

С.В. Григорьева¹, О.В. Куцакова²**ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ НОВОГО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО МОЮЩЕ-ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕГО РАСТВОРА**¹УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»²ОАО «Объединение «Лотос»

Отличительным преимуществом применения электрохимических растворов вместо синтетических моющих средств (СМС) является сокращение количества СМС, возможность обеззараживания санитарно-гигиенической одежды в процессе стирки. Важность создания моющих средств на основе электрохимических растворов обусловлена их выраженным моющим, дезинфицирующим и стерилизующим эффектами, низкой стоимостью, быстрым сроком самокупаемости установок, производящих электрохимические растворы, получением требуемого объема растворов.

Целью исследования было обоснование эффективности и безопасности оригинального электрохимического моюще-дезинфицирующего раствора для стирки и дезинфекции санитарно-гигиенической одежды. Для достижения поставленной цели было выполнено 5 серий опытов, в которых определяли химико-аналитические показатели качества, токсикологические показатели, дезинфицирующую активность, моющую способность и эффективность использования электрохимического моюще-дезинфицирующего раствора в прачечных ОАО «Объединение «Лотос» для обработки санитарно-гигиенической одежды. Для определения показателей применяли химические, физические, токсикологические, микробиологические, органолептические и математические методы.

Результаты исследования показали, что разработанный раствор обладает физико-химическими и органолептическими свойствами, отвечающими требованиям, предъявляемым к моющим и дезинфицирующим средствам, безопасен, эффективен для химической дезинфекции санитарно-гигиенической одежды при экспозиции 180 мин, с содержанием СМС 3 г/д.м³, обладает высокой моющей способностью, экономически эффективен и может быть рекомендован для стирки и дезинфекции санитарно-гигиенической одежды.

Ключевые слова: электрохимический моюще-дезинфицирующий раствор, безопасность, дезинфекция, моющая способность.

ВВЕДЕНИЕ

В аптечной деятельности большую роль играет нормирование условий изготовления лекарственных средств. Вследствие специфичности технологического процесса в аптечных организациях использование ряда моющих, дезинфицирующих и стерилизующих средств ограничено, поэтому постоянно проводятся исследования по их совершенствованию и расширению ассортимента [1-3].

С целью профилактики внутриаптечного инфицирования и предупреждения негативного влияния микроорганизмов на лекарственные средства в аптечных организациях проводят комплекс санитар-

но-гигиенических и противоэпидемиологических мероприятий, направленных на борьбу с патогенной и условно-патогенной микрофлорой. Обеспечение указанных мероприятий в аптечных организациях осуществляется в соответствии с СанПиН 2.1.3.12-1-2007 «Санитарные правила и нормы устройства, оборудования и эксплуатации аптек», Законом Республики Беларусь от 20 июля 2006 г. «О лекарственных средствах».

Обязательным условием обеспечения санитарного порядка и чистоты является стирка, дезинфекция и стерилизация санитарно-гигиенической одежды персонала, текстильных средств индивидуальной защиты и мягкого инвентаря аптечных орга-

низаций. Для стирки санитарно-гигиенической одежды в прачечных ОАО «Объединение «Лотос» применяются неионогенные поверхностно-активные вещества (НПАВ), полностью растворимые в воде, не содержащие ионов натрия и созданные на их основе СМС, разрешенные к применению Министерством здравоохранения Республики Беларусь [4]. В процессе стирки хлопчатобумажной санитарно-гигиенической одежды в моющие средства вводят сильнощелочные добавки (кальция карбонат, натрия триполифосфат), улучшающие эмульгирующую способность и коллоидную структуру моющих растворов, способствующие получению более прочных пленок моющего вещества вокруг частиц загрязнения, а также смягчающие воду. В современной технологии по отбеливанию готовых изделий применяются такие реагенты и препараты как, например, кальция гипохлорит, натрия хлорит и продукты их превращения, а также пероксид водорода, лабomid, натрия силикат. Для дезинфекции санитарно-гигиенической одежды при стирке используется кальция гипохлорит с содержанием активного хлора (C_{ax}) 190 г/дм³ или хлорная известь [5].

Следует отметить, что современные СМС имеют высокую стоимость. Кальция карбонат, натрия триполифосфат, кальция гипохлорит и хлорная известь оказывают неблагоприятное влияние на здоровье работающих с ними людей, вызывая аллергические заболевания, раздражение кожных покровов и слизистых оболочек глаз и дыхательных путей [6]. Вышесказанное явилось причиной разработки новой экологически чистой технологии стирки и обеззараживания белья на основе использования электрохимических растворов.

Создание новых моющих, дезинфицирующих и стерилизующих средств направлено на разработку режимов, при которых небольшая концентрация активных действующих веществ обеспечивает высокую моющую способность и бактерицидный эффект, а токсическое воздействие на человека становится минимальным [7,8]. Время воздействия, концентрация, температура и условия применения действующих веществ являются важнейшими характеристиками процесса обработки санитарно-гигиенической одежды, текстильных средств индивидуальной защиты и мягкого инвентаря.

Отличительным преимуществом применения для стирки электрохимически активированных растворов является их экологическая чистота вследствие деградации до исходных веществ (слабоминерализованная вода), происходящей благодаря метастабильному составу действующих веществ, снижение в процессе обработки санитарно-гигиенической одежды норм расхода моющих, отбеливающих, дезинфицирующих и аппретирующих средств или их полное исключение из моющего состава [8]. Высокая активность электрохимически активированных растворов обусловлена содержанием метастабильных активных соединений, представляющих собой смесь хлоркислородных соединений (хлорноватистая кислота, гипохлорит-ион, гипохлорит-радикал, диоксид хлора) в анолитах и пероксидных соединений (радикал гидроксила, анион пероксида, синглетный молекулярный кислород, супероксид-анион, озон, атомарный кислород) в католитах, обладающих высокой окислительной или восстановительной способностью [9]. Важность создания моющих средств на основе электрохимически активированных растворов обусловлена их выраженным моющим, дезинфицирующим и стерилизующим эффектами, низкой стоимостью, возможностью приготовления в условиях прачечных, быстрым сроком самокупаемости установок, производящих электрохимически активированные растворы, получением требуемого объема растворов [8].

Нами разработан оригинальный электрохимический моюще-дезинфицирующий раствор, который можно использовать в процессе стирки и дезинфекции санитарно-гигиенической одежды, текстильных средств индивидуальной защиты и мягкого инвентаря организаций здравоохранения. В связи с этим целью исследования было обоснование эффективности и безопасности вышеназванного раствора для обработки санитарно-гигиенической одежды [10].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для достижения поставленной цели было выполнено 5 серий опытов. На разработанной нами экспериментальной установке (Патент № 6736 от 27.07.2010 г.) получали в бездиафрагменном реакторе из

20 дм³ исходного водного раствора с содержанием натрия хлорида 40 г/дм³, при силе тока электролиза 20А, в течение 5 часов раствор натрия гипохлорита. Затем, путем электрохимической активации в диафрагменном реакторе водного раствора натрия гипохлорита с C_{ax} 860 мг/дм³ при силе тока 5А, производительности установки 60 дм³/ч, соотношении продуктов активации 1:1 изготавливали оригинальный моюще-дезинфицирующий раствор МДР.

В *первой серии* изучали химико-аналитические показатели качества изготовленного раствора МДР. С этой целью определяли водородный показатель (рН) с использованием стеклянного электрода и окислительно-восстановительный потенциал (ОВП, мВ) по платиновому электроду потенциометрическим методом на иономере И-160 МП [11], содержание активного хлора (C_{ax} , мг/дм³) методом йодометрического титрования [11], общую щелочность (ОЩ, ммоль/дм³) методом потенциометрического титрования на иономере И-160 МП [11], поверхностное натяжение (ПН, дж/м²) методом наибольшего давления в пузырьке на приборе Ребиндера [11], запах - органолептическим, цвет и мутность – фотоколориметрическим методом.

Для подтверждения токсикологической безопасности электрохимических растворов выполнено 4 группы *второй серии* опытов.

В *1-й группе* проводили исследование токсичности и потенциальной опасности электрохимического раствора с C_{ax} 2000 мг/дм³ на половозрелых белых крысах обоего пола (массой 210-240 г), которым в желудок и в брюшную полость однократно вводили свежеприготовленный электрохимический раствор в объеме 1,5-3,0 см³/200 г. Контрольной группе вводили очищенную воду в том же объеме. Клинические симптомы интоксикации и раздражения слизистых оболочек желудочно-кишечного тракта регистрировали в течение двух недель [12, 13].

Во *2-й группе* исследовали раздражающее действие электрохимического раствора на слизистые глаз кроликов путем однократной их инстилляцией в нижний конъюнктивальный свод правого глаза в объеме 0,01 см³. В левый глаз (контрольный) аналогично в той же дозе вносили очищенную воду. Визуальное наблюдение за состоянием слизистой и конъюнктивы

глаз подопытных животных проводили через 24 часа после внесения испытуемого средства [12, 13].

В *3-й группе* оценивали кожно-раздражающие и общерезорбтивные свойства полученного электрохимического раствора в опытах на белых крысах путем однократного и 30-кратного (по 5 раз в неделю) нанесения исследуемого раствора на кожу спины при экспозиции 4 часа. Оценку влияния раствора осуществляли в сравнении с контрольными животными (аппликации очищенной воды аналогичным образом) [12, 13].

В *4-й группе* опытов с целью выявления сенсibilизирующего действия исследование проводили на группе волонтеров с помощью постановки закрытой эпикутанной "лоскутной" пробы на кожу внутренней поверхности предплечья. Функциональное состояние кожи и клинические симптомы регистрировали через 48 часов [12, 13].

В *третьей серии* изучали качество химической дезинфекции раствором МДР с C_{ax} 410 мг/дм³ на тест-носителях (полоски хлопчатобумажной ткани), зараженных тест-культурами *E.coli* ATCC 25922, *S.aureus* ATCC 25923, *P.aeruginosa* ATCC 27853, *P.mirabilis* ATCC 14153, *C.albicans* ATCC 10231. Тест-носители заливали на 30, 45, 60, 120 и 180 мин 10 см³ раствора МДР, по окончании дезинфекционной фазы извлекали и однократно промывали в 10 см³ 0,5 % водного раствора тиосульфата натрия, после чего переносили в 10 см³ жидкой среды для контроля стерильности. Инкубировали в течение 48 ч при температуре +37°C. В качестве контрольной проверки тест-носители заливали водой очищенной и высеивали после наибольшей экспозиции [14].

Для изучения моющей активности разработанного электрохимического раствора в *четвертой серии* опытов рассчитывали моющую способность МДР с нормативными химико-аналитическими показателями, полученного на разработанной электрохимической установке. С этой целью образцы ткани загрязняли пигментно-масляной (ПМЗС) и белковой смесью (БЗС). Стирку образцов осуществляли в стеклянных банках емкостью 500 см³, закрытых корковыми пробками, на аппарате для взбалтывания, вращающемся со скоростью 42 об/мин, при температуре моющего раствора

+25, 50, 90°C в течение 10 мин, затем раствор сливали и проводили 2 полоскания по 2 мин при температуре +50°C и +25°C, соответственно. В качестве моющих растворов использовали 0,6% водный раствор СМС «Универсал» (I) - контроль, 0,6, 0,3, 0,1% растворы СМС «Универсал» в МДР (II, III, IV, соответственно), раствор МДР (V). Для расчета моющей способности (МС) у всех образцов ткани определяли коэффициент отражения (K_0) [15,16].

Оценка эффективности применения электрохимических растворов, приготовленных на экспериментальной установке, проведена в 3 группах пятой серии опытов. В 1-й группе изучали качество стирки медицинской одежды раствором МДР с нормативными физико-химическими показателями в прачечной № 24 ОАО «Объединение «Лотос». Для этого проводили обработку 10 кг санитарно-гигиенической одежды (халаты медицинские) III степени загрязнения детской областной больницы г. Витебска на стиральной машине «Primus 10» при загрузке 80 %. В программе №1 на I стадии белье стирали при температуре +55°C в течение 7 мин с добавлением СМС 8 г/кг, на II стадии – в течение 20 мин при температуре +55°C с добавлением СМС 4 г/кг. Проводили 3 полоскания соответственно при температуре воды +40, +30, +20°C по 6 мин каждое, отжим окончательный 9,5 мин.

В программе №2 на I стадии производили стирку медицинских халатов IV степени загрязнения при температуре +55°C в течение 7 мин с добавлением СМС «Бархим-Универсал» 8 г/кг и кальция карбоната 10 г/кг, на II стадии, которая длилась 20 мин при температуре +55°C, добавляли СМС «Бархим-Универсал» 5 г/кг, кальция карбонат 5 г/кг, лабомид 8 г/кг и натрия силикат 6 г/кг. Белье полоскали 3 раза по 6 мин при температуре воды соответственно +40, +30, +20°C, отжимали 9,5 мин.

В качестве контроля использовали стандартную программу №6, в которой на I стадии халаты стирали 6 мин при температуре 40°C в течение 7 мин с добавлением СМС «Бархим-Универсал» 17 г/кг и кальция карбоната 10 г/кг, на II стадии в течение 20 мин при температуре +90°C стирали с добавлением СМС «Бархим-Универсал» 9 г/кг, кальция карбоната 5 г/кг, пероксида водорода 5 г/кг, лабомида 8 г/кг и натрия силиката 6 г/кг. Для дезинфекции добав-

ляли 4 г/кг раствора натрия гипохлорита с содержанием активного хлора 190 г/дм³. После стирки проводили 2 полоскания при температуре воды соответственно +70, +60°C по 6 мин, отжим промежуточный 1,5 мин, 1 полоскание при температуре воды +100°C – 6 мин, 2 полоскания по 6 мин при температуре +40, +30°C, соответственно, отжим окончательный 9,5 мин.

Для стирки в программе № 6 использовали воду «Двинская техническая мягкая», в программах №№ 1, 2 – полученный на экспериментальной установке электрохимический раствор МДР, для полоскания – воду жесткую питьевую. Результаты оценивали после сушки белья под прессом визуально по белизне, отсутствию пятен, загрязнения воротничков, рукавов, карманов.

Во 2-й группе определяли качество дезинфекции медицинского белья полученным раствором, для чего тест-носители по 1 см², вырезанные из швов белья, постиранного по программам №№ 1, 2, 3, погружали в 10 см³ жидкой среды для контроля стерильности и инкубировали при температуре +37°C. Результаты учитывали через 48 час.

В 3-й группе рассчитывали стоимость стирки 1 т белья традиционными моющими средствами с учетом стоимости 1 кг моющих, дезинфицирующих, отбеливающих и аппретирующих средств, входящих в состав рабочего раствора, с использованием раствора МДР, а также экономию денежных средств от использования электрохимических растворов вместо традиционных моющих.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования *первой серии* опытов показали, что разработанный электрохимический раствор МДР имел рН 11,80±0,01, ОВП - -59,2±3,4 мВ, ОЩ – 28,90±0,13 ммоль/дм³, ПН – (59,68±0,12) ×10⁻³ Дж/м² и C_{ax} 410,0±13,8 мг/дм³. Раствор представлял собой жидкость с характерным запахом хлора интенсивностью 2 балла, цветностью 8,3⁰ и мутностью 51,4 мг/дм³. При изготовлении электрохимического моюще-дезинфицирующего раствора из исходного раствора натрия гипохлорита с C_{ax} 860 мг/дм³, при силе тока 5 А и производительности экспериментальной установки 60 дм³/ч полученный раствор

обладал сильно щелочным рН, низким уровнем ОВП, высокой ОЩ, низким ПН, высоким C_{ax} . Полученные параметры можно считать нормативными химико-аналитическими показателями. Изготовленный электрохимический раствор имел низкую цветность, среднюю мутность и хлорный запах до 2 баллов.

Результатами исследований опасности и токсичности электрохимического раствора, предназначенного для стирки, дезинфекции и стерилизации медицинской одежды в *1-й группе второй серии* опытов установлено, что однократное внутрижелудочное и внутрибрюшинное введение раствора с C_{ax} 2000 мг/дм³ в максимальном объеме 3 см³/200 г через 10-15 мин после его воздействия приводило к легкому возбуждению животных. Через 1,5-2 часа указанные симптомы пропадали и общее состояние на всем протяжении наблюдений подопытных животных визуально не отличалось от состояния контрольной группы. Гибели животных в течение всего периода наблюдений не отмечали. Однократное внутрижелудочное введение крысам исследуемых растворов в объеме 1,5 см³/200 г массы на всем протяжении периода наблюдений не вызывало клинических симптомов интоксикации и гибели животных. Острая пероральная токсичность у испытуемых растворов отсутствует и индекс оценивается как равный нулю ($I_{t.ac.o} = 0$ баллов).

Результаты исследований *2-й группы* опытов показали, что однократные инстилляций по 100 мкл исследуемого раствора в нижний конъюнктивальный свод глаз кроликов приводили к рефлекторному кратковременному блефароспазму, слезотечению и признакам раздражения слизистой. Раствор с C_{ax} 2000 мг/дм³ обусловил умеренно выраженное раздражение: инъектирование сосудов, минимальное количество выделений в углу глаза и слабый отек, проходящие через 2-3 часа после воздействия. Индекс раздражительного действия (I_{ir}) при этом был равен 2 баллам.

Результаты *3-й группы* опытов свидетельствовали о том, что в условиях однократного эпикутанного воздействия исследуемого электрохимического раствора на кожу спины белых крыс на протяжении всего эксперимента клинических проявлений интоксикации, симптомов раздражения кожных покровов (мелкоче-

шуйное шелушение эпидермиса, сухость, отек кожи, эритематозные реакции) и летальных исходов не регистрировали, значение индекса местного раздражающего кожу действия (I_{cut}) равно 0. При оценке кожно-резорбтивных свойств в условиях однократного и длительного эпикутанного воздействия испытуемого раствора на протяжении всего эксперимента клинических проявлений интоксикации, клинических симптомов нарушения функций внутренних органов и летальных исходов не регистрировали.

Исследованиями на группе волонтеров в *4-й группе* опытов установлено, что однократные нанесения исследуемого раствора на кожу предплечья не индуцировали в течение суток признаков раздражения. Аппликация на внутреннюю поверхность локтевого сгиба волонтеров марлевых салфеток, пропитанных электрохимическим раствором на 24 и 48 часов с целью выявления сенсibiliзирующего действия, не вызывала признаков отека, гиперемии, кожных высыпаний, зуда, жжения и болезненности во всех случаях ($I_s = 0$).

Электрохимический раствор с C_{ax} 2000 мг/дм³, изготовленный на разработанной экспериментальной установке, безопасен, так как при однократном внутрибрюшинном введении практически нетоксичен (V класс токсичности), а при поступлении в желудок – малоопасен (IV класс опасности), оказывает умеренно выраженное раздражительное действие (2 класс), так как $I_{ir}=2$, не имеет сенсibiliзирующих свойств ($I_s=0$), значение индекса местного раздражающего кожу действия (I_{cut}) в условиях натурального эксперимента равно 0, что свидетельствует об отсутствии у испытуемого раствора кожно-раздражающих свойств.

Результаты *третьей серии* опытов показали, что дезинфекция раствором МДР с C_{ax} 410 мг/дм³ при экспозиции 90 мин вызывала гибель *C. albicans*, 120 мин - *E. coli*, *P. aeruginosa*, 180 мин - *P. mirabilis* и *S. Aureus* (таблица 1).

Дезинфекция тест-носителей электрохимическим раствором МДР с C_{ax} 410 мг/дм³ в течение 180 мин вызывала полную гибель стандартных тест-культур микроорганизмов.

Результатами *четвертой серии* установлено, что при режиме стирки +25°C образцов ткани, загрязненных ПМЗС, МС

Таблица 1 – Антимикробная активность раствора МДР в качественном эксперименте на тест-носителях по отношению к стандартным тест-культурам

Тест-культура	Наименование образца	Экспозиция, мин				
		30	60	90	120	180
<i>E. coli</i>	МДР	+	+	+	-	-
	Контроль	++	++	++	++	++
<i>S. aureus</i>	МДР	++	++	+	+	-
	Контроль	++	++	++	++	++
<i>P. aeruginosa</i>	МДР	++	++	+	-	-
	Контроль	++	++	++	++	++
<i>P. mirabilis</i>	МДР	++	++	+	+	-
	Контроль	++	++	++	++	++
<i>C. albicans</i>	МДР	++	+	-	-	-
	Контроль	++	++	++	++	++

Примечание: (-) – отсутствие роста тест-культур, (+) – рост отдельных колоний тест-культур, (++) – сильный рост тест-культур микроорганизмов.

растворов II и III достоверно повысилась на 1% ($p < 0,001$), а растворов IV и V снизилась на 1% ($p < 0,001$) по сравнению с контролем. При температуре обработки загрязненной ПМЗС ткани +50°C МС раствора II была достоверно выше на 7% ($p < 0,001$), раствора III - на 6% ($p < 0,001$), у раствора IV при данном режиме произошло достоверное снижение МС на 2% ($p < 0,001$), а у раствора V - на 6% ($p < 0,001$) по отношению к МС контрольного моющего средства. Повышение температуры стирки загрязненной ПМЗС ткани до +90°C привело к достоверному снижению МС раствора II на 4% ($p < 0,001$), III - на 12% ($p < 0,001$), IV - на 13% ($p < 0,001$), V - на 16% ($p < 0,001$) по сравнению с контрольным раствором (таблица 2).

Режим обработки образцов ткани, загрязненных БЗС, +25°C обусловил достоверное увеличение МС растворов II на 1%, снижение МС раствора IV на 1% ($p < 0,001$), а раствора V - на 3% ($p < 0,001$) по сравнению с контрольным средством, МС раствора III не отличалась от МС контроля. При режиме стирки образцов ткани, под-

вергшейся загрязнению БЗС, +50°C МС раствора II достоверно повысилась на 8% ($p < 0,001$), раствора III - на 7% ($p < 0,001$), раствора IV - снизилась на 2% ($p < 0,001$), раствора V - на 5% ($p < 0,001$) по сравнению с контрольным моющим раствором. Стирка образцов, загрязненных БЗС, при режиме +90°C достоверно уменьшила МС раствора II на 5% ($p < 0,001$), III - на 6% ($p < 0,001$), IV - на 8% ($p < 0,001$), V - на 12% ($p < 0,001$) по отношению к контролю (таблица 2).

Повышение температуры моющего раствора I с +25 до +90°C привело к достоверному повышению МС данного средства в 1,2 ($p < 0,001$) и 1,1 ($p < 0,001$) раза при стирке образцов ткани, загрязненных ПМЗС и БЗС, соответственно (таблица 2).

При повышении температуры растворов II, III, IV, V для стирки образцов ткани, подвергшихся загрязнению ПМЗС, с +25 до +50°C произошло достоверное увеличение их МС в 1,2 ($p < 0,001$), 1,2 ($p < 0,001$), 1,1 ($p < 0,001$) и 1,1 ($p < 0,001$) раза, а загрязнению БЗС, - в 1,2 ($p < 0,001$), 1,2 ($p < 0,001$), 1,1 ($p < 0,001$), 1,04 ($p < 0,001$) раза,

Таблица 2 – Моющая способность растворов моющих средств при различных режимах стирки образцов тканей, загрязненных ПМЗС и БЗС

Вид моющего раствора	МС при температуре моющего раствора					
	+25°C		+50°C		+90°C	
	ПМЗС	БЗС	ПМЗС	БЗС	ПМЗС	БЗС
I	72	75	79	80	85	83
II	73	76	86	88	81	78
III	73	75	85	87	73	77
IV	71	74	77	78	72	75
V	71	72	73	75	69	71

соответственно. Дальнейшее повышение температуры обработки ткани, загрязненной ПМЗС, до +90°C обусловило достоверное снижение МС моющих растворов I, III, IV, V в 1,1 ($p < 0,001$), раствора II – в 1,2 ($p < 0,001$) раза, БЗС – в 1,1 растворов II, III, V и в 1,04 раза раствора IV (таблица 2).

Исследования показали, что лучшая МС наблюдалась у моющего раствора II, а достаточная для качественной стирки – у моющего раствора III. Оптимальное значение МС для растворов II, III, IV и V было при температурном режиме стирки +50°C, а для раствора I – при 90°C. Дальнейшее повышение температуры обработки загрязненных образцов ткани приводит к достоверному снижению МС растворов II, III, IV и V. Можно предположить, что снижение активности моющих средств на основе электрохимических растворов обусловлено неустойчивостью их компонентов при повышении температуры стирки.

Результаты *пятой серии 1-й группы* опытов показали, что медицинские халаты, имевшие III степень загрязнения, постиранные по программе №1, и медицинские халаты с IV степенью загрязнения, обработанные по программе №2, были достаточно чистыми, белыми, пятна, загрязнения воротничков, рукавов, карманов отсутствовали по сравнению с контролем.

Во *2-й группе* во всех посевах образцов хлопчатобумажной ткани, подвергшихся обработке при программах №1, 2, отсутствовал рост микрофлоры, что указывает на их стерильность. Во всех посевах контрольных образцов рост микрофлоры так-

же не выявлен.

Исследования показали, что разработанная технология стирки является эффективной, так как обуславливает качественное отстирывание и дезинфекцию санитарно-гигиенической одежды III и IV степени загрязненности.

Расчет денежных затрат в *3-й группе* для стирки 10 кг санитарно-гигиенической одежды III и IV степени загрязнения на стирально-отжимной машине Primus 10 приведен в таблицах 3, 4.

Установлено, что для стирки 10 кг санитарно-гигиенической одежды III степени загрязнения использовалось 370 дм³, IV – 480 дм³ воды водопроводной. Ее стоимость из расчета цены за 1 дм³ 9,149 руб. составила 3385,0 и 4392,0 руб., соответственно. Расчет показал, что при мощности используемой стиральной машины 1,5 кВт/ч, цены электроэнергии за 1 кВт/ч 1172,79 руб. и времени стирки санитарно-гигиенической одежды III степени загрязнения 67 мин стоимость электроэнергии соответствовала значению 1964,0, а IV – 77 мин – 2258,0 руб. Следовательно, стоимость обработки 10 кг санитарно-гигиенической одежды с учетом стоимости электроэнергии и воды составила при III степени загрязнения 5943,0, а IV – 9383,0 руб. Стоимость стирки 1 т санитарно-гигиенической одежды равнялась 594300,0 и 938300,0 руб., соответственно.

При расчете затрат и экономии материальных средств от применения моюще-дезинфицирующего раствора, полученного электрохимическим способом на отече-

Таблица 3 – Денежные затраты на стирку одежды III степени загрязнения традиционными средствами

Средство	Цена 1 кг, руб.	Расход кг/10 кг белья	Стоимость для стирки 10 кг белья, руб.
СМС «Бархим-Универсал»	4400,0	0,26	1144,0
Водорода пероксид 3 %	4823,0	0,05	241,0

Таблица 4 – Денежные затраты на стирку одежды IV степени загрязнения традиционными средствами

Средство	Цена 1 кг, руб.	Расход кг/ 10 кг белья	Стоимость для стирки 10 кг белья, руб.
СМС «Бархим-Универсал»	4400,0	0,26	1144,0
Кальция карбонат	3100,0	0,15	465,0
Кальция гипохлорит	5650,0	0,04	226,0
Лабомид	5600,0	0,15	840,0
Натрия силикат	2350,0	0,12	282,0
Водорода пероксид 3 %	4823,0	0,05	241,0

ственной установке, взамен традиционно используемых средств, для стирки и дезинфекции санитарно-гигиенической одежды

в ОАО «Объединение «Лотос» г. Витебска учитывали стоимость 1 дм³ раствора МДР (таблица 5).

Таблица 5 – Исходные данные для расчета стоимости раствора МДР

Исходные данные	Количественные параметры
Потребляемая мощность установки, кВт/ч	0,5
Стоимость 1 кВт/ч электроэнергии, руб.	1172,79
Продолжительность цикла работы, ч	10
Расход натрия хлорида за 1 цикл работы, кг	0,8
Стоимость 1 кг соли, руб.	1500,0
Количество производимого за 1 цикл раствора, дм ³	200
Стоимость установки, руб.	11000000,0
Расход воды водопроводной, дм ³	20,0

Текущие издержки производства для получения 200 дм³ раствора МДР за 1 цикл работы установки:

$$C = 1500 \times 0,8 + 0,5 \times 10 \times 1172,79 + 20 \times 400 = 7864,0 \text{ руб.}$$

Следовательно, текущие производственные издержки на получение 1 дм³ электрохимического раствора МДР составляют 39,3 руб.

Амортизационные расходы на производство 1 дм³ раствора МДР:

$$A = 11000000 \times 20 / 275 \times 200 \times 100 = 40,0 \text{ руб.}$$

Цена 1 дм³ раствора МДР составила:

$$Ц = 39,3 + 40,0 = 79,3 \text{ руб.}$$

Расчет материальных затрат на стирку и дезинфекцию санитарно-гигиенической одежды, текстильных средств индивидуальной защиты и мягкого инвентаря III и IV степени загрязнения в прачечной №2 ОАО «Объединение «Лотос» электрохимическим раствором МДК отражен в таблицах 6, 7.

Для стирки 10 кг санитарно-гигиенической одежды III степени загрязнения с использованием раствора МДР было израсходовано 180 дм³, IV – 240 дм³ воды водопроводной. Из расчета цены за 1 дм³ 9,149 руб. ее стоимость соответственно была 1646,0 и 2196,0 руб. При использовании раствора МДР время стирки санитарно-гигиенической одежды III степени загрязнения составило 45 мин, IV – 47 мин. Следовательно, при мощности стиральной машины 1,5 кВт/ч и цены электроэнергии

Таблица 6 – Денежные затраты на стирку одежды III степени загрязнения раствором МДК

Средство	Цена 1 кг, руб.	Расход кг/ 10 кг белья	Стоимость для стирки 10 кг белья, руб.
СМС «Бархим-Универсал»	4400,0	0,12	528,0
Раствор МДК	79,3	8,0	634,4

Таблица 7 – Денежные затраты на стирку одежды IV степени загрязнения раствором МДК

Средство	Цена 1 кг, руб.	Расход кг/ 10 кг белья	Стоимость для стирки 10 кг белья, руб.
СМС «Бархим-Универсал»	4400,0	0,12	528,0
Кальция карбонат	3100,0	0,15	465,0
Лабомид	5600,0	0,08	448,0
Натрия силикат	2350,0	0,06	141,0
Раствор МДК	79,3	8,0	634,4

за 1 кВт/ч 1172,79 руб. стоимость электроэнергии была соответственно 1319,0 и 1378,0 руб. Согласно полученных данных стоимость стирки и дезинфекции 10 кг санитарно-гигиенической одежды III и IV степени загрязнения с учетом стоимости электроэнергии и воды составила 4128,0 и 5790,0, а стирки 1 т санитарно-гигиенической одежды – 412800,0 и 579000,0 руб., соответственно.

Экономия материальных средств при обработке 1 т санитарно-гигиенической одежды III степени загрязнения с применением электрохимических моюще-дезинфицирующих растворов была 181500 руб., а IV степени загрязнения – 359300 руб., следовательно, стирка и дезинфекция 1 т санитарно-гигиенической одежды дешевле в 1,4 и 1,6 раз, соответственно.

ВЫВОДЫ

1. Разработанный электрохимический моюще-дезинфицирующий раствор обладает физико-химическими и органолептическими свойствами, отвечающими требованиям к моющим и дезинфицирующим средствам.

2. Электрохимический моюще-дезинфицирующий раствор с C_{ax} 2000 мг/дм³ является безопасным для применения.

3. Моюще-дезинфицирующий раствор в рабочей концентрации является эффективным для химической дезинфекции санитарно-гигиенической одежды при экспозиции 180 мин, вызывая полную гибель стандартных тест-культур микроорганизмов.

4. Разработанное оригинальное моющее средство на основе раствора МДР с содержанием СМС 3 г/дм³ достаточно эффективно в процессе отстирывания с оптимальным режимом +50°C пигментно-масляных и белковых загрязнителей, что позволяет использовать его в процессе стирки и дезинфекции санитарно-гигиенической одежды.

5. Разработанное моюще-дезинфицирующее средство является эффективным и экономичным для обработки в прачечных санитарно-гигиенической одежды, текстильных средств индивидуальной защиты и мягкого инвентаря организаций здравоохранения.

6. Разработанное моюще-дезинфицирующее средство и технология обработки

могут быть рекомендованы для стирки и дезинфекции санитарно-гигиенической одежды, текстильных средств индивидуальной защиты и мягкого инвентаря организаций здравоохранения, а также других организаций и учреждений в прачечных ОАО «Объединение «Лотос».

SUMMARY

S.V. Grigoreva, O.V. Kutsakova
EFFICIENCY OF THE NEW
ELECTROCHEMICAL

WASHING-DISINFECTING SOLUTION

The distinctive advantage of the electrochemical solutions application is reduction of quantity of synthetic washing solutions, possibility of disinfecting of sanitary-hygienic clothes in the course of washing. Importance of creation of washing solutions on the basis of electrochemical solutions is caused by their high washing, disinfecting and sterilizing effects, low price, fast term of self-support of installations, making electrochemical solutions, reception of needed volume of solutions.

The aim of the investigation was to substantiate efficiency and safety of the original electrochemical washing-disinfecting solution for washing and disinfecting of sanitary-hygienic clothes. For the given task 5 series of experiences, were performed in which chemical-analytical indicators of quality, toxicological indicators, disinfecting activity, washing ability and efficiency of usage of the electrochemical washing-disinfecting solution in washing organizations «Lotos» for processing of sanitary-hygienic clothes were determined. In the investigation chemical, physical, toxicological, microbiological, organoleptical and mathematic methods were applied.

The results of research have shown that the developed solution possesses physical and chemical and organoleptical properties meeting requirements to washing and disinfecting solutions. The original electrochemical washing-disinfecting solution is safe, effective for chemical disinfection of sanitary-hygienic clothes during 180 minutes and economically effective. The solution with 3 g/dm³ of synthetic and washing solution possesses high washing ability and may be recommended for washing and disinfecting of sanitary-hygienic clothes.

Keywords: electrochemical washing-dis-

infecting solution, safety, disinfection, washing ability.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федорова, Л.С. Основные направления повышения эффективности дезинфицирующих средств / Л.С. Федорова. - Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В.И. Вашкова «Актуальные проблемы дезинфектологии в профилактике инфекционных и паразитарных заболеваний». - М.: ИТАР-ТАСС, 2002. - С. 26-30.

2. Эффективность и безопасность химических средств для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации / В.М. Бахир [и др.]. - // Дезинфекционное дело. - 2003. - №1. - С.26-29.

3. Современный подход к выбору дезинфицирующих средств в системе профилактики внутрибольничных инфекций / И.Ф. Веткина [и др.]. - // ФАРМиндекс-Практик. - 2005. - №7. - С.13-20.

4. Перечень дезинфицирующих средств, зарегистрированных Министерством здравоохранения Республики Беларусь № 04/1926; Введ. 14.11.2003. - Минск, 2003. - 11 с.

5. Об утверждении норм расхода моющих, отбеливающих и аппретирующих средств для обработки мягкого инвентаря, средств индивидуальной защиты и санитарно-гигиенической одежды в прачечных организаций здравоохранения системы Министерства здравоохранения Республики Беларусь: приказ М-ва здравоохранения РБ 25.06.2004, № 143. - Минск: МЗ РБ, 2004. - 17 с.

6. Потрохов, О.И. Влияние производственной пыли синтетических моющих порошков на иммунобиологическую систему работающих / О.И. Потрохов // Гигиена и санитария. - 1983. - № 1. - С. 17-20.

7. Миклис, Н.И. Моющая способность католита щелочного и моющих смесей на его основе / Н.И. Миклис // Достижения фундаментальной медицины и фармации: материалы 62-й науч. сессии ун-та, Витебск, 22-23 марта 2007 г. / Вит. гос. мед. ун-т; редкол.: В.П. Дейкало [и др.] - Витебск, 2007. - С.32-34.

8. Новая технология стирки, отбеливания и обеззараживания белья с применением униполярной активации / С.А. Алевин [и др.]. // ЭХА в медицине и биологии.

- М., 1999. - с.31-32.

9. Дезинфекция: проблемы и решения / В.М. Бахир [и др.]. - "Вестник новых медицинских технологий", 2003. - №4. - С.41-49.

10. Дезинфекционные средства и технологии. Нормативные показатели безопасности и эффективности дезинфицирующих средств: сан. правила и нормы 21-112-99, утв. пост. Гл. госуд. сан. врача Респ. Беларусь 06.01.1999, № 2. - Минск: МЗ РБ, 1999. - 12 с.

11. Евстратова, К.И. Практикум по физической и коллоидной химии / К.И. Евстратова - М: Высшая школа, 1990. - С.72,88,104,167.

12. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ: инстр. 1.1.11-12-35-2004, утв. пост. Гл. госуд. сан. врача Респ. Беларусь 14.12.2004, № 131. - Минск, 2004. - 41 с.

13. Требования к постановке исследований по гигиенической оценке средств бытовой химии: инстр. 1.1.10-14-93-2005, утв. пост. Глав. гос. сан. врача Респ. Беларусь 28.12.2005, № 265. - Минск: МЗ РБ, 2005. - 17 с.

14. Методы испытания противомикробной активности дезинфицирующих средств: врем. мет. указ. № 47/18, утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 24.12.1998. - Минск: МЗ РБ, 1998. - 6 с.

15. Определение эффективности препаратов для химической чистки: инстр., утв. Упр. химической чистки и крашения Минбыта РСФСР 08.01.1985, № 1085. - Москва: ЦНИИбыт, 1985. - 4 с.

16. Средства моющие синтетические. Метод определения моющей способности: ГОСТ 22567.15-95. - Введ. 01.07.99. - Москва: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Гос. ком-т по стандартизации и метрологии РФ, 1999. - 6 с.

Адрес для корреспонденции:

210023, Республика Беларусь
г. Витебск, пр. Фрунзе, 27,
Витебский государственный ордена Дружбы
народов медицинский университет,
народов кафедра общей гигиены и экологии
тел. раб: 8(0212) 37-08-28.
Григорьева С.В.

Поступила 19.09.2012 г.