-7]. Переменное электромагнитное поле от двух диполей, осциллирующих синхронно в противофазе, имеет узкий спектр частот (резонансный эффект) и убывает ~ $1/r^6$ [7]. Добротность микрокластерных образований − "молекулярных камертонов" ~ $10^{13}…10^{23}$ объясняет длительность их существования, необычность и дискретность свойств слабоминерализованных водных растворов, в том числе и гомеопатических.

Обычная питьевая (консервированная) вода с положительным ОВП, проникая в ткани человеческого организма, отнимает электроны от клеток и тканей, состоящие из воды на 80-90%. В результате этого биологические структуры организма (клеточные мембраны, органоиды клеток, нуклеиновые кислоты и другие) подвергаются

окислительному разрушению. Так организм изнашивается, стареет, жизненно важные органы теряют свою функцию, снижается иммунитет.

Горная талая вода, отрицательно заряженная за счет трибоэлектричества и структурных фазовых переходов, имеет микрокластерную структуру. Такая питьевая вода с отрицательным ОВП легко усваивается организмом, сообщает свой заряд крови и разносится по всему организму, восполняя клеткам потерянные при болезни отрицательные заряды.

К примеру, было установлено, что поение мышей, облученных смертельной дозой рентгеновского излучения, водой с ОВП= ─ 450 мВ уменьшило среди них смертность с 96% до 10% по сравнению с контрольной группой, которой давали обычную (неактивированную) водопроводную воду с положительным ОВП.

Как правило, отрицательное значение ОВП активированной воды (воды переведенной в неравновесное термодинамическое состояние) сохраняется не более суток, поэтому такую воду желательно готовить самим, либо жить около горных родников с "живой" водой.

В 2000 году были изобретены таблетки "жизни" − микрогидрин (наноуглерод http://www.royal-health.com). Одна таблетка на стакан воды, молока, кока-колы, меняет ее ОВП от +300 мВ до – 300 мВ, что значительно больше, чем у свежеприготовленного морковного сока –70 мВ. Микрогидрин относят к одному из сильнейших антиоксидантов. Но, к сожалению, стоимость 1 л такой воды ~ 100 руб. В 1990 г. Киселев Б. И. разработал способ получения активированных водных растворов (АВР) на основе бесконтактного воздействия на воду полем − магнитным, лазерным и звуковым [9]. Им впервые было доказано, что искусственно, физическим методом, можно заставить неживой объект (воду) на ограниченное время стать биологически активной и полезной. Клинические исследования показали, что АВР являются сильнейшим иммуностимулирующим и лечебно-профилактическим средством без побочных эффектов [10]. Наиболее быстрым и эффективным оказалось инфузионное введение АВР (~10 дней) по сравнению с пероральным (~60 дней). В дальнейшем, В. М. Дворников [11-13] разработал напиток "Ваше здоровье" с отрицательным ОВП и со сроком хранения (по утверждению автора) ~ 6…12 месяцев. Напиток, как показали исследования [13], обладает выраженным иммуностимулирующими и лечебно-профилактическими свойствами, но его стоимость ~140 руб./л доступна не многим.

С другой стороны известно, что недостаток в воде основных ионов Ca^{++}, Mg^{++}, J, Se… приводит к целому ряду заболеваний [14]. Лишь только в некоторых источниках содержание микроэлементов, ионов находится в приделах норм, рекомендованных ВОЗ (примером являются источники вблизи монастыря Сарово).

Низкий уровень поступления в организм ионов кальция и магния является причиной целого ряда заболеваний: гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, остеохондроз (даже у детей 1,5 - летнего возраста), остеопороз (ломкость костей), нарушение осанки, снижение интеллекта и памяти, усиленное камнеобразование желчевыводящих путей и мочевыделительной системы, разрушение зубной эмали, выпадение волос. Ионы кальция и магния крайне необходимы для нормального развития и функционирования организма человека. Особенно остро в них нуждаются дети, беременные и кормящие женщины, пожилые люди.

Проведенные исследования выяснили – в мире существует всего несколько природных уникальных источников с питьевой водой, водой определенного состава и

свойства, позволяющей жить долго, полноценной здоровой жизнью. Как правило, такие источники расположены в горах. Жители гор, живущие долго, пьют воду питьевую ("заряженную", талую – "живую", из горных родников, "Ессентуки", "Нарзан"…). Что же делать остальным, которые в основном пьют воду "консервированную" (водопроводную или бутилированную)?

Исторически сложились два основных направления в приготовлении питьевой воды.

Первым направлением, массовым и экономным, унесшим не одно поколение [15], является доочистка и обеззараживание воды из ближайших источников до соответствующих в каждой стране санитарно-эпидемиологических правил и норм (СанПиН). Как утверждают разработчики, такой способ доочистки, сохраняет необходимые минеральные вещества. Предложенные в свое время соответствующие установки позволили довести себестоимость такой питьевой воды до ~ 0,01…0,1 руб./л.

Второе направление, до недавнего времени считавшееся доступным только для избранных, это приготовление питьевой воды высшего качества. Основой данного направления является получение практически химически чистой воды посредством обратного осмоса, электродиализа… с дальнейшей ее минерализацией (добавлением минеральных композий, веществ и газов). В последнее время наблюдается резкое удешевление и массовое внедрение установок для приготовления питьевой воды "высшего" качества на основе обратного осмоса.

Данные установки и направление рекламируются как наиболее прогрессивное в приготовлении питьевой воды. С другой стороны известно и доказано, что вода после установок обратного осмоса является:

- дистиллированной (деминерализованной) и фактически непригодной для питья;
- деионизированной (окисленной), т.к. ее окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), измеренный относительно хлор-серебреного электрода, является положительным ~ (200…400) мВ;
- её структура несет на себе "информационный отпечаток канализационных труб, зараженных слизью и грязью", что чревато последствиями для людей с ослабленным иммунитетом [16].

Многочисленные попытки создать "Мерседес" в области питьевой воды [17] на основе обратного осмоса, минерализаторов и "структураторов" не решили проблемы.

Использование новых уникальных российских технологий, запатентованных устройств и способов [18], позволило создать установку принципиально нового поколения для приготовления питьевой воды и водных растворов с резонансной микрокластерной структурой высокого [19] (на основе активаторов ПЭМ-3) и высшего качества [20] (на основе клетки Фарадея) и контроля ее параметров в реальном масштабе времени. На сегодняшний день эти установки не имеют аналогов.

Три основных российских компонента определили суть нового подхода [20] − активацию химически чистой воды [21], ее минерализацию [14] и оперативный контроль полученных свойств [4]. Установка оснащена встроенным контроллером и проточными датчиками с двухуровневой системой индикации - слежения за работой систем обратного осмоса (очистка), активации (ионизация воды), минерализации (оптимизация минерального состава). Контролер системы и сдвоенные светоиндикаторы (зеленый-красный) обеспечивают оперативный опрос показаний датчиков и своевременное предупреждение о неисправностях в работе установки. Три режима светоиндикаторов:

зеленый – мигающий (зеленый-красный) – красный, вовремя предупредят потребителя о необходимости замены (регенерации) фильтров, минеральных добавок.

Себестоимость питьевой воды и водных растворов, получаемых на основе предложенных технологий, в зависимости от производительности установок составляет ~ 0,1…0,2 руб./л [19], 1…0,2 руб./л [20].

Установки [19, 20] относятся к устройствам для активации жидкостей, и могут быть использованы в различных областях науки и техники, технологиях, где требуются интенсификация процессов, за счет приготовления высококачественных активированных водных растворов с заданным минеральным составом и свойствами.

Согласно новому ГОСТу и учитывая техническое состояние водоочистных сооружений в России, использование хлорирования и т.д. - вода из крана была и еще долго будет технической. В данной ситуации существует два выхода:

- бутилировать воду в пластиковые бутылки,
- выпускать бытовые водоочистители и водоочистители коллективного пользования.

Экономически 1-й вариант (наиболее распространенный за рубежом) обойдется для семьи из 4-х человек минимум в 3 тыс. руб. в месяц (10 л в день, 3…20 руб. за 1 л). 2-й вариант более предпочтителен. Из многочисленных установок по очистке воды, существующих в мире, лучшие, по мнению международных экспертов по системам водоочистки, изобретены в России - установки серии "Изумруд". Общий ресурс работы установок от 100 до 2.000 тонн воды в зависимости от качества "питьевой" воды из под крана без смены элементов. Установки серии "Изумруд" работают на основе элементов ПЭМ, использующих явление электроактивации воды. Существенное преимущество перед бутилированием - вода после установки ионизированная и по своим параметрам ОВП, pH приближена к горной талой воде и к параметрам жидкой среды организма.

Вторая проблема, возникшая в настоящее время - это резкий рост стоимости для бытовых и производственных нужд дезинфицирующих, стерилизующих, моющих растворов и лечебных средств. В связи с этим были разработаны установки серии "Стэл" на основе элементов ПЭМ и "Эсперо" для получения дезинфицирующих, стерилизующих, моющих, а также лечебных растворов (повышающих эффективность лечения в среднем на 30-40%).

Учитывая потребность населения в решении данных проблем, а также лечащих врачей, малых операционных и здравпунктов, была разработана и выпускается универсальная установка "Изумруд-СИ". Установка "Изумруд-СИ" (мод. 03) [2,3] (совместная разработка ЗАО НИЦ "ИКАР" и ООО "ЛЭТ) создана на базе электроактиваторов ПЭМ-3 и известных схем включения установок серии "Изумруд" и "Стэл" для получения активированной питьевой воды и моющих, дезинфицирующих и стерилизующих растворов. Встроенный эжекторный насос в установке позволил, в отличие от предыдущих моделей "Изумруд-М,С,К", получать питьевую воду с заданным составом на основе картриджей с искусственной композицией минеральных солей.

Данная лабораторная работа позволяет изучить режимы получения питьевой активированной воды и активированных водных растворов (анолита, католита); ознакомиться с методами контроля качества воды и измерить кислотность/щелочность воды (pH), окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) и концентрацию активного хлора ($C_{а.х}$).

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Устройство проточного модульного элемента ПЭМ

Элемент ПЭМ, изображенный на рис. 3, представляет собой миниатюрный диафрагменный электролизер с вертикально установленными цилиндрическими электродами: трубчатым катодом 3 и стержневым анодом 1, между которыми размещена тонкостенная трубчатая, пористая керамическая диафрагма 2, разделяющая межэлектродное пространство на две электродные камеры - анодную и катодную.

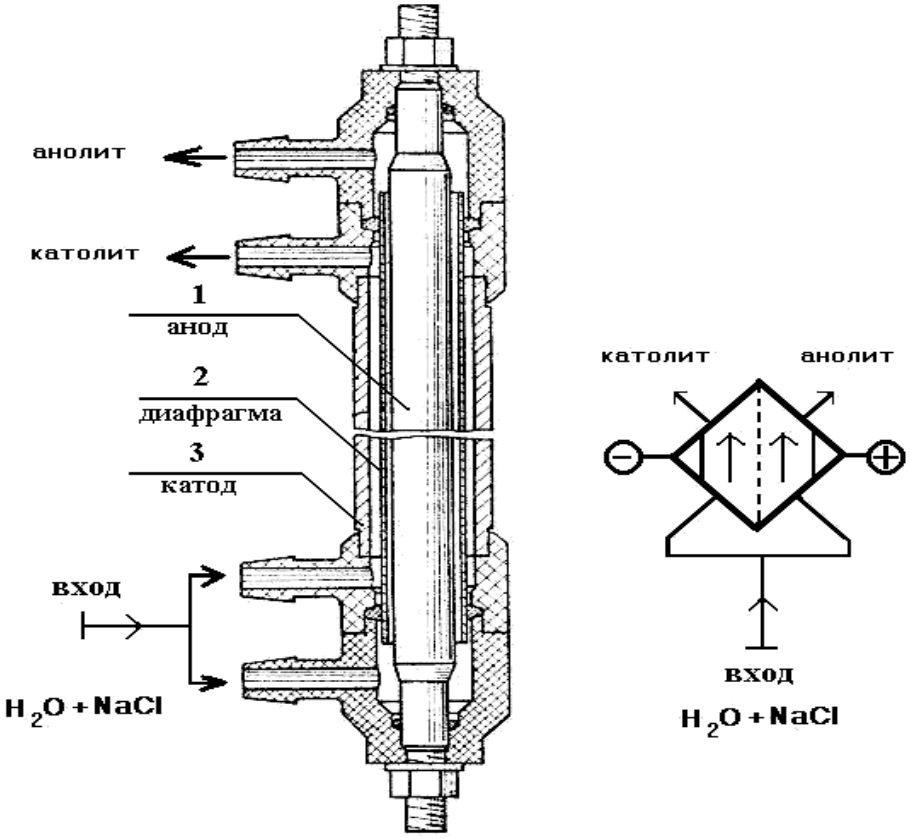


Рис. 3. ПЭМ.

Электроды 1, 3 и диафрагма 2 закреплены взаимно неподвижно, герметично и строго коаксиально при помощи втулок (катодных) и (анодных) из диэлектрического материала и эластичных уплотнительных колец. Кольца герметизируют зазор между электродными камерами в местах коаксиального фиксирования диафрагмы в катодных втулках и одновременно герметизируют разъемы между внутренними и наружными втулками. Кольца герметизируют внутренний электрод в анодных втулках, с помощью которых обеспечивается его коаксиальная установка. Все уплотнения в элементе ПЭМ герметизируются при помощи гаек с шайбами на резьбовых (концевых) частях анода. Каждая втулка снабжена штуцером для гидравлического сообщения с соответствующей электродной камерой: через штуцеры на анодных втулках обеспечивается проток раствора или воды через анодную камеру, проток через катодную камеру обеспечивается через штуцеры на катодных втулках. Входные штуцеры электродных камер находятся в нижней части вертикально установленного элемента ПЭМ, выходные в верхней его части. Межэлектродное расстояние (МЭР) в элементе ПЭМ равно 3 мм. Диаметр рабочей

части внутреннего электрода элемента ПЭМ равен 8 мм. Соответственно диаметр внутренней (рабочей) поверхности внешнего электрода ПЭМ составляет 14 мм. Оптимальные размеры электродов и диафрагмы элемента ПЭМ выбраны исходя из условия обеспечения физического контакта возможно большего количества молекул обрабатываемого раствора или воды с поверхностью электродов в процессе электрохимической обработки.

Благодаря использованию элементов ПЭМ (ПЭМ-1…ПЭМ-3) стало возможным не только существенно улучшить известные процессы получения продуктов разложения концентрированных растворов хлорида натрия, гидроксида натрия и некоторых других, но также разработать новые технологии в прикладной электрохимии, создать и организовать серийное производство новых технических электрохимических систем. К ним в первую очередь относятся установки типа "Стэл" для получения экологически безопасных активированных моющих, дезинфицирующих и стерилизующих растворов, а также установки типа "Изумруд" для очистки и получения питьевой воды с заданным составом и свойствами ([22], с. 304 –305).

2.2. Установки "Изумруд" для очистки воды

В установках "Изумруд" очистка воды основана на использовании окислительно-восстановительных процессов деструкции всех токсических веществ в природе. Эти процессы многократно ускоренны в проточных диафрагменных элементах ПЭМ.

Процессы очистки воды в установках "Изумруд" состоят из нескольких стадий, разделенных в пространстве и во времени, различных по виду активного воздействия на воду и содержащиеся в ней примеси.

Это обеспечивает высокую эффективность и экологическую безопасность процессов очистки воды в установках "Изумруд" в сравнение с другими известными методами.

Серийно производятся установки "Изумруд", в которых реализованы следующие технологические процессы очистки воды: "Изумруд", "Сапфир", "Кристалл", "Рубин", "Аквамарин", "Агат", "Топаз", "Аметист", а также получение питьевой воды с заданным составом и свойствами "Изумруд-СИ". Они отличаются последовательностью технологических операций (стадий) очистки воды и применяются для очистки питьевой воды в зависимости от ее исходных параметров.

2.3. Процессы очистки воды в установках "Изумруд"

Анодная униполярная электрохимическая обработка

Основными процессами при униполярной электрохимической анодной обработке воды являются электролитическое, а также гетерофазное и жидкофазное электрокаталитическое окисление воды и содержащихся в ней веществ. В анодной камере элемента ПЭМ вода в течение долей секунды насыщается высокоактивными окислителями: $HClO$, ClO_2, ClO_2^-, O_3 , O_2^- , H_2O_2 , $OH^\bullet$, $HO_2^\bullet$. Их концентрация в зависимости от режима электрохимической обработки может изменяться от 1 до 10 мг/л. Процессы прямого электролитического окисления (на поверхности электрода) и электрокаталитического окисления (на каталитически активных центрах поверхности

электрода и в объеме воды с участием катализаторов-переносчиков) обеспечивают деструкцию (разрушение) органических примесей и уничтожение микроорганизмов.

Анодная униполярная электрохимическая обработка воды в схемах технологических процессов очистки воды в установках "Изумруд" обозначается "АТ" (Anode Treatment) ([22], с. 345).

Катодная униполярная электрохимическая обработка

Основными процессами при униполярной электрохимической катодной обработке воды являются электролитическое, а также гетерофазное и жидкофазное электрокаталитическое восстановление в катодной камере электролизера воды и содержащихся в ней веществ. При катодной обработке в элементе ПЭМ вода также в течение долей секунды насыщается высокоактивными восстановителями: OH^-, H_2O_2 , HO_2^- , O_2^-, e_{aq}. Это приводит к образованию нерастворимых гидроксидов тяжелых металлов ($Me^{n-} + nOH^- \rightarrow Me(OH)_n$). Кроме того, в катодной камере происходит прямое электролитическое восстановление (на поверхности электрода), а также электрокаталитическое восстановление (в объеме воды с участием катализаторов-переносчиков и гидратированных электронов) многозарядных катионов тяжелых металлов: $Me^{n+} + e^- \rightarrow Me^0$.

Указанные процессы снижают токсичность воды, обусловленную наличием ионов тяжелых металлов, за счет перевода их в естественную устойчивую, биологически неактивную форму существования в природе. Ионы тяжелых металлов в форме нерастворимых гидроксидов могут быть удалены из воды различными путями, например, отстаиванием, фильтрацией.

Кроме вышеописанных процессов в катодной камере элементов ПЭМ со специальным каталитическим покрытием происходит при определенных условиях реакция восстановления нитрат-ионов до азота:

$$2NO_3^- + 12H^+ + 10e^- \rightarrow N_2 + 6H_2O$$

Катодная униполярная электрохимическая обработка воды в схемах технологических процессов очистки воды в установках "Изумруд" обозначается "СТ" (Cathode Treatment) ([1], с.346).

2.4. Технологический процесс очистки воды в установках "Изумруд-СИ"

На рис. 4 представлена принципиальная гидравлическая схема установки "Изумруд-СИ" (мод.03 уч).

Схема процесса очистки воды "Изумруд-СИ"

Принципиально технология очистки воды (рис. 4) состоит из нескольких стадий, разделенных во времени и в пространстве: микрофильтрация, анодное окисление, обеспечивающее уничтожение микроорганизмов и деструкцию вредных органических соединений, каталитическое разложение соединений активного хлора, катодное восстановление (нейтрализация) ионов тяжелых металлов, разложение нитратов и нитритов, нормализация минерального и ионного состава воды.

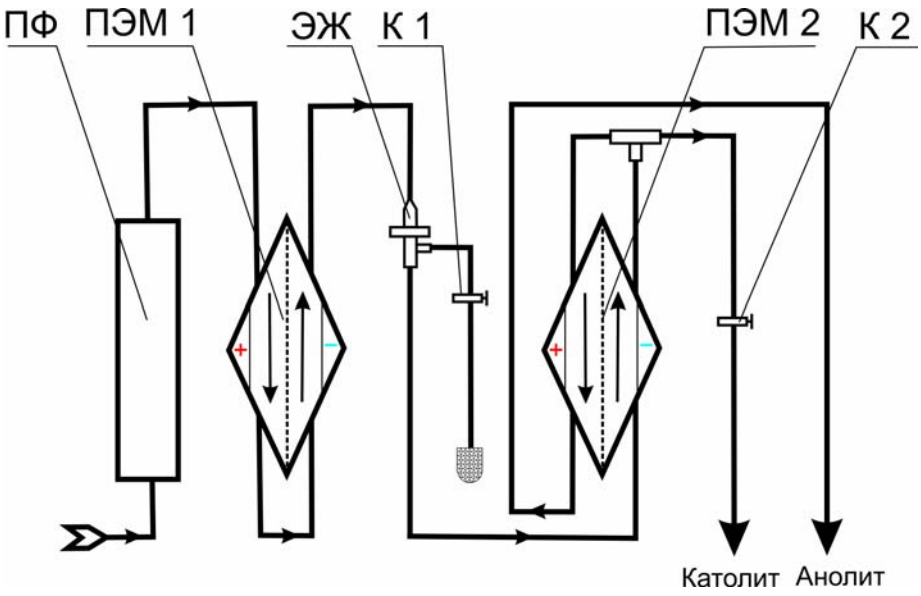


Рис. 4. Гидравлическая схема "Изумруд-СИ" (мод. 03 уч).

ПФ – предфильтр.
ПЭМ – проточный электрохимический модуль.
ЭЖ – эжекторный насос
К1 – кран регулирования подачи растворов.
К2 – кран регулирования потоков.

Водопроводная вода, проходя предварительную фильтрацию, попадает в анодную камеру ПЭМ 1, где подвергается гетерофазному и жидкофазному электрокаталитическому окислению. Затем вода проходит электролитическое, а также гетерофазное и жидкофазное электрокаталитическое восстановление в катодной камере ПЭМ 1. При помощи крана К1 можно изменять минерализацию питьевой воды, а также ее ионный состав. С помощью крана К2 регулируется поток воды через электродные камеры ПЭМ 2, в результате чего изменяются такие показатели воды как pH и ОВП.

Изменяя концентрацию раствора NaCl в воде с помощью крана К1, на выходе ПЭМ 2 получаются разной степени активации анолит и католит.

Вода и водные растворы, обработанные в катодной камере (католит), становятся биологически активными, а обработанные в анодной камере (анолит) приобретают бактерицидные, дезинфицирующие свойства. Щелочная вода или католит стимулирует регенеративную функцию клеток, благоприятно воздействует на метаболические процессы, а кислая вода или анолит, представляет собой мягкий антисептик. Благодаря своим удивительным свойствам активированные растворы нашли широкое применение в различных областях человеческой деятельности ([3]).

Установки "Изумруд-СИ" позволяют сохранить полезные микроэлементы в очищаемой воде, нормализовать минеральный и ионный состав питьевой воды и ее кислотность/щелочность (pH).

Вода, очищенная в установках "Изумруд-СИ", изменяет свое энергетическое состояние, лучше усваивается клетками организма и оказывает благотворное воздействие на процессы обмена веществ: ускоряет выведение шлаков и способствует наиболее полному усваиванию питательных веществ.

Одним из наиболее значимых факторов регулирования параметров окислительно-восстановительных реакций, протекающих в любой жидкой среде, является активность электронов или, иначе, окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) этой среды.

ОВП внутренней среды организма человека имеет отрицательные значения, которые обычно находятся в пределах от –100 до –200 милливольт (мВ). ОВП питьевой воды практически всегда больше нуля и обычно находится в пределах от +100 до +400 мВ. Это справедливо практически для всех типов питьевой воды – водопроводной, бутилированной, а также получаемой после очистки в установках обратного осмоса и большинства разнообразных больших и малых водоочистительных систем.

Указанное различие ОВП внутренней среды организма человека и питьевой воды означает, что активность электронов во внутренней среде организма человека намного выше, чем активность электронов в питьевой воде.

Для того, чтобы организм оптимальным образом использовал в обменных процессах питьевую воду, ее ОВП должен соответствовать значению ОВП внутренней среды организма.

Количество энергии, затрачиваемой организмом на достижение биосовместимости воды, пропорционально ее количеству и разности ОВП воды и внутренней среды организма.

Если поступающая в организм питьевая вода имеет ОВП близкий к значению ОВП внутренней среды организма человека, то электрическая энергия клеточных мембран (жизненная энергия организма) не расходуется на коррекцию активности электронов воды и вода тотчас усваивается, поскольку обладает биологической совместимостью по этому параметру. Если питьевая вода имеет ОВП более отрицательный, чем ОВП внутренней среды организма, то она подпитывает его этой энергией, которая используется клетками как энергетический резерв антиоксидантной защиты организма от неблагоприятного влияния внешней среды ([22], с. 354).

Католит – активированный раствор, синтезированный в процессе катодной обработки воды.

Анолит – активированный раствор, синтезированный в процессе анодной обработки воды.

АНК – анолит нейтральный катоднообработанный раствор, синтезированный в процессе катодно-анодной обработки воды (см. рис. 4 - ПЭМ 2).

Сущность технологии электроактивации состоит в том, что воду (а также и другие жидкости) подвергают обработке в одной из камер (анодной или катодной) диафрагменного электролизера и за счёт преобразования содержащихся в ней растворённых веществ превращают её в высокоактивный раствор кислот и окислителей или щелочей и восстановителей.

Анолит имеет очень высокую окислительную активность. Его ОВП, измеренный платиновым электродом относительно хлорсеребряного электрода сравнения, может достигать +1250 мВ. Режим анодной обработки исходной воды в электрохимическом реакторе установки и особенности ее конструкции обеспечивают оптимальные условия образования диоксида хлора (ClO_2), который при ОВП +800 мВ превосходит по биоцидной активности гипохлорит натрия ($NaClO$) более чем в 300 и более чем в 2 раза - хлорноватистую кислоту ($HClO$). Диоксид хлора в отличие от других соединений активного хлора (Cl_2, $NaClO$, $Ca(ClO)_2$ и др.) не образует хлорорганических веществ при растворении в воде и не увеличивает вследствие этого токсичность анолита ([22], с. 183).

Основными биоцидными агентами анолита являются двуокись хлора, хлорноватистая кислота и неустойчивые суперактивные частицы: Cl, O, OH^-, HO_2^-, $HO_2^\bullet$, H_2O_2 и др.

В анолите, также как и в католите, нарушена система водородных связей. Молекулы воды в объеме и в окружении сильнозаряженных оксидантных ионов имеют высокую подвижность. Это придает анолиту биологически активные свойства: он имеет повышенную проникающую способность через биологические мембраны, оказывает ингибирующее влияние на ферментные системы, обладает выраженным электроноакцепторными свойствами, является катализатором - переносчиком кислорода. Контроль биоцидных свойств анолита осуществляется посредством измерения содержания активного хлора ($C_{a.\ x.}$) ([22], с. 187).

Анолит с содержанием активного хлора 220…400 мг/л является дезинфицирующим и стерилизующим раствором. В указанном диапазоне стерилизующая способность анолита практически постоянна, в отличие от дезинфицирующей способности, которая прямо зависит от концентрации активного хлора. Это связано с наличием дополнительных загрязнений на дезинфицируемых поверхностях, которые защищают микроорганизмы от воздействия биоцидов. Оптимальным содержанием активного хлора, придающим анолиту эффективные стерилизующие и дезинфицирующие свойства, является 300±50 мг/л. Анолит с кислотными свойствами (pH < 5) обладает тем большей биоцидной активностью, чем выше его ОВП. Анолит из пресной воды (менее 1 г/л) может иметь ОВП, равный анолиту более концентрированного раствора ([22], с. 188).

АНК – анолит нейтральный катоднообработанный pH=7,7±0,5; ОВП=+250…+800 мВ, х.с.э. Активные компоненты: HClO; ClO^-; HO^-_2, $HO^\bullet_2$, $HO^\bullet$; $^1O_2$, $Cl^\bullet$ [25].

На катоде основной реакцией является восстановление воды с выделением газообразного водорода и образованием гидроксид-ионов $2H_2O+2e \rightarrow H_2+2OH$. Кроме того, что на катоде происходит много реакций с образованием высокоактивных неустойчивых соединений (HO^-, HO^{2-}, HO^{+2}, $H^{+3}O^{2-}$, H^2O^{2-}) придающих воде, прошедшей катодную обработку - католиту, восстановительные свойства и высокую адсорбционно-химическую активность ([5], с. 194).

Католит значительно умягчается в сравнении с исходной водой за счет образования малорастворимых гидроксидов многозарядных катионов металлов ($Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, $Fe(OH)_3$) и подщелачивается растворимыми гидроксидами однозарядных катионов (KOH, NaOH) ([5], с. 195).

Высокое отрицательное значение ОВП католита свидетельствует о его восстановительной электронодонорной активности, о структурных преобразованиях воды в окружении ионов и в свободном объеме. Католит - это метастабильный реагент с высокой адсорбционно-химической активностью. Он обладает очень высокой смачивающей, проникающей, экстрагирующей, растворяющей способностью. Усиливает действие поверхностно-активных веществ во много раз. Моющий раствор, приготовленный на католите, с добавкой 0,3 г/л синтетического моющего средства, превосходит по функциональным свойствам такой же раствор на обычной воде, с добавкой СМС 3 - 5 г/л. Католит является биологически активной средой, легко проникает через биологические мембраны, стимулирует ферментные системы, повышает выделение энергии при элементарных процессах окисления дыхательного субстрата в митохондриях клеток, за счет повышения гибссовской разности окислительно-восстановительных потенциалов между кислородом и дыхательным субстратом. Обладая

высокой антиоксидантной активностью, католит предотвращает перекисное окисление липидов клеточных мембран, не оказывая вредного влияния на организм в отличие от традиционных химических антиоксидантов ([22], с. 195), ([24], с. 21).

Католит повышает усвоение компонентов пищи, жиров и белков; нормализует механизм клеточного обмена веществ; ионный обмен, внутреннюю респирацию, биологическое окисление. Оказывает положительное воздействие на фиксацию респираторных энзимов в митохондриях, на окислительное фосфорилирование в энергетическом обмене клеток; реактивирует, нарушенные ферментные системы и таким образом нормализует функцию и увеличивает детоксикационную роль печени; способствует ускоренному выведению из организма ксенобиотиков путем превращения из жирорастворимых в водорастворимые химические структуры. При этом повышается гидрофильность молекул чужеродных веществ; участвует в окислительно-восстановительных реакциях, при которых в процессе переноса электронов валентность тяжелых металлов снижается, что уменьшает их токсичность ([22], с. 196).

2.5. Характеристики водных растворов

При растворении солей, кислот и оснований в воде и в ряде других растворителей (спирт, этиленгликоль и др.) происходит диссоциация – расщепление молекул на положительные ионы (катионы) и отрицательные ионы (анионы). Такие электропроводящие растворы называются электролитами или проводниками второго рода. К электролитам относятся также многие твердые вещества и расплавленные соли.

Перемещение ионов может происходить за счет диффузии, обусловленной различной концентрацией ионов в отдельных частях электролита, конвекции — переноса ионов вместе с потоком движущейся жидкости и миграции (электропроводности) — движения заряженных частиц под действием электрического поля.

Миграционный ток подчиняется закону Ома $\boldsymbol{J=E\gamma}$, где $\boldsymbol{J}$ — плотность тока; $\boldsymbol{E}$ — напряженность электрического поля; γ — электрическая проводимость.

Водородный показатель pH

Характеризует концентрацию свободных ионов водорода в воде. Для удобства его отображения был введен специальный показатель, названный pH. Данная величина представляет собой логарифм концентрации ионов водорода, т. е.

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]}.$$

Величина pH определяется количественным соотношением в воде ионов H^+ и OH^-, образующихся при диссоциации воды. Если в воде пониженное содержание свободных ионов водорода (pH>7) по сравнению с ионами OH^-, то вода будет иметь щелочную реакцию, а при повышенном содержании ионов H^+ (pH<7) - кислую. В идеально чистой дистиллированной воде эти ионы будут уравновешивать друг друга. В таких случаях вода нейтральна и pH = 7. При растворении в воде различных химических веществ этот баланс может быть нарушен, что приводит к изменению уровня pH.

Очень часто показатель pH путают с такими параметрами, как кислотность и щелочность воды. Важно понимать разницу между ними. Главное заключается в том, что

pH - это показатель интенсивности, но не количества. То есть, pH отражает степень кислотности или щелочности среды, в то время как кислотность и щелочность характеризуют количественное содержание в воде веществ, способных нейтрализовать соответственно щелочи и кислоты. В зависимости от уровня pH воды можно выделить несколько групп, которые приведены в таблице 1:

Таблица 1.

Группа	Сильно-кислые воды	Кислые воды	Слабо-кислые воды	Нейтральные воды	Слабо-щелочные воды	Щелочные воды	Сильно-щелочные воды
pH	<3	3 – 5	5 – 6,5	6,5 - 7,5	7,5 - 8,5	8,5 – 9,5	>9,5

pH воды - один из важнейших показателей качества воды, во многом определяющий характер химических и биологических процессов, происходящих в воде. В зависимости от величины pH может изменяться скорость протекания химических реакций, степень коррозионной агрессивности среды, токсичность загрязняющих веществ и т. д.

Окислительно-восстановительный потенциал – ОВП

Классическое понятие "электрический потенциал" означает работу переноса единичного, положительного заряда из одной точки электрического поля в другую. Согласно принципу относительности перенос электрона равносилен удалению от него соответствующего положительного заряженного электронного акцептора. Потенциал ионизации атома водорода (H) означает, что для перенесения его единственного электрона в бесконечность (относительно протона) должна быть затрачена энергия, эквивалентная $21{,}60\times10^{-19}$ Дж или 13,5 эВ. Соответственно при возвращении электрона на свою орбиту или при попадании его на орбиту другого акцептора выделяется эквивалентное количество энергии, характеризующей "электронное сродство" акцептора.

При проведении окислительно-восстановительных реакций между парами веществ, одни из которых являются донорами электронов или восстановителями, а другие их акцепторами или окислителями, совершается перенос определенного числа электронов и затрачивается энергия.

ОВП соответствует работе по переносу электронов от окисляемого элемента или соединения к восстанавливаемому, или от восстановителя к окислителю, концентрации которых обозначаются символами [Red] и [Ox]. ОВП можно рассчитать по формуле:

$$E_E = 0{,}029 \cdot \lg K_E \cdot \frac{\frac{K_a}{K_б} \cdot \left(K_б + [B^+]\right)}{K_a + [A^-]},$$

$$K_a = \frac{[A^-]\cdot[H^+]}{x}, K_б = \frac{[B^+]\cdot[OH^-]}{y}, K_E = [H^+]\cdot[OH^-].$$

В тканевых жидкостях существует ОВП, который отражает соотношение суммарных концентраций окисленных и восстановленных форм, и "служит мерой тенденции системы становиться окисленной или восстановленной". Иными словами ОВП отражает донорные или акцепторные свойства тестируемой живой системы.

Физиологическая значимость ОВП определяется способностью этого показателя регулировать общий биохимический и биофизический статус среды ([6], с. 30).

Установлено, что при электролизе нет линейной зависимости между pH и ОВП, как это обычно наблюдается для обычных не активированных сред.

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Описание учебно-методического стенда

Учебно-методический стенд создан на базе серийно выпускаемой универсальной установки для получения питьевой воды (с заданным составом и свойствами) и синтеза активированных растворов (моющих дезинфицирующих, стерилизующих) "Изумруд-СИ" (мод. 03 уч). Стенд представляет собой жесткий каркас из горизонтальной и вертикальной плоскостей выполненных из пластика.

На вертикальной плоскости укреплены элементы гидравлической схемы, предфильтр с редуктором и манометром, активатор "Изумруд-СИ" (мод. 03 уч), индикатор минерализации, держатели электродов, а также блок питания.

Горизонтальная плоскость предназначена для размещения измерительных приборов и сосудов с исследуемыми растворами. Подключение к водопроводной сети осуществляется с помощью шланга входной воды, прилагаемого к стенду. Электропитание стенда осуществляется от сети 220 В. Шланги выхода анолита и католита помещаются в раковину на слив.

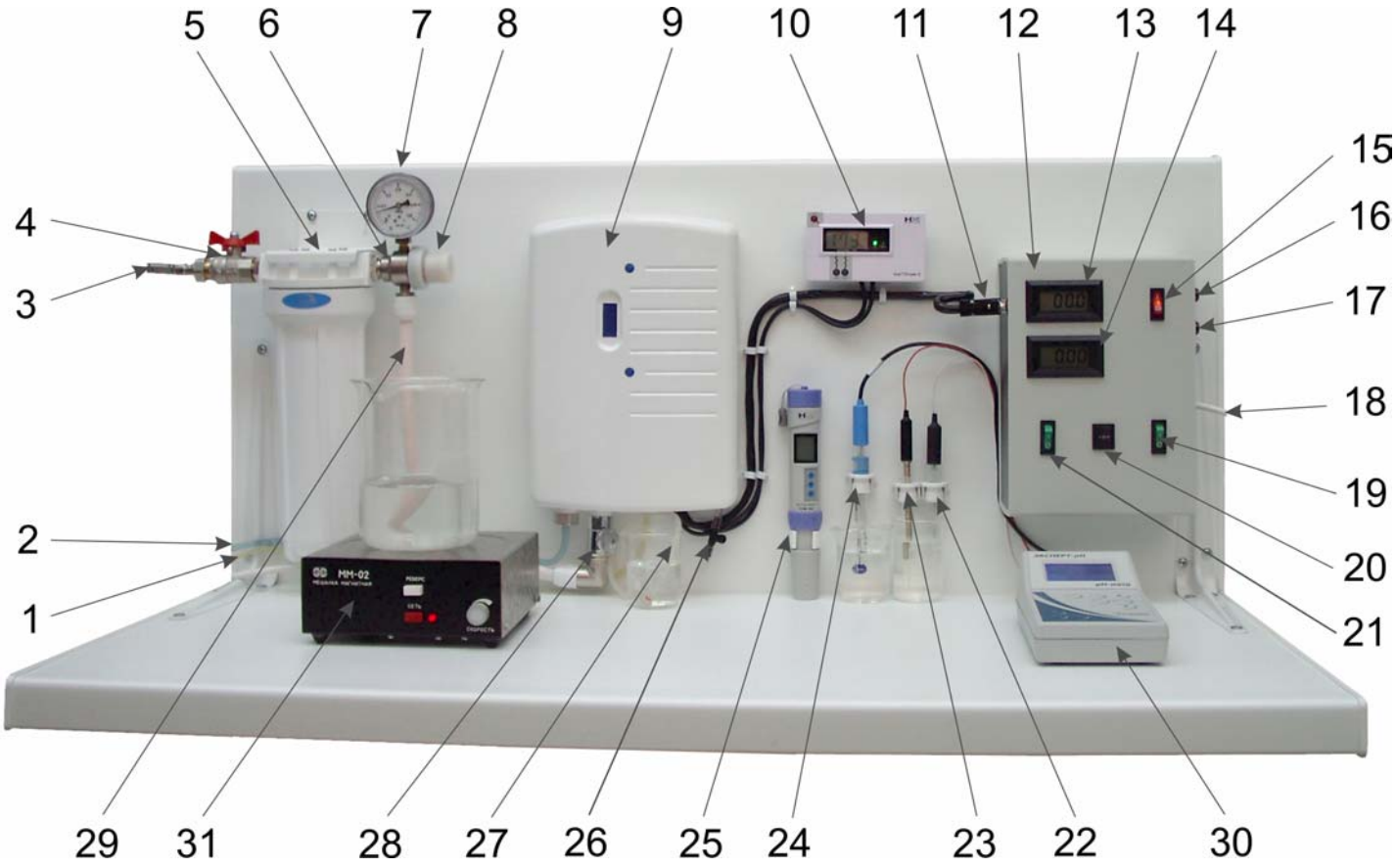


Рис. 5. Учебно-методический стенд "Изумруд-СИ" (мод. 03).

1. Шланг выхода анолита.
2. Шланг выхода католита.
3. Шланг подключения входной воды
4. Кран входной воды
5. Предфильтр.
6. Редуктор.
7. Манометр.
8. Ручка регулировки редуктора.
9. Активатор "Изумруд-СИ" (мод. 03 уч).
10. Индикатор минерализации воды Dual TDS meter 2.
11. Разъём подключения электропитания активатора "Изумруд-СИ" (мод. 03 уч).
12. Блок питания.
13. Индикатор напряжения.
14. Индикатор тока.
15. Выключатель электропитания стенда.
16. Предохранитель 6 А сети 220 В стенда.
17. Предохранитель 10 А сети 12 В активатора.
18. Шнур питания 220 В.
19. Выключатель электропитания **режима II**.
20. Переключатель индикаторов тока и напряжения.
21. Выключатель электропитания **режима I**.
22. Гнездо установки вспомогательного электрода сравнения (ЭВЛ-1М3.1)
23. Гнездо установки платинового электрода (ЭПВ-1СР).
24. Гнездо установки электрода ЭСК-10601/7 для измерения pH.
25. Гнездо установки кондуктометра COM100.
26. Шланг подсоса солевых растворов с фильтром.
27. Кран регулировки подсоса солевых растворов.
28. Кран активатора.
29. Соединительный шланг.
30. pH-метр "Эксперт-pH".
31. Мешалка магнитная ММ-02.

3.2. Устройство и принцип работы

Внешний вид стенда приведен на рис. 5.

Вода из водопроводной сети через кран (4) поступает в предфильтр (5) для предварительной очистки.

Кран (4) предназначен для перекрытия входной воды. Предфильтр представляет из себя пластмассовую колбу, внутри которой находится сменный фильтрующий элемент.

Постоянным поток воды через стенд поддерживается редуктором (6), который плавно регулируется ручкой регулировки редуктора (8). Манометр (7) показывает давление, которое образуется на выходе предфильтра. По соединительному шлангу (29) вода подается в активатор (9) и затем на выход по шлангам анолит (1) и католит (2).

Электропитание активатора осуществляется от блока питания (12), который размещен в пластмассовом корпусе на вертикальной плоскости стенда.

На передней панели блока питания расположены цифровые индикаторы напряжения (13) и тока (14), выключатель электропитания стенда (15), выключатели электропитания **режима I** (21) и **режима II** (19), переключатель индикаторов тока и напряжения (20). На боковых поверхностях расположены предохранители (16, 17) и разъём (11) подключения электропитания активатора "Изумруд-СИ" (мод. 03).

Активатор работает в двух режимах. Первый режим – очистка питьевой воды. Второй режим – получение активированных растворов.

Режим I включается выключателем (21) на блоке питания (12).

При работе в этом режиме вода в активаторе проходит несколько стадий очистки. Такие как: анодное окисление (обеспечивает уничтожение микроорганизмов и деструкцию вредных органических соединений), каталитическое разложение соединений активного хлора, катодное восстановление и активация, при которых происходит нейтрализация ионов тяжелых металлов и разрушение нитратов и нитритов.

Вода на выходе шлангов анолита и католита имеет пониженный окислительно-восстановительный потенциал (ОВП). При работе в этом режиме можно добавлять минеральные добавки в поток очищенной воды с помощью крана (27) на шланге подсоса солевых растворов (26), тем самым, изменяя её ионный и минеральный состав. В этом режиме ток и напряжение на электродах активатора контролируется на индикаторах тока (14) и напряжения (13) при установке переключателя (20) в положение "I".

Режим II включается выключателем (19) на блоке питания (12).

При работе в этом режиме вода активируется и разделяется на две фракции Анолит и Католит. Степень активации получаемых анолита и католита регулируется краном (27), путем изменения скорости подсоса раствора NaCl, при этом ток и напряжение на электродах активатора контролируются на индикаторах тока (14) и напряжения (13) при установке переключателя (20) в положение "II".

3.3. Порядок включения, работы и выключения стенда

3.3.1. Исходное состояние:

1. Кран (4) закрыт.
2. Выключатели (15, 19, 20, 21) в положении "О".
3. Индикации нет.
4. Кран (29) закрыт

3.3.2. Включение стенда

1. Подключить стенд к водопроводной сети с помощью шланга (29).
2. Шланги выхода анолита (1) и выхода католита (2) поместить в раковину для слива.
3. Вставить вилку шнура питания (18) в розетку 220 В.
4. Плавно открывая кран (4) пустить воду через гидравлическую схему стенда.
5. Ручкой регулировки (8) редуктора (6) выставить суммарный поток воды из выходных шлангов в соответствии с условиями проведения опытов. При повороте ручки регулировки редуктора по часовой стрелке поток воды увеличивается, а против часовой стрелки – уменьшается. Для измерения потока воды использовать мерную ёмкость и секундомер.

   Запрещается превышать значения протока воды, указанные в условиях опыта.
6. Включить блок питания стенда, установив выключатель (15) в положение "I", при этом должна загореться подсветка выключателя, а на индикаторах напряжения (13) и тока (14) высветятся нули.

3.3.3. Работа

1. В зависимости от использования в процессе работы **режима I** или **режима II** установить выключатели (19) или (21) в положение "I", при этом загорится подсветка соответствующего выключателя.
2. Установив переключатель 20 в положение "I" или "II", на индикаторах амперметра и вольтметра будут значения тока и напряжения соответствующего режима работы активатора.
3. В **режиме II** (получения активированных растворов) поместить шланг подсоса солевых растворов (26) в приготовленный 10% раствор NaCl. Плавно открывая кран (27), выставить на индикаторе тока показания в соответствии с условиями опыта.

Запрещается превышать значения тока, указанные в условиях опыта.

Измерение параметров воды и полученных активированных растворов проводить прилагаемыми к стенду измерительными приборами в соответствии с инструкциями по их эксплуатации.

3.3.4. Выключение стенда

1. По окончании работы со стендом, выключить блок питания, установив выключатель (15) в положение "0". Вынуть вилку шнура питания из розетки.
2. Поместить шланг (26) в емкость с водой, полностью открыть кран (27) и промыть активатор в течение 5 минут от остатков раствора NaCl.
3. Закрыть кран 4.
4. Установить все органы управления в исходное состояние.

3.4. Техническое обслуживание стенда

1. Периодически, после получения 500 литров питьевой воды или синтеза 100 л активированных растворов, активатор стенда промыть кислотным раствором с целью удаления катодных отложений.
2. Промывка осуществляется в следующем порядке:
    - 2.1. Закрыть кран (4) и вынуть вилку шнура питания (18) из розетки.
    - 2.2. Закрыть кран (27).
    - 2.3. Приготовить 5%-ный раствор соляной кислоты объёмом 1 л и залить её в пластиковую бутылку, к которой подсоединить устройство промывки, навернув на неё крышку со шлангами и нагнетателем.
    - 2.4. Отвернуть от редуктора (6) соединительный шланг (29) и навернуть его на штуцер устройства промывки.
    - 2.5. Поместить концы шлангов выхода анолита (1) и католита (2) в любую кислотоустойчивую емкость объёмом не менее 2 л.
    - 2.6. Закрыть клапан на нагнетателе, повернув его против часовой стрелки до упора.
    - 2.7. Осторожно накачивая нагнетателем воздух в ёмкость с кислотой, прокачать через установку примерно 200 мл кислоты.
    - 2.8. Открыть клапан на нагнетателе, повернув его по часовой стрелке и выдержать паузу 5 минут.
    - 2.9. Повторить операции 6, 7, 8 несколько раз до полной перекачки кислоты в приёмную ёмкость. Промывка считается достаточной, если при прокачивании кислоты прекратилось пенообразование в выходных шлангах.
    - 2.10. По окончании прокачивания кислоты вынуть шланги выхода анолита и католита из приёмной ёмкости и поместить их в раковину. В пластиковую бутылку с устройством промывки залить 1,5 л чистой воды. Закрыть клапан на нагнетателе и, осторожно накачивая нагнетателем воздух в ёмкость, прокачать через установку всю воду для удаления остатков кислоты из подводящих каналов. Удалить остатки воды из установки.
    - 2.11. Отвернуть соединительный шланг (29) от устройства промывки и соединить его с редуктором.

2.12. Плавно открыть кран (4) и промыть установку от остатков кислотного раствора водой в течение 5 минут, закрыть кран (4).
2.13. Сменный фильтрующий элемент предфильтра заменять по мере загрязнения.

3. Данные по техническому обслуживанию и промывке регулярно заносить в журнал.

Образец заполнения журнала о профилактических работах

№	Дата	Содержание профилактических работ (промывка, смена фильтр-патрона и т.п.)	Исполнитель/ подпись

4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

4.1. Опыт №1. Получение питьевой воды и контроль её параметров

1. Включить стенд.
2. Установить суммарный проток воды 50±2 л/ч.
3. Показания манометра контролировать на протяжении всего опыта.
4. Измерить параметры входной воды (pH, ОВП, t°C, минерализацию*).
5. Подать электропитание на стенд и включить его в **режим I**.
6. Проконтролировать значения тока и напряжения на индикаторах амперметра и вольтметра.
7. Измерить параметры полученной питьевой воды (pH, ОВП, t°, минерализация).
8. По окончании опыта выключить стенд.
9. Обобщить полученные результаты и сделать выводы.

4.2. Опыт №2. Получение активированных растворов анолита и католита

1. Приготовить 10% раствор NaCl.
2. Включить стенд.
3. Установить суммарный проток воды 50±2 л/ч.
4. Протоки из шлангов выхода анолита и католита должны быть равны.
5. Показание манометра контролировать на протяжении всего опыта.
6. Измерить параметры входной воды (pH, ОВП, t°, минерализация*).
7. Подать электропитание на стенд и включить его в **режим II**.
8. Измерения проводить при токах в диапазоне **от 2 до 6 ампер**.
9. Измерить параметры полученных растворов анолита и католита (pH, ОВП, t°, минерализация).
10. По окончании опыта выключить стенд.
11. Обобщить полученные результаты и сделать выводы.

* Минерализация должна быть не более 1 г/л.

4.3. Опыт №3. Получение анолита нейтрального катодно-обработанного (АНК)

1. Приготовить 10% раствор NaCl.
2. Приготовить реактивы для измерения активного хлора методом йодометрического титрования (см. ниже).
3. Установить регулируемый дроссель на конце шланга выхода католита.
4. Включить стенд.
5. Установить суммарный проток воды 25 л/ч.
6. Установить регулируемым дросселем поток воды из шланга выхода католита 5 л/ч, из шланга выхода анолита поток должен составлять 20 л/ч.
7. Показание манометра контролировать на протяжении всего опыта.
8. Подать электропитание на стенд и включить его в **режим II**.
9. Измерения проводить при токах в диапазоне **от 2 до 6 ампер**.
10. Измерить параметры полученных растворов АНК (pH, ОВП, t°, минерализация, $C_{а.х.}$). Измерение $C_{а.х.}$ – концентрацию активного хлора в растворе АНК проводить по методике определения концентрации активного хлора.
11. По окончании опыта выключить стенд.
12. Обобщить полученные результаты и сделать выводы

Определение концентрации активного хлора методом йодометрического титрования

Метод йодометрического анализа основан на определении количества йода, выделяющегося при взаимодействии активного хлора с йодистым калием. Основная реакция метода может быть представлена уравнением: $2I^- - 2e \rightarrow I_2$.

Для определения количества выделенного йода используют раствор тиосульфата натрия, который реагирует с йодом в соответствии с уравнением: $2Na_2S_2O_3 + I_2 = Na_2S_4O_6 + 2NaI$.

Как видно из данных уравнений, обе реакции не зависят от pH, а, следовательно, йодометрическое титрование можно проводить в широком диапазоне pH, и выбор условий титрования зависит только от вида окислителя, концентрацию которого определяют данным методом.

Используемые реактивы

Калий йодистый KI, 10% водный раствор. Натрий серноватистокислый (тиосульфат натрия $Na_2S_2O_3$) 5 – водный 0,1 н. раствор. Кислота серная 1 н. раствор. Дистиллированная вода.

Подготовка к анализу

Приготовление 10%-ного раствора йодистого калия: 10 г йодистого калия растворяют в 90 мл дистиллированной воды. Приготовление 1 н. раствора серной кислоты: 27 мл концентрированной серной кислоты осторожно, небольшими порциями, постоянно помешивая, добавляют к 750 мл дистиллированной воды, охлаждают и доводят объем в мерной колбе до 1 л.

Проведение анализа

В коническую колбу с притертой пробкой вместимостью 250 мл вносят 10 мл анолита, 5 мл 10%-ного раствора йодистого калия и 50 мл 1 н. раствора серной кислоты.

Содержимое колбы перемешивают. Выделившийся йод титруют 0.1 н. раствором серноватистокислого натрия до бесцветной окраски.

Обработка результатов

Массовую долю активного хлора X в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{Y \cdot 0{,}003546 \cdot 100}{10},$$

где: У – объем 0.1 н. раствора серноватистокислого натрия, израсходованного на титрование анализируемого анолита, $см^3$; 0.003546 – масса хлора, соответствующая 1 $см^3$ 0.1 н. раствора серноватистокислого натрия, г; 10 – масса анализируемой пробы анолита, г.

За результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных определений ([26], с. 8).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Современные представления о неравновесном состоянии водных систем.
2. Способы перевода водных систем в неравновесное состояние.
3. Устройство и основные преимущества ПЭМ по отношению к другим электролизерам.
4. Химические реакции и процессы, протекающие в ПЭМ.
5. Основные методы очистки питьевой воды, их преимущества и недостатки.
6. Процессы, применяемые при очистке воды в установках серии Изумруд, их отличительные особенности.
7. Технологический процесс "Изумруд-СИ", его основные преимущества.
8. Характеристики водных растворов, методы и способы их измерения.
9. Дать понятие активированных растворов анолит и католит, АНК. Их свойства и состав.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов А.Н., Лапшин В.Б. Супранадмолекулярные комплексы воды // Электронный журнал "Исследовано в России", 2004. http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/038.pdf
2. Широносов В.Г., Кузнецов Е.П. Способ детектирования кластерной структуры и микрокластеров жидкости. Заявка на изобретение №2007127133 от 16.07.2007. http://www.fips.ru/russite/
3. "МИС-РТ" - http://www.ikar.udm.ru/mis-rt.htm
4. Широносов В.Г. Способ определения активности структурированной жидкости. Заявка на изобретение РФ №2007127132 от 16.07.2007.
5. Широносов В.Г. Резонанс в физике, химии и биологии. Ижевск. Издательский дом "Удмуртский университет", 2001. 92 с. http://www.ikar.udm.ru/sb22.htm
6. Широносов В. Г. Физические основы резонансной активации воды. Материалы 1-го Международного симпозиума по электроактивации, г. Москва, 4-5 ноября 1997 г., стр. 220-221. http://www.ikar.udm.ru/sb1-2.htm
7. Широносов В.Г., Широносов Е.В. Опыты по бесконтактной активации воды. Сб. тез. докл. 2-го Международного симпозиума. Электрохимическая активация в медицине, с/х, промышленности. М.; ВНИИИМТ НПО "ЭКРАН". 1999. ч. 1. с. 66. http://www.ikar.udm.ru/sb15-12.htm
8. Работы по изучению сверхслабых водных растворов солей в ИК-области. // "МИС-РТ"-2004. Сборник №32-1. http://www.ikar.udm.ru/sb32-1.htm
9. Киселев Б.И. Способ обработки физиологического раствора. Патент СССР №1827274. Заявлен 04.07.1990.
10. Киселев Б. И. Метод адаптивного лечения (искусственный источник биополя в медицине). // "МИС-РТ". Сборник №17-4, 2000. http://www.ikar.udm.ru/sb17-4.htm
11. Дворников В.М. Стабилизатор водного раствора и водосодержащего сырья с самопроизвольно изменяющимися окислительно-восстановительными свойствами. Патент РФ № 2234945. 2002.10.15.
12. Дворников В.М. Технология сохранения метастабильного состояния низкоминерализованной активированной воды. "МИС-РТ". Сборник №37-4, 2005. http://www.ikar.udm.ru/sb37-4.htm
13. Напиток "Ваше здоровье". http://www.gepatitunet.ru, http://www.ionvoda.ru
14. Минеральные добавки серии "СЕВЕРЯНКА" для питьевой воды. ООО "Эко-Продукт". г. С.-Петербург. http://www.severyanka.spb.ru
15. Воейков В.Л., Асфарамов Р.Р., Розенталь В.М. Опасные для здоровья побочные продукты в хлорированной воде, способы их обнаружения и устранения. http://ikar.udm.ru/sb39-3.zip
16. Архив материалов Международных конгрессов "Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине" (1997-2006). http://www.lfbm-congress.spb.ru
17. AQUA Living - "мерседес" в области очистки воды. http://www.aqualiving.ru
18. Резонансные технологии - http://www.ikar.udm.ru/indexr.htm.
19. Широносова Г.И., Задорожный Ю.Г. "Изумруд-СИ" - универсальная бытовая установка. Сб. докл. 1-го Межд. симп. "Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве, промышленности", -М; ВНИИИМТ АО НПО "Экран". 1997. - с. 248. Минаков В.В., Широносов В.Г., Широносова Г.И. "Изумруд-СИ" - универсальная

бытовая установка для получения активированных растворов и питьевой воды с заданным составом и свойствами. / Сб. докл. 2-го Межд. симп. "ЭХА в медицине, с/х, промышленности." М.: 28-29 октября 1999г. с.334. http://www.ikar.udm.ru/sb15-13.htm
20. Установка "Изумруд-СИ" (мод. 01-осмос). http://ikar.udm.ru/i-si-01os.htm.
21. Широносов В.Г., Курганович В.С. Устройство для активации жидкости. Патент РФ № 2299859 от 19.09.2005.
22. Бахир В.М. Электрохимическая активация. Ч.1.-М.: ВНИИИМТ НПО "ЭКРАН". 1992.
23. Методические указания по применению нейтрального анолита АНК, вырабатываемого в установке СТЭЛ-10Н-120-01, для целей дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации. М., 1997. стр. 12.
24. Бут А.И. Электронно-ионные процессы водных структур живых организмов и продуктов их переработки. – М.; Экспертинформ. 1992. 149 с.
25. Электрохимическая активация: очистка воды и получение полезных растворов. / Под ред. Бахира В.М. – ВНИИИМТ, 2001. 176 с.
26. Методические указания по применению нейтрального анолита АНК, вырабатываемого в установке СТЭЛ-10Н-120-01, для целей дезинфекции предстерилизационной очистки и стерилизации. М.: 1997.

Полезные ссылки

1. Мегасистема - путеводитель по "МИС-РТ": Анолит - исследования, теория, практика. http://ikar.udm.ru/Anolit/index.htm
2. Резонансные технологии - http://www.inno.ru/projects/23369/project23594.shtml, http://www.ikar.udm.ru/pr-0.htm.
3. Бесконтактная активация жидкостей (инфузионных растворов и лекарственных веществ, напитков, чая, кофе, питьевой воды, в том числе лечебных ванн, бассейнов; интенсификации биотехнологий; продление сроков жизни) - http://www.ikar.udm.ru/pr-1.htm, http://www.inno.ru/projects/23369/project23373.shtml.
4. Решение проблемы обеспечения населения страны биологически активной, чистой питьевой водой, дезинфицирующими, стерилизующими и моющими растворами - http://www.ikar.udm.ru/pr-2.htm.
5. Серийное производство установок и систем экологической безопасности для дома, офиса и больницы - http://www.ikar.udm.ru/pr-4.htm, http://www.inno.ru/projects/23369/project23885.shtml.
6. Разработка лабораторных работ, учебно-методических стендов и курсов по нелинейным динамическим системам в физике, химии и биологии для школ и вузов - http://www.ikar.udm.ru/pr-5.htm.
7. Способ кристаллизации на основе бесконтактной активации жидкостей - http://www.ikar.udm.ru/pr-7, htm, http://www.inno.ru/projects/23369/project23714.shtml.
8. Комплекс "Икар-Тест" для бесконтактной регистрации динамики химических, биохимических и физических процессов в водных растворах - http://www.inno.ru/projects/23369/project23372.shtml, http://www.ikar.udm.ru/pr-8.htm.
9. Компактный, передвижной лечебно-профилактический АВИК-комплекс (Аэро-, Водо-, Ионо-, Квч-терапия) с методиками для профилактики и лечения с гарантией - на основе резонансного
   воздействия полей от ионов, молекул, генераторов на организм человека - http://www.ikar.udm.ru/avik.htm
10. Нанотехнология получения конденсированных сред с резонансной микрокластерной структурой на основе бесконтактной активации жидкостей) http://www.kpnm.ru.

Комплектность Учебно-методического стенда "Изумруд-СИ" (мод. 03 уч)

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

1. Стенд учебно-методический "Изумруд-СИ" (мод. 03 уч) 1 шт.
2. Шланг подключения входной воды 1 шт.
3. Дроссель регулируемый 1 шт.
4. Устройство промывки 1 шт.
5. Ключ для корпуса предфильтра 1 шт.
6. pH-метр "Эксперт-pH" 1 шт.
7. Электрод платиновый ЭПВ-1СР-100 1 шт.
8. Электрод вспомогательный хлорсеребряный ЭВЛ-1М3.1-100 1 шт.
9. Кондуктометр COM100 1 шт.
10. Мешалка магнитная ММ-02 1 шт.
11. Индикатор минерализации Dual-TDS meter-2 1 шт.
12. Мерная кружка 1 шт.
13. Стеклянный мерный стаканчик 1 шт.
14. Пластиковый мерный стаканчик 1 шт.
15. Электролитический ключ 1Е5.184.412 1 шт.
16. Электролитическая ячейка 1Е5.184.307 1 шт.
17. Секундомер 1 шт.
18. Весы Leki Inst. B 2002 1 шт.
19. Йодистый калий 1 уп.
20. Серноватистокислый натрий 1 уп.

ЗАО НИЦ “Икар”

Установки и системы экологической безопасности для дома, офиса и больницы

http://www.ikar.udm.ru/avk_com.htm

(мод. 01)

(мод. 02)

(мод. 03)

Аэроионизатор "ЛЧ-1" (компактный бытовой плазматрон – лампа Чижевского) санитарно-гигиенический прибор для обогащения воздуха помещений легкими отрицательными ионами и компенсации аэроионной недостаточности на рабочих местах пользователей ПЭВМ, для аэроионотерапии и ионизации воздуха в помещениях, защиты от "дисплейной болезни".

Модификации прибора: мод. 01 – универсальный переносной, **мод. 02** - встраиваемого в потолочные, стеновые панели, **мод. 03** - встраиваемого в 5" отсек системного блока компьютера.

(мод.01– 03)

"Изумруд-СИ" универсальная установка для приготовления питьевой воды с заданным минеральным составом и антиоксидантными свойствами, и для получения на ее основе: моющих, дезинфицирующих и стерилизующих растворов.

Модификации прибора: мод. 01 – получение питьевой ионизированной воды с отрицательным ОВП и с заданным минеральным составом**; мод. 02** – функции мод. 01 + регулирование pH и ОВП; **мод. 03** - мод. 02 + получения моющих, дезинфицирующих и стерилизующих растворов; **мод. 01d** – установка коллективного пользования на основе диспенсера; **мод. 01os** - для получения активированной питьевой воды высшей категории качества с заданным минеральным составом и антиоксидантными свойствами, установка оснащена встроенным контроллером и тремя проточными датчиками с двухуровневой системой индикацией - слежения за работой систем осмос (очистка), активация (ионизация воды), минерализации (оптимизация минерального состава); **мод. 01 ж/д** – автономный вариант для железнодорожного и водного пассажирского транспорта, **мод. 04** – универсальное устройство для получения активированных жидкостей с отрицательным ОВП (питьевой воды, напитков, физрастворов, крови) на основе бесконтактной и контактной активации жидкостей для использования в быту и различных областях народного хозяйства (медицина, с/х, промышленность, нефтедобыча); **“Влада”** – электротермос - активатор для получения активированной воды в домашних условиях (контактной и бесконтактной активации водных растворов).

(мод.01d)

(мод.01os)

(мод.04)

“Влада”

мод. 0-n-0 – установка для получения моющих, дезинфицирующих и стерилизующих растворов, обеззараживания воды в плавательных бассейнах.

(мод. 0-n-0)