

Анолиты на рынке дезсредств: не ошибитесь в выборе!

В. И. Прилуцкий, к.м.н.
В. И. Долгополов
Т. Б. Барабаш

ЗАО «Институт электрохимических систем и технологий Витольда Бахира», г. Москва

Результат современных аукционных торгов нередко может быть подытожен фразой: «не гонялся бы ты, поп, за дешевизной». Возможно, слова великого русского поэта могут немного покоробить уважаемых участников аукционов по закупке установок, производящих дезинфицирующий раствор из воды и соли путем их электрохимического преобразования. Никого не хотелось обидеть, скорее привлечь внимание к вопросу, который вполне может быть охарактеризован словами Маркса: «Обеспечьте капиталу 10% прибыли, и капитал согласен на всякое применение, при 20% он становится оживленным, при 50% положительно готов сломать себе голову, при 100% он попирает все человеческие законы, при 300% нет такого преступления, на которое он не рискнул бы пойти, хотя бы под страхом виселицы». Речь пойдет именно о прибыли, которая обеспечивается ценой здоровья и безопасности пациентов и персонала ЛПУ.

Если набрать слово «анолит» в поисковой строке госреестров дезинфекционных средств (fp.cgc.ru/evrgazes; fp.cgc.ru/gosregfr), высветится целый ряд как под копирку написанных слов о свойствах и областях применения на первый взгляд одного и того же дезинфицирующего средства с различными вариациями в названиях и фирмах-производителях:

- средство дезинфицирующее «АНОЛИТ АНК», вырабатываемое в установке «СТЭЛ-АНК-ПРО» (ТУ 9392–042–44464870–2008 «Дезинфицирующее средство „АНОЛИТ АНК”», вырабатываемый установками типа «СТЭЛ-АНК-ПРО»). Номер свидетельства и дата: 77.99.1.2.У.12139.12.09 от 30.12.2009. Фирма-изготовитель: ООО «Лаборатория электротехнологии» (ООО «ЛЭТ»). Свидетельство выдано на основании экспертного заключения по результатам дезинфектологической экспертизы от 27.07.2009 № 025–09 ИЛЦ ГУП № Московский городской центр дезинфекции»;
- средство дезинфицирующее «Нейтральный анолит АНК», вырабатываемый на установке СТЭЛ-10Н-120–01. Изготовитель: ООО «Лаборатория электротехнологии». Номер свидетельства и дата: 77.99.1.2.У.5720.6.09 от 09.06.2009. Продукция изготовлена ООО «ЭКОМЕД». Свидетельство выдано на основании экспертного заключения по результатам дезинфектологической экспертизы от 02.04.2009 № 3–05/192 ФГУН «НИИД» Роспотребнадзора;
- средство дезинфицирующее «Анолит АНК СУ-ПЕР», вырабатываемое установками типа «СТЭЛ-АНК-СУПЕР». Номер свидетельства и дата: RU.77.99.88.002.Е. 006350.08.13 от 01.08.2013. Изготовитель (производитель): ООО «Делфин Аква». Протоколы исследований — экспертного заключения ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора ИЛЦ № 374-исх от 15.03.2013;
- средство «Анолит-нейтральный2». Номер свидетельства и дата: RU.77.99.21.002.Е. 008667.06.12 от 01.06.2012. Продукция изготовлена в соответствии с документами ТУ ВЕТА. 939210.050ТУ. Изготовитель (производитель): ООО «МК Ольга». Протоколы исследований — экспертного заключения от 10.04.2012 г. № 3–05–04/338 ФБУН «НИИ дезинфектологии» Роспотребнадзора;
- средство дезинфицирующее «Нейтральный анолит», получаемое на установке «КАРАТ» производства ООО «Специализированная электрохимическая лаборатория». Номер свидетельства и дата: RU.77.99.23.002.Е. 039801.09.11 от 26.09.2011. Протоколы исследований — экспертных заключений от 21.08.2011 № 3/208–09 «НИИ ЭЧ и ГОС им. А. Н. Сысина» РАМН от 21.07.2006 № 3–05/590 ФГУН «НИИД» Роспотребнадзора;
- дезинфицирующее средство «Анолит». Номер свидетельства и дата: RU.77.99.19.002.Е. 032771.08.11 от 17.08.2011. Продукция изготовлена в соответствии с ТУ 2499–001–62163445–2010. Изготовитель (производитель): Envirolyte Industries International Limited. Протоколы исследований — письма Федерального бюджетного учреждения науки «Научно-исследовательского института дезинфектологии» Роспотребнадзора от 10.08.2011 № 3–05/654, экспертного заключения Научно-исследовательского института медицины труда РАМН от 17.03.2010 № 02-П, протоколов ГУН «ВНИИИМТ», отчета Научно-исследовательского института дезинфектологии Роспотребнадзора;
- средство дезинфицирующее «Нейтральный анолит АНК», вырабатываемый установкой СТЭЛ-10Н-120–01. Номер свидетельства и дата: RU.77.99.01.002.Е. 031063.08.11 от 08.08.2011. Изготовитель (производитель): ОАО НПО «Экран».

Протоколы исследований — экспертного заключения от 24.06.2011 № 3–05/448-а ФГУН «НИИД» Роспотребнадзора.

Кроме перечисленных выше, есть еще и «подснежки», средства с теми же характеристиками, но названные по-иному:

- средство дезинфицирующее «АКВАЭХА-МЕД». Номер свидетельства и дата: RU.77.99.23.002.E.053632.12.11 от 26.12.2011. Продукция изготовлена в соответствии с документами: ТУ 9392–004–56177472–2009 «Средство дезинфицирующее „АКВАЭХА-МЕД”». Изготовитель (производитель): ООО НПП «ИЗУМРУД». Протоколы исследований — экспертного заключения от 28.12.2008 № 138–09/ИЛЦ ФГУ «РНИИТО им. Р. Р. Вредена» Росмедтехнологий;
- средство дезинфицирующее «АКВАЭХА». Номер свидетельства и дата: RU.77.99.23.002.E.053631.12.11 от 26.12.2011. Продукция изготовлена в соответствии с документами: ТУ 2386–003–56177472–2006 «Средство дезинфицирующее „АКВАЭХА”» с изменением к ТУ от 05.04.2008 № 1. Изготовитель (производитель): ООО НПП «ИЗУМРУД». Протоколы исследований экспертных заключений: от 06.06.2006 № 35/1-ИЛЦ ФГУ «РНИИТО им. Р. Р. Вредена» Росздрава от 25.09.2008 № 103–08/ИЛЦ ФГУ «РНИИТО им. Р. Р. Вредена» Росмедтехнологий от 02.10.2008 № 11–5/528 ГУ «НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды имени А. Н. Сысина» РАМН; ТУ 2386–003–56177472–2006 с изменением к ТУ от 05.04.2008 № 1; рецептуры; этикетки; инструкций по применению средства: от 06.06.2006 № 1 от 29.04.2008 № 01/08 от 30.05.2008 № 02/08 от 23.09.2008 № 3/7/08.

Во всех свидетельствах указана одинаковая концентрация активного хлора 0,05 %, класс опасности при введении в желудок — IV (малоопасные вещества), класс опасности при нанесении на кожу — IV (также малоопасные вещества). Посмотрим, есть ли существенные отличия в гигиенических характеристиках нескольких десятков находящихся в тех же реестрах дезинфицирующих средств, которые содержат в тысячу раз большие концентрации (десятки процентов) активного хлора в виде трихлоризоциануровой кислоты или гипохлорита натрия?

Изменения в части опасностей небольшие — при введении в желудок — III класс опасности (умеренно опасные вещества), при нанесении на кожу преимущественно — IV (малоопасные вещества), реже III (умеренно опасные вещества), а иногда сразу два класса опасности: III и IV. Для всех хлорсодержащих средств и с малой, и с большой концентрацией активно действующих веществ (АДВ) зачем-то приводится взятая из справочника ПДК хлора в воздухе рабочей зоны, равная 1,0 мг/м³. Действительная же концентрация хлора в рабочей зоне неизвестна. Однако, если в госреестрах находим, что раствор гипохлорита натрия содержит более 13 % газообразного хлора (свидетельство RU.77.99.88.002.E.

006354.08.13 от 01.08.2013), или восьмипроцентный раствор гипохлорита натрия имеет pH 3 (свидетельство RU.02.БЦ.01.015.E.000224.07.13 от 30.07.2013), то сомнения в компетентности регистрирующих структур перерастают в уверенность.

Понятно, что из множества одинаковых по свойствам товаров на любом аукционе будет выбран товар, имеющий минимальную цену. Интересно, как бы уважаемые составители правил оценки дезинфекционных средств отнеслись к предложению выбрать на аукционе автомобиль, характеристики которого включали бы только информацию о его весе, наличии четырех колес и мотора?

Из изложенного понятно, что критерии гигиенической оценки дезинфицирующих средств, а также другие сведения, приведенные в описании, являются недостаточными.

Много лет назад, когда технология электрохимической активации была лицензирована компанией «МОНСАНТО» у американской компании-лицензиара RSECAT (Российский научный центр технологий электрохимической активации) [1], американские ведомства FDA и USDA, которые наделены приблизительно такими же полномочиями, как Фармкомитет и Роспотребнадзор в России, в ответ на обращение исследовать и зарегистрировать использование анолита АНК в различных областях ответили, что необходимость специального исследования свойств с целью регистрации растворов хлорида натрия, подвергнутых электролизу, отсутствует, поскольку все продукты, которые в принципе могут быть получены при электролизе этих растворов, давно исследованы и изучены. Что же касается технологических свойств таких растворов, то они определяются соотношением и концентрацией действующих и балластных веществ, а также методиками применения для решения конкретных задач. К сожалению, такой прагматичный и взвешенный подход не стал примером для российских «разрешительных» организаций.

Коллектив исследователей и разработчиков всех типов установок СТЭЛ, предназначенных для получения всех известных видов электрохимически активированных анолитов (кислого анолита А, нейтрального анолита АН, нейтрального анолита АНК, анолита АНК СУПЕР) [2–15], к которому принадлежат и авторы данной статьи, много лет посвятил исследованию технологических свойств растворов оксидантов (анолитов), полученных в различных электрохимических устройствах по различным технологическим схемам.

В этой связи предлагаем данную статью в качестве источника дополнительной информации для ответственных участников госторгов в области закупки электрохимических установок или электрохимически активированных дезинфицирующих растворов.

История появления анолитов как дезинфекционных средств началась в конце семидесятых годов с исследований коллектива сотрудников Ташкентского филиала ВНИЦХ под руководством академика Васита Вахидовича Вахидова [16–18]. Именно тогда неоспоримо была доказана непревзойденная антимикробная активность

анолита и его способность препятствовать развитию резистентной микрофлоры, что в корне отличало анолит от других дезинфекционных средств. Но кислый анолит (анолит А), с которым работали первые исследователи, обладал весьма высокой коррозионной активностью и резким запахом хлора. Частично эти недостатки были устранены в созданном позднее (1989 год, [19]) анолите нейтральном АН [20–25], важнейшая роль в появлении которого принадлежит к. м. н. Рамковой Нине Васильевне, заведующей в то время отделом стерилизации Всесоюзного научно-исследовательского института дезинфекции и стерилизации (ВНИИДиС). Нейтральные значения рН анолита АН достигались миграцией свободных гидроксильных групп через диафрагму в анодное пространство в процессе синтеза оксидантов из разбавленного водно-солевого раствора. Ключевым моментом в совершенствовании технологии синтеза анолитов явились операции удаления ионов многовалентных металлов и насыщения исходного раствора перед вводом оксидантов электрохимически синтезированным водородом [26]. Так, в 1993 году появился анолит АНК [27–30]. Все разнообразные названия, которые были придуманы «коммерсантами» позже, относятся именно к этому типу анолита, производимому с большими или меньшими отклонениями от оригинальной технологии различными компаниями в России и за рубежом с помощью электрохимических систем, большинство которых в настоящее время снабжено устаревшими или худшими по параметрам электрохимическими реакторами собственного производства. Следует отметить, что в начальный период появления анолитов на рынке дезсредств активное противодействие этому процессу оказывал Институт физико-химической медицины АМН СССР, руководство и ведущие сотрудники которого утверждали, что анолит есть ни что иное, как электрохимически синтезированный из физиологического раствора гипохлорит. Прошло время, которое правильно расставило все на свои места. Однако это научно-техническое противостояние ясно показало, что электрохимически активированные растворы обладают особыми свойствами в сравнении с традиционными растворами дезинфицирующих средств, что обусловлено особенностями формирования ионно-гидратной структуры активно действующих веществ (АДВ) в зоне двойного электрического слоя (ДЭС) сильно поляризованного электрода электрохимической системы в условиях отсутствия взаимонейтрализации высокоактивных продуктов анодных и катодных реакций.

После того, как был создан анолит АНК, обладающий наименьшей коррозионной активностью в сравнении с другими растворами, полученными методом униполярного электрохимического воздействия, а также имеющий ярко выраженные свойства мощного раствора, усилия коллектива исследователей сосредоточились на стремлении приблизить анолит АНК к *идеальному* антимикробному средству, которое должно соответствовать нескольким требованиям:

- антимикробное средство должно обладать широким спектром антимикробного действия, т. е. эффективно уничтожать бактерии, микобактерии, вирусы, грибы и споры вне зависимости от продолжительности и частоты применения, что предполагает наличие свойств, препятствующих микроорганизмам вырабатывать резистентность;
- антимикробное средство должно быть безопасным для человека и животных как во время его приготовления и применения, так и после окончания использования по назначению, т. е. в период деградиационных и деструктивных изменений под влиянием факторов внешней среды или в результате процессов биодеградациии в организме человека, т. е., иными словами, антимикробное средство и продукты его естественной или искусственной деградациии не должны содержать веществ-ксенобиотиков;
- антимикробное средство должно обладать универсальностью действия, т. е. иметь не только противомикробные свойства, но также обладать моющей способностью с минимальной повреждающей и коррозионной активностью по отношению к различным материалам, а также быть максимально простым в применении и при этом относительно недорогим.

Сложность исследований состояла в том, что при всей одинаковости химического состава и равенстве концентраций действующих и балластных веществ различия в антимикробной активности электрохимически синтезированных анолитов и их химических аналогов чрезвычайно большие, что затрудняет оперативный контроль свойств и соответствующую корректировку режима работы электрохимической системы. Еще большие отличия наблюдались при сравнении традиционных и электрохимически активированных растворов, используемых по одному и тому же назначению. Например, из отчета микробиологической лаборатории мемориального Института Battelle следует, что анолит АНК при концентрации АДВ всего 0,03 % уничтожает споры сибирской язвы за считанные секунды, в то время как для достижения такого же результата раствору гипохлорита натрия с концентрацией АДВ в 15 раз большей требуется не менее 30 минут. Эти данные в той или иной форме подтверждены исследовательскими организациями более чем в 50 странах, в том числе и в России.

В процессе работы над совершенствованием анолита АНК были использованы научные результаты исследования механизма антибактериальной защиты, созданного природой и функционирующего во внутренней среде человека и животных на протяжении миллионов лет без каких-либо сбоев. Этот механизм состоит в следующем.

Известно [31, 32], что ведущая роль в бактерицидном действии нейтрофилов принадлежит хлорноватистой кислоте (НСЮ), вырабатываемой фагоцитирующими клетками. При респираторном взрыве до 28 % от общего количества кислорода, потребляемого нейтрофилами, расходуется на образование НСЮ. Образование НСЮ

в нейтрофилах происходит из перекиси водорода и хлорид-ионов. Катализатором в этой реакции выступает миелопероксидаза (МПО): $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cl}^- \rightarrow [\text{Cat (МПО)}] \rightarrow \text{HClO} + \text{OH}^-$ [24, 25].

Хлорноватистая кислота диссоциирует в водной среде с образованием гипохлорит-аниона и иона водорода: $\text{HClO} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{ClO}^-$.

При значениях pH, близких к нейтральному, концентрации HClO и гипохлорит-анионов ClO⁻ приблизительно равны. Понижение pH приводит к сдвигу равновесия этой реакции в сторону увеличения концентрации HClO, увеличение — в сторону повышения концентрации гипохлорит-анионов.

Образование H₂O₂ и HClO в короткий период времени (доли секунды) в малом объеме водной среды (доли микролитра) — т.е. в объеме активной зоны фагоцитоза неизбежно должно сопровождаться реакциями спонтанного распада и взаимодействия продуктов превращений этих соединений с образованием активных частиц, аналогичных тем, которые образуются при радиолизе или электролизе воды.

Самопроизвольный распад перекиси водорода в водной среде сопровождается образованием соединений, обладающих очень высокой антимикробной активностью (в скобках приведены соответствующие химические реакции): HO₂⁻ — анион гидропероксида ($\text{H}_2\text{O}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{HO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$); O₂²⁻ — пероксид-анион ($\text{OH}^- + \text{HO}_2^- \rightarrow \text{O}_2^{2-} + \text{H}_2\text{O}$); O₂⁻ — супероксид-анион ($\text{O}_2^{2-} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2^- + \text{OH}^- + \text{OH}^-$); HO₂[·] — радикал пероксида водорода ($\text{HO}^\cdot + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{HO}_2^\cdot$); HO₂ — супероксид водорода ($\text{O}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HO}_2 + \text{OH}^-$). Одновременно возможным является процесс образования чрезвычайно реакционно-способного синглетного кислорода ¹O₂: ($\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^-$). Экспериментально установлено [24, 25] участие в реакциях фагоцитоза молекулярного ион-радикала кислорода O₂⁻, одним из путей образования которого может быть описанный выше.

Известно, что в водной среде в присутствии HClO и ClO⁻ возможно образование активных свободных радикалов ClO[·], Cl[·], HO[·]: ($\text{HClO} + \text{ClO}^- \rightarrow \text{ClO}^\cdot + \text{Cl}^- + \text{HO}^\cdot$). Также весьма вероятно, с позиций современной теории каталитических процессов, представляется образование промежуточного активированного комплекса с участием в качестве катализатора миелопероксидазы. Распад этого комплекса сопровождается образованием O[·], возвращением катализатора в исходное состояние и подкислением среды: $\text{HClO} + \text{ClO}^- \rightarrow [\text{HClO} \leftrightarrow \text{Cat (МПО)}] \leftrightarrow \text{ClO}^-] \rightarrow 2\text{Cl}^- + 2\text{O}^\cdot + \text{H}^+$.

Активные гипохлорит-радикалы ClO[·] могут принимать участие в реакциях образования атомарного кислорода (O[·]) и радикала гидроксила (HO[·]): $\text{ClO}^\cdot + \text{ClO}^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{Cl}^- + 2\text{O}^\cdot + \text{OH}^-$. Дальнейшее развитие цепи происходит в процессе формирования атомарного хлора: $\text{OH}^\cdot + \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}^\cdot + \text{OH}^-$.

Образующиеся радикалы, атомарный кислород принимают участие в уничтожении микроорганизмов, взаимодействуя с биополимерами, способными к окислению, например, в соответствии с реакциями: $\text{RH}_2 + \text{OH}^\cdot \rightarrow \text{RH}^\cdot + \text{H}_2\text{O}$; $\text{RH}_2 + \text{Cl}^\cdot \rightarrow \text{RH}^\cdot + \text{HCl}$; $\text{RH}_2 + \text{O}^\cdot \rightarrow \text{RH}^\cdot + \text{OH}^-$.

Метаустойчивая смесь соединений, образующаяся в процессе фагоцитоза, является весьма эффективным средством уничтожения микроорганизмов, поскольку обладает множеством спонтанно реализующихся возможностей необратимого нарушения жизненно важных функций биополимеров микроорганизмов на уровне реакций передачи электронов. Метаустойчивые частицы с различными значениями электрохимического потенциала обладают универсальным спектром действия, т.е. способны оказывать повреждающее действие на все крупные систематические группы микроорганизмов (бактерии, микобактерии, вирусы, грибы, споры), не причиняя вреда клеткам тканей человека и других высших организмов, т.е. соматическим животным клеткам в составе многоклеточной системы.

Это обусловлено принципиальными отличиями в строении и условиях жизни клеток этих форм жизни. Клетки высших организмов в процессе жизнедеятельности, например, в оксигеназных реакциях функционирования цитохрома P-450, во время фагоцитоза при адгезии и обездвиживании микробных клеток, продуцируют и используют целый ряд высокоактивных оксидантов. Эти клетки обладают мощной химической системой антиоксидантной защиты, предотвращающей токсическое воздействие подобных веществ на жизненно важные клеточные структуры. Антиоксидантные свойства соматических клеток связаны с наличием мощной трехслойной липопротеидной оболочки, которая содержит обладающие электрондонорными свойствами диеновые конъюгаты (—C = C—) и сульфгидрильные группы (SH—). Микроорганизмы не имеют мощных систем антиоксидантной защиты с участием указанных химических групп.

Все соматические клетки животных организмов являются гетеротрофами: их трофика зависит от наличия во внеклеточной среде питательных компонентов: глюкозы, аминокислот, жирных кислот. Биологическое благополучие соматической клетки зависит от того места, которое она занимает в процессе распределения трофических функций всех элементов многоклеточной системы (клетка поддерживает клетку). Функции трофики животных клеток подчиняются закону взаимозаменяемости. Если трофика одной отдельной клетки нарушена, то это нарушение может быть скорректировано нейротрофическими регуляциями, эндокринными регуляциями, функцией соседних клеток, репаративными процессами, нутритивной функцией крови и т.д.

Все микробные клетки являются аутотрофами, и их питание зависит от их собственной энергетической активности, т.е. если ферментные процессы внутри микробной клетки подавлены, то это влечет за собой ее гибель, поскольку компенсаторные механизмы отсутствуют. Микробная клетка обеспечивает все свои трофические функции только за счет ферментных реакций. Взаимодействие между микробными клетками в среде их обитания не является компенсаторным, т.е. уязвимое место микробной клетки — это ее автономизм.

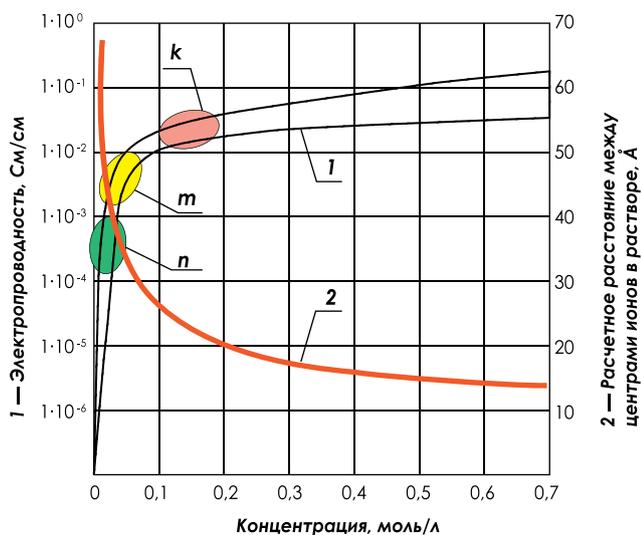


Рисунок 1. Зависимость удельной электропроводности и средних расстояний между ионами в растворах электролитов от концентрации.

Максимальное использование фундаментальных различий живых существ микро- и микробиологического мира явилось идеологической основой создания электрохимически активированных антимикробных растворов, вырабатываемых установками СТЭЛ.

Действующими веществами в анолите АНК является смесь пероксидных соединений (HO^\bullet — радикал гидроксила; HO_2^- — анион пероксида; $^1\text{O}_2$ — синглетный молекулярный кислород; O_2^- — супероксид-анион; O_3 — озон; O^\bullet — атомарный кислород) и хлоркислородных соединений (HClO — хлорноватистая кислота; ClO^\bullet — гипохлорит-ион; ClO^\bullet — гипохлорит-радикал; ClO_2 — диоксид хлора).

Подобная комбинация действующих веществ обеспечивает отсутствие адаптации микроорганизмов к биоцидному действию анолита АНК, а малая суммарная концентрация соединений активного кислорода и хлора гарантирует полную безопасность для человека и окружающей среды при его длительном применении.

Потеря антимикробных свойств анолитом АНК при хранении обусловлена реакциями взаимной нейтрализации большинства метастабильных хлоркислородных и гидропероксидных оксидантов, которые имеют тем большую скорость, чем выше общая минерализация анолита АНК. К реакциям такого типа, в частности, относятся процессы взаимодействия хлорноватистой кислоты с пероксидом водорода ($\text{HClO} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{HCl}$), пероксида водорода с озоном ($\text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_3 = 2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$) и ряд других. Исследования связи минерализации анолита с его физико-химическими свойствами проводились в течение нескольких лет.

На рис. 1 изображена общая зависимость электропроводности водных растворов различных неорганических электролитов — хлоридов, сульфатов, карбонатов, нитратов щелочных металлов, соответствующих кислот и оснований от их концентрации в водном растворе (кри-

вая 1). В разбавленных растворах электролитов (менее 0,1 моль/л) малые изменения концентрации растворенных веществ приводят к значительным сдвигам удельной электропроводности раствора, что свидетельствует о наличии большого количества молекул воды, не участвующих в формировании гидратных оболочек вокруг заряженных частиц (ионов). Для более концентрированных растворов электролитов (при концентрации более 0,1 моль/л), наоборот, наблюдается весьма небольшое изменение электропроводности при значительном изменении концентрации. Это свидетельствует о том, что гидратные оболочки, окружающие заряженные частицы в растворе, находятся в тесном взаимодействии друг с другом, и степень их взаимопроникновения возрастает с увеличением концентрации ионов электролитов. Эти представления проиллюстрированы кривой 2 на рис. 1, которая характеризует теоретически рассчитанные расстояния между центрами ионов электролитов в растворе в зависимости от их концентрации. Кривая 2 является своеобразным индикатором структурных свойств растворов.

Под структурой раствора понимают относительно устойчивую в пространстве и во времени упорядоченность в расположении взаимодействующих друг с другом растворенных частиц и молекул воды относительно произвольно выбранной частицы, отвечающую их наиболее вероятному распределению. Известен постулат об электронейтральности гидратированного иона, выдвинутый Л. Полингом, одним из крупнейших специалистов в теории химической связи. Согласно этому постулату, заряд иона перераспределяется по атомам водорода молекул воды, окружающих ион. Представления о донорно-акцепторном характере взаимодействия между ионом и молекулами воды общепризнаны. При гидратации иона происходит своеобразная нейтрализация и перераспределение его заряда по окружающим ион молекулам воды. Самое важное следствие из этого — возможность представить ион как своеобразную нейтральную частицу или как сложный атом с заполненными электронными орбиталями. Таким образом, ион в растворе можно уподобить атому благородного газа, имеющему то же число электронов и ту же массу. Такое представление, разработанное Г. А. Крестовым, позволило многое понять в сложных процессах превращения веществ при переходе их в раствор.

Перераспределение заряда иона оказывает влияние и на молекулы воды в области дальней гидратации. Вполне очевидно, что смещение части электронной плотности от молекул воды, ближайших к катиону, создает дефицит ее на этих молекулах, который частично будет покрываться смещением другой части электронной плотности от следующих молекул воды и т. д. Около анионов смещение части электронной плотности происходит в обратном направлении.

Причина этих смещений одна и та же: стремление достигнуть состояния равновесия, отвечающего минимуму энергии. Определяющими элементами структуры раствора являются координация молекул воды около рас-

творенной частицы, а также все виды взаимодействий. Тем же факторам подвластна и гидратация заряженных частиц в растворах. Структура раствора и гидратация частиц в нем оказываются тесно связанными друг с другом. При гидратации одноатомных незаряженных частиц, слабо взаимодействующих с молекулами воды, разрушение старых и образование новых надмолекулярных структур приводит к возникновению полостей в структуре воды, в которых эти частицы размещаются. При гидратации многоатомных незаряженных частиц структура воды дополнительно изменяется за счет вращательных степеней свободы заряженных частиц. А при гидратации заряженных частиц помимо этого происходит и формирование новых структур связанной воды. Таким образом, при гидратации изменяется как структура воды, так и структура самих реагентов. По существу, изменение свойств частиц при образовании раствора определяется их структурными изменениями, а следовательно, структура определяет энергию системы, стерические факторы, скорости процессов и состояние равновесия.

В процессе получения электрохимически активированного раствора важным является обеспечить гидратацию вновь образующихся ассоциатов высокозаряженных реагентов (соединений) непосредственно в диффузной части двойного электрического слоя электрода, т. е. в зоне, где напряженность электрического поля достигает нескольких миллионов вольт на сантиметр. При этом обеспечивается наибольшее направленное изменение структуры раствора.

В результате исследований было установлено, что чем меньше общая минерализация раствора оксидантов, тем отчетливее проявляется фактор метастабильности, фактор электрохимически активированной среды, определяющий успех и безопасность применения электрохимически активированного раствора.

Установки СТЭЛ первого поколения (типа СТЭЛ-10Н-120-01) обеспечивают получение анолита АНК, общая минерализация которого находится в пределах от 3 до 5 г/л при содержании оксидантов 500 мг/л. Эта область на кривой 1 (рис. 1) обозначена буквой **m** и выделена желтым цветом. Практически все растворы дезинфицирующих веществ, включая гипохлоритные, а также растворы из установок, имитирующих установки СТЭЛ и называемые их «авторами» «электрохимически активированными» (как, например, полученные в зарегистрированных в России установках «Карат») находятся на кривой 1 в области **k**, отмеченной красным цветом, т. е. фактически являются неактивированными. Даже если они и произведены по описанной выше технологии синтеза анолита АНК, то очень быстро, в течение нескольких десятков минут, теряют активность, превращаясь в соленый раствор гипохлорита и хлорноватистой кислоты. Конечно, такой раствор является антимикробным, но в отличие от электрохимически ак-

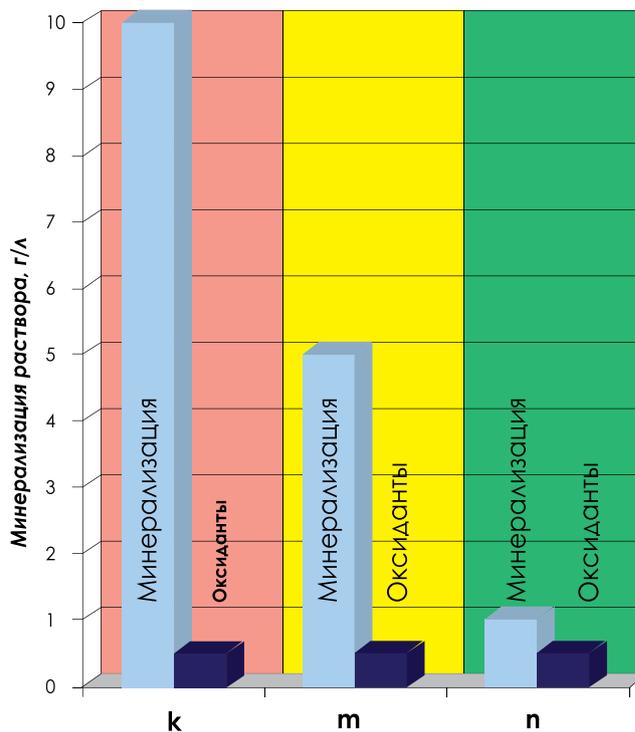


Рисунок 2. Характерные для областей k, m и n (на рис. 1) соотношения общей минерализации электрохимически синтезированных растворов с концентрацией оксидантов, одинаковой для всех этих растворов (500 мг/л).

тивированного, не обладает спороцидной активностью, имеет характерный запах хлора и при использовании для дезинфекции воды образует побочные продукты хлорирования, в частности, хлороформ.

Анолит АНК из установок СТЭЛ-АНК-ПРО на кривой 1 «электропроводность — концентрация» располагается в области **n**, отмеченной зеленым цветом. Малая общая минерализация этого анолита при высоком удельном содержании оксидантов обуславливает высокую устойчивость существующих в растворе молекулярных комплексов с водородной связью, компонентами которых могут быть не только молекулы в основном состоянии, но и ионы, свободные радикалы, молекулы в возбужденном состоянии (эксиплексы), которые в свою очередь гидратируются (явление дальней гидратации), превращаясь в электронейтральные аквакомплексы.

Повышение устойчивости аквакомплексов и снижение плотности заряда метастабильных частиц тем заметнее, чем меньше концентрация ионов в растворе.

На диаграмме (рис. 2) приведены соотношения общей минерализации растворов хлоркислородных соединений при равных концентрациях оксидантов, соответствующие отмеченным цветом областям на рис. 1. Электрохимически синтезированные растворы с избытком соли сушат и раздражают кожу. При дезинфекции твердых поверхностей соль, содержащаяся в растворах, остается после их высыхания на обрабатываемых поверхностях и накапливается во времени. Слой соли на поверхности, будучи гигроскопичным, сорбирует влагу из воздуха. Такая поверхность становится влажной — «потеет»,

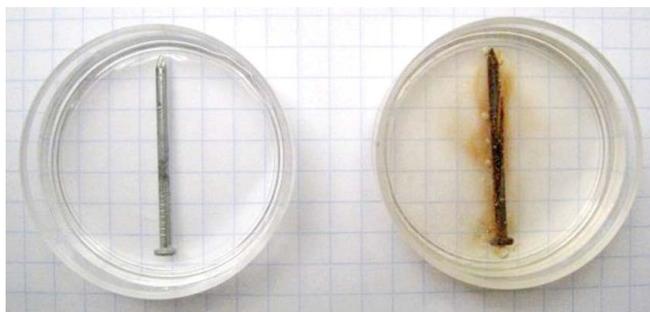


Рисунок 3. Сравнение коррозионной активности анолита АНК, произведенного в установке типа СТЭЛ-10Н-120-01, с концентрацией оксидантов 500 мг/л и общей минерализацией 5 г/л (фото справа) и анолита АНК, произведенного установкой типа СТЭЛ-АНК-ПРО, с концентрацией оксидантов 500 мг/л и общей минерализацией 1,2 г/л (фото слева) через 25 часов после начала эксперимента.

а влажные поверхности, как известно, — благоприятная среда для роста микроорганизмов. В большей мере сказанное относится к растворам гипохлоритов, поскольку их обычно применяют в концентрациях в десятки раз более высоких, нежели электрохимически активированные растворы. Наличие хлоридов повышает химическую коррозию металлов, в частности, металлического оборудования в медицинской и пищевой промышленности, равно как и металлических трубопроводов, применяемых для транспортировки воды к потребителю. Увели-

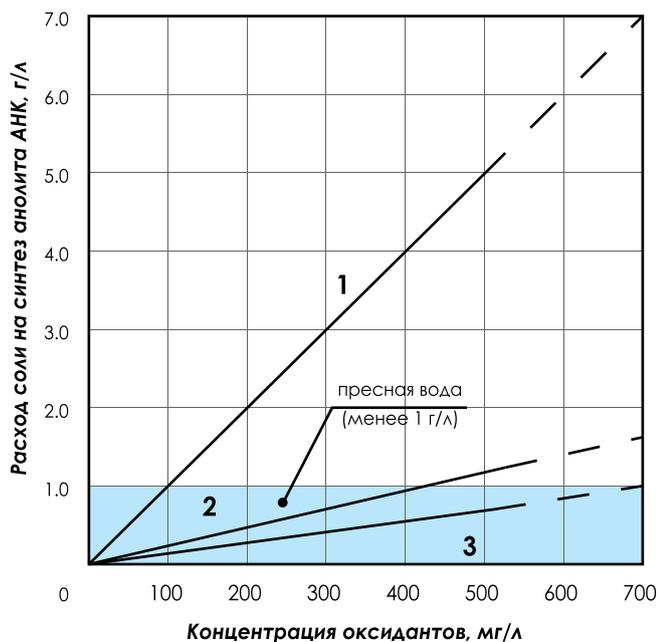


Рисунок 4. Соотношение количества соли, расходуемой для синтеза одного литра анолита АНК, и концентрации оксидантов в анолите АНК, получаемого в установках СТЭЛ.

1 — анолит АНК первого поколения, получаемый в установках типа СТЭЛ-10Н-120-01. Соотношение расхода соли к концентрации оксидантов: 5,0: 0,5 = 10. Балластных веществ приблизительно в десять раз больше, чем АДВ; 2 — анолит АНК второго поколения, получаемый в установках типа СТЭЛ-АНК-ПРО. Соотношение расхода соли к концентрации оксидантов: 1,0: 0,5 = 2. Балластных веществ приблизительно столько же, сколько АДВ; 3 — анолит АНК третьего поколения, получаемый в установках типа СТЭЛ-АНК-СУПЕР. Соотношение расхода соли к концентрации оксидантов: 0,6: 0,5 ≈ 1. Балластные вещества отсутствуют.

чение концентрации соли в электрохимически активированном анолите способствует смещению равновесия в сторону образования молекулярного хлора, увеличивая тем самым коррозионную активность раствора, его разрушающее воздействие на полимерные материалы, металлы, придает раствору характерный хлорный запах.

Напротив, уменьшение содержания соли в электрохимически активированном анолите приводит к увеличению доли реакций образования активного кислорода в процессе электрохимического синтеза, значительно уменьшению коррозионной способности раствора, уменьшению, вплоть до полного исчезновения, хлорного запаха. Сопоставление результатов исследования анолитов АНК различной минерализации показывает преимущество низкоминерализованных растворов в предотвращении биохимической коррозии. Это обусловлено, прежде всего, синергическим эффектом антимикробного воздействия хлорноватистой кислоты на фоне окислительной активности растворенного кислорода и приводит к удалению старых биоотложений, а также к предотвращению роста новых биопленок при одновременном снижении коррозии и биокоррозии.

На пути совершенствования анолита АНК решались задачи усиления антимикробной активности при одновременном снижении коррозионной способности, уменьшении содержания балластных веществ (хлорида натрия), уменьшении запаха хлоркислородных соединений от слабого до исчезающе слабого, увеличении времени хранения анолита АНК без потери свойств. Для решения этих задач были использованы оригинальные теоретические и экспериментальные исследования, основанные на фундаментальных принципах теории растворов, неравновесной термодинамики, химии пероксидных соединений, кинетики электрохимических реакций.

Однако постепенное приближение к «идеальному» анолиту происходило по главному пути: уменьшению его общей минерализации при сохранении неизменной концентрации оксидантов.

В 2011 году была создана установка «СТЭЛ-АНК-СУПЕР», которая позволяет получать анолит АНК со свойствами, максимально приближенными к идеальным, и дальнейшее улучшение которых не представляется в настоящее время возможным из-за ограничений, обусловленных физической природой метастабильных соединений (АДВ). Этот анолит АНК, названный авторами «Анолит АНК СУПЕР», является наиболее совершенным продуктом этого типа, поскольку содержание балластных ионов хлорида натрия в нем намного меньше концентрации оксидантов или совсем отсутствует. Это обстоятельство придает «Анолиту АНК СУПЕР» целый ряд новых свойств, которые не проявляют анолиты первых двух поколений. В частности, коррозионная способность «Анолита АНК СУПЕР» выражена намного слабее, чем анолита АНК второго поколения, полученного в установке СТЭЛ-АНК-ПРО, не говоря уж об анолите АНК первого поколения из установки СТЭЛ-10Н-120-01, что наглядно показано на рис. 3.

Анолит АНК СУПЕР обладает очень хорошей моющей способностью, имеет весьма слабо выраженный запах хлор-кислородных оксидантов, активно реагирует с этиловым спиртом, превращая его в надуксусную кислоту, не оставляет следов на гладкой поверхности после высыхания.

Оперативно оценить качество электрохимически активированных растворов несложно. Достаточно опустить в анолит зонд кондуктометра, чтобы узнать концентрацию растворенных ионов электролитов и сопоставить эту величину с показателем концентрации оксидантов, определенной любым стандартным методом. При этом можно воспользоваться графически изображенными соотношениями концентрации оксидантов и общей минерализации для анолитов трех поколений, показанными на рис. 4. Такая проверка является актуальной, поскольку в России действуют довольно большое количество компаний, которые предлагают лечебным учреждениям электрохимические установки с разнообразными названиями производимых ими растворов, но с обязательным пояснением, что предлагаемый к применению раствор является полным аналогом анолита АНК, но дешевле, а потому более выгоден, равно как и установка, его производящая. Одним из поводов, ставших причиной написания этой статьи, явилась информация о предлагаемой к закупке на аукционе установки, производящей нейтральный анолит с минерализацией от 3 до 20 (!!!) граммов в литре. Объективная оценка качества анолита путем сопоставления общей минерализации с концентрацией оксидантов позволит потребителям быстро оценить качество предлагаемого раствора, даже если он снабжен регистрационным удостоверением Роспотребнадзора.

С начала 2011 года все разработки В. М. Бахира и его коллег, включая как защищенные патентами, так и ноу-хау, передаются исключительно в компанию ООО «ДЕЛ-ФИН АКВА». Любые другие компании или физические лица, заявляющие, что производят продукцию по технологии Бахира, вводят потребителей в заблуждение.

В заключение можно сказать следующее. Анолит АНК давно сертифицирован под различными торговыми названиями во многих странах (более 30), давно включен в Европейский перечень средств, разрешенных для обработки эндоскопов (European Society of Gastrointestinal Endoscopy Nurses and Associates, ESGE Guidelines Committee). Анолит АНК, который производится в установках, снабженных разработанными российскими изобретателями реакторами, давно и успешно используется в Голландии для обеззараживания питьевой воды (имеется сертификат), в США для повышения сохранности пищевых продуктов (зелени на прилавках магазинов, мяса, рыбы, морепродуктов). Сфера применения электрохимически активированных растворов постоянно расширяется [33–71]. Главным отличием электрохимически активированных растворов оксидантов от обычных растворов хлора, гипохлорита натрия, пероксида водорода, диоксида хлора является то, что в них длительное время могут сосуществовать

вещества-антагонисты, которые в обычных растворах вступают в реакции нейтрализации и взаимоуничтожаются. Так же быстро они исчезают и в растворах с повышенной минерализацией.

Эти растворы давно используются в стоматологической практике Швейцарии, Бельгии для дезинфекции корневых каналов. На японских машинах стерилизация эндоскопов производится в течение одной минуты анолитом с концентрацией 100 мг/л. Спрашивается, почему? Да потому что перед стерилизацией эндоскоп очищают от белковых загрязнений мощным раствором. На вопрос одного из авторов, почему нормы времени и концентрации анолитов завышаются в 5–10 раз, ответственный за разрешительную документацию по дезсредствам чиновник ответил: в расчете на нашу реальную практику. Исследователи в зарубежных странах относят к главным параметрам анолита АНК содержание оксидантов, диапазон pH, общую минерализацию и содержание хлоратов. В наших же регистрационных документах мы по-прежнему говорим об опасности хлора и оцениваем время и концентрацию по реальной практике девяностых годов.

В Турции, США, Корее, Японии и многих других странах анолит используется для лечения гнойных ран, пролежней, других кожных заболеваний. А в России закончилось действие фармстатьи на анолит АНК. Интересно, чиновники от Минздрава и вправду думают, что с окончанием срока действия фармстатьи на препарат он перестал быть эффективным?

Людвиг Ван Бетховен сказал когда-то: «Человек, помоги себе сам». Трансформируя эту емкую фразу к частному вопросу данной статьи, можно сказать, что если мы и дальше будем по формальному признаку дешевизны выбирать дезсредства, то никогда не сможем помочь ни себе, ни будущим поколениям.

Список литературы

1. Who says electricity and water don't mix? Monsanto Enviro-Chem Systems, Inc., 1997, 8 pages.
2. Бахир В. М., Атаджанов А. Р., Мамаджанов У. Д., Алехин С. А., Мариампольский Н. А., Наджимитдинов А. Х., Активированные вещества. Некоторые вопросы теории и практики // Изв. АН УзССР. Сер. техн. наук, 1981, № 5.
3. Бахир В. М., Кирпичников П. А., Лиакумович А. Г., Спектор Л. Е., Мамаджанов У. Д. Механизм изменения реакционной способности активированных веществ // Изв. АН УзССР. Сер. техн. наук. 1982, № 4. — С. 70–74.
4. Бахир В. М., Спектор Л. Е., Мамаджанов У. Д. Физическая природа явлений активации веществ // Изв. АН УзССР. Сер. техн. наук. 1983, № 1.
5. Кирпичников П. А., Бахир В. М., Гамер П. У., Добренев Г. А., Лиакумович А. Г., Фридман Б. С., Агаджанян С. И. О природе электрохимической активации сред // Доклады АН СССР. 1986. Т. 286. № 3, с. 663–666.
6. Бахир В. М. Электрохимическая активация. — М.: ВНИИ мед. техники, 1992. — 2 ч. — 657 с; — ил.
7. Прилуцкий В. И., Бахир В. М. Электрохимически активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия. — М.: ВНИИИМТ, 1997. — 228 с; — ил.
8. Бахир В. М. Медико-технические системы и технологии для синтеза электрохимически активированных растворов. — М., ВНИИИМТ, 1998. — 66 с; — ил.

9. Бахир В. М., Задорожний Ю. Г., Леонов Б. И., Паничева С. А., Прилуцкий В. И., Сухова О. И. Электрохимическая активация: история, состояние, перспективы. — М.: ВНИИИМТ, 1999. — 256 с.; — ил.
10. Бахир В. М. Современные технические электрохимические системы для обеззараживания, очистки и активирования воды. — М.: ВНИИИМТ, 1999. — 84 с.; — ил.
11. Леонов Б. И., Прилуцкий В. И., Бахир В. М. Физико-химические аспекты биологического действия электрохимически активированной воды. — М.: ВНИИИМТ, 1999. — 244 с.; — ил.
12. Бахир В. М., Задорожний Ю. Г., Леонов Б. И., Паничева С. А., Прилуцкий В. И. Электрохимическая активация: очистка воды и получение полезных растворов. — М.: ВНИИИМТ, 2001. — 176 с.; — ил.
13. Бахир В. М., Задорожний Ю. Г., Леонов Б. И., Паничева С. А., Прилуцкий В. И. Электрохимическая активация: универсальный инструмент зеленой химии. — М.: «Маркетинг Саппорт Сервисиз», 2005. — 176 с.; — ил.
14. Бахир В. М., Леонов Б. И., Прилуцкий В. И., Шомовская Н. Ю. Проблемы дезинфекции: химические средства и современная медицинская техника, Здравоохранение и медицинская техника. — 2003. — № 3 — С. 25–27.
15. Прилуцкий В. И., Бахир В. М., Шомовская Н. Ю. Дезинфицирующие средства: эффективность, безопасность, экология, Экология и промышленность России. — 2003. — октябрь — С. 31–34.
16. Вахидов В. В., Мамаджанов У. Д., Касымов А. Х., Бахир В. М., Алевин С. А., Исакова Х. И., Байбеков И. М., Овчинников И. В., Мариампольский Н. А., Гончаров П. В. Способ получения жидкости с биологически активными свойствами. Авторское свидетельство СССР, № 1121905, 1981.
17. Вахидов В. В., Мамаджанов У. Д., Касымов А. Х., Бахир В. М., Алевин С. А., Исакова Х. И., Байбеков И. М., Овчинников И. В., Мариампольский Н. А., Гончаров П. В. Способ получения жидкости с биологически активными свойствами. Авторское свидетельство СССР, № 1121906, 1981.
18. Вахидов В. В., Мамаджанов У. Д., Касымов А. Х., Бахир В. М., Алевин С. А., Исакова Х. И., Байбеков И. М., Овчинников И. В., Мариампольский Н. А., Гончаров П. В. Способ получения жидкости с биологически активными свойствами. Авторское свидетельство СССР, № 1121907, 1981.
19. V. M. Bakhir, Y. G. Zadorozhny. The Electrochemical treatment of water and device for electrochemically treating water. Британский патент GB 2253860. Заявлен 12.03.91, опубликован 23.09.1992. Элемент ПЭМ-1 и первый вариант технологической схемы установки СТЭЛ для получения анолита А и католита К.
20. Бахир В. М., Задорожний Ю. Г., Леонов Б. И., Веденков В. Г. Устройство для электрохимической обработки воды. Патент РФ № 2038322. Заявлен 03.04.1992, опубликован 27.06.1995. Установка СТЭЛ для получения электрохимически активированных стерилизующих, дезинфицирующих и моющих растворов — анолитов А, АН, католита К. Данное техническое решение реализовано в установке СТЭЛ-МТ-1.
21. Технические условия ТУ 42–2–665–92: Установка для получения моющего, дезинфицирующего и стерилизующего нейтральных растворов СТЭЛ-МТ-1. М., ВНИИИМТ, 1992 г.
22. Методические указания по применению электрохимически активированного раствора хлорида натрия (нейтральный анолит), вырабатываемого в установке СТЭЛ-МТ-1 для целей дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации. Номер регистрации Госкомсанэпиднадзора РФ 01–19/15–11 от 16.09.1992. — 27 с.
23. Бахир В. М., Задорожний Ю. Г., Барабаш Т. Б. Устройство для получения моющих и дезинфицирующих растворов. Патент РФ № 2076847. Заявлен 7.03.1995, опубликован 10.04.1997 г. Установка для получения электрохимически активированного стерилизующего, дезинфицирующего и моющего раствора (анолита АН) типа СТЭЛ, технологический процесс, характерной особенностью которого являются операции ввода в электродные камеры реактора электролизных газов, выделенных из растворов на выходе электродных камер этого же реактора.
24. Бахир В. М., Задорожний Ю. Г., Барабаш Т. Б. Устройство для получения моющих и дезинфицирующих растворов. Патент РФ № 2079575. Заявлен 31.05.1995, опубликован 20.05.1997. Установка СТЭЛ для получения электрохимически активированного стерилизующего, дезинфицирующего и моющего раствора (анолита АН), технологический процесс, характеризующийся вводом воздуха в исходный раствор.
25. Бахир В. М., Задорожний Ю. Г., Барабаш Т. Б. Устройство для электрохимической обработки воды. Свидетельство РФ на полезную модель № 3601. Заявлено 27.11.1995, опубликовано 16.02.1997. Установка СТЭЛ для получения электрохимически активированного стерилизующего, дезинфицирующего и моющего раствора (анолита АН), снабженная устройствами для экономии расхода соли, снижения минерализации анолита, повышения стабильности работы.
26. Бахир В. М., Задорожний Ю. Г., Барабаш Т. Б. Устройство для получения моющих и дезинфицирующих растворов. Патент РФ № 2088539. Заявлен 31.05.1995, опубликован 27.08.1997. Установка СТЭЛ для получения электрохимически активированного стерилизующего, дезинфицирующего и моющего раствора (анолита АН), технологический процесс, включающий катодную обработку исходного раствора, отделение части католита и пузырьков водорода с прилипшими частицами гидроксидов тяжелых металлов, последующую анодную обработку католита.
27. Bakhir V. M., Zadorozhny J. G. Apparatus for Electrochemical Treatment of Water and/or Water Solutions, USA Patent № 5628888, Publication Date 13.05.1997, Assignee: Rscecat, USA, Inc., Las Vegas, Nev. Установка СТЭЛ для получения электрохимически активированного стерилизующего, дезинфицирующего и моющего раствора (анолита АН), технологический процесс получения анолита АН.
28. Bakhir V. M., Zadorozhny J. G., Barabash T. B., Apparatus for Electrochemical Treatment of Water and/or Water Solutions, USA Patent № 5871623, Publication Date 16.02.1999, Assignee: Rscecat, USA, Inc., Las Vegas, Nev. Установка СТЭЛ для получения электрохимически активированного стерилизующего, дезинфицирующего и моющего раствора (анолита АН), технологический процесс получения анолита АН.
29. Bakhir V. M., Zadorozhny J. G. Apparatus for Electrochemical Treatment of Water and/or Water Solutions, International Application Published Under PCT № WO 98/50309, International Filing Date 6.05.1997, International Publication Date 12.11.1998, Applicant Bakhir V. M. Установка СТЭЛ для получения электрохимически активированного стерилизующего, дезинфицирующего и моющего раствора (анолита АН), технологический процесс получения анолита АН.
30. Бахир В. М., Задорожний Ю. Г., Барабаш Т. Б., Устройство для электрохимической обработки воды и водных растворов. Патент РФ № 95110168, приоритет 30.06.1995. Установка для получения электрохимически активированного стерилизующего, дезинфицирующего и моющего раствора (анолита АН) типа СТЭЛ-НЕПТУН, гидравлическая схема которой включает четыре проточных диафрагменных электрохимических реактора.
31. Арчаков А. И., Карузина И. И. Окисление чужеродных соединений и проблемы токсикологии // Вестник АМН СССР, 1988. — № 1. — С. 14–28.
32. Арчаков А. И. Микросомальное окисление. — М.: Наука, — 1975. — 327 с.
33. Electrolyzed Water and Its Application in the Food Industry. Authors: Hricova, D.; Stephan, R.; Zweifel, C. Source: Journal of Food Protection®, Volume 71, Number 9, September 2008, pp. 1934–1947 (14).
34. Effect of Electrolyzed Water for Reduction of Foodborne Pathogens on Lettuce and Spinach Authors: Park, E.— J.; Alexander, E.; Taylor, G.A.; Costa, R.; Kang, D.— H.
35. Source: Journal of Food Science, Volume 73, Number 6, August 2008, pp. M268-M272 (1).
36. Shelf Life of Semifried Tuna Slices Coated with Essential Oil Compounds after Treatment with Anodic Electrolyzed NaCl Solution. Authors: Abou-Taleb, Mohamed; Kawai, Yuji. Source: Journal of Food Protection®, Volume 71, Number 4, April 2008, pp. 770–774 (5).
37. Effect of Acidified Sodium Chlorite, Chlorine, and Acidic Electrolyzed Water on Escherichia coli O157: H7, Salmonella, and Listeria monocytogenes Inoculated onto Leafy Greens. Authors: Stopforth, J.D.; Mai, T.; Koftapalli, B.; Samadpour, M. Source: Journal of Food Protection®, Volume 71, Number 3, March 2008, pp. 625–628 (4).
38. Antimicrobial Effect of Electrolyzed Oxidizing Water against Escherichia coli O157: H7 and Listeria monocytogenes on Fresh Strawberries (Fragaria x ananassa). Authors: Udompittikul, P.; Daeschel, M.A.; Zhao, Y. Source: Journal of Food Science, Volume 72, Number 9, November/December 2007, pp. M397-M406 (1).
39. Electrolytic reduction improves treatability of humic acids containing water streams. Authors: Satyawali, Yamini; Van de Wiele, Tom; Saveyn, Hans; Van der Meeren, Paul; Verstraete, Willy. Source: Journal of Chemical Technology & Biotechnology, Volume 82, Number 8, August 2007, pp. 730–737 (8).

40. Less-oxidative hemodialysis solution rendered by cathode-side application of electrolyzed water. Authors: NAKAYAMA, Masaaki; KABAYAMA, Shigeru; TERAWAKI, Hiroyuki; NAKAYAMA, Keisuke; KATO, Kiyoshi; SATO, Toshinobu; ITO, Sadayoshi. Source: *Hemodialysis International*, Volume 11, Number 3, July 2007, pp. 322–327 (6).
41. Effect of pH on the Taste of Alkaline Electrolyzed Water. Authors: Koseki, M.; Tanaka, Y.; Noguchi, H.; Nishikawa, T. Source: *Journal of Food Science*, Volume 72, Number 5, June/July 2007, pp. S298–S302 (1).
42. Efficacy of Neutral Electrolyzed Water To Inactivate *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Staphylococcus aureus* on Plastic and Wooden Kitchen Cutting Boards. Authors: Deza, M.A.; Araujo, M.; Garrido, M. J. Source: *Journal of Food Protection*®, Volume 70, Number 1, January 2007, pp. 102–108 (7).
43. Rinsing effect of alkaline electrolyzed water on nickel surfaces. Authors: Takenouchi, Toshikazu; Wakabayashi, Shin-ichi. Source: *Journal of Applied Electrochemistry*, Volume 36, Number 10, October 2006, pp. 1127–1132 (6).
44. Electrolyzed-reduced water protects against oxidative damage to DNA, RNA, and protein. Authors: Lee, Mi; Kim, Yoon; Ryoo, Kun; Lee, Yoon; Park, Eun. Source: *Applied Biochemistry and Biotechnology*, Volume 135, Number 2, June 2006, pp. 133–144 (12).
45. Effect of acidic electrolyzed water on the viability of bacterial and fungal plant pathogens and on bacterial spot disease of tomato. Authors: Abbasi, P. A.; Lazarovits, G. Source: *Canadian Journal of Microbiology*, Volume 52, Number 10, 1 October 2006, pp. 915–923 (9).
46. Dual-phasic inactivation of *Escherichia coli* O157: H7 with peroxyacetic acid, acidic electrolyzed water and chlorine on cantaloupes and fresh-cut apples. Authors: WANG, HUA; FENG, HAO; LUO, YAGUANG. Source: *Journal of Food Safety*, Volume 26, Number 4, November 2006, pp. 335–347 (13).
47. Efficacy of Electrolyzed Water in the Inactivation of Planktonic and Biofilm *Listeria monocytogenes* in the Presence of Organic Matter. Authors: Ayebah, Beatrice; Hung, Yen-Con; Kim, Chyer; Frank, Joseph F. Source: *Journal of Food Protection*®, Volume 69, Number 9, September 2006, pp. 2143–2150 (8).
48. Use of Electrolyzed Water Ice for Preserving Freshness of Pacific Saury (*Cololabis saira*). Authors: Kim, Won-Tae; Lim, Yeong-Seon; Shin, Il-Shik; Park, Hoon; Chung, Donghwa; Suzuki, Tetsuya. Source: *Journal of Food Protection*®, Volume 69, Number 9, September 2006, pp. 2199–2204 (6).
- 49.
50. Effects of Ultrasound, Irradiation, and Acidic Electrolyzed Water on Germination of Alfalfa and Broccoli Seeds and *Escherichia coli* O157: H7. Authors: Kim, Hyun Jung; Feng, Hao; Kushad, Mosbah M.; Fan, Xuetong. Source: *Journal of Food Science*, Volume 71, Number 6, August 2006, pp. M168–M173 (1).
51. Effects of Electrolyzed Oxidizing Water Treatment on Reducing *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* in Raw Oysters. Authors: Ren, Tingting; Su, Yi-Cheng. Source: *Journal of Food Protection*®, Volume 69, Number 8, August 2006, pp. 1829–1834 (6).
52. Susceptibility of *Penicillium expansum* Spores to Sodium Hypochlorite, Electrolyzed Oxidizing Water, and Chlorine Dioxide Solutions Modified with Nonionic Surfactants. Authors: Okull, Derrick O.; Demirci, Ali; Rosenberger, Dave; LaBorde, Luke F. Source: *Journal of Food Protection*®, Volume 69, Number 8, August 2006, pp. 1944–1948 (5).
53. Electrolyzed Oxidizing Anode Water as a Sanitizer for Use in Abattoirs. Authors: Bach, S.J.; Jones, S.; Stanford, K.; Ralston, B.; Milligan, D.; Wallins, G.L.; Zahiroddini, H.; Stewart, T.; Giffen, C.; McAllister, T. A. Source: *Journal of Food Protection*®, Volume 69, Number 7, July 2006, pp. 1616–1622 (7).
54. Change of Hygienic Quality and Freshness in Tuna Treated with Electrolyzed Water and Carbon Monoxide Gas during Refrigerated and Frozen Storage. Authors: Huang, Yu-Ru; Shiau, Chyuan-Yuan; Hung, Yen-Con; Hwang, Deng-Fwu. Source: *Journal of Food Science*, Volume 71, Number 4, May 2006, pp. M127–M133 (1).
55. Electrolyzed Reduced Water Supplemented with Platinum Nanoparticles Suppresses Promotion of Two-stage Cell Transformation. Authors: Nishikawa, Ryuhei; Teruya, Kiichiro; Katakura, Yoshinori; Osada, Kazuhiro; Hamasaki, Takeki; Kashiwagi, Taichi; Komatsu, Takaaki; Li, Yuping; Ye, Jun; Ichikawa, Akira; Otsubo, Kazumichi; Morisawa, Shinkatsu; Xu, Qianghua; Shirahata, Sanetaka. Source: *Cytotechnology*, Volume 47, Numbers 1–3, January 2005, pp. 97–105 (9).
56. Enhancing the Bactericidal Effect of Electrolyzed Water on *Listeria monocytogenes* Biofilms Formed on Stainless Steel. Authors: Ayebah, Beatrice; Hung, Yen-Con; Frank, Joseph F. Source: *Journal of Food Protection*®, Volume 68, Number 7, July 2005, pp. 1375–1380 (6).
57. Efficacy of Ozonated and Electrolyzed Oxidative Waters To Decontaminate Hides of Cattle before Slaughter. Authors: Bosilevac, Joseph M.; Shackelford, Steven D.; Brichta, Dayna M.; Koohmaraie, Mohammad. Source: *Journal of Food Protection*®, Volume 68, Number 7, July 2005, pp. 1393–1398 (6).
58. Efficacy of Electrolyzed Water in Inactivating *Salmonella Enteritidis* and *Listeria monocytogenes* on Shell Eggs. Authors: Park, Chung-Myeon; Hung, Yen-Con; Lin, Chyi-Shen; Brackett, Robert E. Source: *Journal of Food Protection*®, Volume 68, Number 5, May 2005, pp. 986–990 (5).
59. Efficacy of Acidic Electrolyzed Water Ice for Pathogen Control on Lettuce. Authors: Shigenobu Koseki; Seiichiro Isobe; Kazuhiko Itoh. Source: *Journal of Food Protection*®, Volume 67, Number 11, November 2004, pp. 2544–2549 (6).
60. Effects of Water Source, Dilution, Storage, and Bacterial and Fecal Loads on the Efficacy of Electrolyzed Oxidizing Water for the Control of *Escherichia coli* O157: H7. Authors: S.M.L. Stevenson; S. R. Cook; S. J. Bach; T.A. McAllister. Source: *Journal of Food Protection*®, Volume 67, Number 7, 1 July 2004, pp. 1377–1383 (7).
61. Efficacy of electrolyzed acid water in reprocessing patient-used flexible upper endoscopes: Comparison with 2% alkaline glutaraldehyde. Authors: LEE, JUN HAENG; RHEE, POONG-LYUL; KIM, JEONG HWAN; KIM, JAE J; PAIK, SEUNG WOON; RHEE, JONG CHUL; SONG, JAE-HOON; YEOM, JOON SUP; LEE, NAM YONG. Source: *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, Volume 19, Number 8, August 2004, pp. 897–903 (7).
62. Efficacy of Acidic Electrolyzed Water for Microbial Decontamination of Cucumbers and Strawberries. Authors: Koseki S.; Yoshida K.; Isobe S.; Itoh K. Source: *Journal of Food Protection*®, Volume 67, Number 6, 1 June 2004, pp. 1247–1251 (5).
63. The Bactericidal Effects of Electrolyzed Oxidizing Water on Bacterial Strains Involved in Hospital Infections. Authors: Vorobjeva N. V.; Vorobjeva L. I.; Khodjaev E. Y. Source: *Artificial Organs*, Volume 28, Number 6, June 2004, pp. 590–592 (3).
64. Endoscope contamination from HBV- and HCV-positive patients and evaluation of a cleaning/disinfecting method using strongly acidic electrolyzed water. Authors: Sakurai, Yukihiko; Nakatsu, Masami; Sato, Yuko; Sato, Kinuko. Source: *Digestive Endoscopy*, Volume 15, Number 1, January 2003, pp. 19–24 (6).
65. Reduced hemodialysis-induced oxidative stress in end-stage renal disease patients by electrolyzed reduced water. Authors: Huang, Kuo-Chin; Yang, Chih-Ching; Lee, Kun-Tai; Chien, Chiang-Ting. Source: *Kidney International*, Volume 64, Number 2, August 2003, pp. 704–714 (11).
66. Efficacy of Electrolyzed Oxidizing Water in Inactivating *Salmonella* on Alfalfa Seeds and Sprouts. Authors: Kim Chyer; Hung Yen-Con; Brackett Robert E.; Lin Chyi-Shen. Source: *Journal of Food Protection*®, Volume 66, Number 2, 1 February 2003, pp. 208–214 (7).
67. Inactivation of *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella enteritidis* and *Listeria monocytogenes* on the surface of tomatoes by neutral electrolyzed water. Authors: Deza M. A.; Araujo M.; Garrido M. J. Source: *Letters in Applied Microbiology*, Volume 37, Number 6, December 2003, pp. 482–487 (6).
68. Reduction of *Salmonella enterica* on Alfalfa Seeds with Acidic Electrolyzed Oxidizing Water and Enhanced Uptake of Acidic Electrolyzed Oxidizing Water into Seeds by Gas Exchange. Authors: Stan S. D.; Daeschel M. A. Source: *Journal of Food Protection*®, Volume 66, Number 11, 1 November 2003, pp. 2017–2022 (6).
69. Treatment of *Escherichia coli* O157: H7 inoculated alfalfa seeds and sprouts with electrolyzed oxidizing water. Authors: Sharma R. R.; Demirci A. Source: *International Journal of Food Microbiology*, Volume 86, Number 3, 15 September 2003, pp. 231–237 (7).
70. Effectiveness of Electrolyzed Acidic Water in Killing *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella Enteritidis*, and *Listeria monocytogenes* on the Surfaces of Tomatoes. Author: Wilhelmsen E. Source: *Journal of Food Protection*®, Volume 66, Number 9, 1 September 2003, pp. 1540–1540 (1).
71. Stability of Electrolyzed Oxidizing Water and Its Efficacy against Cell Suspensions of *Salmonella Typhimurium* and *Listeria monocytogenes*. Authors: Fabrizio K. A.; Cutter C. N. Source: *Journal of Food Protection*®, Volume 66, Number 8, 1 August 2003, pp. 1379–1384 (6).
72. Strongly acidic electrolyzed water: valuable disinfectant of endoscopes. Authors: AKURAI Y.S.; OBAYASHI I. K. Source: *Digestive Endoscopy*, Volume 14, Number 2, April 2002, pp. 61–66 (6).



«Холодное пламя», уничтожающее микрорганизмы



АНОЛИТ АНК СУПЕР*

Экологически чистое дезинфицирующее, стерилизующее средство, эффективное против всех микроорганизмов

разрешен к применению
в медицине, пищевой про-
мышленности, агропромыш-
ленном комплексе, ЖКХ*

- применяется в присутствии людей и животных
- эффективен против всех вирусов, грибов, спор, бактерий, включая особо опасные инфекции
- не вызывает привыкания микроорганизмов, не требует периодической замены
- удаляет биопленки и препятствует их образованию
- не требует ополаскивания
- обладает минимальной коррозионной активностью
- после применения самодеградирует до исходной воды, при высыхании не оставляет следов на поверхностях
- срок годности: до 6 месяцев

Активно действующие вещества	хлоркислородные и гидропероксидные оксиданты
Концентрация активно действующих веществ	500 ± 50 мг/л
Общая минерализация	менее 0,9 г/л
pH	5,0 ÷ 6,5

* 1. Свидетельство о государственной регистрации № RU.77.99.88.002.E.006350.08.13 от 01.08.2013 года дезинфицирующего средства Анолит АНК СУПЕР, вырабатываемого установками серии СТЭЛ-АНК-СУПЕР производства ООО «Делфин Аква».
2. Инструкции по применению дезинфицирующего средства Анолит АНК СУПЕР в медицине, пищевой промышленности, агропромышленном комплексе, согласованные и утвержденные в установленном порядке отраслевыми НИИ и ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора.
3. Сертификат соответствия (соответствие требованиям технического регламента о безопасности машин и оборудования) № С-RU.МТ42.В.12215 установок серии СТЭЛ-АНК-СУПЕР производства ООО «Делфин Аква» для получения дезинфицирующего, моющего и стерилизующего раствора – Анолита АНК СУПЕР.
4. Заключение Департамента лекарственного обеспечения и регулирования обращения медицинских изделий Минздрава России №2073738/25-3 от 19.07.2013 года о нераспространении понятия «медицинские изделия» на установки серии СТЭЛ-АНК-СУПЕР производства ООО «Делфин Аква».



www.vbinstitute.ru
www.delfin-aqua.com | +7 (495) 993 46 46

