

**В. И. Прилуцкий
С. А. Паничева
В. Г. Паничев
В. М. Бахир**

Анолит АНК СУПЕР: путь совершенствования



**Москва
2020**

АНОЛИТ АНК СУПЕР — ХОЛОДНОЕ ПЛАМЯ ВОДЫ

Предисловие от авторов

Созданное в СССР в начале семидесятых научно-техническое направление под названием ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ (Electrochemical Activation) известно во всем мире не только экологической чистотой и экономичностью в сравнении с традиционными химическими технологиями, но также широтой диапазона применения в различных отраслях. В тексте брошюры рассмотрена только одна из ветвей этого направления — научно-технический проект, берущий начало в 1978 году и продолжающийся до настоящего времени. Наилучшим результатом этого проекта является новый класс жидких средств для дезинфекции, предстерилизационной очистки, стерилизации и общей дезинфекции в лечебно-профилактических учреждениях — электрохимически активированные метастабильные растворы. Наилучшим жидким средством в настоящее время является зарегистрированный в России и за рубежом АНОЛИТ АНК СУПЕР. Это дезинфицирующее средство с широким спектром действия (бактерии, микобактерии, вирусы, грибы, споры), к которому микрофлора не способна выработать резистентность, безвредное для человека и животных, экологически чистое, универсальное и безопасное при любых формах применения (орошение, погружение, протирание, замачивание, аэрозоль, пена, лед). Активнодействующие вещества (АДВ) Анолита АНК СУПЕР — смесь оксидантов, эквивалентная по составу той, которая образуется в иммунной системе организма при фагоцитозе (уничтожении инородных субстанций фагоцитами). Исходными компонентами Анолита АНК СУПЕР являются поваренная соль и питьевая вода, которые в результате электрохимических процессов в специальном оборудовании, именуемом СТЭЛ-АНК-СУПЕР, превращаются в конечный продукт. Авторский коллектив в сотрудничестве со многими замечательными специалистами и учеными — химиками, медиками, электрохимиками, биологами много лет посвятил развитию данного направления. Мы попытались рассказать об основных этапах нашей работы и представить научную основу электрохимически активированных растворов для медицины.

Адреса для обратной связи:

vitold@bakhir.ru
eca@vbinstitut.ru



Адреса сайтов:

www.vbinstitute.ru
www.vbinstitute.org
www.bakhir.ru
www.bakhir.com
<http://de.stel.world/>
<http://ru.stel.world/>
<http://es.stel.world/>
<http://fr.stel.world/>

Анолит АНК СУПЕР: путь совершенствования

В.И.Прилуцкий, С.А.Паничева, В.Г.Паничев, В.М.Бахир

Институт электрохимических систем и технологий Витольда Бахира

Если в любой поисковой системе набрать слова «Анолит», «Католит», «Anolyte», «Catholyte», то подавляющее количество из нескольких сотен тысяч ссылок будут посвящены дезинфицирующим средствам, электрохимически активированной «живой» и «мертвой» воде, а также различным производным от этих слов и понятий. Исходный же смысл терминов Анолит и Католит в этом массиве информации займет весьма скромное место. В действительности эти термины заимствованы из прикладной электрохимии в начале семидесятых годов прошлого столетия одним из авторов этой статьи для обозначения пресной или солоноватой воды, подвергнутой электрохимической обработке в анодной и катодной камерах лабораторного диафрагменного электролизера с целью использования полученных фракций в процессе приготовления буровых растворов. К концу семидесятых годов лабораторные эксперименты трансформировались в промышленные электрохимические системы и технологии электрохимического кондиционирования и очистки буровых растворов, позволяющие экономить десятки тонн химических реагентов при бурении нефтяных и газовых скважин на месторождениях Узбекистана, Туркмении, Азербайджана. Публикации в газетах и научно-популярных журналах о новом научно-техническом направлении привлекли внимание специалистов различных отраслей. Им требовалась информация о наилучшем способе получения и применения электрохимически активированных растворов

и воды, поэтому они охотно делились с новоявленными специалистами — электрохимиками особенностями и актуальными задачами в своих областях деятельности. Возникло творческое сотрудничество на основе научного интереса и взаимного обучения, которое до настоящего времени продолжается с постоянным расширением спектра новых технических и технологических решений. Одними из первых интерес к электрохимически активированным воде и растворам проявили медики. Именно благодаря их работе, термины Анолит и Католит стали спустя годы привычными для работников системы здравоохранения. Сотрудничество технарей-изобретателей, медиков и химиков с конца семидесятых и до настоящего времени позволило создать практику применения в медицине электрохимически активированных воды и растворов. Этот медико-биологический пласт работ, выполненных группой специалистов, ученых и изобретателей технических электрохимических систем совместно со специалистами и учеными в области медицины, биологии, биофизики, химической и пищевой промышленности фрагментарно представлен в источниках информации [1-42], расположенных приблизительно в хронологическом порядке, начиная с первой значимой публикации 1975 года, посвященной буровым растворам.

История появления анолитов как дезинфекционных средств началась в 1978 году с исследований коллектива сотрудников Ташкентского филиала ВНЦХ под руководством академика

Вазида Вахидовича Вахидова [5-7]. Именно тогда, была неоспоримо доказана непревзойденная антимикробная активность анолита и его способность препятствовать развитию резистентной микрофлоры, что в корне отличало анолит от других дезинфекционных средств. Но кислый солоноватый анолит, с которым работали первые исследователи, обладал весьма высокой коррозионной активностью и резким запахом хлора. С этим недостатком приходилось мириться, поскольку в то время способы получения анолита и католита в лабораторных условиях были совершенно простыми: исходную пресную или подсоленную воду заливали в рабочее межэлектродное пространство диафрагменного электролизера, разделенное на катодную и анодную камеры пористой диафрагмой.

Пропитанная водой пористая диафрагма проводила ток за счет электромиграционного перемещения ионов в порах, но препятствовала смешиванию объемов воды в камерах. При протекании электрического тока продукты электрохимических реакций с поверхности катода и анода поступали в воду, образуя таким образом щелочной католит в катодной камере и кислый анолит в анодной. Такой электролизер назывался статическим, в отличие от проточного, в котором вода непрерывно протекала с различной задаваемой скоростью через электродные камеры (рис. 1).

Лабораторные статические и проточные электролизеры имели много принципиальных

недостатков. Главными были: высокий удельный расход электроэнергии и, соответственно, значительное тепловыделение в межэлектродном пространстве. При обработке подсоленной воды имели место большие бесполезные потери хлора. Дело в том, что хлор, выделяющийся на аноде при электролизе солоноватой воды, вначале растворяется с образованием равных количеств хлорноватистой и соляной кислот. При снижении рН воды в анодной камере, за счет накопления соляной кислоты, происходит выделение хлора в атмосферу. Применение трубчатой керамической алундовой микрофильтрационной диафрагмы диаметром 80 мм с толщиной стенки 5 мм и коаксиально размещенных электродов из стеклографита позволило создать герметичный проточный электролизер и значительно улучшить технологию синтеза электрохимически активированных растворов и воды. В этот период (1982-1983) эстафету медико-биологических исследований подхватили медики из лечебных учреждений г. Казани, во главе с профессором Г. М. Николаевым и академиком П. А. Кирпичниковым [9]. В результате были разработаны методики лечения гнойных ран и ожогов электрохимически активированными растворами хлорида калия и получена фармацевтическая статья СССР на средство для лечения ожоговых поражений.

Непрерывное совершенствование конструкций компактных электролизеров привело в 1989 году к созданию проточного электрохимического модульного элемента (ПЭМ), снабженного пористой керамической диафрагмой, способного работать при абсолютном давлении до 4 бар, скорости потока жидкости в электродных камерах до 100 л/ч и перепадах давления на диафрагме до 1 бар, а также, пригодного для использования в промышленных электрохимических системах [20]. Изучение технологических схем с новым электрохимическим элементом ПЭМ было начато в 1989 году коллективом исследователей и разработчиков на базе ВНИИИМТ МЗ РФ [21-40]. Этот кол-



Рис. 1.

Лабораторные проточный (слева) и статический диафрагменные электролизеры

лектив, к которому принадлежат авторы данной статьи, много лет посвятил исследованию технологических свойств растворов оксидантов (анолитов), полученных в электрохимических системах по различным технологическим схемам. Некоторые важные аспекты этой работы отражены в данном обзоре, который можно использовать в качестве краткого справочного пособия по электрохимически активированным хлоркислородным моющим и дезинфицирующим средствам.

Первой установкой медицинского назначения с реактором из элементов ПЭМ стала установка РЕДОКС (рис. 2, 3) для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации диализаторов искусственной почки, с целью их повторного использования [15-19]. Работа выполнялась по хозяйственному договору между НПО «Химавтоматика» (Заказчик) и ВНИИИМТ МЗ СССР.

В первых вариантах этой установки в качестве моющего средства использовался щелочной католит, получивший наименование Католит К с рН более 12 и окислительно — восстановительным потенциалом (ОВП) минус 800 мВ. Необходимость присвоения специальных обозначений электрохимически активированным растворам и воде возникла в связи с тем, что благодаря использованию элементов ПЭМ были разработаны технологии получения католита и анолита с нейтральными значениями рН (близкими к 7), но практически с такими же ОВП, как у щелочного католита и кислого анолита. Такие продукты назывались соответственно Католит КН и Анолит АН. При этом, имелись в виду не столько абсолютные значения их физико-химических параметров, сколько технологический прием, состоящий в ионселективном электролизе при перепаде давления на диафрагме. Католит КН использовался в установках, предназначенных для обработки пластинчатых гемодиализаторов ДИП-02 с купрофановыми мембранами, чувствительными к щелочной среде. Нейтральное значение рН католита достигалось за счет организации

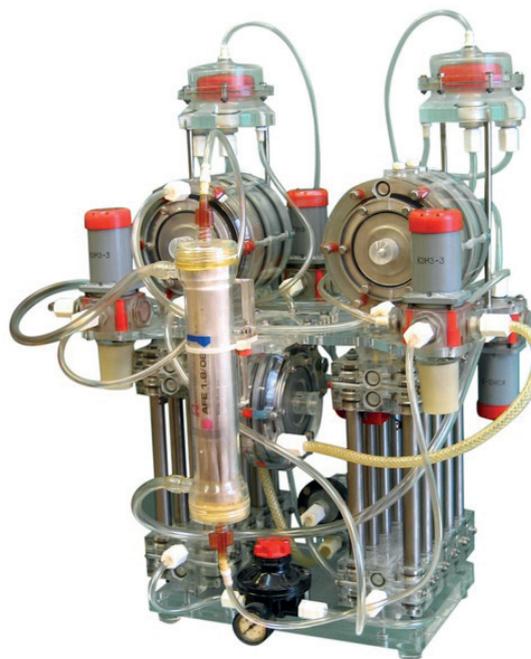


Рис. 2.

Макетный образец установки РЕДОКС для регенерации гемодиализаторов, созданный во ВНИИИМТ СССР по заказу НПО «Химавтоматика», 1989

процесса ионселективного электролиза водного раствора хлорида натрия с концентрацией 1,3-1,5 г/л при перепаде давления на диафрагме, обеспечивающем заданную интенсивность энерго-массопереноса из анодной камеры в катодную ионами гидроксония.

Гемодиализаторы с капиллярными полисульфоновыми полволоконными мембранами обрабатывались на установках РЕДОКС моющим раствором, представленным щелочным католитом К. В электрохимических реакторах всех установок РЕДОКС синтезировался единый дезинфицирующий и стерилизующий раствор — Анолит А, который при общей минерализации 1,3-1,5 г/л имел концентрацию оксидантов в пределах 250-300 мг/л, рН — в диапазоне 3,5-4,0 и ОВП от плюс 1000 мВ до плюс 1100 мВ. Основным преимуществом установок РЕДОКС перед другими типами систем для регенерации гемодиализаторов было полное извлечение белков крови из мембран диализатора за счет их электроосмотического и электрофоретического удаления, благодаря разности элект-

Анолит АНК СУПЕР: путь совершенствования

трических потенциалов на мембранах диализатора, индуцированной разностью ОВП протекающих растворов. Данные установки прошли все предусмотренные нормативами испытания во ВНИИДиС. Диализаторы, регенерированные с использованием установки РЕДОКС, формально имели статус изделия с маркировкой «Стерильно, апиrogenно, нетоксично», но по этическим соображениям регенерированные диализаторы использовались только для одного и того же пациента. При этом, на одном и том же диализаторе, у пациентов при повторных процедурах, число которых доходило до 25, никогда не возникало пирогенных реакций. Всего в различных гемодиализных центрах (в Пскове, Вологде, Москве и других городах) было отмыто в период 1989-1993 гг. более одного миллиона диализаторов искусственной почки.

Почти одновременно (1989) с разработкой установки РЕДОКС, во ВНИИИМТ была организована работа по созданию установок для синтеза электрохимически активированных дезинфицирующих, моющих и стерилизующих растворов. Собрательное название для установок такого рода было выбрано из первых букв слов Электрохимическая СТерилизация, расположенных в порядке благозвучия. Так появился класс установок СТЭЛ (рис. 4). Установки СТЭЛ-10АК с электрохимическим реактором из десяти элементов ПЭМ синтезировали кислый анолит А и щелочной католит К, с производительностью по 100 литров в час. Эти растворы использовались для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации медицинских инструментов. Несмотря на более высокое качество анолита А, за счет меньшей минерализации (1,3 г/л против 5-6 г/л в анолите, производимом в ранних лабораторных диафрагменных реакторах образца семидесятых годов), запах хлора был одним из недостатков. Другим недостатком анолита была его высокая коррозионная активность. Однако, Католит К, как очищающий раствор, был безупречен и продемонстрировал отмывающую способность,

4

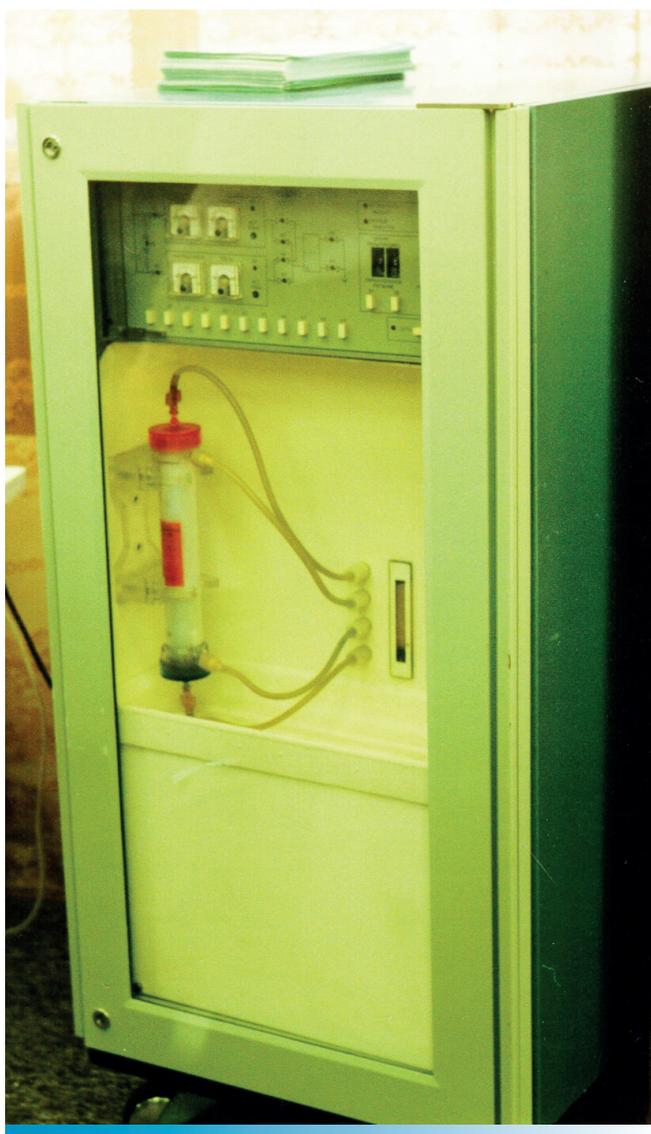


Рис. 3.

Установка РЕДОКС. НПО «Химвтоматика», Москва, 1990

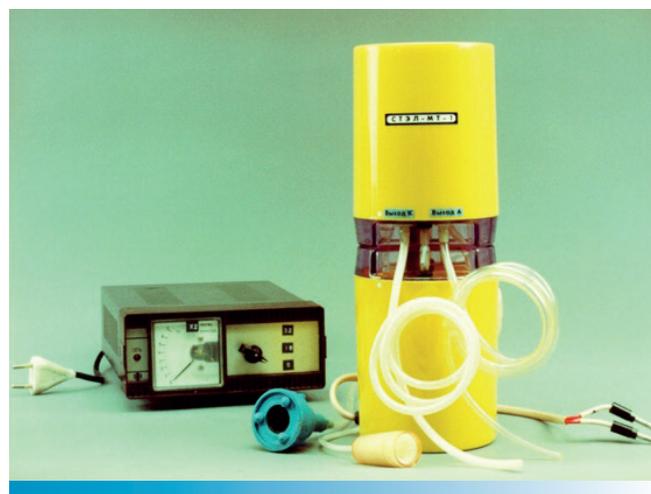


Рис. 4.

Установка СТЭЛ-МТ-1, ВНИИИМТ МЗ РФ, 1992

превышающую стандартные методы очистки. В качестве примера демонстрировались фотографии медицинских инструментов, прошедших стандартные процедуры дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации. Инструменты погружали в два таза — с чистой водой и Католитом К. В первом тазу вода оставалась идеально прозрачной, во втором через 10-15 минут приобретала выраженный розовый цвет. Это означало, что католит экстрагировал остатки запекшейся крови из замковых соединений и других труднодоступных мест медицинских инструментов. Объяснение этому факту нашлось у химиков [12-14]: критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) поверхностно-активных веществ (ПАВ) в католите меньше, чем в обычной воде, в тысячи раз. Это означает, что электрохимически активированный католит, за счет очень низкого значения ОВП (минус 700 — минус 800 мВ) и высокого значения рН, не соответствующего реальной концентрации щелочных компонентов, может омылять органические соединения, в частности, жиры, превращая их в поверхностно-активные вещества. Этот эффект немедленно был использован практически при стирке белья и позволил уменьшить расход детергентов на 70-80% [16].

Недостатки кислого анолита были устранены в 1991 году созданием анолита со значением рН, близким к нейтральному. Этот анолит был назван Анолитом АН. Он имел весьма слабый запах хлора, смешанный со слабым запахом пероксида водорода и озона. Коррозионная активность этого анолита была значительно уменьшена, а биоцидная активность претерпела незначительные изменения, в зависимости от материала обрабатываемых объектов (стекло, керамика, резина и др.). Кроме того, было обнаружено, что Анолит АН обладает моющей способностью, что явилось преимуществом перед Анолитом А. Важнейшая роль в появлении Анолита АН 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 из ограниченного объема концентрированного католита, генерируемого в процессе протока исходного водно-солевого раствора через анодную камеру элемента ПЭМ.

В 1991 году по итогам исследований анолита АН во Всесоюзном Научно-Исследовательском Институте профилактической токсикологии и дезинфекции (ВНИИПТИД) был подготовлен отчет о научно-исследовательской работе: «Некоторые аспекты антимикробной активности и токсичности электрохимически активированных растворов, получаемых на установках СТЭЛ и СТЭЛ-МТ-1 [20-23], с использованием хлорида натрия». Отчет на 58 листах, утвержденный заместителем директора института по научной работе к. м. н. Беловой В.И., содержал также данные о кислом анолите и щелочном католите, производимых в установках РЕДОКС, которые ранее проходили испытания в этом же институте. Установки СТЭЛ, о которых идет речь в отчете, представляли собой фактически электрохимическую систему для генерирования кислого анолита и щелочного католита, которая применялась в установках РЕДОКС.

Представляется целесообразным привести отдельные фрагменты упомянутого отчета, иллюстрирующие описание физико-химических процессов синтеза в установках СТЭЛ и конструктивных особенностей электрохимических реакторов.

Фрагменты отчета ВНИИПТИД 1991 года.

1. Результаты исследований свидетельствуют о широком спектре антимикробной активности анолита. При концентрации активного хлора от 42 до 100 мг/л и времени воздействия от 1 до 60 минут анолит вызывает гибель вегетатив-

ных и споровых форм бактерий, микобактерий, патогенных грибов и вирусов.

2. Оценка токсичности анолитов, проведенная в эксперименте на животных показала, что в остром опыте изучаемые растворы малотоксичны.

3. Католит является малотоксичным и малоопасным средством. Обоснованы его безопасные остаточные количества на изделиях медицинского назначения после их предстерилизационной очистки.

4. Одним из методов дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации в ЛПУ является обработка растворами соответствующих средств, обеспечивающая эти процессы. Ассортимент таких средств ограничен, и необходимость расширения его актуальна.

5. На основании экспериментального изучения анолита и католита Комиссия Минздрава СССР по регламентации применения дезсредств (Протокол № 13 от 21 декабря 1989 года) разрешила проведение испытаний в практических условиях.

Практические испытания проходили на 4-х базах (ЛПУ Москвы, Казани и Уфы). Анолит применяли для дезинфекции помещений и объектов в них и стерилизации изделий медицинского назначения, а католит — для предстерилизационной очистки изделий медицинского назначения из металла, стекла, резины, ПВХ.

В практических испытаниях участвовало 27 человек, испытывающих анолит и католит в качестве дезинфицирующего, стерилизующего средства, а также для предстерилизационной очистки.

При испытаниях в практических условиях выявлена 100% эффективность разработанных режимов применения электрохимически активированных растворов и их безопасность в соответствии с разработанными методическими указаниями.

Оценку антимикробной активности анолита проводили суспензионным методом и методом тест-объектов. Использовали тест-объекты

из материалов, входящих в диализатор ДИП (разделительные пластины, мембраны из купрофана), а также из металла, пластмасс, резин. Для оценки дезинфицирующего и стерилизующего действия использовались — медицинские изделия (скальпели, пинцеты, дренажи, зонды, шприцы, пробирки, микропипетки). Тест-культуры представлены вегетативными микроорганизмами: кишечной, синегнойной палочками, золотистым стафилококком, вирусом полиомиелита, спорами бациллулус цереус.

Установлено, что при использовании суспензионного метода, гибель вегетативных форм микроорганизмов достигается менее, чем за 0,5 минуты, спор — за 1 минуту, время инаktivации вируса — 5-30 минут.

На тест-объектах гибель вегетативных форм бактерий наступала в течение 1-30 минут, спор бактерий — в течение 1-360 минут, вируса 5-90 минут. Отмечено, что эффективность действия растворов анолита четко зависела от материала тест-объекта и содержания активного хлора в анолите.

Дезинфекцию изделий, обсемененных вегетативными формами бактерий, обеспечивает погружение их в растворы анолита с концентрацией активного хлора 200-400 мг/л на время 20-5 минут соответственно; контаминированный вирусом — в растворы, содержащие 210-400 мг/л активного хлора, на 60-5 минут. Стерилизация ряда медицинских изделий достигается при погружении в растворы анолита с концентрацией активного хлора 210-360 мг/л за время от 1 до 240 минут.

Изделия из металла (скальпели, пинцеты и др.), резин, стекла (шприцы, пробирки, микропипетки) и ПВХ отмывались от крови при соответствующих этапах обработки растворами католита с рН 10,9-12,1, окислительно-восстановительным потенциалом минус 900 — минус 985 мВ.

Совместно с НПО «Экран» осуществляется работа по теме «Изучение электрохимически активированных растворов, получаемых

на установке СТЭЛ и СТЭЛ-МТ-1 с использованием хлорида натрия, и проведение медицинских исследований этих установок». Настоящая работа проводится на основе данных, полученных в упомянутых исследованиях, и служит их развитием. Целью ее представляется выявление некоторых закономерностей, связывающих моющую и антимикробную активность растворов с их физико-химическими параметрами, условиями применения, в частности, материалом тест-объектов, изделий, способом обработки.

Примечание к отчету ВНИИПТИД 1991 года: данный отчет является самым полным и подробным документом этой организации о функциональных свойствах первых образцов анолитов.

Установки СТЭЛ-МТ-1 для производства Анолита АН и Католита К, изготовленные на опытно-экспериментальном заводе (ОЭЗ ВНИИИМТ) под авторским надзором сотрудников отдела электрохимической медицинской техники ВНИИИМТ МЗ РФ, начали поступать в лечебные учреждения Москвы и ряда других городов. Всего за период 1991-1992 года было изготовлено около 100 установок СТЭЛ и около 400 установок СТЭЛ-МТ-1, СТЭЛ-4Н-60-01, СТЭЛ-4Н-60-02, производительностью по анолиту АН от 10 до 60 литров в час. Анализ отзывов персонала больниц, эксплуатирующих установки, наряду с положительными отзывами об уникальных свойствах анолита АН, как моющего и стерилизующего агента, выявил ряд недостатков. В частности, было отмечено, что для выхода установки СТЭЛ на оптимальный режим синтеза Анолита АН требуется от 10 до 15 минут. В течение этого времени, которое необходимо для увеличения концентрации католита до оптимальной, установки производят кислый анолит с запахом хлора. Также было отмечено, что при запуске установок в работу наблюдается разовый выброс небольшого количества хлора из электродных камер, что заставляет размещать установки в вытяжных шкафах.

В процессе практического использования было установлено, что время сохранения функциональных свойств для всех типов анолитов должно оцениваться только по спороцидной активности, но не по сохранению соединений активного хлора. Для Анолита АН это время оказалось меньше на 1-2 дня в сравнении с временем «жизни» Анолита А (5 дней).

Научные исследования и экспериментальные работы, выполненные коллективом сотрудников ВНИИИМТ в течение 1992-1993 годов позволили объяснить результаты наблюдений и найти соответствующие решения. Было установлено, что ионы многовалентных металлов при значениях рН раствора, близких к нейтральным, играют роль активных катализаторов разрушения хлорноватистой кислоты в Анолите АН. Также было отмечено, что моющая способность Анолита АН обусловлена увеличением доли пероксидных соединений в составе активно действующих веществ (АДВ), представленной смесью оксидантов.

Ключевым моментом в совершенствовании технологии синтеза анолитов явились операции удаления ионов многовалентных металлов и насыщения исходного раствора электрохимически синтезированным водородом перед вводом оксидантов [22]. Так, в 1993 году появился анолит АНК [24-27]. Буква К, добавленная



Рис. 5.

*Установка СТЭЛ-10Н-120-01 (Мод. 60)
в ГКБ № 52, Москва, 1995 г.*

Анолит АНК СУПЕР: путь совершенствования

к обозначению, означала использование катодных продуктов в процессе синтеза, однако, способы реализации данной возможности преимущественно являются технологическими секретами. Все разнообразные названия, которые были придуманы позже авторизованными и неавторизованными производителями электрохимического оборудования как в России, так и за рубежом, относятся именно к этому типу анолита. Для того, чтобы в пасхальные дни, когда пишется этот текст, не огорчать людей, упомянуты только авторизованные производители оборудования для синтеза анолита АНК. Благодаря этому текст стал короче, поскольку авторизованных производителей во много раз меньше, чем неавторизованных.

Сущность технологии получения анолита АНК проста: вначале исходный водный раствор хлорида натрия с концентрацией от 2 до 5 г/л подается в катодную камеру проточного электрохимического реактора (РПЭ) из элементов ПЭМ — одного или нескольких, включенных гидравлически параллельно. Весь выходящий из катодной камеры раствор поступает в герметичный напорный флотационный реактор, в котором через патрубок отвода флотошлама происходит удаление из общего потока некоторого количества жидкой фазы раствора (в пределах от 5 до 10%) вместе с излишками газообразного водорода, после чего основная часть потока раствора из флотационного реактора направляется на вход анодной камеры этого же реактора РПЭ, на выходе которой раствор получает статус Анолита АНК. Оригинальная технология синтеза Анолита АНК в числе прочих имеет секрет, который не раскрыт в описаниях изобретений. Ввиду того, что анолит АНК с появлением на рынке Анолита АНК СУПЕР (2013) является морально устаревшим дезинфицирующим средством, имеет смысл частично открыть этот секрет, указав, что давление в анодной камере реактора РПЭ при синтезе анолита АНК должно быть на 0,2-0,3 бар выше, чем в катодной камере. В этом случае, протекание тока че-



Рис. 6.

Установка СТЭЛ-10Н-120-01, (Мод. СТЭЛ-40) производительностью 40 л/ч. НПО ЭКРАН, 1995 г.

рез диафрагму обусловлено преимущественно электромиграцией катионов из анодной камеры в катодную. При этом, обеспечивается более полное превращение ионов многовалентных металлов в нерастворимые гидроксиды, удаляемые из потока раствора электролитов во флотационном реакторе, за счет адгезии к пузырькам водорода. Также уменьшается общая минерализация анолита АНК. Поскольку все физико-химические и электрофизические процессы синтеза электрохимически активированных растворов происходят в течение очень короткого времени пребывания исходных компонентов в межэлектродном пространстве реактора, то большое влияние на функциональные свойства и параметры продукта, а также на технико-экономические показатели всей технической электрохимической системы, имеют конструктивные особенности электрохимического реактора: материалы, форма и соотношение размеров электродов, характеристики диафрагмы, а также прямая и опосредованная связь этих конструктивных особенностей с плотностью тока, давлением, химическим составом, скоростью потоков, энерго-массопереносом через диафрагму, микроциркуляцией электролитов и другими параметрами работы системы в целом.

Первые образцы установок СТЭЛ-10Н-120-01 для синтеза Анолита АНК были разработаны и изготовлены в НПО «ЭКРАН», бывшем Всесоюзном Научно-Исследовательском и Испытательном Институте Медицинской Техники, где один из авторов статьи многие годы руководил отделом электрохимической медицинской техники. Там же было организовано серийное производство этих установок (рис. 6, 7).

Ниже приведены фрагменты из шестистраничного научного отчета Всероссийского научно-исследовательского института дезинфектологии (ВНИИД, бывший ВНИИП-ТИД) 1996 года о результатах исследований эффективности электрохимически активированного раствора — нейтрального анолита АНК, вырабатываемого в установке СТЭЛ-10Н-120-01.

1. Внедрение в практику здравоохранения электрохимически активированных (ЭХА) растворов, вырабатываемых в установках типа СТЭЛ, ЭХА-30, УМЭМ, облегчило положение лечебно-профилактических учреждений в части приобретения дезинфицирующих, моющих и стерилизующих средств. Вместе с тем, использование ЭХА растворов не снимает всех проблем из-за некоторых нежелательных свойств данных средств: например, значительной коррозионной активности «кислых» анолитов, способности вызывать раздражение органов дыхания и слизистых оболочек глаз при использовании анолитов с содержанием активного хлора 0,05% и выше. Наиболее мягкими по действию и в то же время универсальными средствами являются так называемые «нейтральные» анолиты, обладающие антимикробной активностью широкого спектра действия, а также моющими свойствами. В последние годы продолжается поиск путей получения еще более функционально активных и щадящих материалы обрабатываемых объектов ЭХА растворов. Этот поиск сопряжен с разработкой новых моделей установок. Новая установка СТЭЛ-10Н-120-01, за счет измененной технологической схемы,

позволяет получать новый тип нейтрального анолита (условное обозначение АНК). Данный анолит имеет следующие характеристики: содержание активного хлора от 0,01% до 0,05%; водородный показатель $pH=7,8\pm 0,6$; окислительно-восстановительный потенциал от + 750 мВ до + 810 мВ.

С целью изучения антимикробных и моющих свойств этого ЭХА раствора и разработки эффективных режимов его применения были предприняты исследования дезинфицирующей, моющей и стерилизующей активности средства в лабораторных условиях.

2. Изучение дезинфицирующей активности нейтрального анолита (АНК) при обеззараживании различных объектов проводили согласно методикам, изложенным в «Инструкции по изучению бактерицидных свойств новых дезинфицирующих средств» № 739-68 и в «Методических рекомендациях по определению вирулицидной активности препаратов» № 1119-73.

В качестве тест-микроорганизмов использовали музейные штаммы *Staphylococcus aureus* (штамм 906), *Candida albicans* (штамм 15), *Mycobacterium B5* и вирус полиомиелита I типа (вакцинный штамм ZSc 2ав).

3. Результаты изучения физико-химических параметров нейтрального анолита в процессе его хранения приведены в справке о стабильности. В результате проверки эффективности нейтрального анолита на примере раствора с концентрацией активного хлора 0,02% через 1 и 5 суток хранения после его получения, проведенной в экспериментах с изделиями медицинского назначения, обсемененными *S aureus* (штамм 906) и *B. cereus* (штамм 96), установлено, что дезинфицирующие и стерилизующие свойства средства сохраняются практически на исходном уровне.

4. Заключение. Результаты лабораторных исследований эффективности электрохимически активированного раствора — нейтрального анолита АНК, вырабатываемого в установке

Анолит АНК СУПЕР: путь совершенствования

СТЭЛ-10Н-120-01, показали, что по антимикробным и моющим свойствам данное средство не только не уступает ранее разрешенным для применения нейтральным анолитам (установки СТЭЛ-МТ-1, СТЭЛ-4Н-60-01, СТЭЛ-4Н-60-02), но даже превосходит их, поскольку обеспечивает дезинфекцию объектов при ряде инфекций, а также предстерилизационную очистку и стерилизацию изделий медицинского назначения при использовании анолита с более низкой концентрацией активного хлора (0,01-0,02%).

Примечание к тексту приведенных фрагментов отчета ВНИИД: установка УМЭМ, упомянутая в отчете, производилась компанией КРОНТ при НПО им. Лавочкина и являлась фактически автоматизированной версией установки ЭХА-30.

Компания НПО «ХИМАВТОМАТИКА», благодаря хозяйственным договорам с НПО «ЭКРАН» и лицензированной авторами технологии производства электрохимических систем, произвела более 20 000 установок СТЭЛ-60-03-АНК в период с 1995 по 2008 годы, а также, совместно с НПО «ЭКРАН», около четырехсот установок ЭНДОСТЕРИЛ (рис. 8) в 1998-2002 годах для стерилизации эндоскопов, выиграв международный тендер Европейского банка реконструкции и развития на несколько миллионов Евро.

Авторизованными производителями оборудования для получения анолита АНК в России были Ижевский завод КУПОЛ (1997-2007), ЗАО «Институт электрохимических систем и технологий Витольда Бахира» (с 2005 по н. в.), а также ООО «Лаборатория электротехнологии» (ООО «ЛЭТ») с 1991 года до момента рейдерского захвата в 2011 году и превращения в компанию — обманку, имеющую до степени смешения схожее название и присвоившую двадцатилетнюю историю оригинальной компании.

За рубежом, на основании лицензий, а также договоров о сотрудничестве и развитии, произ-



Рис. 7.

Установки СТЭЛ (НПО ЭКРАН) для производства Анолита АНК (500 л/ч) в помещении «Анолитная» ГКБ №15, Москва, 1999 г.



Рис. 8.

Установка ЭНДОСТЕРИЛ для дезинфекции, очистки и стерилизации гибких эндоскопов. НПО «Химавтоматика, Москва, 1999

водство электрохимических систем для синтеза анолита АНК было организовано в компаниях RSCECAT, MONSANTO, ECT, STERILOX, BATTELLE, PURICORE, BLUE SAFETY, REALM THERAPEUTICS, CHEMSTAR, ECOLAB.

Всего в России за период с 1994 по 2014 было произведено около 60 000 установок СТЭЛ, которые являлись модификациями двух

базовых моделей СТЭЛ-10Н-120-01 и СТЭЛ-60-03-АНК.

Уже после нескольких месяцев эксплуатации установок в различных медицинских учреждениях, среди которых в числе первых были ГКБ №15, ГКБ №50 и ГКБ №52 города Москвы, было подтверждено, что анолит АНК обладает наименьшей коррозионной активностью в сравнении с другими растворами, полученными методом униполярного электрохимического воздействия, а также имеет свойства моющего раствора. Установки для синтеза Анолита АНК стали намного удобнее в эксплуатации: время выхода на режим составляло не более 1-2 минут, полностью были исключены выбросы хлора при запуске и остановке.

Опыт применения электрохимических установок СТЭЛ для синтеза анолита АНК в лечебных учреждениях России обсуждался в специализированных журналах, на конференциях и научных симпозиумах. На пути совершенствования свойств Анолита АНК и электрохимических систем для его синтеза авторы пользовались советами таких выдающихся специалистов, как Носкова Т.И., Савенко С.М., Мельникова В.М., Локтионова Н.В., Ровинская В.Б., Торопков В.В., Покровский В.И., Беликов Г.П., Подколзин А.А., Зарезаев О.А., Дымковец В.П., Леонов Б.И., Веденков В.Г., Толокнов В.И., Колкутин В.В., Балдин В.П., Машков О.А., Рыжнев В.Ю., Пулавский А.М., Перловский Р.Ш., Манькин А.Н., Бялко М.В. и многих других. В результате многочисленных бесед и обсуждений, были сформулированы требования к анолиту АНК, которыми он должен обладать для того, чтобы считаться идеальным антимикробным и противовирусным средством:

- антимикробное средство должно обладать широким спектром действия, т.е. эффективно уничтожать бактерии, микобактерии, вирусы, грибы и споры, вне зависимости от продолжительности и частоты применения, что предполагает наличие свойств, пре-

пятствующим 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 деградиционных и деструктивных изменений под влиянием факторов внешней среды или в результате процессов биодеградациии в организме человека, 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 и противовирусные свойства, но также обладать моющей способностью с минимальной повреждающей и коррозионной активностью по отношению к различным материалам, не оставлять отложений после высыхания на гладких поверхностях, а также быть максимально простым в применении и при этом относительно недорогим.

Следует отметить, что уже в 1995 году стало очевидным, что совершенствование Анолита АНК следует проводить, добиваясь уменьшения его общей минерализации при сохранении концентрации АДВ с одновременным увеличением доли гидропероксидных оксидантов. Экспериментальные лабораторные системы в 1995-2000 годах для получения такого раствора с концентрацией оксидантов 500 мг/л при общей минерализации 0,6 г/л включали до 40 элементов ПЭМ-3, но производительность их составляла всего 15-20 литров в час. Обычные серийные оригинальные установки СТЭЛ имели электрохимический реактор, где каждый из элементов ПЭМ, в зависимости от степени совершенства инфраструктуры установки, производил от 10 до 15 л/ч Анолита АНК. Так, реактор установки СТЭЛ-10Н-120-01 производительно-

стью 120 л/ч состоял из 12 элементов ПЭМ, реактор установки СТЭЛ-60-03-АНК производительностью 60 л/ч — сначала из шести, затем, после усовершенствований, — из четырех. Неоригинальные установки с такими же названиями, которых к 2002 году стало производиться гораздо больше, чем оригинальных, имели реакторы, как правило, из поддельных элементов ПЭМ в количестве от двух до трех РАЗ меньше, чем в установках, изготовленных по лицензиям авторов. Следствием являлась высокая минерализация анолитов, обычно в пределах от 8 до 20 г/л при стандартной начальной концентрации оксидантов 500 мг/л, которая в то время и по сей день для большинства медиков и сотрудников Роспотребнадзора является главным показателем качества Анолита. В оригинальных установках СТЭЛ минерализация Анолита АНК не превышает 5 г/л при концентрации оксидантов 500 мг/л и не более 2 г/л при концентрации оксидантов 200 мг/л. При высокой минерализации исходного солевого раствора, полученный из него анолит содержит мало гидропероксидных оксидантов, быстро (в течение одного дня) теряет спороцидную активность и, деградируя с обычной для растворов активного хлора скоростью, превращается в соленый раствор, который оставляет следы при высыхании на гладких поверхностях, инициирует активную коррозию изделий из металлов, способствует абсорбированию влаги пористыми материалами, в том числе стенами, в результате накопления соли, что за счет эффекта «влажных стен» может приводить к образованию плесени.

Уменьшать минерализацию анолита путем увеличения количества элементов ПЭМ в реакторе было признано нецелесообразным, ввиду сложности обеспечения одинаковых протоков жидкости через электродные камеры элементов в условиях активного пульсообразного газовыделения и различий в интенсивности процессов энерго-массопереноса в диафрагмах, которые обусловлены особенностями пористой структуры оксидно-циркониевых керамических диа-

фрагм, изготавливаемых методом шликерного литья.

Для того, чтобы выбрать оптимальный путь совершенствования Анолита АНК, необходимо было по возможности точно определить состав и свойства АДВ, в зависимости от различных условий синтеза.

На этом пути в России авторы столкнулись с немалыми трудностями в процессе сертификационных испытаний Анолита А, Анолита АН и Анолита АНК. Требовалось точно указать состав и процентное содержание действующих веществ. Однако, методик определения такого рода соединений в водных растворах не существовало в природе. Просьбы авторов проанализировать схожие ситуации, связанные с фактической неопределенностью химического состава и механизма антимикробного действия таких метастабильных, но весьма эффективных антимикробных субстанций, как пламя эфира борной кислоты (около 40 градусов Цельсия), ультрафиолетового и рентгеновского излучений, продуктов коронного электрического разряда, использующегося, в частности, в официально разрешенных приборах для стерилизации стоматологических инструментов, в лучшем случае сводились к пояснению, что антимикробная активность названных субстанций оценивается по эффекту, но не по химическому составу субстанции. Именно такое решение и было предложено применить в далекие 1991-1995 годы. Оно было принято, однако спустя годы забыто.

Исходя из закономерностей протекания электрохимических процессов в элементах ПЭМ, а также из целого ряда результатов прямых и косвенных исследований продуктов химических, биологических, в том числе, каталитических и биокаталитических реакций, к 1995 году авторы пришли к заключению, что действующими веществами в анолите АНК является смесь пероксидных соединений ($\text{HO}\cdot$ — радикал гидроксила; HO_2^- — анион пероксида; $^1\text{O}_2$ — синглетный молекулярный кислород; O_2^- — супероксид-анион; O_3 — озон;

O[•] — атомарный кислород) и хлоркислородных соединений (HClO — хлорноватистая кислота; ClO⁻ — гипохлорит-ион; ClO[•] — гипохлорит-радикал; ClO₂ — диоксид хлора, Cl₂O — монооксид 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 ($\text{HClO} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{HCl}$), пероксида водорода с озоном ($\text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_3 = 2\text{O}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$) и ряд других.

Разобраться с вопросами химического состава и зависящими от них функциональными свойствами Анолита АНК помогло научно-техническое сотрудничество в рамках лицензионных соглашений с компаниями MONSANTO, BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE и PURI-CORE, которое началось в 1995 году, продолжалось много лет и в различных, изменяющихся во времени формах, продолжается по сей день. Основными участниками этого сотрудничества и его идейной основы являются авторы данной статьи, химики — технологи Паничева Светлана и Паничев Вадим.

После того, как в лабораториях компании МОНСАНТО было подтверждено наличие в Анолите АНК хлорноватистой кислоты, пероксида водорода, озона, диоксида хлора, некоторых сопутствующих соединений, а также отсутствие гипохлорит-ионов, возник вопрос о механизме сосуществования в Анолите АНК соединений — антагонистов. Эксперименты

показали, что при различных вариантах смешивания растворов хлорноватистой кислоты и пероксида водорода, происходит взаимная нейтрализация, в соответствии с реакциями, приведенными выше. Было высказано предположение о возможном наличии в начальный период времени существования анолита (от нескольких минут до нескольких десятков минут) растворенных в нем газообразных продуктов электрохимических реакций, благодаря взаимодействию с которыми и находясь под электростатической защитой которых, соединения — антагонисты могли сформировать вокруг себя защитные структуры из электрически ориентированных молекул воды. Расчеты показали, что подобные растворенные газовые «пузырьки» должны иметь размеры от 15-20 до 30-50 ангстрем. Поиск этих гипотетических пузырьков различными методами (ЭПР, рентгеновская и ультрафиолетовая спектроскопия, нефелометрия, капиллярный зонный электрофорез) продолжался почти два года и, наконец, увенчался успехом.



Рис. 9.

Обработка анолитом АНК военнослужащих, вышедших из зон микробиологического или химического поражения, а также всего их снаряжения и одежды. Специалистами Мемориального Института «Battelle» (США) установлено: споры сибирской язвы погибают в 0,5 %-ом растворе гипохлорита натрия за 30 минут, а в 0,035%-ом анолите АНК (при концентрации АДВ в 15 раз меньшей) — за несколько секунд. Атланта, США

Самое смешное в этой истории поиска было то, что тайна пузырьков лежала на поверхности. Двое из авторов статьи в Москве, во ВНИИ-ИМТ, за неделю до блестящего подтверждения гипотезы в лаборатории МОНСАНТО, США, Сант-Луис, решили отвакуумировать анолит и посмотреть, есть ли различие в давлении «закипания» с обычной водой. Оказалось, что различие огромно — более 0,25 кгс/см². При этом, в отличие от воды, где центры газовыделения (зародыши) размещены на стенках сосуда, газовыделение в анолите начинается равномерно по всему объему и количество выделяющегося газа больше того, что предполагали расчетным путем, ориентируясь на табличные данные о растворимости.

Позднее, в период 1998-2002, совместно с Мемориальным Институтом BATTLE была разработана конструкция компактной установки для синтеза анолита АНК в полевых условиях (рис. 9) и проведены успешные полевые учения с получением на месте и применением Анолита АНК для обработки личного состава морских пехотинцев, вышедших из зоны химического, бактериологического или радиационного поражения. Также, результатом совместной работы с Институтом BATTLE стало подтверждение общепринятыми методами более чем стократного превосходства биоцидной активности Анолита АНК (торговая марка ECASOL) по сравнению с раствором гипохлорита натрия с концентрацией гипохлорит-ионов в пятнадцать раз превышающей концентрацию активно действующих веществ (АДВ) в Анолите АНК.

В 1999 году отделом электрохимической медицинской техники ОАО НПО «ЭКРАН» были начаты работы по подготовке документации, необходимой для получения фармакопейной статьи на Анолит АНК, как лечебного средства. Первичным документом для начала этих работ явился отчет Всероссийского научно-исследовательского института дезинфектологии (ВНИИД, бывший ВНИИПТИД) о результатах лабораторных исследований эффективности

электрохимически активированного раствора — нейтрального анолита (АНК), вырабатываемого в установке СТЭЛ-10Н-120-01

В Российском онкологическом центре Академии медицинских наук РФ под общим руководством Директора научно-исследовательского института канцерогенеза члена-корреспондента РАМН РФ профессора Заридзе Д.Г. в 2000 году были выполнены исследования по способности препарата «Анолит нейтральный АНК» с содержанием оксидантов 0,05% индуцировать хромосомные aberrации в клетках костного мозга мышей. Также экспериментально была изучена потенциальная мутагенность препарата «Анолит нейтральный АНК». Общее заключение по результатам выполненных исследований: **Изученный в соответствии с Методическими рекомендациями 1998 года фармакологический препарат «Анолит нейтральный АНК» не обладает цитогенетической активностью.**

В 2002 году в Государственном учреждении науки — Всероссийском научно-исследовательском и испытательном институте медицинской техники Министерства здравоохранения РФ, в отделе токсикологических испытаний и исследований материалов и изделий медицинского назначения под руководством к.м.н. Лаппо В.Г. было проведено изучение алергизирующих свойств препарата «Анолит нейтральный АНК».

В научно-исследовательском институте экспериментальной кардиологии Российского кардиологического научно-производственного комплекса Министерства здравоохранения РФ в лаборатории лекарственной токсикологии под руководством профессора Арзамасцева Е.В. были проведены исследования эффективности лечебного действия Анолита нейтрального АНК при инфицированных ожогах крыс. В этой же лаборатории было изучено влияние препарата «Анолит нейтральный АНК» на систему репарации ДНК в SOS — хромостесте, а также изучены эмбриотоксические и те-

ратогенные свойства препарата «Анолит нейтральный АНК» и его влияние на репродуктивную функцию.

В 2001 году в медицинском радиологическом научном центре Российской Академии медицинских наук под общим руководством Директора МРНЦ РАМН профессора Цыба А. Ф. были проведены исследования иммунотоксических свойств электрохимически активированного раствора «Анолит нейтральный АНК».

Итогом всех успешно завершенных научных и экспериментальных исследований явилась фармакологическая статья предприятия (ОАО НПО «ЭКРАН») ФСП 42-0664792406 от 27.10.2006. Данная фармстатья была подтверждена регистрационным удостоверением № ЛС-002150 Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения и социального развития РФ на Анолит нейтральный АНК, используемый в качестве лекарственного средства в виде раствора для местного и наружного применения.

Ниже приведен **фрагмент из Инструкции по медицинскому применению препарата АНОЛИТ НЕЙТРАЛЬНЫЙ АНК (ANOLITUM NEUTRALIUM ANK).**

1. **Фармакотерапевтическая группа:** антисептическое средство. Код АТХ D08AX.

2. **Фармакологическое действие:** Анолит нейтральный АНК представляет собой водный раствор разведенного раствора натрия хлорида, пропущенный через электрохимический реактор, вырабатывающий хлоркислородные и гидропероксидные оксиданты (хлорноватистая кислота, гипохлорит-ион, соединения активного кислорода). Анолит нейтральный АНК нетоксичен, обладает высокой реакционной и каталитической активностью при низкой концентрации активно действующих веществ, обеззараживающей активностью, моющими и противовоспалительными свойствами. Анолит нейтральный АНК ускоряет заживление инфицированных гнойных ран.

3. **Фармакокинетика:** активно действующие вещества Анолита нейтрального АНК

при наружном, местном применении не оказывают на организм резорбтивного действия.

4. **Показания:** Обработка кожи, кожных складок, слизистых оболочек с целью обеззараживания и удаления органических загрязнений (пот, выделения сальных желез, иные загрязнения). Лечение инфицированных ран, профилактика раневой инфекции.

Результаты, полученные Мемориальным Институтом BATTELLE (США) в отношении спороцидной активности Анолита АНК были проверены на штаммах сибирской язвы и полностью подтверждены в Научно-Исследовательском Институте Микробиологии МО РФ (Киров, Е. В. Пименов, 2002). В результате, использование Анолита АНК рекомендовано для обработки помещений Института. В Вирусологическом Центре НИИМ МО РФ (Сергиев Посад, В. Бондарев, В. Максимов, Ю. Семин, 2001) установлена высокая вирулицидная активность Анолита АНК. В Центральной Судебно-Медицинской Лаборатории МО РФ (Москва, В. В. Колкутин, 1999) выполнены исследования и разработаны рекомендации для использования Анолита АНК в целях экспресс-консервации (бальзамации) трупов и останков для последующей генетической экспертизы, а также для обеззараживания помещений секционных залов судебно-медицинских и патолого-анатомических лабораторий. Первый практический опыт применения Анолита АНК для этих целей был приобретен почти сразу после окончания исследований: установки СТЭЛ-10Н-120-01 работали на «Регалии», в Росляково и вырабатывали Анолит АНК, который выгодно отличается от формалина тем, что не разрушает структуру ДНК, одновременно останавливая действие ферментов и уничтожая микрофлору всех видов и форм.

Обобщая накопленные за почти полтора десятилетия данные лабораторных исследований, подтвержденные информацией о практическом применении анолита АНК в лечебно-профилакти-

тических учреждениях России, академик РАН, директор ВНИИД профессор Шандала М.Г. выразил свое мнение в письме, адресованном Генеральному директору ОАО НПО «ЭКРАН» Леонову Б.И. № 1-01/167 от 3 марта 2006 года: «Уважаемый Борис Иванович! Настоящим сообщаем, что подтвержденная государственной регистрацией в Российской Федерации вирулицидная активность электрохимически активированных средств (анолитов, вырабатываемых в установках типа СТЭЛ) свидетельствует об их дезинфицирующей активности в отношении всех известных вирусов — патогенов человека, в том числе, вирусов энтеральных и парэнтеральных гепатитов, ВИЧ, полиомиелита, аденовирусов, вирусов «атипичной пневмонии» (SARS), гриппа человека и «птичьего гриппа» H5N1, герпеса и других».

В процессе работы над совершенствованием анолита АНК [28-30] были проанализированы научные результаты исследований механизма антибактериальной защиты, созданного Природой и функционирующего во внутренней среде человека и животных на протяжении миллионов лет.

Известно [43-49], что ведущая роль в бактерицидном действии нейтрофилов принадлежит хлорноватистой кислоте (НСlО), вырабатываемой фагоцитирующими клетками. При респираторном взрыве до 28% от общего количества кислорода, потребляемого нейтрофилами, расходуется на образование НСlО. Образование НСlО в нейтрофилах происходит из перекиси водорода и хлорид-ионов. Катализатором в этой реакции выступает миелопероксидаза (МПО): $H_2O_2 + Cl^- \rightarrow [Cat (МПО)] \rightarrow HClO + OH^-$ [43, 44].

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

При значениях рН, близких к нейтральному, концентрации НСlО и гипохлорит-анионов ClO⁻ приблизительно равны. Понижение рН приводит к сдвигу равновесия этой реакции

в сторону увеличения концентрации НСlО, увеличение — в сторону повышения концентрации гипохлорит-анионов.

Образование H₂O₂ и НСlО в короткий период времени (доли секунды) в малом объеме водной среды (доли микролитра), т.е. в объеме активной зоны фагоцитоза неизбежно сопровождается 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 порождает соединения, обладающие очень высокой антимикробной активностью (в скобках приведены соответствующие химические реакции): HO₂⁻ — анион гидропероксида ($H_2O_2 + OH^- \rightarrow HO_2^- + H_2O$); O₂²⁻ — пероксид-анион ($OH^- + HO_2^- \rightarrow O_2^{2-} + H_2O$); O₂⁻ — супероксид-анион ($O_2^{2-} + H_2O_2 \rightarrow O_2^- + OH^- + OH^\bullet$); HO₂[•] — радикал пероксида водорода ($HO^\bullet + H_2O_2 \rightarrow H_2O + HO_2^\bullet$); HO₂ — супероксид водорода ($O_2^- + H_2O \rightarrow HO_2 + OH^-$). Одновременно возможным является процесс образования чрезвычайно реакционно-способного синглетного кислорода ¹O₂: ($ClO^- + H_2O_2 \rightarrow ^1O_2 + H_2O + Cl^-$). Экспериментально установлено [43, 44] участие в реакциях фагоцитоза молекулярного ион-радикала кислорода O₂⁻, одним из путей образования которого может быть описанный выше.

Известно [43-49], что в водной среде в присутствии НСlО и ClO⁻ возможно образование активных свободных радикалов ClO[•], Cl[•], HO[•]: ($HClO + ClO^- \rightarrow ClO^\bullet + Cl^- + HO^\bullet$). Также весьма вероятным, 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: $HClO + ClO^- \rightarrow [HClO \leftrightarrow Cat (МПО) \leftrightarrow ClO^-] \rightarrow 2Cl^- + 2O^\bullet + H^+$.

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

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

Метастабильная 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. Метастабильные 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 оксигенных 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 со-

матических клеток связаны с наличием мощной трехслойной липопротеидной оболочки, которая содержит обладающие электрондонорными свойствами диеновые конъюгаты ($-\text{C}=\text{C}-$) и сульфгидрильные группы ($\text{SH}-$). 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. Сопоставление известных научных данных [43-49] с химическим составом активно действующих веществ электрохимически активированного Анолита АНК позволило впервые сформулировать вывод об идентичности АДВ Анолита АНК и АДВ метастабильной субстанции, образующейся в процессах фагоцитоза [50].

Таким образом, в 2003 году было показано [50], что эффективность метастабильных электрохимически активированных растворов, проявляющаяся в том числе в их способности препятствовать появлению резистентной микрофлоры, обусловлена фундаментальными различиями между представителями микро- и макро биологического мира. Стало понятным, что применение химически стабильных дезинфицирующих средств для борьбы с представителями микромира — дорога в никуда. Можно бесконечно составлять новые (все более дорогие) комбинации реагентов из одних и тех же классов стабильных химических веществ-ксенобиотиков, хорошо сохраняющихся в складских помещениях и не портящихся при перевозке, но следует понять, что **МЕРТВОЕ НИКОГДА НЕ ПОБЕДИТ ЖИВОЕ**. Скорость химических взаимопревращений активных частиц в неорганических метастабильных системах на порядки превосходит скорость любых, в том числе адаптационных, биохимических реакций в микроорганизмах. В этом и есть причина отсутствия резистентной микрофлоры к метастабильным анолитам.

Исследования связи общей минерализации анолита с его физико-химическими свойствами проводились в течение нескольких лет.

На рисунке 10 изображена общая зависимость электропроводности водных растворов различных неорганических электролитов — хлоридов, сульфатов, карбонатов, нитратов щелочных и щелочноземельных металлов, соответствующих кислот и оснований, от их концентрации в водном растворе (заштрихованная область 1). В разбавленных растворах электролитов (менее 1 г/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

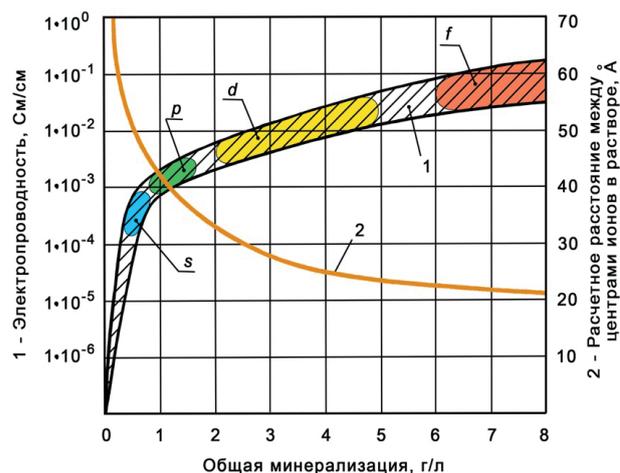


Рис. 10.

Зависимость удельной электропроводности (1) и средних расстояний между ионами (2) от общей минерализации растворов электролитов.

Условные обозначения:

области s; p; d; f, выделенные цветом, соответствуют анолитам различной минерализации, при одинаковой концентрации оксидантов (500 мг/л). Изменение параметров: «>» — больше, «<» — меньше.

Антимикробная и антивирусная активность: $s > p > d > f$.

Коррозионная активность: $s < p < d < f$.

Время сохранения спороцидной активности: $s > p > d > f$.

Осадок после высыхания: $s < p < d < f$.

Запах: $s < p < d < f$.

концентрированных растворов электролитов (при концентрации выше 1 г/л), наоборот, наблюдается сравнительно 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. 10, 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 вре-

мени 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. Теоретическое представление, разработанное Г. А. Крестовым [51], позволило объяснить различные особенности процессов 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 растворенной частицы, а также все виды взаимодействий.

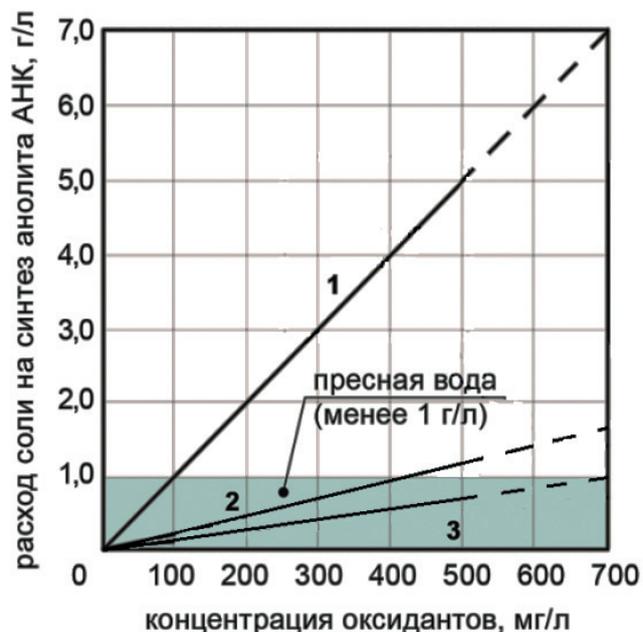


Рис. 11.

Соотношение количества соли, расходуемой для синтеза 1 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 10 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: $0,6 : 0,5 \approx 1$.

Балластные вещества отсутствуют.

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 также происходит 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 2 до 5 г/л при содержании оксидантов 500 мг/л. Эта область на кривой 1 (рис. 10) обозначена буквой «d» 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», находятся на кривой 1 в области «f», отмеченной красным цветом, т. е. фактически не являются активированными. Даже если

они и произведены по описанной выше технологии синтеза анолита АНК, то в течение довольно короткого времени теряют аномальную активность, превращаясь в раствор гипохлорита и хлорноватистой кислоты. Конечно, такой раствор является антимикробным, но в отличие от электрохимически активированного, 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 «р», отмеченной зеленым цветом и занимает пространство над линией 2. 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 [51, 52].

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

При дезинфекции твердых пористых поверхностей электрохимически активированными растворами с содержанием соли даже на уровне, допустимом в Анолите АНК, соль, содержащаяся в растворах, остается после их высыхания на обрабатываемых поверхностях и накапливается со временем. Слой соли на поверхности, будучи гигроскопичным, сорбирует влагу из воздуха. Такая поверхность становится влажной, «потеет», 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. Увеличение 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, значительному 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, уменьшение содержания балластных веществ (хлорида натрия), уменьшение запаха хлоркислородных соединений от слабого до исчезающе слабого, увеличения времени хранения анолита АНК без потери свойств. Для решения этих задач были использованы оригинальные теоретические и экс-

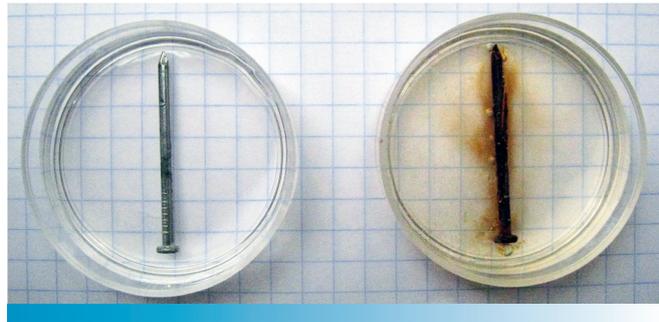


Рис. 12.

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

периментальные исследования, основанные на фундаментальных принципах теории растворов, неравновесной термодинамики, химии пероксидных соединений, кинетики электрохимических реакций.

К 2011 году в результате двухлетних экспериментов с электрохимическими элементами МБ новой конструкции, снабженными диафрагмами из экструзионной ультрафильтрационной керамики, появились технические электрохимические системы различной степени сложности, с помощью которых удалось добиться целевых параметров анолита АНК, которые существенным образом приблизили его к понятию «Идеальное Дезинфицирующее Средство». Завершение этих работ происходило в процессе совместных работ с компанией ООО «Делфин Аква», с которой сотрудники ООО «Институт электрохимических систем и технологий Витольда Бахира» работали в рамках хозяйственных и лицензионных договоров в течение четырех лет (с сентября 2011 до ноября 2015). В результате этих работ были созданы первые модели установок СТЭЛ-АНК-СУПЕР, использование которых позволило получить Регистрационные удостоверения РФ на Анолиты АНК СУПЕР различных концентраций по оксидантам. Также в этот пери-

Анолит АНК СУПЕР: путь совершенствования

од были найдены решения по созданию самоочищающихся корпусных электрохимических реакторов в установках СТЭЛ-АНК-СУПЕР. Этот тип Анолита АНК, называемый Анолитом АНК СУПЕР и полученный в первом поколении установок СТЭЛ-АНК-СУПЕР, занимает пространство в области «р» на рис. 10, ниже линии 2.

После прекращения сотрудничества с компанией ООО «Делфин Аква» и создания в 2016 году новых типов электрохимических элементов МБ, производительность которых приблизительно в десять раз превосходит существовавшие ранее аналоги, единственным изготовителем оригинальных установок СТЭЛ-АНК-СУПЕР (рис. 13–15) с элементами МБ нового поколения в России является ООО «Институт электрохимических систем и технологий Витольда Бахира», а за рубежом — компания Blue Safety, которая производит уникальные автоматизированные малогабаритные электрохимические системы, обеспечивающие высочайший уровень микробиологической защиты кабинетов стоматологов при полной безопасности пациентов, персонала и окружающей среды.

Постепенное приближение к «идеальному» анолиту происходило по пути уменьшения его общей минерализации при сохранении неизменной концентрации оксидантов, в том числе, за счет увеличения доли гидропероксидных оксидантов в растворе.

Установки СТЭЛ-АНК-СУПЕР, серийное производство которых освоено в 2016 году, производят Анолит АНК СУПЕР 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). Анолит АНК, за которым авторы сохранили название «АНОЛИТ АНК СУПЕР» (область «s» на рис. 10) является наиболее совершенным продуктом такого типа, поскольку содержание балластных ионов хлорида натрия исчезающе мало. Но различия в основных свойствах



Рис. 13.

Установка СТЭЛ-АНК-СУПЕР-100. Институт Электрохимических Систем и Технологий, Москва, 2019

и параметрах Анолита АНК СУПЕР из областей «s» и «р» (рис. 10) намного меньше, нежели между Анолитом АНК СУПЕР и Анолитом АНК. Коррозионная способность Анолита АНК СУПЕР из областей «s» и «р» выражена слабее, чем Анолита АНК второго поколения («р»), полученного в установке СТЭЛ-АНК-ПРО, не говоря уж об анолите АНК первого поколения («d»), полученного в установке СТЭЛ-10Н-120-01, что наглядно показано на рис. 12. Близкие функциональные и физико-химические показатели Анолита АНК СУПЕР из областей «s» и «р» позволяют говорить о нем как об одном и том же растворе. Анолит АНК СУПЕР обладает 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, при распылении запах хлора полностью отсутствует, посторонние запахи исчезают практически мгновенно, воздух по ощущению становится

ся свежим, как после дождя. Время сохранения спорцидной активности Анолита АНК СУПЕР из областей «s» и «p» выше, чем у Анолита АНК из области «p». Главным достижением в работе по совершенствованию Анолита АНК СУПЕР является создание в 2017 году высокоэффективных технических электрохимических систем, которые рациональным образом сочетают преимущества элементов МБ образца 2016 года с принципиально новыми технологическими решениями, позволяющими обеспечить высококачественную физико-химическую подготовку исходной воды, солевого раствора и получить раствор оксидантов заданного химического состава при минимальных затратах электроэнергии и времени. Новые технологические решения позволили в значительной степени унифицировать технические электрохимические системы установок СТЭЛ, АКВАХЛОР, ЭКОХЛОР и ИЗУМРУД [52],кратно увеличить производительность каждой из электрохимических систем по конечному продукту при одновременном повышении его качества. Все сказанное выше об анолитах в значительной степени касается растворов смеси хлоркислородных и гидропероксидных оксидантов со стандартным и привычным для медицинских работников диапазоном концентраций от 100 до 500 мг/л, хотя подобные растворы с концентрациями оксидантов от 10 до 8000 мг/л, полученные с применением различных технологических схем имеют не менее широкое применение в различных областях, включая медицину.

Однако, исходя из результатов исследований, проводимых Институтом Теоретической и Экспериментальной Биофизики из Пущино на Оке в рамках грантов Российского Научного Фонда (РНФ) [52-56], ниже области «s» на рисунке 10 лежит еще более загадочная и полная неожиданностей область электрохимически активированной воды и растворов сверхмалой минерализации. Электропроводность исследуемых водных растворов находится в пределах от 3 до 5 мкС/см, т.е. концентрация рас-



Рис. 14.

Установка СТЭЛ-АНК-СУПЕР-100.

Институт Электрохимических Систем и Технологий.
Москва, 2018

творенных ионов электролитов не превышает 5 мг/л. При этом ОВП Анолита А близок к соответствующему параметру соляной кислоты с концентрацией 36 г/л, а Католита К — к значению ОВП раствора гидроксида натрия концентрацией 40 г/л. То есть, при равенстве активности электронов, измеряемой величиной окислительно-восстановительного потенциала на платиновом электроде относительно электрода сравнения [57-59], в одномолярном растворе кислоты и Анолите А дистиллированной воды, а также в одномолярном растворе щелочи и Католите К дистиллированной воды, различие концентраций между химически стабильными и электрохимически активированными растворами составляет примерно десять тысяч раз. Именно на этом явлении основана технологическая схема применения электрохимически активированных разбавленных водных растворов и ряда других текучих сред.

В заключение имеет смысл кратко охарактеризовать Анолит АНК СУПЕР, а также изложить экспресс-способы контроля его подлинности.

Анолит АНК СУПЕР — дезинфицирующее средство с широким спектром действия (бактерии, микобактерии, вирусы, грибы, споры), к которому микрофлора не способна выра-

Анолит АНК СУПЕР: путь совершенствования

ботать резистентность, безвредное для человека и животных, экологически чистое, универсальное и безопасное при любых формах применения (орошение, погружение, протирание, замачивание, аэрозоль, пена, лед). Активнодействующие вещества (АДВ) Анолита АНК СУПЕР — смесь оксидантов, эквивалентная по составу той, которая образуется в организмах живых существ при фагоцитозе (уничтожении инородных субстанций фагоцитами). Имеются соответствующие разрешения для использования Анолита АНК СУПЕР в медицине, пищевой промышленности, ветеринарии, сельском хозяйстве и других областях в России и ряде других стран (США, Германия, Италия, Болгария, ОАЭ, Вьетнам) где Анолит АНК СУПЕР известен под другими торговыми названиями.

Анолит АНК СУПЕР производится в электрохимических установках СТЭЛ-АНК-СУПЕР, разработанных в 2012 году под руководством д. т. н. профессора Бахира В.М. (автора всех известных установок типа СТЭЛ) в Институте Электрохимических Систем и Технологий.

Исходными компонентами Анолита АНК СУПЕР являются поваренная соль, питьевая вода и электроэнергия.

Активно действующие вещества (АДВ) Анолита АНК СУПЕР представлены хлоркислородными и гидропероксидными оксидантами: хлорноватистой кислотой, перекисью водорода, озоном, синглетным кислородом. Анолит АНК СУПЕР при высыхании не оставляет осадка на гладких поверхностях, не инициирует коррозию металлов, практически лишен запаха.

Многолетнее (более 25 лет) использование в лечебно-профилактических учреждениях без замены на другие средства Анолита АНК, предшественника Анолита АНК СУПЕР, продемонстрировало полное отсутствие привыкания микроорганизмов к данному агенту, что обусловлено его метастабильностью.

В отличие от Анолита АНК, общее содержание растворенных веществ в котором до-
24



Рис. 15.

*Установка СТЭЛ-АНК-СУПЕР-1000 (АКВАХЛОР-600).
Институт Электрохимических Систем и Технологий.
Москва, 2019*

стигает 5 г/л, а время сохранения спороцидной способности не превышает пяти дней, Анолит АНК СУПЕР имеет минерализацию, соответствующую пресной питьевой воде и время сохранения спороцидной способности до 6 месяцев, что проверено в российских и зарубежных авторитетных организациях. После использования Анолит АНК СУПЕР превращается в обычную пресную воду, что исключает необходимость его нейтрализации или утилизации.

Одним из основных секретов Анолита АНК СУПЕР является технология его синтеза в установках СТЭЛ-АНК-СУПЕР, которые изготавливаются производственными структурами Института электрохимических систем и технологий Витольда Бахира по ТУ 3614-017-77350578-2016. Уникальная

технология электрохимического синтеза позволяет обеспечить длительное сохранение в растворе веществ — антагонистов: хлорноватистой кислоты с сопутствующими хлоркислородными соединениями и пероксида водорода с сопутствующими гидропероксидными соединениями. Именно такая смесь оксидантов вырабатывается фагоцитами в живой Природе, но существует только несколько миллисекунд, в то время, как в Анолите АНК СУПЕР эти соединения в течение длительного хранения «не видят» друг друга из-за мощных ионно-гидратных оболочек, окружающих активные заряженные молекулярные структуры и начинают действовать совместно только при соприкосновении Анолита АНК СУПЕР с обрабатываемыми объектами живой и неживой природы.

Проверить подлинность Анолита АНК СУПЕР-500 с концентрацией оксидантов 500 мг/л в «полевых условиях» довольно просто.

1. Нужно в первую очередь измерить концентрацию растворенных веществ с помощью простейшего прибора — кондуктометра или TDS-метра (от английского «Total Dissolved Solids»). Если концентрация растворенных веществ — электролитов окажется более 0,9 г/л (900 ppm), то данный раствор не является Анолитом АНК СУПЕР.

Если концентрация растворенных веществ равна или менее 0,9 г/л, то следует измерить концентрацию оксидантов.

2. Точным методом измерения концентрации оксидантов является йодометрический метод титрования, который требует специального лабораторного оборудования и химических реагентов. Однако, для приблизительной оценки достаточно использовать тест-полоски фирмы НАСН, позволяющие определить концентрацию оксидантов от 0 до 600 мг/л. Также, можно оценить концентрацию оксидантов с помощью простого реагента — йодистого калия. Небольшое

количество порошка йодистого калия при помощи шпателя или на кончике перочинного ножа вводят в стакан со 100-150 мл исследуемого раствора. Через стенки стакана наблюдают за поведением гранул порошка. Если они спустя некоторое время оседают и образуют у дна стакана окрашенный темно-коричневый слой, то концентрация оксидантов равна или более 500 мг/л. Если менее интенсивную окраску приобретает весь объем жидкости в стакане, то концентрация оксидантов в растворе менее 500 мг/л.

Если окажется, что концентрация оксидантов ниже 500 мг/л, то данный раствор не является Анолитом АНК СУПЕР.

Если концентрация оксидантов в растворе равна или больше 500 мг/л, то следует провести еще один тест: измерить рН раствора.

3. Измерить показатель активности водородных ионов рН можно с помощью портативного или лабораторного рН-метра.

Если рН раствора ниже 5,0 или выше 6,5, то можно быть уверенным в том, что данный раствор не содержит смеси хлоркислородных и гидропероксидных оксидантов и имеет в своем составе АДВ, представленные только хлоркислородными соединениями, что не позволяет ему считаться Анолитом АНК СУПЕР. При этом, следует иметь в виду, что при возрастании рН свыше 6,5, в растворе пропорционально увеличивается концентрация наименее активной формы хлоркислородных соединений, представленной гипохлоритом натрия.

Сфера применения электрохимически активированных растворов постоянно расширяется. Об этом, в частности, свидетельствует постоянно возрастающее число ссылок в любой поисковой системе по словам «electrochemical activation», которое далеко перевалило за 20 миллионов. В этой связи авторы с благодарностью воспримут информацию о новых областях применения электрохимически активированных растворов, а также постараются ответить на вопросы заинтересованных людей и компаний.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Мамаджанов У. Д., Бахир В. М., Деркач Г. И. **Магнитоэлектрические свойства буровых растворов и их использование для повышения эффективности бурения**. М.: ВНИИЭГАЗПРОМ, 1975. 40 с.
2. В. М. Бахир. **Установка для электрообработки минерализованной воды** — УЭВ: Инф. листок № 28. М, ВНИИЭГАЗПРОМ, 1979.
3. Мамаджанов У. Д., Бахир В. М., Мариампольский Н. А., Алехин С. А., Алимджанов Х. А., Теригулов А. А. **Электрохимическая активация химических реагентов и буровых растворов**// Газовая промышленность. М.: Недра. 1981. № 10.
4. 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.
5. Вахидов В. В., Мамаджанов У. Д., Касымов А. Х., Бахир В. М., Алехин С. А., Исхакова 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.
6. Вахидов В. В., Мамаджанов У. Д., Касымов А. Х., Бахир В. М., Алехин С. А., Исхакова 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.
7. Вахидов В. В., Мамаджанов У. Д., Касымов А. Х., Бахир В. М., Алехин С. А., Исхакова 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.
8. Бахир В. М., Кирпичников П. А., Ликумович 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.
9. Николаев Г. М., Кирпичников П. А., Ликумович А. Г., Мамаев В. Е., Латыпова А. А., Агаджанян С. И., Чуприн В. Г., Туишев Р. И., Хасанов Р. М., Ильина О. М., Бахир В. М., Спектор Л. Е., Богданова Т. Е., Морозов Н. П., Салихов И. А., Буйлин М. В. **Способ получения средства для лечения гнойных ран и ожогов. Способ лечения ожоговых поражений**. Авторское свидетельство СССР, № 1281212 1993 (приоритет с 1983 г.)
10. Бахир В. М., Спектор Л. Е., Мамаджанов У. Д. **Физическая природа явлений активации веществ** // Изв. АН УзССР. Сер. техн. наук. 1983. № 1.
11. Бахир В. М. **Регулирование физико-химических свойств технологических водных растворов униполярным электрохимическим воздействием и опыт его практического использования**: Дисс. канд. техн. наук. Казань, 1985.
12. Кирпичников П. А., Бахир В. М., Гамер П. У., Добренков Г. А., Ликумович А. Г., Фридман Б. С., Агаджанян С. И. **О природе электрохимической активации сред** // Доклады АН СССР. 1986. Т. 286. № 3, с. 663-666.
13. Бахир В. М., Цикоридзе Н. Г., Спектор Л. Е., Дадиани Р. Г., Задорожний Ю. Г., Мечехия М. В., Ликумович А. Г., Кирпичников А. П., Агаджанян С. И., Латышев Ю. В. **Электрохимическая активация водных растворов и ее технологическое применение в пищевой промышленности** // Тбилиси: ГрузНИИТИ: Серия: Пищевая промышленность. 1988. Вып. 3. 81 с.
14. Задорожний Ю. Г., Бахир В. М., Спектор Л. Е., Беликов В. С., Лысенко Н. М., Подколзин А. А., Дмитриев Н. Н., Штефан В. Н., Грачев Ю. А. **Устройство для электрохимической обработки жидкости**. Авторское свидетельство СССР, № 1634643, 1986.
15. Бахир В. М., Задорожний Ю. Г., Леонов Б. И., Машков О. А., Перловский Р. Ш., Прилуцкий В. И., Пулавский А. М., Рыжнев В. Ю., Штерн К. Л. **Способ очистки диализных мембран**. Авторское свидетельство СССР, № 1707823, 1988.
16. Пулавский А. М., Бахир В. М., Рыжнев В. Ю., Бялко М. В., Задорожний Ю. Г., Штерн К. Л. **Способ стирки белья и устройство для его осуществления**. Авторское свидетельство СССР, № 1687684, 1988.
17. Воротынцев А. П., Пулавский А. М., Лир И. Л., Бахир В. М., Прилуцкий В. И., Савинков В. К., Найда Н. Н. **Способ получения моющего раствора для удаления белковых загрязнений**. Авторское свидетельство СССР, № 1623198, 1989.
18. Бахир В. М., Веденков В. Г., Лир И. Л., Леонов Б. И., Пулавский А. М., Рыжнев В. Ю. **Способ получения моющего и стерилизующего растворов для очистки и подготовки биофильтров к повторному использованию**. Авторское свидетельство СССР № 2033807, 19.04.1990.
19. Леонов Б. И., Машков О. А., Веденков В. Г., Прилуцкий В. И., Оверченко А. В., Задорожний Ю. Г., Лир И. Л., Найда Н. Н., Бахир В. М. **Устройство для гемодиализа**. Авторское свидетельство СССР, № 2032426, 1990.
20. Bakhir V.M., Zadorozhny Y.G. **The electrochemical treatment of water and a device for electrochemically treating water**. UK Patent 2253860 B, 12.03.1991. Элемент ПЭМ-1 и первый вариант технологической схемы установки СТЭЛ.
21. 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 для получения электрохимически активированных стерилизующих, дезинфицирующих и моющих растворов (анолитов А, АН, католита К), реализован в установке СТЭЛ-МТ-1.
22. Бахир В. М. **Электрохимическая активация**. — М.: ВНИИИ мед. техники, 1992. — 2 ч. — 657 с; — ил.

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.
24. 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 г. Установка СТЭЛ для получения Анолита АНК.
25. Bakhir V. M., Zadorozhny J. G., **Electrochemical Cell.** US Patent № 5,635,040, filed 11.03.1996, pbl. 3.06.1997. Assignee: Rseccat, USA, Inc., Las Vegas, Nev. Элемент проточный электрохимический модульный типа ПЭМ — 3.
26. 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: Rseccat, USA, Inc., Las Vegas, Nev. Установка СТЭЛ для получения анолита АНК.
27. 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: Rseccat, USA, Inc., Las Vegas, Nev. Установка СТЭЛ для получения Анолита АНК.
28. Прилуцкий В. И., Бахир В. М. **Электрохимически активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия.** — М.: ВНИИИМТ, 1997. — 228 с; — ил.
29. Бахир В. М. **Медико-технические системы и технологии для синтеза электрохимически активированных растворов.** — М., ВНИИИМТ, 1998. — 66 с; — ил.
30. Паничева С. А. **Новые технологии дезинфекции и стерилизации сложных изделий медицинского назначения.** — М., ВНИИИМТ, 1998. — 122 с; — ил.
31. Паничева С. А., Бахир В. М., Задорожний Ю. Г., **Способ очистки и стерилизации эндоскопов.** Патент РФ № 2115435, заявлен 05.09.1996, опубликован 20.07.1998.
32. Паничева С. А., Бахир В. М., Задорожний Ю. Г., **Установка для очистки и стерилизации эндоскопов.** Патент РФ № 2113859, заявлен 05.09.1996, опубликован 27.06.1998.
33. Паничева С. А., Бахир В. М., Задорожний Ю. Г., Бялко М. В. и Рыжнев В. Ю. **Установка для очистки и стерилизации эндоскопов.** Патент РФ № 2113860, заявлен 26.09.1996 опубликован 27.06.1998.
34. 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.
35. Цикоридзе Н. Г., Бахир В. М., Задорожний Ю. Г., Яковлев Ю. Н., Малеев Б. В., Паничева С. А., Вторенко В. И. **Способ дезинфекции помещений.** Патент РФ № 2148414, 2000. Технология применения анолита типа АНК в виде тумана.
36. Бахир В. М. **Современные технические электрохимические системы для обеззараживания, очистки и активирования воды.** -М.: ВНИИИМТ, 1999. — 84 с; — ил.
37. Леонов Б. И., Прилуцкий В. И., Бахир В. М. **Физико-химические аспекты биологического действия электрохимически активированной воды.** — М.: ВНИИИМТ, 1999. — 244 с.; — ил.
38. Бахир В. М. **Способ безреагентного изменения физико-химических свойств воды и/или водных растворов.** Патент РФ № 2155717, заявлен 28.01.2000, опубликован 10.09.2000.
39. 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.
40. 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.
41. Bakhir V. M., Zadorozhny J. G., Komolikov Y. I., Panichev V. G., Barabash T. B. **Electrochemical Modular Cell For Processing Electrolyte Solutions.** USA Patent № US 8,961,750 B2, Feb. 24.2015.
42. Бахир В. М. **Электрохимическая активация: изобретения, техника, технология.** — М.: Вива-Стар, 2014. — 511 с.; — ил.
43. Арчаков А. И., Карузина И. И. **Окисление чужеродных соединений и проблемы токсикологии** // Вестник АМН СССР, 1988. — № 1. — С. 14-28.
44. Арчаков А. И. **Микросомальное окисление.** — М.: Наука, — 1975. — 327 с.
45. Mark B. Hampton, Antony J. Kettle, Christine C. Winterborn. **Involvement of Superoxide and Myeloperoxidase in Oxygen-Dependent Killing of Staphylococcus aureus by Neutrophils.** INFECTION AND IMMUNITY, Sept. 1996, p. 3512-3517.
46. Juliet M. Pullar, Margret C. M. Vissers, and Christine C. Winterbourn. **Living with a Killer: The Effects of Hypochlorous Acid on Mammalian Cells.** IUBMB Life, 50: 259-266, 2000
47. Mark B. Hampton, Antony J. Kettle, Christine C. Winterborn. **Inside the Neutrophil Phagosome: Oxidants, Myeloperoxidase, and Bacterial Killing.** BLOOD, The Journal of The American Society of Hematology. VOL 92, NO 9 NOVEMBER 1, 1998.
48. Christine C. Winterborn and Antony J. Kettle, **Biomarkers of myeloperoxidase-derived hypochlorous acid.** Free Radical Biology & Medicine, Vol. 29, No. 5, pp. 403-409, 2000.
49. Подколзин А. А., Мегреладзе А. Г., Донцов В. И., Арутюнов С. Д., Мрикаева О. М., Жукова Е. А. **Система антиоксидантной защиты организма и старение.** Профилактика старения // Ежегодник Нац. геронт. центра. 2000. Вып. 3., с. 45-62.
50. Бахир В. М., Вторенко В. И., Леонов Б. И., Паничева С. А., Прилуцкий В. И. **Эффективность и безопасность хи-**

- мических средств для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации. Дезинфекционное дело, № 1, 2003, с. 29-36.
51. Крестов Г.А., Виноградов В.И., Кесслер Ю.М. и др. **Современные проблемы химии растворов** / — М.: Наука, 1986. —264 с.
 52. Bakhir V.M., Pogorelov A.G. **Universal Electrochemical Technology for Environmental Protection**. International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences, 2018, 7 (1): 41-57. ISSN: 2277-3657 CODEN (USA): IJPRPM. Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Russian Academy of Sciences, Moscow Region, Pushino, Russia.
 53. Pogorelova M.A., Panait A.I., and Pogorelov A.G. **Laser-Scanning Microscopy as Applied to Mouse Early Embryos: Cytometry and Analysis of Cell Morphology**. ISSN 0006-3509, Biophysics, 2016, Vol. 61, No. 3, pp. 445-452. © Pleiades Publishing, Inc., 2016. Original Russian Text © M.A. Pogorelova, A.I. Panait, A.G. Pogorelov, 2016, published in Biofizika, 2016, Vol. 61, No. 3, pp. 528-536.
 54. Pogorelov A.G., Bakhir V.M., Ipatova L.G., Kuznetsov A.L., Suvorov O.A., Kozlov I.V. **Modeling, formation, destruction and scanning electron microscopy of biofilms**. International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences, 2017, 6 (1): 145-152.
 55. Pogorelov A.G., Suvorov O.A., Kuznetsov A.L., Panait A.I., Pogorelova M.A., and Ipatova L.G. **Disintegration of Bacterial Film by Electrochemically Activated Water Solution**. Bulletin of Experimental Biology and Medicine, Vol. 165, No. 4, August, 2018. Translated from Byulleten» Eksperimentalnoi Biologii i Meditsiny, Vol. 165, No. 4, pp. 489-493, April, 2018.
 56. Pogorelov A.G., Suvorov O.A., Bakhir V.M., Panait A.I., Pogorelova M.A., Ivanisky G.R. **Indirect response of early mouse embryo to oxidative stress evoked in apoptosis model**. Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, RAS, Russian Federation, 142290, Moscow province, Pushchino.
 57. Борин Л.Л., Карелин А.И. **Термодинамика окислительно-восстановительных процессов в технологии актиноидов**. Под ред. д-ра хим. наук В.С. Колтунова. М., Атомиздат, 1977, 232 с.
 58. Никольский Б.П., Матерова Е.А. **Ионселективные электроды**. Л.: Химия, 1980.
 59. Никольский Б.П., Пальчевский В.В. **Окредметрия**. М.-Л.: Химия, 1975.

Очень краткий перечень официальных документов, регламентирующих использование электрохимических установок СТЭЛ всех типов с элементами МБ (ПЭМ) и производимых ими продуктов.

1. Свидетельство о государственной регистрации № RU. 77.99.88.002. Е. 006350.08.13 Таможенного Союза Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации от 01.08.2013 г. на средство дезинфицирующее «Анолит АНК СУПЕР», вырабатываемое установками типа «СТЭЛ-АНК-СУПЕР», изготовителя ООО «Дельфин Аква».
2. Регистрационное свидетельство РФ № 77.99.1.2. У. 12139.12.09 от 30.12.2009 на 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», производитель ООО «Лаборатория электротехнологии», Москва.
3. Свидетельство о государственной регистрации № 77.99.1.2. У. 5720.6.09 от 09.06.2009 г. на средство дезинфицирующее «Нейтральный анолит АНК», вырабатываемый на установке СТЭЛ-10Н-120-01, производитель ООО «Лаборатория электротехнологии», Москва.
4. Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.15.945. П. 000088.01.03 на анолит нейтральный АНК, получаемый на установке СТЭЛ-10Н-120-01, производитель ОАО «НПО «Экран», срок действия с 27.01.2003 г. по 27.01.2008 г. (область применения: в качестве средства для дезинфекции воды централизованной и децентрализованной систем питьевого водоснабжения).
5. Свидетельство о государственной регистрации № 77.99.28.2. У. 5222.5.05 от 17.05.2005 г. на аэрозоль анолита, вырабатываемого мобильными аэрозольными генераторами МАГ (ТУ 5156-024-54368736-05), выданное ЗАО «ЭХА-МАГ», Санкт-Петербург.
6. Гигиеническое заключение № 78.1.3.515. П. 5039.6.0. на продукцию «Анолиты АН и АНК производящиеся на установках СТЭЛ», производитель ВНИИИМТ МЗ РФ, Москва, срок действия с 16.06.2000 г. по 16.06.2003 г. (область применения: в качестве препарата для дезинфекции воды при водоподготовке на водопроводных станциях для хозяйственного водоснабжения и для децентрализованного водоснабжения населения).
7. Гигиеническое заключение № 78.1.3.515. П. 3714.5.0 на продукцию «Католиты (К) синтезируемые на установках типа СТЭЛ», производитель ВНИИИМТ МЗ РФ, Москва, срок действия с 04.05.2000 г. по 04.05.2001 г. (область применения: в качестве препарата для подщелачивания воды при водоподготовке на водопроводных станциях для хозяйственного водоснабжения и дезинфекции объектов окружающей среды).
8. Гигиеническое заключение № 78.1.3.515. П. 17678.9.99 на продукцию «Анолиты АН и АНК производящиеся на установках СТЭЛ», производитель ВНИИИМТ МЗ РФ, Москва, срок действия с 13.09.1999 г. по 13.09.2002 г. (область применения: в качестве дезинфектантов сточных вод, воды бассейнов).
9. Регистрационное удостоверение № 2919020298/0324-00 на Комплекс автоматизированный для дезинфекции, предстерилизационной очистки, стерилизации полностью и неполностью погружаемых гибких эндоскопов

КАДС-80-01-«ЭНДОСТЕРИЛ», производитель ООО «Лаборатория электротехнологии», Москва, срок действия с 26.06.2000 г. по 03.02.2008 г.

10. Сертификат соответствия № РОСС RU. ИМ02. В08059 от 20.07.2002 г. на Комплекс автоматизированный для дезинфекции, предстерилизационной очистки, стерилизации полностью и неполностью погружаемых гибких эндоскопов КАДС-80-01-«ЭНДОСТЕРИЛ», производитель ООО «Лаборатория электротехнологии», Москва.
11. Сертификат соответствия на Комплекс Автоматизированный для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации полностью или неполностью погружаемых гибких эндоскопов КАДС-80-01 «ЭНДОСТЕРИЛ» № 02754055 от 25.08.1998, производитель ОАО НПО «Химвавтоматика», Москва.
12. Регистрационное удостоверение Комитета по новой медицинской технике МЗ Украины о разрешении применения в медицинской практике Украины установок для электрохимического синтеза моющего, дезинфицирующего и стерилизующего раствора нейтрального анолита (АНК) СТЭЛ-10Н-120-01 (мод. 40-01, 80-01, 120-01, 250-01, 1000-01), утвержденное заместителем министра здравоохранения Москаленко В. Ф., Гос. реестр МЗ № 973/98 от 02.12.98.
13. Гигиеническое свидетельство МЗ Литовской Республики на нейтральный анолит АНК, изготовленный в установках СТЭЛ-10Н-120-01 и СТЭЛ-60-03-АНК для дезинфекции поверхностей, столовой посуды, белья, игрушек, предметов для ухода за больными в учреждениях здравоохранения и для окончательной дезинфекции в очагах бактериологических, вирусных инфекций, грибковых инфекционных заболеваний № 2-2-1-10118 от 12.01.1999.
14. Санитарно-эпидемиологическое заключение № 78. ДЦ. 05.515. П. 000003.07.01 на Анолиты А, АН, АНК, производящиеся на установках СТЭЛ, АКВАХЛОР, изготовленные в соответствии с МУ № 01-19-48-11, для применения в качестве дезинфицирующего средства для обеззараживания природных и сточных вод, систем водоснабжения и воды бассейнов. Выдан ОАО «НПО «Экран», срок действия с 20.07.2001 г. по 20.07.2004 г.
15. Перечень № 0034-97 отечественных и зарубежных дезинфекционных средств, разрешенных к применению на территории Российской Федерации от 21.04.1997 г.
16. Постановление Главного санитарного врача по Санкт-Петербургу от 23.11.98 N 16 о введении «Санитарных правил по реализации в торговой сети и использованию на предприятиях пищевой промышленности и общественного питания моющих и дезинфицирующих средств» СП 2.3.3.006-98.
17. Регистрационное свидетельство № 77.99.1.2. У. 5720.6.09 от 09.06.2009 на средство дезинфицирующее «Нейтральный анолит АНК», вырабатываемый на установке СТЭЛ-10Н-120-01. Изготовитель — ООО «Лаборатория электротехнологии». Продукция изготовлена ООО «ЭКОМЕД». Свидетельство выдано на основании экспертного заключения по результатам дезинфектологической экспертизы от 02.04.2009 г. № 3-05/192 ФГУН НИИД Роспотребнадзора.
18. Регистрационное свидетельство № RU. 77.99.01.002. Е. 031063.08.11 от 08.08.2011 на средство дезинфицирующее «Нейтральный анолит АНК», вырабатываемый установкой СТЭЛ-10Н-120-01. Изготовитель (производитель) — ОАО НПО «Экран». Протоколы исследований — экспертного заключения от 24.06.2011 г. № 3-05/448-а ФГУН НИИД Роспотребнадзора.
19. Сертификат соответствия № РОСС RU. ХП09. В1641 на средство дезинфицирующее «Нейтральный анолит АНК», вырабатываемый на установке «СТЭЛ-10Н-120-01», выданный ООО «ЭКОМЕД», срок действия с 13.07.2011 г. по 13.07.2011 г.
20. Регистрационное свидетельство на Украине № АА-00736-03-09 на препарат Анолит нейтральный АНК для целей дезинфекции из установок «СТЭЛ-10Н-120-01», изготовитель ООО «Лаборатория электротехнологии», Москва, срок действия с 29.12.2009 г. по 28.12.2014 г.
21. Инструкция № ДА 005-13 по применению дезинфицирующего средства «Анолит АНК СУПЕР» фирмы ООО «Делфин Аква» (Россия), полученного из установок СТЭЛ-АНК-СУПЕР для целей дезинфекции и стерилизации, Москва. 2013.
22. Инструкция № ИБ-17 по применению дезинфицирующего средства «Анолит АНК СУПЕР» фирмы ООО «Институт Электрохимических Систем и Технологий Витольда Бахира» (Россия), полученного из установок СТЭЛ-АНК-СУПЕР для целей дезинфекции и стерилизации, Москва. 2017.
23. Методические указания по применению Анолита АНК нейтрального, вырабатываемого в установках СТЭЛ-10Н-120-01М для целей обеззараживания в салонах автомобилей скорой медицинской помощи (АСМП), Москва: ВНИИИМТ, 2003.
24. Методические указания № 11-3/206-09 от 17.06.2002 г. по применению «Нейтрального анолита АНК», вырабатываемого в установке СТЭЛ-10Н-120-01, для целей дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации, утвержденные Руководителем Департамента госсанэпиднадзора МЗ РФ.
25. Методические указания № МУ-17-12 от 14.02.1997 г. по применению нейтрального анолита АНК, вырабатываемого в установке СТЭЛ-10Н-120-01, для целей дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации, утвержденные Начальником Департамента госсанэпиднадзора МЗ РФ.
26. Методические указания № МУ-169-113 от 10.08.1998 г. по применению нейтрального анолита АНК, вырабатываемого в установке СТЭЛ-60-03-АНК, для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации, утвержденные Начальником Департамента госсанэпиднадзора МЗ РФ.
27. Методические указания № 01-19/49-11 от 10.08.1993 г. по применению электрохимически активированного раствора натрия хлорида (нейтральный анолит), вырабатываемого в установке СТЭЛ-4Н-60-01 для целей дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации, утвержденные Заместителем председателя Государственного Комитета санитарно-эпидемиологического надзора РФ, ВНИИИМТ МЗ РФ и НИИПТиД, Москва.

28. 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 регистрационного свидетельства Госкомсанэпиднадзора РФ 01-19/15-11 от 16.09.1992, — 27 с.
29. Методические указания № 11-3/197-03 от 16.08.2000 г. компании ОАО НПО «Химвтоматика» по применению и методам контроля качества средства «Нейтральный анолит АНК», вырабатываемого установкой «СТЭЛ-60-03-АНК» в автоматизированном комплексе КАДС-80-01 «Эндостерил» для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации полностью и не полностью погружаемых гибких эндоскопов, утвержденные Руководителем Департамента Госсанэпиднадзора МЗ РФ.
30. Утвержденные Главным санитарным врачом РФ Санитарные Правила Безопасности работы с микроорганизмами I-II групп патогенности № СП1. 2. 011-94 от 4.05.1994., в которых Анолит АНК указан в качестве средства уничтожения возбудителей холеры, чумы, сибирской язвы, туляремии.
31. Инструкция № ИПАУ. 001.09 от 23.06.2009 г. компании ООО «Лаборатория электротехнологии» по применению дезинфицирующего средства «АНОЛИТ АНК», вырабатываемого в установке «СТЭЛ-АНК-ПРО» для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации.
32. Инструкция № 24 по применению аэрозоля анолита, вырабатываемого мобильными аэрозольными генераторами МАГ (ТУ-5156-024-54368736-05) от 15.04.2005 г., выданная ЗАО «ЭХА-МАГ» Федеральным Агентством по здравоохранению и социальному развитию, Санкт-Петербург, 2005
33. Инструкция выданная ЗАО «ЭХА-МАГ» по применению аэрозоля анолита, вырабатываемого аэрозольными генераторами МАГ (ТУ-5156-024-54368736-05) для дезинфекции водопроводных сетей и сооружений, на жилищно-коммунальных объектах, промышленных и пищевых предприятиях, предприятиях общественного питания, в сельском хозяйстве, в лечебно-профилактических учреждениях, в местах массового скопления людей, инфекционных очагах, для устранения последствий химического и бактериологического заражения).
34. Методические рекомендации по применению аэрозольного комплекса «СТЭЛ-ГУМАН» для дезинфекции помещения, Военно-медицинская академия, Санкт-Петербург, 2001 г.
35. Регламент обеззараживания помещения секционных залов судебно-медицинских и патологоанатомических лабораторий с помощью моющих и антимикробных электрохимически активированных растворов, синтезированных на установках СТЭЛ от 21.06.1999 г. Центральная судебно-медицинская лаборатория Министерства обороны РФ.
36. Методические рекомендации по практическому применению анолита нейтрального в условиях чрезвычайных ситуаций, Академия гражданской защиты, Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий, Новогорск, 2002.
37. Регламент із застосування «Нейтрального анолізу, що виробляється установкою СТЭЛ-Медиком 10Н-120-01» з метою дезинфекції, передстерилізаційного очищення і стерилізації.
38. Регистрационное удостоверение № ЛС-002150 от 27.10.2006, выданное ОАО НПО ЭКРАН Федеральной службой по надзору в сфере здравоохранения и социального развития Минздравсоцразвития РФ на лекарственное средство — анолит нейтральный АНК — раствор для местного и наружного применения.
39. Фармакопейная статья предприятия (ОАО «НПО «ЭКРАН») ФСП 42-0664792406 от 27.10.2006, зарегистрированная Федеральной службой по надзору в сфере здравоохранения и социального развития Минздравсоцразвития РФ на анолит нейтральный АНК — раствор для местного и наружного применения.
40. Гигиеническое заключение Центра госсанэпиднадзора МЗ РФ № 78.1.3.515. П. 5039.6.0 от 16.06.2000 на использование анолита АНК для целей дезинфекции воды на станциях хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для децентрализованного водоснабжения населения.
41. Методические рекомендации по использованию анолита, получаемого на установках типа СТЭЛ, для дезинфекции воды в плавательных бассейнах (дезинфекция воды в плавательных бассейнах, банях и саунах), утвержденные Главным Государственным санитарным врачом городского центра Госсанэпиднадзора г. Санкт-Петербурга 21.07.1995, № 1305.
42. Методические рекомендации от 27.12.1994 г. по применению нейтрального анолита, вырабатываемого в установке СТЭЛ-4Н-60-01 для целей дезинфекции на объектах коммунального хозяйства и гостиницах, утвержденные Государственным санитарным врачом г. Москвы.
43. Рекомендации зам. Главного Государственного санитарного врача Республики Казахстан по широкому использованию установок типа СТЭЛ в медицинских учреждениях, детских дошкольных учреждениях, на объектах торговли и коммунального хозяйства № 7-2-3/3874 от 8 июля 1995 г.
44. Распоряжение Правительства Москвы о внедрении автоматизированных электрохимических установок СТЭЛ на объектах городского хозяйства от 23 февраля 1995 г., № 169-РП. Гигиеническое заключение № 78.1.3.515. П. 17678.9.99 от 13.09.1999. Санитарно-эпидемиологическое заключение Департамента ГСЭН РФ № 77.99.04.945. Д005022.07.02 от 25.07.2002.
45. Методические указания: дезинфекция трубопроводов и емкостных сооружений на водопроводных сетях и сооружениях ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», стандарт предприятия СТП 10.002.0-05, Санкт-Петербург, срок действия с 01.09.2005 г. по 01.09.2008 г.
46. Инструкция № 24 по применению аэрозоля анолита, вырабатываемого мобильными аэрозольными генераторами МАГ (ТУ-5156-024-54368736-05) от 15.04.2005 г., выданное ЗАО «ЭХА-МАГ» Федеральным Агентством по здравоохранению и социальному развитию, Санкт-Петербург, 2005

47. Инструкция по применению аэрозоля анолита, вырабатываемого аэрозольными генераторами МАГ (ТУ-5156-024-54368736-05) для дезинфекции водопроводных сетей и сооружений, на жилищно-коммунальных объектах, промышленных и пищевых предприятиях, предприятиях общественного питания, в сельском хозяйстве, в лечебно-профилактических учреждениях, в местах массового скопления людей, инфекционных очагах, для устранения последствий химического и бактериологического заражения).
48. Обеззараживание помещений аэрозодем анолита АНК: Разрешение Госкомсанэпиднадзора РФ на применение анолита АНК в виде тумана, полученного с помощью генератора аэрозольного центробежного КГА-1 для применения в лечебно-профилактических учреждениях. Гигиенический сертификат № 78. СП. 09.331. П. 06016К98 от 30.04.1998.
49. Методические рекомендации, утвержденные зам. Главного Государственного санитарного врача Республики Казахстан по широкому использованию установок типа СТЭЛ в медицинских учреждениях, детских дошкольных учреждениях, на объектах торговли и коммунального хозяйства № 7-2-3/3874 от 8.07.1995.
50. Распоряжение Правительства Москвы о внедрении автоматизированных электрохимических установок СТЭЛ на объектах городского хозяйства от 23.02.1995, № 169-РП.
51. Рекомендации Центра Санитарно-Эпидемиологического контроля Федеральной Службы Безопасности РФ руководителям военно-медицинских учреждений, санаториев и домов отдыха ФСБ России о необходимости использования установок СТЭЛ. Утверждены Главным санитарным врачом ФСБ России 9.09.1995, № 24/ЦС-159.
52. Инструкция № ДА 004-13 по применению дезинфицирующего средства «Анолит АНК СУПЕР», получаемого на установке «СТЭЛ-АНК-СУПЕР», для целей дезинфекции на предприятиях молочной промышленности, Москва. 2013.
53. Разрешение Федеральной Комиссии по Медицинским Иммунобиологическим Препаратам и Дезинфекционным Средствам на применение средства «Нейтральный анолит АНК», вырабатываемый в установке СТЭЛ-60-03, для дезинфекции оборудования в молочной промышленности.
54. Инструкция по санитарной обработке анолитом АНК оборудования, инвентаря и тары при производстве молочных продуктов детского питания на молочных кухнях и малых производствах, согласованная Госкомсанэпиднадзором РФ: №Д01-13/185-115 от 18.04.1997, Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ, МЗ РФ, Москва.
55. Инструкция № ДА 003-13 по применению дезинфицирующего средства Анолит АНК СУПЕР фирмы ООО «Дельфин Аква» (Россия), полученного из установок СТЭЛ-АНК-СУПЕР, предназначенного для обработки оборудования и помещений на предприятиях по производству вина, пива, безалкогольных напитков и минеральных вод, Москва. 2013.
56. Методические рекомендации по применению нейтрального анолита, вырабатываемого в установке СТЭЛ-20АК-25-01 (мод. 200-02), для дезинфекции тары и технологического оборудования пивоваренных заводов. 1996.
57. Инструкция № ДА 002-13 по применению дезинфицирующего средства Анолит АНК СУПЕР фирмы ООО «Дельфин Аква» (Россия), полученного на установках СТЭЛ-АНК-СУПЕР, предназначенного для обработки овощей свежих резаных и смесей из свежих резаных овощей, Москва. 2013.
58. Методические рекомендации по применению электрохимически активированных растворов в мясоперерабатывающей промышленности. Всероссийский НИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии, РАСХН, Москва, 2002 г.
59. Разрешение Федеральной Комиссии по Медицинским Иммунобиологическим Препаратам и Дезинфекционным Средствам на применение средства «Нейтральный анолит АНК», вырабатываемый в установке СТЭЛ-60-03, для дезинфекции оборудования в мясной промышленности.
60. Инструкция по применению нейтрального анолита АНК, полученного на установке СТЭЛ-60-03 для дезинфекции мясного оборудования, утвержденная Начальником Департамента Госсанэпиднадзора МЗ России 08.08.1977, ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности», РАСХН, Москва.
61. Технологические Инструкции по производству икры лососевых видов рыб, консервированной электрохимически активированным анолитом. ТУ-9264-012-00472437-99 «Икра форели радужной зернистой соленой». Гигиеническое заключение № 470102926ТО1353129 от 22.12.99.
62. Технические условия «Рыба охлажденная с использованием электрохимически активированного раствора хлористого натрия» ТУ 9261-002-00038155-98.
63. Технологические Инструкции по производству копильного препарата с использованием электрохимически активированных сред. ТУ № 2450-001-00472437-97 «Копильный препарат Нора». Гигиенический сертификат № 370 от 09.04.97.
64. Методические рекомендации по выявлению возбудителю листериоза *Listeria Monocytogenes* в рыбе и рыбной продукции. Государственный комитет РФ по рыболовству, Национальный центр качества и безопасности рыбной продукции (Нацрыбкачество). Санкт-Петербург, «Моринтех», 2003
65. Рекомендации по применению дезинфицирующего раствора «Нейтральный анолит АНК», вырабатываемого на установках типа СТЭЛ, на рыбоперерабатывающих предприятиях Российской Федерации. Государственный комитет РФ по рыболовству, Национальный центр качества и безопасности рыбной продукции (Нацрыбкачество). Санкт-Петербург, «Моринтех», 2003.
66. Организация контроля за распространением возбудителя листериоза *Listeria monocytogenes* на рыбоперерабатывающих предприятиях: Методические рекомендации. Государственный комитет РФ по рыболовству, Национальный центр качества и безопасности рыбной продукции (Нацрыбкачество). Санкт-Петербург, «Моринтех», 2003

67. Технология применения электрохимически активированных растворов натрия хлорида для дезинфекции транспортных средств, контейнеров, погрузочно-разгрузочных платформ и других объектов на транспорте. ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии», РАСХН, Москва, от 25.10.2010 г.
68. Инструкция по применению электрохимически активированных растворов натрия хлорида — анолита (АНК) и католита, получаемых на установка типа СТЭЛ, для мойки и дезинфекции объектов ветеринарного надзора, Министерство сельского хозяйства РФ, Москва, 2005 г.
69. Наставление № 13-7-2/1519 по применению электрохимически активированных растворов натрия хлорида (католита и анолита), получаемых на установках СТЭЛ, для мойки и дезинфекции в ветеринарии и животноводстве, утвержденное Заместителем руководителя Департамента ветеринарии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации 09.03.1999 г, Минсельхозпрод России, Департамент ветеринарии.
70. Рекомендации к широкому внедрению анолита АНК в производство сельхозподразделений уголовно-исполнительной системы, утвержденные Начальником Производственного управления Главного Управления Исполнения Наказаний г. Москвы Министерства юстиции РФ № 18/29-17 от 22.02.1999.
71. Регистрационное свидетельство республики Казахстан № KZ. 16.01.98.002. Е. 000232.03.20 от 31.03.2020 года на Дезинфицирующее средство «Анолит АНК Супер». Изготовитель (Производитель): ТОО «Медико-Технический Центр Электрохимической Активации «БИПАРЗ», 050057, г. Алматы, ул. Манаса 34 А, кв. 2, Республика Казахстан. Соответствует Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) №299 от 28.05.2010). Для целей профилактической и очаговой (текущей и заключительной) дезинфекции в медицинских, лечебно-профилактических организациях, в том числе стоматологического профиля, отделениях соматических, интенсивной терапии, (Далее согласно приложению). Протоколы филиала «НПЦСЭЭиМ» РГП на ПВХ «НЦОЗ» МЗ РК №1242/146 от 29.10.19, №1242/130 от 04.11.19 г., №1437/1431 от 11.12.19 г., №1437/279 от 10.01.2020 г., №1437/76 от 27.01.2020 г., Экспертное заключение филиала «НПЦСЭЭиМ» РГП на ПВХ «НЦОЗ» МЗ РК № 11-18/1522 от 26.02.2020 года.

**Прилуцкий Владимир Ибрагимович
Паничева Светлана Алексеевна
Паничев Вадим Геннадьевич
Бахир Витольд Михайлович**

Анолит АНК СУПЕР: путь совершенствования

Институт
электрохимических систем и технологий
Витольда Бахира

Отпечатано в типографии ООО «Вива-Стар»,
г. Москва, ул. Электрозаводская, д. 20.
Заказ 278314. Тираж 300 экз.

ISBN 978-5-91976-155-6

