

АКРАМОВ

Расик Либабович

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НОВЫХ РЕАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ВОДОПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И ОЗДОРОВЛЕНИЯ
ВОДОИСТОЧНИКОВ ПРИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВАХ НЕФТИ**

14.00.07- Гигиена

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени

кандидата медицинских наук

Екатеринбург, 2002

Работа выполнена в Екатеринбургском Медицинском научном центре профилактики и охраны здоровья рабочих промышленных предприятий МЗ РФ.

Научные руководители:

доктор медицинских наук,
профессор Э. Г. Плотко

кандидат медицинских наук, старший
научный сотрудник Е. А. Борзунова

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор В. Г. Константинов

доктор медицинских наук Е. В. Ползик

Ведущая организация: Пермская государственная медицинская академия

Защита диссертации состоится «__» _____ 2002 г. в __ часов на

заседании Диссертационного Совета при Уральской государственной медицинской академии (620219, г. Екатеринбург, ул. Репина, 3).

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Обеспечение населения доброкачественной питьевой водой является одной из актуальнейших проблем современности (С. И.Плитман и соавт., 1996; Г. Н. Красовский и соавт.,1997; Stuszow, 1997; И. В. Мудрый, 1999; Н.А.Егорова, 2001 и др.).

Особенно эта проблема важна для Уральского региона, где поверхностные водоисточники при высокой цветности имеют малую мутность и содержат органические (в основном, нефтепродукты) и неорганические соединения природного и техногенного генеза (Л. Ф. Кардашина и соавт., 1995; А. Н. Попов, 1995; С.П.Сайченко и соавт., 1998; Б. И. Никонов и соавт., 2000; и др.). Действующие технологии водоподготовки питьевой воды с использованием традиционных базовых реагентов неэффективны, особенно в холодный период года (М.Г. Журба и соавт., 1994; П.В Журавлев и соавт., 1997; Е. В. Мигалатий и соавт., 1997; В.В.Петрин, 2001г. и др.). Неблагополучная ситуация с организацией централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения представляет определенный риск здоровью населения из-за канцерогенной, мутагенной, аллергенной опасности некачественной питьевой воды. В настоящее время доказана зависимость между показателями цветности питьевой воды и смертностью населения от онкологических заболеваний, числом спонтанных аборт у беременных женщин и частотой хромосомных нарушений у детей с мультифакториальной патологией (С.П.Сайченко и соавт., 1995) .

Длительное употребление населением питьевой воды с повышенным содержанием железа от 0,4 до 1,0 мг/л и марганца до 0,2 мг/л вызывает развитие гемохроматоза и увеличение заболеваний кожи и подкожной клетчатки, а также мочеполовой и костно-мышечной систем (Г. Н. Красовский и соавт., 1992; З.И.Жолдакова и соавт., 1999).

Неудовлетворительное положение с обеспечением населения питьевой водой в стране подтверждается важными законодательными документами, принятыми в последние годы: Водным Кодексом; Законом о питьевой воде; Постановлением коллегии Министерства природных ресурсов РФ № 12-1 от

09.08.2000г. «Реализация Федеральной Программы «Обеспечение населения России питьевой водой», областным Законом «О питьевом водоснабжении в Свердловской области», Постановлением Правительства Свердловской области «О мерах по предупреждению и ликвидации аварий, связанных с разливом нефти и нефтепродуктов» и др.

Среди причин низкой эффективности действующих водоочистных сооружений можно выделить техническое несовершенство базовых реагентов (сульфата алюминия + полиакриламида), слабый учет особенности состава природных вод, сезонные изменения условий водопользования, а также существенное снижение водородного показателя воды и высокие остаточные концентрации алюминия в воде (М.М. Гасилина, 1984; В. А. Поталена, 1995; Ю.В.Новиков и соавт., 1998 и др.).

В связи с этим, в последние годы большое внимание уделяется разработке и внедрению новых более эффективных реагентов, среди которых наибольшим предпочтением пользуются коагулянты оксихлоридного ряда и флокулянт «Экозоль-401». (Н. А. Белоконова и соавт., 1996; В. П. Среда и соавт., 1996; О.А. Богомазов и соавт., 1999; А. В. Свиридов, 2000 и др.).

Рекомендуемые реагенты являются многокомпонентными смесями со значительным количеством примесей (особенно полученные из промышленных отходов) в виде соединений металлов и металлоидов, представляющих реальный риск для здоровья населения из-за возможного неблагоприятного эффекта суммационного токсикологического воздействия (Sarto et al., 1990; Orisson, 1991; И. М. Трахнегберг, 1991; В. А. Прокопов и соавт., 1996; З. И. Жолдакова, 1999; Е. А. Борзунова и соавт., 2000 и др.).

Для решения вопроса о возможности и целесообразности внедрения новых реагентов в практику хозяйственно-питьевого водоснабжения необходимо проведение комплекса углубленных исследований, что и является предметом настоящих исследований.

Цель настоящего исследования: на основе комплексной гигиенической оценки новых реагентов (коагулянты оксихлоридного ряда, реагенты серии

«Экозоль») научно обосновать возможность и целесообразность их применения для повышения эффективности современных технологий подготовки питьевой воды и оздоровления водоемов.

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Изучение химического и радиологического состава новых реагентов: коагулянтов - оксихлоридов алюминия, флокулянта «Экозоль-401» и нефтесорбента «Миксойл», соответствия их состава техническим условиям и технологическим регламентам.

2. Сравнительные испытания гигиенической эффективности коагуляции высокоцветных и маломутных вод на основе применения реагентов нового поколения (коагулянта – оксихлорида алюминия и флокулянта «Экозоль-401») и традиционных базовых (коагулянта сернокислого алюминия и флокулянта – полиакриламида).

3. Исследование возможности оптимизации очистки водных источников от аварийных разливов нефти и продуктов её переработки при использовании реагентов серии «Экозоль» – сорбента «Миксойл».

4. Оценка потенциального вторичного загрязнения обрабатываемой воды изучаемыми реагентами за счет миграции из них в водный раствор химических веществ.

5. Изучение общетоксических свойств и специфических эффектов (аллергенного, гонадотоксического, мутагенного) питьевой воды после обработки ее исследуемыми реагентами в сравнении с водой, обработанной традиционными коагулянтами и флокулянтами.

6. Обоснование возможности внедрения оцениваемых новых реагентов в практику подготовки питьевой воды при централизованном хозяйственно-питьевом водоснабжении и оздоровления водоисточников при аварийных и чрезвычайных загрязнениях их нефтью и нефтепродуктами.

Научная новизна работы. Получены новые данные и уточнены методические подходы к гигиенической оценке эффективности подготовки питьевой во-

ды на фильтровальных станциях и оздоровления водоисточников на основе применения новых реагентных материалов.

Обоснована зависимость качества питьевой воды от состава воды и степени загрязнения источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, от методов и технологий водоподготовки, компонентного состава применяемых реагентов.

Выявлена безопасность для здоровья населения питьевой воды, обработанной изучаемыми новыми реагентами, полученными из стандартного исходного сырья.

Впервые установлено, что использование вторичного сырья – промышленных отходов для получения реагентов при внедрении их в водопроводную практику недопустимо и представляет определенный риск здоровью населения.

Обоснована возможность оптимизации очистки водных источников при аварийных разливах нефти и продуктов её переработки на основе использования нефтесорбента «Миксойл».

Практическая значимость и внедрение результатов работы. На основании выполненных исследований:

- разработаны гигиенические требования и внедрены в водопроводную практику питьевого водоснабжения реагенты нового поколения – коагулянт алюминиевый гидрооксихлоридный и флокулянт «Экозоль-401» на фильтровальных станциях г.г. Екатеринбурга, Нижнего Тагила, Полевского; (акты передачи – приемки к эксплуатации промышленной технологии кондиционирования питьевой воды с использованием реагента «Экозоль-401» - г. Екатеринбург - 1998г.; г. Н-Тагил – 1998г.; г. Полевской -1999г.; справка о внедрении предприятием ЗАО «ЭКО ПЛЮС» в технологию очистки природных вод коагулянта гидрооксихлорида алюминия (КАГХ) от 06.08.1998г.);

- обоснована система мониторинга за качеством питьевой воды и воды водоемов при использовании оцениваемых реагентов (разработана и согласована областным центром Госсанэпиднадзора в Свердловской области Про-

грамма лабораторного контроля на период внедрения реагента «Экозоль-401» 12.03.98г.);

- разработаны рекомендации по улучшению санитарных условий централизованного хозяйственно-питьевого и рекреационного водопользования на основе использования нефтесорбента «Миксойл» (справка о внедрении предприятием ЗАО «ЭКО ПЛЮС» в технологию очистки природных, промышленно-ливневых сточных вод с использованием нефтесорбента «Миксойл» от 23.09.1999г.).

Материалы работы использованы при подготовке проектной и технической документации водопроводных сооружений, экспертных и санитарно-эпидемиологических заключений на изучаемые реагенты, вошли в пособие для санитарных врачей, утвержденное МЗ РФ 13.04.2001г. на тему: «Гигиеническая оценка сорбентов для очистки водных поверхностей от разливов нефти и нефтепродуктов», а также применяются в процессе преподавания гигиенических дисциплин Уральской государственной медицинской академией.

Апробация работы и публикация материалов исследования. Результаты исследований представленные в диссертации, доложены и обсуждены на:

- Пятом международном симпозиуме - выставке «Чистая вода России-99» (г. Екатеринбург) 1999;
- Юбилейной научной конференции, посвященной 70-летию со дня основания Екатеринбургского медицинского научного центра профилактики и охраны здоровья рабочих промышленных предприятий (г. Екатеринбург) 1999;
- 10-й юбилейной выставке-конференции «Уралэкология-техноген-2000» (г. Екатеринбург) 2000;
- Третьей Всероссийской научно-практической конференции для санитарных врачей «Гигиенические проблемы охраны здоровья населения» (г. Самара) 2000;
- Шестом международном симпозиуме-выставке «Чистая вода России-2001» (г. Екатеринбург) 2001;

- Всероссийской научно-практической конференции для санитарных врачей «Среда обитания и здоровье населения» (г. Оренбург) 2001г.

- IX Всероссийском съезде гигиенистов и санитарных врачей «Гигиеническая наука и практика на рубеже XXI века», 18 октября 2001г., город Москва.

Материалы диссертации опубликованы в 13 печатных работах.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Гигиеническая эффективность использования реагентов нового поколения: коагулянтов оксихлоридного ряда, флокулянта серии «Экозоль – 401» и нефтесорбента «Миксойл» в процессе водоподготовки питьевой воды при централизованном водоснабжении и оздоровлении водоисточников от нефти и нефтепродуктов.

2. Токсико-гигиеническая характеристика питьевой воды, обработанной изучаемыми реагентами для решения вопроса о возможности внедрения их в водопроводную практику с учетом способа их получения.

Обоснование недопустимости применения в практике централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения коагулянта оксихлорида алюминия, полученного из промышленных отходов – алюминий содержащего металлургического шлака и серной кислоты из утилизируемых сернистых газов, образующихся при выплавке черновой меди.

3. Выбор и обоснование критериев для организации системы гигиенического мониторинга за качеством питьевой воды, обработанной в процессе водоподготовки реагентами разных поколений: новыми – коагулянтом алюминиевым гидроксихлоридным (КАГХ), флокулянтом «Экозоль-401» и традиционными базовыми – сернокислым алюминием совместно с флокулянтом полиакриламидом.

Личный вклад автора. Автором сформирована цель, поставлены и обоснованы задачи работы, выбраны методы и разработана программа исследований. Автор принимал непосредственное участие в проведении полупромышленных испытаний по гигиенической эффективности водоподготовки питьевой

воды и оздоровления водоисточников на основе использования оцениваемых реагентов, выполнении хронических пероральных затравок экспериментальных животных водой после обработки исследуемых реагентных материалов, а также в подготовке пособия для санитарных врачей и рекомендаций по внедрению полученных результатов в водопроводную практику.

Автором лично проанализированы, статистически обработаны и обобщены данные комплексных углубленных исследований.

В целом, данная работа является частью научных исследований, проводимых Екатеринбургским медицинским научным центром профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий с учетом реализации принятой Правительством Свердловской области Концепции обеспечения населения питьевой водой стандартного качества, Областного закона «О питьевом водоснабжении» и Областной программы неотложных мер по обеспечению населения доброкачественной питьевой водой в 1998-2001г.г.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, трех глав по методике и результатам собственных исследований, заключения, выводов, списка использованной литературы. Тестовая часть диссертации изложена на 116 страницах машинописного текста. Работа иллюстрирована 30 таблицами, 11 рисунками. Список литературы содержит 158 источников, из них 36 иностранных авторов.

Содержание работы

Объём и методы исследований. Исходя из поставленных задач, комплексное изучение новых реагентных технологий водоподготовки питьевой воды и оздоровления водоисточников, осуществлялось на основе современных санитарно-гигиенических, физико-химических, токсикологических и статических методов исследований.

Оценены коагулянты оксихлоридного ряда: оксихлорид алюминия (ОХА) и коагулянт алюминиевый гидрооксихлоридный (КАГХ), отличающиеся между собой использованием различного вида исходного сырья и содержанием различных макро и микропримесей, флокулянт «ЭКОЗОЛЬ-401» в сравнительном

плане с традиционными реагентами: серноокислым алюминием и полиакриламидом, а также сорбционные свойства реагента серии «Экозол» – нефтесорбента «Миксойл».

В основе выполнения исследований по гигиенической оценке новых реагентных материалов использована методическая схема, рекомендуемая в методических условиях 2.1.4.783-99 «Гигиеническая оценка материалов, реагентов, оборудования, технологий, используемых в системах водоснабжения».

Выполнению намеченной программы исследований предшествовала экспертиза экологической безопасности технологических процессов получения оцениваемых реагентных материалов.

Аналитический контроль отобранных проб реагентных материалов с определением более 120 ингредиентов осуществлялся унифицированными стандартными методиками с оценкой соответствия химического состава реагентов техническим условиям и технологическому регламенту.

Радиологические исследования и оценку радиологической безопасности новых реагентных материалов производили в соответствии с нормами радиационной безопасности (НРБ-99) по показателям удельной радиоактивности и содержания тория, радона, калия и цезия.

Оценка гигиенической эффективности новых реагентных технологий водоподготовки питьевой воды и очистки водных поверхностей от нефтепродуктов выполнена совместно с муниципальным предприятием «Водоканал» г. Екатеринбурга, предприятием «ЭКО ПЛЮС», входящим в состав Уральской инженерно-экологической ассоциации и в систему Российской академии наук, в условиях полупромышленных испытаний на трех специально смонтированных пилотных установках во все сезоны года на воде Волчихинского, Черноисточинского водохранилищ и реки Чусовой – основных источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения ряда городов Среднего Урала (г.г. Екатеринбург, Нижнего – Тагила и Полевского).

Опытно-промышленные исследования на пилотных установках соответствовали условиям работы реальных водоочистных сооружений и позволяли

учитывать сезонные колебания состава исходной воды, её температуры, а также уточнить параметры исходной воды в случае использования того или иного оцениваемого реагента для коагуляции воды других водоисточников.

Гигиеническая эффективность обработки природных вод на основе применения изучаемых реагентных материалах оценивалась по органолептическим показателям: цветности, мутности, наличию нефтяной пленки и плавающих примесей на поверхности воды, водородному показателю, щелочности, остаточному содержанию в обработанной воде алюминия, железа и кремния с проведением исследований не менее трех раз в сезон года с суммарным отбором 96 проб и анализом более 670 показателей.

Изучение возможности вторичного загрязнения обрабатываемой воды оцениваемыми реагентными материалами проводилось путем определения остаточных концентраций вредных примесей в воде и моделирования экспериментов для исследования миграционных свойств на основе отбора 76 водных проб с анализом около 950 показателей. Остаточные концентрации специфических элементов в обрабатываемой воде сравнивались с содержанием ингредиентов в исходной воде и с гигиеническими нормативами.

В водных вытяжках после суточной и трехсуточной экспозиции нефтесорбента «Миксойл» анализировались химические вещества, содержащиеся в сорбенте.

В соответствии с унификацией методических приемов, принятых в санитарной токсикологии, нами выполнено две серии трехмесячных хронических пероральных затравок 240 белых беспородных крыс водой, обработанной изучаемыми реагентами.

В первой серии эксперимента исследовано шесть групп животных включающих 15-20 крыс, которые затравлялись водой, обработанной коагулянтами ОХА и КАГХ до различных остаточных концентраций алюминия: 0,2-0,3 мг/л, 0,5-0,75 мг/л и 1,5-2,0 мг/л. Концентрация алюминия в воде на уровне 0,2 мг/л соответствует нормативу, рекомендуемому ЕЭС, а содержание алюминия в концентрации 0,5 мг/л отвечает уровню вновь утвержденного МЗ РФ нормати-

ва. Наконец, максимальная доза остаточного алюминия на уровне 1,5-2,0 мг/л отличается на порядок от минимальной дозы, что согласуется с методическими указаниями.

В качестве контроля использовалась дехлорированная питьевая водопроводная вода, которая не подвергалась коагуляции и готовилась согласно РД 118-02-90. Опытная и контрольная вода анализировались еженедельно в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества».

Во второй серии эксперимента подопытные животные получали в течение трех месяцев воду, обработанную традиционным реагентом и флокулянтom «Экозоль-401».

В хроническом эксперименте использовались две группы лабораторных животных по 30 крыс в каждой. Первую опытную группу поили питьевой водой после обработки сульфатом алюминия и флокулянтom «Экозоль-401». Вторая группа получала питьевую воду, очищенную сульфатом алюминия и полиакриламидом (положительный контроль).

В обеих сериях питьевая вода подавалась экспериментальным животным естественным путем через градуированные поилки.

Токсическое действие питьевой воды, обработанной оцениваемыми реагентами, на организм подопытных животных изучалось по весу и поведению животных, функциональному состоянию центральной нервной системы (по суммационно-пороговому показателю), активности ряда ферментов, характеризующих мембранотропный гепатотоксический и кардиотоксический эффекты (аланин и аспартатаминотрансферазы), состоянию азотного обмена и функции почек, содержанию восстановленного глутатиона в крови.

По тестам, которые изучались в динамике ежемесячно, перед началом заправки были сняты исходные фоновые показатели.

Сенсибилизирующее действие оценивалось по окончании заправки с помощью тестов реакции специфической агглютинации.

Потенциальное гонадотоксическое действие питьевой воды изучено по окончании хронической пероральной заправки экспериментальных животных в соответствии с Методическими рекомендациями по специфическим критериям: продолжительности движения сперматозоидов, весовому коэффициенту гонад, количеству сперматозоидов и их резистентности.

Мутагенный эффект изучался также по окончании хронической заправки экспериментальных животных по тесту частоты хромосомных aberrаций в клетках костного мозга подопытных животных.

Все результаты экспериментальных исследований подвергались статистической обработке общепринятыми параметрическими и непараметрическими методами.

Основные результаты исследований

Гигиеническая оценка коагулянтов оксихлоридного ряда

Изучаемые коагулянты относятся к группе неорганических полимеров-оксихлоридов алюминия. Они являются комплексными соединениями, состоящими из гидроокиси алюминия и аниона хлора и имеют химическую формулу $Al_2(OH)_5Cl$. При растворении в воде коагулянты образуют коллоидные растворы, обладающими свойствами электролитов.

Исследуемые коагулянты отличаются между собой используемым сырьем для их производства и различным содержанием микро и макропримесей. Так, сырьем для производства коагулянта алюминиевого гидрооксихлоридного (КАГХ) являются материалы и реагенты, широко используемые в водопроводной практике и отвечающие требованиям стандартов.

Коагулянт оксихлорид алюминия (ОХА) планируется производить из промышленного сырья:

- вторичного гидроксида алюминия, получаемого при переработке металлургических шлаков с содержанием Al_2O_3 не менее 50 %;
- серной кислоты получаемой из улавливаемого сернистого газа, образующегося при выплавке меди;
- известкового молока производства станции нейтрализации.

Оба коагулянта рекомендуются для очистки воды хозяйственно-питьевого и промышленного назначения.

Согласно техническим условиям, доля микропримесей, содержащаяся в оксихлориде алюминия (ОХА), в 2,5 раза превышает сумму микропримесей коагулянта КАГХ и составляет 0,45 % и 0,17 %, соответственно.

Фактическое суммарное содержание примесей в коагулянте КАГХ установлено на уровне 0,16 %, т.е. на уровне регламентируемых ТУ величин. Суммарное содержание примесей в оксихлориде алюминия, полученном из алюмосодержащего металлургического шлака составляет 0,59 % и в 3,7 раз выше, по сравнению с коагулянтом КАГХ и 1,3 раза выше допустимого ТУ предела (0,45%).

Согласно заключениям Свердловского областного центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора в Свердловской области № 133 от 22.05.95 г. и № 166-рг от 20.06.95 г. оба изучаемых коагулянта содержат радиоактивные вещества ниже уровня порога чувствительности применяемых методик измерения 0,5 Бк/кг, что позволяет допустить их к контакту с питьевой водой.

При оценке гигиенической эффективности изучаемых коагулянтов анализировались сезонные колебания состава исходной воды Волчихинского водохранилища - необходимые для определения оптимальных доз коагулянтов для достижения нормативов качества обработанной воды. Изменение основных параметров качества исходной воды за десятилетний период отражено на рисунках 1 и 2.

Из представленных графиков видно, что для коагуляции воды существует два неблагоприятных периода: период весеннего половодья и период летней межени, во время которых наблюдается пиковое увеличение показателей цветности, окисляемости воды и концентрации загрязняющих веществ, что обуславливает необходимость более тщательной подборки применяемых реагентов и их рабочих доз.

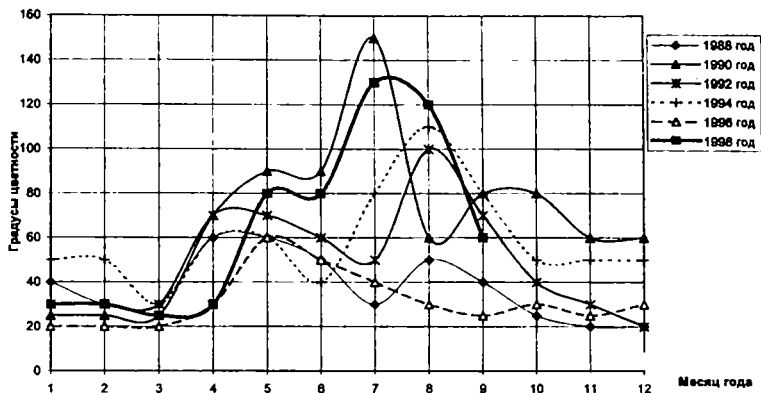


Рисунок 1. Среднемесячные значения цветности воды Волчихинского водохранилища

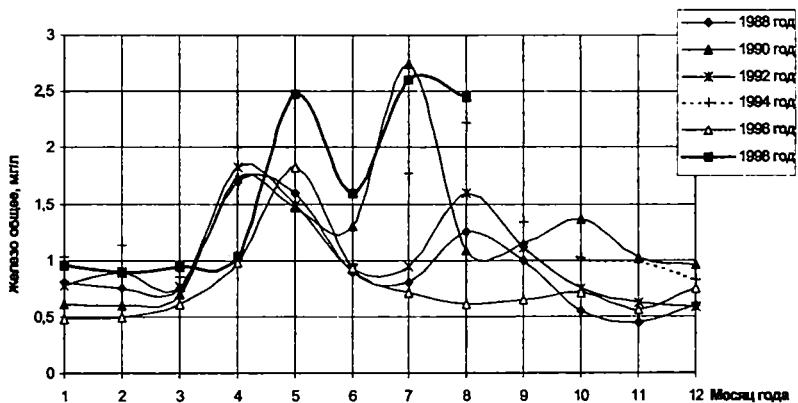


Рисунок 2. Среднемесячные концентрации железа в воде Волчихинского водохранилища.

В период весеннего паводка (с 1 по 20 мая) обычно наблюдается резкое ухудшение качества воды водохранилища по показателям цветности, мутности, щелочности, окисляемости и содержанию железа. Во время пика весеннего паводка регистрируются наиболее низкие значения щелочности до 0,22 мг/экв*л, а количество загрязняющих примесей достигает максимума (концентрация железа 3,6 мг/л, окисляемость – 17,5 мг/л), что требует ежедневной коррекции технологии водоподготовки воды (подбор рабочих доз используемых реагентов).

В летний период неблагоприятными для коагуляции воды являются также высокая цветность, окисляемость, повышенное содержание железа.

Выполненная пробная коагуляция воды Волчихинского водохранилища на пилотной установке показала хорошие коагулирующие свойства у обоих изучаемых реагентов: у КАГХ и ОХА, независимо от исходного качества обрабатываемой воды (табл.1).

Таблица 1

Гигиеническая эффективность коагуляции воды изучаемыми реагентами, усредненные показатели

Показатели	Исходная вода	После коагуляции	
		КАГХ	ОХА
Цветность, градусы	50,0-106,0	11,0-14,0	10,0-15,0
Мутность, мг/л	2,4-3,5	0,1-0,2	0,1-0,3
pH	7,3-7,6	7,0-7,2	7,2-7,4
Щелочность, мг/экв	1,0-1,3	1,0-1,2	0,9-1,3
Железо общее, мг/л	0,8-2,6	0,1-0,3	0,1-0,4
Остаточный алюминий, мг/л	0,04-0,06	0,2-0,3	0,2-0,3

Коагулирующие свойства оксихлоридов алюминия не зависят от температуры обрабатываемой воды, при их использовании не снижается существенно водородный показатель и щелочной резерв воды, что позволяет исключить процесс искусственного подщелачивания вод и упростить схему реагентной водоподготовки.

При изучении возможного вторичного загрязнения в процессе коагуляции оцниваемыми реагентами установлено увеличение концентраций меди от 3,2

до 10,0 раз, никеля от 4,4 до 8,0 раз, хрома до 1,8 раза в воде, обрабатываемой оксихлоридом алюминия, полученном из вторичного сырья. Нарастание концентраций указанных ингредиентов отмечается в летний и осенней периоды.

Несмотря на сравнительно невысокое остаточное содержание в обрабатываемой воде примесей (на уровне ПДК или ниже), использование коагулянта ОХА в водопроводной практике представляет определенный риск из-за возможного эффекта суммации токсического действия выявляемых микропримесей, что и подтверждается результатами хронической пероральной затравки экспериментальных животных.

Гигиеническая оценка реагентов серии «Экозоль».

а) Оценка флокулянта «Экозоль-401».

Флокулянт «Экозоль-401» представляет собой высокодисперсный мало-растворимый в воде коллоидный гидрозоль, синтезированный из алюмосиликатов Уральского региона.

Пробная коагуляция и полупромышленные испытания показали, что хороший гигиенический эффект подготовки питьевой воды достигается при использовании флокулянта «Экозоль-401» в сочетании как с новым коагулянтом оксихлоридом алюминия, так и с традиционным коагулянтом сульфатом алюминия. Флокулянт «Экозоль-401» стабильно интенсифицирует процесс образования хлопьев и увеличивает их средний размер до 2,5 раз даже в зимний период года при температуре обрабатываемой воды не выше четырех градусов Цельсия, что позволяет получить питьевую воду гарантированного качества независимо от сезона года (таблица 2).

Как видно из таблицы, получение стандартной питьевой воды, отвечающей требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01, наблюдалось в вариантах опыта с применением флокулянта «Экозоль-401» независимо от вида используемого коагулянта. При совместном применении флокулянта «Экозоль-401» и нового коагулянта (оксихлорида и сульфата алюминия) цветность обработанной воды снизилась на 86,7 – 89,3 %, соответственно мутность – на 91,3 до 99,7 %, содержание железа – на 89,5 %.

Гигиеническая эффективность коагуляции воды при
использовании оцениваемых реагентов (среднегодовые, усредненные показатели)

Показатели	Единица измерения	Исходная вода	После обработки реагентами											
			КАГХ + полиакриламид			КАГХ + «Экозоль-401»			Сульфат алюминия + «Экозоль-401»			Сульфат алюминия + полиакриламид		
			мин.	макс.	сред.	мин.	макс.	сред.	мин.	макс.	сред.	мин.	макс.	сред.
Цветность	град.	75,0	15,0	22,0	18,5	8,0	12,0	10,0	10,0	15,0	13,1	20,0	25,0	23,0
Мутность	мг/л	4,6	1,5	3,2	2,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,0	1,5	1,1	1,3	1,8	1,5
pH	ед.	7,2	7,1	7,2	7,1	7,2	7,5	7,2	6,8	7,5	7,0	6,9	7,1	7,0
Щелочность	мг экв/л	1,3	0,9	1,3	1,2	0,3	1,0	0,8	0,9	1,1	1,0	0,5	0,7	0,6
Остаточный алюминий	мг/л	0,007	0,6	0,9	0,7	0,03	0,1	0,07	0,1	0,3	0,21	0,3	0,7	0,5
Железо	мг/л	1,9	0,34	0,67	0,47	0,1	0,2	0,15	0,1	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3
Кремний	мг/л	5,7	5,7	5,7	5,0	5,7	6,0	5,2	5,7	6,5	5,5	2,7	3,1	2,9

Остаточные концентрации алюминия не превышали 0,2 мг/л, что соответствовало рекомендуемому Всемирной организацией Здравоохранения гигиеническому нормативу (0,2 мг/л) и были ниже в 2,5 раза Российского отечественного регламента, принятого на уровне 0,5 мг/л. При обработке воды сульфатом алюминия совместно с традиционным флокулянтом полиакриламидом отмечалось превышение регламента цветности в 1,2 раза (25,0 градуса вместо нормируемой 20,0), мутности (1,8 мг/л при нормативе – 1,5) и повышенное содержание остаточного алюминия до 0,7 мг/л. Повышенные концентрации алюминия – до 0,9 мг/л регистрируются также в варианте опыта совместного применения полиакриламида и оксихлорида алюминия.

Внедрение флокулянта “Экозоль-401” в водопроводную практику создает возможность управления процессом кондиционирования высокоцветных природных вод, устранения недостатков существующей технологии водоподготовки.

Применение флокулянта “Экозоль-401” не вызывает неблагоприятного воздействия на обрабатываемую воду за счет отсутствия миграционных свойств составляющих элементов и низкой растворимости, диссоциации и гидролиза реагента.

б) Оценка нефтесорбента «Миксойл»

Сорбент «Миксойл» представляет собой продукт химического взаимодействия пористого алюмосиликата, содержащего в своем составе закрытые поры с органическим модификатором.

Основным преимуществом нефтесорбента «Миксойл» является высокая сорбционная емкость по отношению к нефтепродуктам, установленная в условиях опытно-промышленных испытаний на пилотной установке. При нанесении на водную поверхность пленки нефтепродуктов в количестве до 15 кг, из отработанного машинного масла, сорбент «Миксойл» очищает полностью загрязненную воду в течение 15 минут при расходе до двух килограммов сорбента.

Нефтесорбент «Миксойл» не обладает миграционными свойствами и может использоваться без ограничений для очистки водных поверхностей от аварийных разливов нефти и продуктов её переработки.

Оценка токсических свойств воды после обработки коагулянтами оксихлоридного ряда и флокулянтom «Экозоль-401».

В ходе хронической пероральной затравки водой после обработки коагулянтom ОХА выявлено нарушение функционального состояния центральной нервной системы экспериментальных животных на основе суммационно-порогового показателя, как наиболее чувствительного и критериального токсикологического теста (рис.3.).

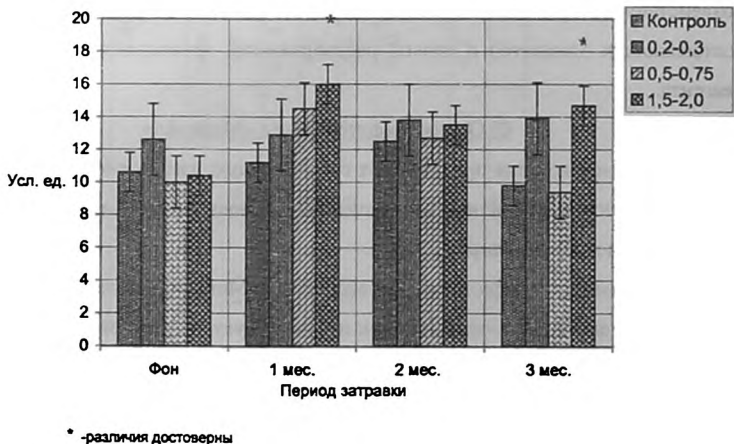


Рисунок 3. Суммационно-пороговые показатели у подопытных животных, получавших воду после обработки коагулянтom ОХА, усл. ед.

В тесте частоты хромосомных aberrаций в клетках костного мозга, проведенном по окончании затравки, обнаружено достоверное увеличение частоты цитогенетических нарушений в группе животных, получавших питьевую воду, обработанную коагулянтom OXA (рис.4.).

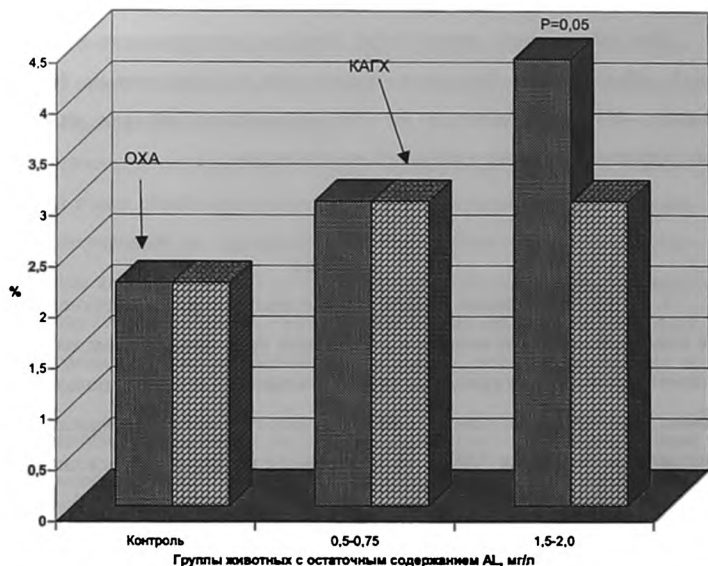


Рисунок 4. Частота хромосомных aberrаций в клетках костного мозга животных, получавших питьевую воду, обработанную коагулянтom OXA и КАГХ

Питьевая вода после обработки коагулянтom алюминевым гидроксидным (КАГХ), независимо от величины концентраций остаточного алюминия, не оказывала на экспериментальных животных общетоксического действия по поведению, весу, функциональному состоянию центральной нервной системы по изучаемому суммационно-пороговому показателю, активности аланин и аспартатаминотрансферазы, состоянию азотного обмена, функции почек

и антиоксидантной системы по содержанию восстановленного глутатиона в крови подопытных животных.

Также не выявлено сенсибилизирующее действие по реакции лейкоцитов лабораторных животных на стандартные растворы солей никеля, кобальта, хрома и марганца, аллергенность которых доказана.

Не установлены гонадотоксические и мутагенные эффекты.

При хронической пероральной заправке экспериментальных животных водой, обработанной базисными реагентами и оцениваемым флокулянт «Экозоль-401», не установлено ни общетоксического действия, ни специфических эффектов: гонадотоксического и мутагенного.

Выводы

1. Выполненными комплексными исследованиями установлено наличие положительного гигиенического эффекта при обработке высокоцветных и маломутных вод и оздоровлении водоемисточников на основе использования изучаемых реагентов: коагулянтов алюминиевого гидрооксихлоридного (КАГХ) и оксихлорида алюминия (ОХА), отличающихся между собой исходным сырьем для их производства и суммарным содержанием микропримесей, флокулянта «Экозоль-401» и нефтесорбента «Миксойл». Положительный гигиенический эффект проявился в снижении показателя цветности, содержания соединений железа и марганца в питьевой воде, независимо от сезона года и качества исходной воды.

2. В условиях полупромышленных испытаний выявлено вторичное загрязнение обрабатываемой воды коагулянтном оксихлоридом алюминия, полученным из промышленных отходов, массовая суммарная доля примесей которого всего лишь в 1,3 раза превышает регламентируемую величину. Вторичное загрязнение воды наблюдалось медью, никелем и хромом в летне-осенний период, что представляет определенный риск для здоровья населения, подтверждаемый результатами хронической пероральной заправки экспериментальных животных.

3. При длительном поступлении в организм подопытных животных питьевой воды, обработанной коагулянтом оксихлоридом алюминия, полученным из промышленных отходов, с остаточным содержанием алюминия на уровне 1,5-2,0 мг/л, зафиксировано статистически значимое токсическое действие на центральную нервную систему животных, проявившееся достоверным повышением суммационно-порогового показателя, а также мутагенным эффектом – увеличением хромосомных аббераций. Концентрация оксихлорида алюминия по остаточному алюминию в воде на уровне 0,5-0,75 мг/л является пороговой по общетоксическому действию.

При хронической пероральной заправке экспериментальных животных питьевой водой после обработки коагулянтом алюминиевым гидрооксихлоридом (КАГХ), полученный из гостированного, стандартного сырья, с остаточным содержанием алюминия до 2,0 мг/л, а также традиционными реагентами и изучаемым флокулянтом «Экозоль-401» не установлено ни общетоксического действия, ни специфических эффектов: аллергенного, гонадотоксического и мутагенного.

4. Углубленные исследования по токсико-гигиенической оценке питьевой воды свидетельствуют о целесообразности внедрения в практику централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения коагулянта алюминиевого гидрооксихлоридного (КАГХ), полученного из стандартного сырья и недопустимости использования вторичного сырья – промышленных отходов для производства реагентов, рекомендуемых для водоподготовки питьевых вод централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения. Такие реагенты могут использоваться только для очистки различного рода сточных вод при соблюдении условий отведения очищенных стоков в водные объекты согласно СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

5. При использовании рекомендуемых реагентных материалов в технологии водоподготовки питьевой воды и оздоровлении водоисточников следует осуществлять систематический мониторинг очищенной питьевой воды и воды поверхностных водоисточников на цветность, мутность, окисляемость, водо-

родный показатель, щелочность воды, а также на остаточное содержание в воде железа, марганца, алюминия, кремния и нефтепродуктов.

6. Выполненная работа позволила разработать и внедрить мероприятия по совершенствованию реагентных технологий водоподготовки питьевой воды и очистки водных поверхностей от аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, а также по оптимизации санитарно-гигиенического мониторинга за качеством питьевой воды и воды водоисточников после обработки коагулянтом алюминиевым гидроксихлоридным (КАГХ), флокулянтом «Экозоль-401» и нефтесорбентом «Миксойл».

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. *Организация* гигиенического мониторинга качества питьевой воды и источников централизованного водоснабжения: Тез. докл. Междун. выстав. "Уралэкология"- г.Екатеринбург.- 1996.-с.4-5. (В соавторстве)
2. *Система* распределения воды и здоровье населения: Тез. докл. Второй Междун. выставки-семинара "Чистая вода Урала-96"- г.Екатеринбург.- 1996.-с.4. (В соавторстве)
3. *Проблемы* альтернативного питьевого водоснабжения: Тез. докл. Второй Междун. выставки-семинара "Чистая вода Урала- 96" - г.Екатеринбург.- 1996.-с.5. (В соавторстве)
4. *Состояние* среды обитания Свердловской области //Вестник Уральской государственной медицинской академии–г.Екатеринбург–1997. №4. – 163-168 с. (В соавторстве)
5. *Гигиеническая* оценка возможности использования в водопроводной практике новых коагулянтов оксихлоридного ряда: Сб. науч. тр. / Мониторинг окружающей среды и здоровья населения в зонах техногенного загрязнения / Отв. ред. С. Г. Домнин.- г. Екатеринбург. – 1997. - 84-88 с. (В соавторстве)
6. *Гигиеническая* оценка совершенствования технологии подготовки питьевой воды на основе внедрения реагентов нового поколения: Сб. науч. тр.

/Медицина труда и экология человека в горно-металлургической промышленности/. – г. Екатеринбург. – 1998. – 111-113 с. (В соавторстве)

7. *Гигиеническая оценка сравнительных испытаний различных реагентов, применяемых при водоподготовке питьевой воды*: Тез. докл. Пятого Междун. симпозиума «Чистая вода России-99». – г. Екатеринбург. – 67-68 с. (В соавторстве)

8. *Токсикологическая оценка питьевой воды после обработки новыми реагентными материалами*: Тез. докл. научн.-техн. конф. Междун. выставки «Уралэкология – Техноген – 2000». – г. Екатеринбург. – 2000. – 141-142 с.

9. *Сравнительная токсикологическая оценка новых реагентных технологий в подготовке питьевой воды* // «Уральское медицинское обозрение». – г. Екатеринбург, 2000, 56-58 с.

10. *Гигиеническая оценка новых реагентных технологий подготовки питьевой воды* // Медицина труда и промышленной экологии. – М. – 2000. №3. – с. 43-46. (В соавторстве)

11. *Оптимизация очистки водоисточников с применением новых перспективных нефтесорбентов системы «Экозоль»*: Тез. докл. Шестого Междун. симпозиума выставки «Чистая вода России-2001». – г. Екатеринбург. – 2001. – 186-187 с. (В соавторстве)

12. *Унификация методических приемов гигиенической оценки новых сорбентов для очистки водоисточников от разливов нефти и нефтепродуктов*: Тез. докл. Всероссийской научно-практ. конф. /Среда обитания и здоровье населения/. – г. Оренбург. – 2001. – том.2. – 131-134 с. (В соавторстве)

13. *Методические особенности гигиенической оценки новых нефтесорбентов для очистки водоисточников*: Тез. докл. Девятого Всероссийского съезда гигиенической науки и практики на рубеже 21 века. – Москва. – 2001. – 612-615 с. (В соавторстве).

Автор выражает признательность коллективу отдела гигиены окружающей среды ЕМНЦ (рук. д.б.н. проф. К. П. Селянкина) за помощь в проведении исследований и обработке полученных материалов.

Подписано в печать 27.03.02г. Бумага писчая. Формат 60х90. Тираж 100. Заказ 279
Отпечатано в типографии ООО «Таймер КЦ», 620011, г. Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, 145