

УСТАНОВКИ СТЭЛ: НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ

Н.Ю. Шомовская, В. М. Бахир, С.А. Паничева, В.И. Прилуцкий

Электрохимически активированные растворы — анолит и католит — производятся в установках типа СТЭЛ, выпускаемых с 1989 года. Название «СТЭЛ» закрепилось за всеми типами электрохимических установок, которые производят моющие, дезинфицирующие и стерилизующие электрохимически активированные растворы и имеют в своем составе электрохимический реактор из проточных электрохимических модульных элементов ПЭМ-3. Конструктивные особенности реактора позволяет при минимальных затратах энергии получать метастабильные электрохимически активированные растворы (ЭХА-растворы), отличающиеся максимально возможной степенью отклонения от равновесного состояния

Многообразие разработанных технологий получения ЭХА-растворов с использованием элементов ПЭМ-3 привело к созданию целого ряда модификаций установок СТЭЛ, успешно эксплуатирующихся во многих лечебно-профилактических учреждениях, в сфере коммунальных услуг, пищевой промышленности, сельском хозяйстве и других областях.

Электрохимически активированные растворы, получаемые в диафрагменных электрохимических реакторах — модульных электрохимических элементах ПЭМ-3, широко известны благодаря своим преимуществам.

ЭХА-растворы воздействуют на весь спектр патогенных микроорганизмов, включая споры. Недавними исследованиями в Научно-исследовательском Институте Дезинфектологии вновь официально подтверждена вирулицидная активность электроактивированных дезинфицирующих средств (анолитов, вырабатываемых на установках типа «СТЭЛ» производства ОАО «НПО «Экран») в отношении всех известных вирусов-патогенов человека, в том числе вирусов энтеральных и парентеральных гепатитов, полиомиелита, аденовирусов, вирусов «атипичной пневмонии» (SARS), гриппа человека и «птичьего гриппа» H5N1, герпеса и др.

Только в отношении ЭХА-растворов благодаря их свойству метастабильности микроорганизмы не могут выработать резистентность, что позволяет использовать их неограниченно долгое время без замены на другие дезинфицирующие и стерилизующие средства. Кроме того, ввиду отсутствия токсичности

(IV класс токсичности — самый малый) и составу активно действующих веществ — сходных с веществами, вырабатываемыми теплокровным организмом при фагоцитозе, ЭХА-растворы являются дружественными к макроорганизмам и окружающей среде и могут использоваться в присутствии медицинского персонала и пациентов без ущерба для их здоровья. Способность к самодеградации ЭХА-растворов до воды и соли устраняет вероятность накопления в окружающей среде. Функциональность растворов также позволяет использовать их любыми доступными способами, такими как протирание, орошение, погружение, замачивание, аэрозольный способ обработки.

Тем не менее, в период 2000 – 2001 годов были выявлены следующие недостатки и проблемы технологии и техники получения, а также практического применения электрохимически активированного анолита АНК в ЛПУ.

- Анолит АНК обладает коррозионной активностью и не рекомендуется для обработки инструментов из некоррозионно-стойких сплавов.
- Эффективность обеззараживания объектов анолитом АНК значительно снижается при наличии белковых загрязнений.
- При высыхании анолита АНК на гладких блестящих поверхностях объектов остаются следы соли.

Основные недостатки анолита АНК в течение 2001 – 2005 годов были успешно преодолены группой специалистов под руководством В.М. Бахира.

1. Создана установка типа СТЭЛ-АНК, производящая анолит АНК

по новой технологической схеме. (рис. 1 Установка СТЭЛ-АНК). Анолит АНК, полученный в установках типа СТЭЛ-АНК, отличается малой минерализацией (общим содержанием растворенных неорганических электролитов) при повышенной концентрации метастабильной смеси хлоркислородных и гидропероксидных оксидантов. В частности, если анолит АНК, производимый в установках типа СТЭЛ-10Н-120-01 при концентрации оксидантов от 200 до 500 мг/л имеет минерализацию от 2 до 5 г/л, то анолит АНК, производимый установками типа СТЭЛ-АНК



Рис.1. Установка СТЭЛ-АНК

при той же концентрации оксидантов имеет минерализацию от 1,0 до 2,0 г/л. Малая минерализация анолита АНК обеспечивает его пониженную коррозионную активность при одновременном увеличении антимикробных свойств, что обусловлено более интенсивным осмотическим переносом активно действующих веществ (АДВ) во внутреннюю среду микроорганизмов. Кроме того, анолит АНК, полученный в установках СТЭЛ-АНК, обладает более длительным сроком сохранения антимикробной активности (до 7 дней), что связано с улучшением очистки исходного раствора от ионов тяжелых металлов в процессе синтеза анолита АНК в установке типа СТЭЛ-АНК.

Для приготовления анолита АНК в установках типа СТЭЛ-АНК используются соль пищевая и питьевая вода. Редуктором на линии подачи воды устанавливают стабильный во времени проток воды через выходы анолита и католита установки СТЭЛ-АНК, контролируют процесс синтеза оксидантов по визуальному индикатору, изменяя производительность подачи солевого раствора дозировочным насосом. При стабилизации в оптимальных пределах силы тока, напряжения, расхода анолита АНК и отвода католита осуществляется синтез анолита АНК с концентрацией оксидантов 500 ± 50 мг/л ($0,05 \pm 0,005\%$) и общей минерализацией в пределах от 1 до 2 г/л. В процессе синтеза анолита АНК происходит его очистка от солей жесткости и ионов тяжелых металлов, содержащихся в исходных компонентах (соли и воде).

2. Разработана технология получения ЭХА-раствора универсального назначения (дезинфекция, предстерилизационная очистка, стерилизация) — анолита АЛОКС, получаемого путем введения этилового спирта в количестве 1 объемного процента в анолит АНК с концентрацией оксидантов 500 мг/л, синтезированный только в установках типа СТЭЛ-АНК. АДВ анолита АЛОКС представляют собой смесь метастабильных неорганических (хлоркислородных и гидропероксидных) и органических (пероксоединений) оксидантов. Причем, основная часть органических метастабильных оксидантов представлена надуксусной кислотой, обра-

зующейся путем последовательного окисления спирта неорганическими оксидантами анолита АНК. После введения спирта и перемешивания его с объемом анолита АНК анолит АЛОКС готов к применению через 10 минут и сохраняет свои функциональные свойства в течение 6 часов. По прошествии 6 часов анолит АЛОКС применять не рекомендуется, а через 24 часа действующие вещества анолита АЛОКС практически полностью взаимонейтрализуются, превращая его в обычную пресную воду. Антимикробная активность анолита АЛОКС, подтвержденная рядом зарубежных авторитетных исследовательских центров, превышает аналогичные свойства анолита АНК в 1000 – 10 000 раз, что дает возможность сократить время обработки изделий этим раствором до 1 – 3 минут.

Так, проведенные в Германии исследования по усилению антимикробной активности анолита АНК путем добавления 1 объемного % этилового спирта показали очень хорошие результаты применения анолита АЛОКС в условиях органической нагрузки. Исследования проводились на штаммах микроорганизмов *Candida albicans*, *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*. Анолит АЛОКС показал следующую бактерицидную и фунгицидную активность в тесте без нагрузки (см. табл. 1).

Бактерицидная и фунгицидная активность анолита АЛОКС в условиях высокой органической нагрузки прак-

тически не изменилась, при том что антимикробная активность анолита АНК без добавления спирта снизилась на $4,0 - 5,0 \log_{10}$ (см. табл. 2).

Таким образом, анолит АЛОКС проявляет высокую эффективность в условиях высокой органической нагрузки. Еще одним важным преимуществом анолита АЛОКС является то, что он не вызывает коррозии металлов при обработке методом погружения.

Анолит АЛОКС готовится путем введения 1 объемного процента этилового спирта в анолит АНК с концентрацией оксидантов 500 мг/л, полученный в установке типа СТЭЛ-АНК, с последующим растворением этилового спирта в объеме анолита АНК посредством перемешивания в течение 1 минуты.

3. Разработана технология и технические средства для получения ЭХА-раствора универсального назначения — анолита ПЕРОКС, который производится в установках типа СТЭЛ-ПЕРОКС путем электрохимического синтеза из водного раствора карбоната натрия. (рис. 2 Установка СТЭЛ-ПЕРОКС) Действующие вещества анолита ПЕРОКС — пероксикарбонаты натрия, надугольная кислота и гидропероксидные электроакцепторные соединения в метастабильном состоянии — оксиданты. Минерализация анолита ПЕРОКС находится в пределах от 0,5 до 1,0 г/л; содержание оксидантов, измеренное методом йодометрического титрования в экви-

Табл. 1.

		1 мин.	10 мин.	30 мин.
Тест-раствор	<i>C. albicans</i>	≥ 6,74	≥ 6,73	≥ 6,71
	<i>E. coli</i>	≥ 9,53	≥ 9,58	≥ 9,60
	<i>S. aureus</i>	≥ 9,66	≥ 9,71	≥ 9,72
Тест-раствор с добавлением 1 объемного % спирта	<i>C. albicans</i>	≥ 7,34	≥ 7,41	≥ 7,45
	<i>E. coli</i>	≥ 9,40	≥ 9,45	≥ 9,51
	<i>S. aureus</i>	≥ 9,57	≥ 9,60	≥ 9,54

Табл. 2.

		1 мин.	10 мин.	30 мин.
Тест-раствор	<i>C. albicans</i>	≥ 6,73	≥ 6,72	≥ 6,74
	<i>E. coli</i>	4,32	4,99	5,30
	<i>S. aureus</i>	5,72	≥ 9,73	≥ 9,76
Тест-раствор с добавлением 1 объемного % спирта	<i>C. albicans</i>	≥ 7,28	≥ 7,54	≥ 7,51
	<i>E. coli</i>	≥ 9,60	≥ 9,62	≥ 9,58
	<i>S. aureus</i>	≥ 9,69	≥ 9,71	≥ 9,72



Рис. 2. Установка СТЭЛ-ПЕРОКС

валенте соединений активного хлора составляет от 40 до 50 мг/л; pH находится в пределах от 6 до 7. Раствор обладает минимальной токсичностью при полном отсутствии коррозионной активности и предлагается к применению не только как средство для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации изделий медицинского назначения, но также в качестве стерильной воды с антибактериальными свойствами, которые сохраняются в течение 20 дней. В этом качестве анолит ПЕРОКС может быть использован для ополаскивания изделий медицинского назначения в технологических процессах подготовки их к использованию.

Первые микробиологические исследования антимикробной активности анолита, выполненные в авторитетнейших специализированных научных центрах США и России показали впечатляющие результаты.

Так, микробиологический тест на антимикробную активность анолита ПЕРОКС, проведенный на штаммах *E.Coli*, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* в суспензионном тес-

те, показал, что для полной деконтаминации поверхности, обработанной методом орошения, достаточна 10-минутная экспозиция.

Проведенные в России исследования по вирулицидной активности анолита ПЕРОКС также продемонстрировали хорошие результаты. Для исследований брали вирус полиомиелита и проводили их в суспензионном тесте, а также на тест-объектах — инструментарии медицинском замковом, инструментарии стоматологическом вращающемся и трубках резиновых и силиконовых. Концентрация оксидантов испытываемого раствора по эквиваленту активного хлора составляла 0,004 – 0,005 %. Испытания вирулицидной активности анолита ПЕРОКС выявили способность ингибировать вирус полиомиелита на $2,0 - 3,0 \log_{10}$ ТЦИД₅₀ в зависимости от тест-объекта. Продолжительность экспозиции не играла существенной роли, и оптимальным следует считать период воздействия в течение 15 минут.

Согласно результатам токсикологических испытаний анолит ПЕРОКС относится к IV классу токсичности (мало токсичный), при нанесении на кожу и слизистые полости рта, внутрикожном введении не оказывает раздражающего действия. Органолептическая оценка вкуса анолита ПЕРОКС, которую проводили на множестве испытуемых, проста: газированная вода.

Кроме того, в установках типа СТЭЛ-ПЕРОКС одновременно с анолитом ПЕРОКС синтезируется католит ПЕРОКС, который можно использовать в качестве моющего раствора, а также среды для приготовления растворов инсектицидов. Минерализация католита ПЕРОКС не превышает 1 г/л при pH, превышающем 10, и ОВП менее минус 500 мВ. Действующими веществами католита ПЕРОКС являются гидроксид натрия, пероксид водорода и другие гидропероксидные электрондонорные соединения в метастабильном состоянии — антиоксиданты. Применение католита ПЕРОКС в качестве среды для растворения инсектицидных препаратов позволяет повысить функциональные свойства растворов инсектицидов при снижении концентрации действующих веществ на 50 – 70 % за счет

интенсификации процессов переноса действующих веществ сквозь наружные покровы насекомых.

Для приготовления анолита ПЕРОКС можно использовать карбонат или бикарбонат натрия. Для этого в канистре с водой разводят карбонат или бикарбонат натрия до концентрации 10 – 100 г/л. Редуктором на линии подачи воды устанавливают стабильный во времени проток воды через выходы анолита и католита установки СТЭЛ-ПЕРОКС. С помощью дозирочного насоса установки СТЭЛ-ПЕРОКС регулируют скорость подачи карбонатного или гидрокарбонатного раствора, добиваясь согласно ТУ оптимальных значений тока и напряжения на электрохимическом реакторе, что обеспечивает синтез анолита ПЕРОКС с концентрацией оксидантов от 40 до 60 мг/л (0,004 - 0,006%) и общей минерализацией в пределах от 0,4 до 1,0 г/л.

Понятно, что решение проблемы борьбы с микробами становится все более актуальным, и в этой связи очень важным аспектом являются образованность (компетентность) и честность тех, кто принимает решения по распределению финансовых ресурсов на ведение этой борьбы. Мир микроорганизмов старше Человека на миллиарды лет. Мир микроорганизмов обладает фантастической скоростью адаптации к внешним условиям среды. Мир микроорганизмов можно победить в локальных зонах (ЛПУ и т.п.) только в том случае, если применять адекватные средства, к которым микробы приспособиться не могут. Следовательно, для тех, кто хочет действительно решать задачи обеспечения микробиологической безопасности людей, выбор может быть только один: метастабильные растворы экологически чистых антимикробных средств. К сожалению, в этой сфере многое зависит от сложившихся экономических заинтересованностей, так что скорой победы в области дезинфектологии ожидать не приходится. Однако, там, где действительно необходимо уничтожить микробов и при этом не нанести ущерба здоровью людей, а также не принести вреда окружающей среде, следует использовать электрохимически активированные растворы — анолит АНК из установок нового типа СТЭЛ-АНК, анолит АЛОКС, анолит ПЕРОКС, католит ПЕРОКС.



КРУПНЕЙШИЙ РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ

ОАО "НПО "ЭКРАН"



стационарные и мобильные
электрохимические установки
СТЭЛ производительностью
от 20 до 1000 л/ч



УСТАНОВКИ **СТЭЛ**
ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ
АКТИВИРОВАННЫХ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ,
МОЮЩИХ И СТЕРИЛИЗУЮЩИХ РАСТВОРОВ

Высокая дезинфицирующая способность и минимальный расход электроэнергии достигаются за счет применения оригинальных решений и современных технологий, защищенных патентами РФ.

ОАО "НПО "ЭКРАН", 129301, г. Москва, ул. Касаткина, 3
тел./факс: (495) 683-9748, (495) 187-3146,
e-mail: eca@npoeckran.ru, anolyte@npoeckran.ru, www.npoeckran.ru