

На правах рукописи

Акрамов Расик Либабович

**«Гигиеническая оценка новых реагентных технологий
водоподготовки питьевой воды и оздоровления
водоисточников при аварийных разливах нефти»**

Специальность 14.00.07- Гигиена

Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научные руководители –
доктор медицинских наук,
профессор Э. Г. Плотко

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

ОГЛАВЛЕНИЕ:

Введение	4
Цель исследования	7
Научная новизна исследований	8
Практическая значимость исследований	9
Основные положения, выносимые на защиту	10
Личный вклад автора	11
Публикации и апробация работы	11
Структура и объем диссертации	12
Глава 1. Обзор литературы	13
1.1. Современное состояние водоподготовки питьевой воды и очистки поверхностных водоисточников от загрязнения нефтью и нефтепродуктами	13
1.2. Качество питьевой воды и состояние здоровья населения	21
1.3. Резюме	29
Глава 2. Методика исследований	31
Глава 3. Сравнительные испытания гигиенической эффективности но- вых реагентов, рекомендуемых для подготовки питьевой воды и оздо- рвления водоисточников от загрязнений нефтепродуктами	37
3.1. Гигиеническая оценка коагулянтов оксихлоридного ряда	37
3.2. Гигиеническая оценка реагентов серии «Экозоль»	52
а) Оценка флокулянта «Экозоль-401»	52

б) Оценка нефтесорбента «Миксойл»	60
3.3. Резюме	65
Глава 4. Оценка токсических свойств питьевой воды, обработанной коагулянтами оксихлоридного ряда и флокулянтom «Экозоль-401»	67
4.1. Оценка свойств воды после обработки коагулянтами оксихлоридного ряда	67
4.2. Оценка биологических свойств воды после обработки флокулянтom «Экозоль-401»	81
4.3. Резюме	86
Заключение	88
Выводы ...	96
Указатель литературы	98

Введение

Актуальное значение для решения проблем обеспечения населения доброкачественной питьевой водой имеет развитие работ в области гигиенической оценки новых реагентных технологии водоподготовки питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Обработка исходной воды источников водоснабжения коагулянтами и флокулянтами – распространенный метод очистки воды в технологиях питьевого водоснабжения. Однако многие системы коагуляционной очистки не обеспечивают получение гарантированной по качеству питьевой воды [2,11,33,62].

Особенно неблагоприятная ситуация с организацией хозяйственно-питьевого водоснабжения отмечается в Уральском регионе, где вода поверхностных источников высокоцветна, маломутна, содержит комплекс органических и неорганических соединений природного и антропогенного происхождения.

В последние годы особую значимость приобрела проблема очистки водоисточников от нефти и нефтепродуктов в связи с масштабным загрязнением их как сырой нефтью, так и продуктами её переработки (растворителями, смазочными маслами, смолами, битумом, мазутом, бензином, керосином и т.д.).

Наибольшая опасность загрязнения водных источников возникает при авариях в процессе добычи, хранения, транспортировки и переработки нефти. В России, например, ежегодно теряется до 10 % добываемой нефти [12].

Нефть и нефтепродукты представляют весьма сложную, разнообразную и непостоянную по составу смесь соединений, основными групповыми компонентами которых являются парафиновые, циклопарафиновые, ароматические, полициклические углеводороды (70-90 %), смолы (10-30 %).

Залповый характер аварийных загрязнений водных источников нефтью и нефтепродуктами обуславливает необходимость гигиенической оценки использования нефтесорбентов, рекомендуемых для очистки водных поверхностей от разливов нефти, поскольку сбор и удаление нефтепродуктов с водных объектов ведется в настоящее время лишь механическими методами недостаточно эффективно, что снижает барьерную роль водопроводных сооружений при применении традиционных реагентов (сульфата алюминия и полиакриламида).

К недостаткам традиционного коагулянта – сульфата алюминия следует отнести существенное снижение водородного показателя воды, а при недостаточных щелочных резервах исходной воды, её перекисление, требующее искусственного подщелачивания воды, а также слабый учет особенностей состава природных вод, сезонных изменений условий водопользования.

При коагуляционной обработке высокоцветных и маломутных вод сульфатом алюминия трудно достичь стандартного качества очищенной воды, особенно при низких температурах и в те периоды, когда условия снижения цветности требуют повышенных доз коагулянта, что вызывает высокие остаточные концентрации алюминия в воде.

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 питьевой воде [11,51,72,84].

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».

Коагулирующие свойства новых реагентов на основе оксихлорида алюминия не зависят от температуры и щелочного резерва обрабатываемой исходной воды, что делает перспективным внедрение оксихлорида алюминия в технологию водоподготовки питьевой воды в нашей стране и за рубежом [2,33,62].

Реагенты серии «Экозоль», полученные Уральской инженерно-экологической ассоциацией, являются реагентами полифункционального действия, выполняющими в зависимости от модификации, роль твердофазных флокулянтов при кондиционировании природных вод, а также функции коллоидных сорбентов при очистке водных источников от аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.

Вместе с тем, рекомендуемые реагенты зачастую включают значительное количество примесей в виде соединений металлов и металлоидов.

Наибольшее количество микропримесей содержат реагенты, полученные из вторичного сырья – промышленных отходов, что представляет реальный риск для здоровья населения из-за возможного неблагоприятного эффекта суммационного токсикологического воздействия, несмотря на решение другой острой проблемы – утилизации от-

ромного количества накопившихся твердых отходов. Ежегодно в России образуется около семи миллиардов тонн твердых отходов, из которых лишь два миллиарда тонн перерабатывается и утилизируется [108,120].

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 воды 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 гидроксихлоридный и флокулянт «Экозоль-401» на фильтровальных станциях г.г. Екатеринбурга, Ниж-

него 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 Программа 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.

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 загрузок 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.

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.

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 120 страницах машинописного текста. Работа иллюстрирована 30 таблицами, 15 рисунками. Список литературы содержит 158 источников, из них 36 иностранных авторов.

Глава 1. Обзор литературы.

1.1. Современное состояние водоподготовки питьевой воды и очистки поверхностных водоисточников от загрязнения нефтью и нефтепродуктами

В настоящее время актуальны научные исследования по гигиенической оценке новых реагентных материалов, обеспечивающих эффективность и санитарную надежность очистки природных вод, так как

применение традиционных реагентов не позволяет получать, особенно в последние годы из-за резкого ухудшения качества поверхностных водоисточников, питьевую воду стандартного образца [13,84,89,90].

Чрезвычайно сложна проблема очистки традиционным сульфатом алюминия высокоцветных и маломутных природных вод из-за невозможности достичь гарантированного качества очищенной воды по остаточной цветности, окисляемости, содержанию остаточного алюминия, железа и марганца, особенно в холодный период года при низких температурах исходной воды [42,43,63].

Из-за ежегодного увеличения антропогенной нагрузки наблюдается ухудшение состояния водных объектов, являющихся источником централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения более 80 % населения страны [39,50,54,72,118]. По данным ряда авторов, антропогенная нагрузка на водоисточники характеризуется многокомпонентностью и полиморфностью химических соединений, одновременно присутствующих в воде, загрязнением гельминтами, микроорганизмами и вирусами [3,34,51,57,65,68,116].

Авторы отмечают ухудшение качества источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения за счет хлорорганических соединений, нитратов, меди, марганца, нефти и нефтепродуктов, азота, фосфора, кремния, железа, свинца, кадмия и развития различных видов водорослей высшей водной растительности [52,61,119].

В настоящее время доказано, что зарегулирование речных бассейнов, особенно малых рек, также сопровождается ухудшением химических и микробиологических показателей воды за счет нарушения процессов естественного самоочищения и замедления водообменных процессов [67,70,104]. Многокомпонентное химическое загрязнение водохранилищ, как правило, изменяет микробиоценоз, выражающийся в снижении содержания индикаторных бактерий и повышении уровня потенциально патогенной микрофлоры.

Исследования последних лет свидетельствуют о ежегодном ухудшении качества воды в водохранилищах не только за счет антропогенного загрязнения сточными и ливневыми водами, но и за счет вторичных источников: атмосферных осадков и донных отложений [41,75,77,117].

Установлено, что дно поверхностных водоемов и водотоков практически на всем протяжении выстлано донными отложениями, мощность которых на отдельных участках достигает двух-трех и более метров. Обычно донные отложения водных объектов содержат нефть и нефтепродукты, органические и неорганические соединения, а также алюминий, ванадий, железо, марганец, медь, свинец, хром, фосфор, цинк и др. Помимо химического загрязнения, илы подвержены интенсивному микробному обсеменению, включая патогенные микроорганизмы (стафилококк), споровые бактерии (клостридий) и лактозоположительные кишечные палочки [14,28].

Поступление веществ в воду из донных осадков различно и зависит от условий водоемов [28,83]. Например, максимальный выход фосфора, биогенного элемента эвтрофирования водоемов, из поверхностного слоя донных отложений в аэробных условиях составляет 13 мг/м^2 , в анаэробных – до 90 мг/м^2 . При низких температурах воды до четырех градусов Цельсия поступление соединений фосфора не наблюдается. При повышении температуры воды до десяти градусов Цельсия начинается заметное выщелачивание фосфора из илов в водный раствор.

Углубленными исследованиями доказано, что в результате промышленных выбросов только одного из предприятий Уральского региона с атмосферными осадками на один квадратный километр водосборной площади водохранилища может выпасть в течение года меди до 2,3 тонны, цинка – до 7,1 тонны, мышьяка до 4,9 тонны, свинца – до 0,24 тонн [7]. Доля атмосферной составляющей в формировании качества воды водоема в районах влияния предприятия цветной металлур-

гии достигает в отдельные периоды по мышьяку - до 70 %, меди – до 55%, свинцу – до 40 %.

Положение усугубляется широкомасштабным загрязнением водных источников нефтью и продуктами её переработки при аварийных разливах в процессе добычи, транспортировки и переработки [12,88]. Из добываемых ежегодно в России 300 млн. тонн нефти при добыче и транспортировке теряется и попадает в водоемы от 4,5 до 300 тыс. тонн, что сопровождается появлением нефтяной пленки на поверхности воды и керосинового запаха [12].

Повышенная антропогенная нагрузка на водоисточники, включая и вторичное загрязнение, приводит к нарушениям биологического кругооборота веществ, изменению структурно-функциональных характеристик, природного равновесия за счет неравномерного развития микрофлоры и к снижению, в конечном итоге, эффективности барьерной функции очистных сооружений хозяйственно-питьевых водопроводов в отношении химических веществ и бактериальной контаминации на 40-50 % [58,107].

Для устранения загрязняющих веществ в процессе очистки природных вод ряд авторов, рекомендуют использовать коагулянты нового поколения: алюминат натрия, оксихлорид алюминия, алюминисто-щелочные растворы глиноземного производства и др., которые в сравнении с традиционным коагулянтом сернокислым алюминием, позволяют интенсифицировать технологию водоподготовки питьевой воды, особенно в неблагоприятные гидрологические сезоны года [85,111].

Многие авторы, отмечают преимущества оксихлорида алюминия по сравнению с традиционным сернокислым алюминием:

- хлопьеобразование не зависит от водородного показателя и температуры воды;
- не снижается щелочной резерв воды;

- устраняется стадия предварительного подщелачивания воды, что позволяет упростить реагентную водоподготовку;
- снижается кислотная коррозия коммуникаций;
- отмечается более высокая скорость хлопьеобразования с наибольшим процентом крупных хлопьев;
- образуется меньшее количество отходов;
- уменьшается солесодержание очищаемой воды [35,36,45,48,62].

В современном представлении коагулянты оксихлоридного ряда являются комплексными соединениями, состоящими из оксида алюминия $Al_2(OH)_3$ и аниона Cl^- . Общим для коагулянтов оксихлоридного ряда является и тот факт, что водные растворы этих коагулянтов коллоидные и ведут себя как электролиты [35,36,45,111]. Хлор в растворах диссоциирован, катион имеет полимерное строение.

Коагулянты оксихлоридного ряда получают из различного вида исходного сырья, обуславливающего разное содержание макро и микропримесей [111].

Водные растворы чистого, беспримесевое коагулянта оксихлорида алюминия в концентрации до трех миллиграммов на литр, не имеют запаха, но придают воде горький вяжущий привкус интенсивностью два балла и легкую опалесценцию. Они высокостабильны: первоначально заданные концентрации указанного коагулянта на уровне одного - пяти миллиграмм на литр практически не изменялись в течение 20 суток [48].

Предельно допустимая концентрация коагулянта оксихлорида алюминия, полученного из гостированного сырья и не содержащего макро и микропримесей – солей тяжелых металлов, установлена на уровне 1,5 мг/л с лимитирующим показателем вредности – органолептический [48].

Метод контроля коагулянта оксихлорида алюминия в обработанной питьевой воде не разработан и осуществляется согласно рекомендаций авторов по остаточному содержанию алюминия в воде, одному

из наиболее распространенных элементов в питьевой воде [4,10,46,109,121,133].

На эффективность стадии коагулирования существенное влияние оказывают паводки, цветение воды и температурные колебания. Обусловленное этими факторами резкое изменение свойств воды источников дестабилизирует процесс коагулирования и, как следствие, ухудшается качество питьевой воды, что вызывает необходимость применять в технологии водоподготовки дополнительные реагенты – флокулянты для оптимизации процессов хлопьеобразования, седиментации хлопьев и фильтрации воды через фильтры. По мнению ряда авторов, применение флокулянтов совместно с коагулянтами не только повышает качество коагуляционной очистки, но и улучшает динамику работы водопроводных сооружений в целом [37,76,102].

Авторы, утверждают, что использование флокулянтов значительно сокращает время седиментационных процессов. Способствует более полному осаждению суспензированных частиц, существенно облегчает отделение осадка за счет его уплотнения [5,11]. Наибольшая эффективность очистки воды достигается одновременной фазой коагуляции – флокуляции. При этом наибольшее распространение в мире нашли ионогенные и неионогенные флокулянты на основе сополимеров акриламида.

Высокомолекулярные флокулянты в большинстве случаев представляют собой полиэлектролиты, диссоциирующие в воде на ионы (анионные, катионные и амфотерные полиэлектролиты). Флокулянты анионного типа при диссоциации дают сложный полимерный органический анион и простой катион, а флокулянты катионного типа — сложный органический катион и простой анион. Флокулянты амфотерного типа имеют в цепочке растворимого высокомолекулярного вещества основные и кислотные группы, поэтому диссоциация и заряд высокомолекулярного иона зависит от pH раствора [37].

Авторы, подразделяют флокулянты по химическому составу на следующие группы:

- минеральные – наиболее часто встречаемый представитель - активная кремневая кислота, получаемая в процессе конденсации низкомолекулярных кремниевых кислот или их трудно растворимых солей;
- природные полимеры, выделяемые из растительного сырья (щелочной крахмал, альгинат натрия и др.) или получаемые при действии на природные полимеры химических реагентов (натрий карбоксиметилцеллюлоза);
- синтетические полимеры, образующиеся при полимеризации мономеров. К этой наиболее обширной группе относятся полиакриламид (ПАА), поли-4-винил-N-бензилтриметил-аммоний хлорид (ВА-2 или ВПК-101), диметилдиаллиламмоний хлорид (ВПК-102) и др. [5,37,76,102].

Следует отметить, что флокулянты типа активной кремниевой кислоты и полиакриламида малоэффективны при обработке высокоцветных вод, поскольку не влияют на удаление гумусовых соединений, определяющих в основном цветность природных вод. Указанные флокулянты лишь интенсифицируют кинетику коагуляции, т.е. обеспечивают только более быстрое осаждение образующихся в процессе гидролиза хлопьев, а также большую прочность отложений в межзерновом пространстве фильтра [81,123].

Рекомендуется искать новые материалы на основе природных ресурсов, которые могли бы не только конкурировать с используемыми синтетическими флокулянтами, но и обладать более широким спектром их действия [5,37,76,81,102,123].

Одним из мировых производителей, предлагающих свою продукцию на Российском рынке является фирма «Штокхаузен Гмбх и КГ» (Германия), являющаяся соучредителем Экоцентра (г. Москва) и совместного предприятия «Компания MSP» (г. Пермь) по производству по-

рошкообразных флокулянтов в России марки «Престол». По данным фирмы, их флокулянты гарантируют экологическую безопасность применения при водоподготовке питьевой воды, высокую эффективность действия, технологичность при транспортировке и хранении. По их мнению, указанные флокулянты целесообразно использовать на водопроводах России, несмотря на существенные финансовые издержки, связанные с необходимостью приобретения и завоза исходного сырья из-за рубежа [81].

Предприятиями «ЭКО ПЛЮС», «ЭКО-ПРОЕКТ», «Уральский цементник», входящих в состав Уральской инженерно-экологической ассоциации и в систему Российской академии наук, созданы реагенты серии «Экозоль» полифункционального действия из алюмосиликатов Уральского региона (в зависимости от модификации), выполняющие роль твердофазных флокулянтов при очистке и кондиционировании природных вод, а также функции коллоидных сорбентов и собирателей нефти и нефтепродуктов при попадании их в поверхностные водные источники [37].

Авторы отмечают, что при применении реагентов серии «Экозоль» совместно с сульфатом и оксихлоридами алюминия различной основности достигаются стабильные показатели качества питьевой воды, соответствующие требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Это обусловлено высокой сорбционной емкостью реагентов, их способностью интенсифицировать процессы образования и агрегации зародышей гидроксидов коагулянтов, хлопьеобразования и отстаивания. Применение реагентов серии «Экозоль» при очистке водных поверхностей от разливов нефти и продуктов её переработки позволяет достичь оздоровления водоисточников при чрезвычайных ситуациях [37].

Сорбенты серии «Экозоль» отличаются от имеющихся высокой сорбционной емкостью по нефти, высокой плавучестью как самого реагентного материала, так и после насыщения его нефтью, а также возможностью полной утилизации образующихся нефтешламов в цементном производстве [37,78,103,113].

Следует отметить невысокую сорбционную емкость по нефтепродуктам у большинства отечественных и зарубежных сорбентов. Реальные значения оказываются обычно ниже 1,5 кг нефти на килограмм сорбента [17,27,110].

Проведение сбора разлившейся нефти и продуктов её переработки с поверхности водных объектов должно осуществляться без нанесения дополнительного вреда водным системам с максимальным сохранением водной фауны [17,27,110].

Большинство рекомендуемых реагентов для обработки природных вод и оздоровления водоисточников являются многокомпонентными смесями естественного или искусственного происхождения и могут представлять опасность для обрабатываемой воды за счет миграции химических веществ из реагентных материалов в водный раствор [5,10,37,48,109,123].

Так, реагенты системы «Экозоль» в своем составе содержат алюминий, кремний, железо, тяжелые металлы [103].

Сорбенты на основе каменного угля, торфа, древесины могут содержать органические остатки, а также вещества, используемые в технологии их получения [73,110].

В некоторых случаях в технологии получения сорбентов предусматриваются операции снижения концентрации в них сопутствующих веществ, например, промывка реагентов водой для получения разрешения на применения их в практику очистки природных вод [73,69,91].

Помимо нефти и продуктов её переработки дополнительную экологическую опасность представляют нефтешламы, образующиеся при сорбции нефтепродуктов на акватории водоисточников [89].

Общепризнанно, что основными загрязняющими веществами водных объектов при разливах нефти и нефтепродуктов являются углеводороды, металлы, галогены и радиоактивные вещества [69,91].

При недостаточной оперативности мероприятий по сбору нефтешламов последние, в силу малой плавучести, могут оседать на дно, накапливаться в донных отложениях и являться многолетним источником вторичного загрязнения водных источников [91].

Итак, реагенты, применяемые при подготовке питьевой воды и в очистке водных поверхностей от нефти и нефтепродуктов наряду с высокой эффективностью, не должны являться источником дополнительного поступления в обрабатываемую воду токсичных веществ.

1.2. Качество питьевой воды и состояние здоровья населения

Используемые технологии водоподготовки в условиях продолжающегося ухудшения качества воды в водоисточниках не обеспечивают подготовку питьевой воды до нормативных требований, что обуславливает негативную ситуацию с обеспечением населения доброкачественной питьевой водой [115,155].

Около 50 % населения Российской Федерации употребляет не отвечающую санитарным нормам и правилам питьевую воду. Каждая восьмая проба питьевой воды не отвечает стандартам по бактериологии и пятая – по санитарно-химическим показателям [122].

На Среднем Урале 3,5 млн. чел (75 %) обеспечивается водой из централизованных систем водоснабжения; из них 2,4 млн. чел (68,6 %) употребляют воду, не соответствующую стандарту по органолептиче-

ским и санитарно-химическим показателям и около 2 млн. чел (57,1 %) – по микробиологическим [155].

Из-за высокой цветности исходной воды поверхностных водоисточников, обусловленной наличием окрашенных природных органических соединений (гуминовых и фульвокислот), железа, марганца и других металлов в виде естественных примесей или в качестве продуктов коррозии, действующие реагентные технологии, на основе применения старых базовых реагентов, не позволяют снизить показатели цветности до гигиенических требований [32,38,53,74,86,105].

Пределы для цветности питьевой воды традиционно основывались на эстетических соображениях. Однако в последние годы выявлена зависимость между цветностью воды и образованием токсичных продуктов – хлорпроизводных органических соединений, обладающих канцерогенным и мутагенным эффектом. Установлена достоверная положительная корреляционная связь между показателями цветности питьевой воды, смертностью населения от онкологических заболеваний всех локализаций, числом спонтанных аборт у беременных женщин и частотой хромосомных нарушений у контингентов детей с мультифакториальной патологией [18,49,80,126,127,132,145,146,153].

Постоянное употребление воды с повышенным содержанием железа – более 0,4 –1,0 мг/л в день может привести к развитию гемохроматоза, т.е. отложению соединений железа в органах и тканях [82].

Известно, что очень высокие дозы железа в воде могут быть смертельными. По данным ВОЗ смертельная доза железа принятого внутрь составляет от 40,0 до 250,0 мг/кг массы тела. При этом развивается геморрагический некроз (разрушение) и отслойка участков слизистой оболочки желудка. Безопасная суточная доза железа по рекомендациям экспертного Комитета ВОЗ по пищевым добавкам составляет 0,8 мг/кг массы тела. Исходя из этой дозы, была рассчитана ПДК для железа в питьевой воде = 0,3 мг/л [8].

Присутствие железа в питьевой воде выше установленного норматива 0,3 мг/л нежелательно и по бытовым неудобствам. Соли железа нестабильны в воде и выпадают в осадок в виде нерастворимого гидроксида железа, который оседает в виде налета ржавого цвета. Такая вода неприятна на вкус, окрашивает белье, посуду и водопроводную арматуру. Железо, оседающее в распределительной системе, снижает напор воды, ускоряет рост железобактерий [8].

Многолетнее наблюдение за составом воды источников хозяйственно-питьевого и рекреационного водопользования Уральского региона свидетельствует о постоянном присутствии железа и марганца в водных объектах [8,29]. На участках техногенного загрязнения водных ресурсов содержание соединений железа и марганца может превышать допустимые уровни в 10 и более раз [30,31].

В настоящее время гигиеническое значение марганца в воде рассматривается с позиции возможного изменения ее органолептических свойств. Однако ряд авторов, в экспериментальных исследованиях установили общетоксическое, эмбриотоксическое и мутагенное действие марганца в сравнительно небольших дозах на уровнях 0,1-1,0 мг/л [49,149].

Эпидемиологическими исследованиями доказана значимость марганца питьевой воды для здоровья населения [30]. При длительном поступлении с питьевой водой в сравнительно малых дозах до 0,1 мг/л, марганец повышает уровень общей смертности, особенно смертности детей раннего возраста, увеличивает заболеваемость населения по классу болезней кожи и подкожной клетчатки, мочеполовой и костно-мышечной систем, вызывает осложнения беременности и родов, что подтверждает необходимость замены лимитирующего показателя вредности при нормировании марганца в воде с органолептического на токсикологический и проведения неотложных мероприятий по оптимизации водопользования населения: безотлагательного внедрения очистки

питьевой воды от марганца при наличии его в водоисточниках выше одного миллиграмма на литр [8,29,30,31,149].

Остаточный алюминий в питьевой воде после коагуляции воды алюминийсодержащими реагентами относится ко второму классу опасности [1,124,131].

Потребность человека в алюминии определена на уровне 35,0-40,0 мг в сутки. Суточная нагрузка алюминия, по данным ряда авторов, составляет 60,0 мг, из них 20,0 мг поступает с пищевыми продуктами, 40,0 мг с питьевой водой [124]. Считается, что биоспособность алюминия, поступающего в организм животных и человека с питьевой водой, значительно выше, по сравнению с другими источниками поступления (пищевые продукты, воздух).

Растворимые в воде соединения алюминия всасываются в проксимальном отделе двенадцатиперстной кишки и желудке и, связываясь с белками, через 24 часа после приема попадают в кровь. Значительная часть алюминия накапливается в тканях головного мозга, печени, почек, костной системы. До 40-50 % поступившего элемента задерживается в организме до 300 дней. Выделение алюминия из организма осуществляется в основном через кишечник (84-94 %) и до 6-16 % через почки [124].

В литературе имеются сведения о широком спектре токсического действия высоких доз алюминия на различные системы организма теплокровных животных [124,147,148,157]. Так, по данным ряда авторов, сульфат алюминия при однократном пероральном введении крысам в дозе 10,0 мг/кг (20,0 мг/л) изменяет активность ряда ферментов: альдолазы, лактатдегидрогеназы, щелочной фосфатазы сыворотки крови, печени, цитохромоксидазы почек, печени и скелетных мышц [124,147,148,157]. При дозе 5,0 мг/кг (10,0 мг/л) отмечается перераспределение железа в организме, нарушение окислительно-восстановительных процессов, осуществляемых ферментами, содержа-

щими железо (цитохормоксидаза, каталаза, пероксидаза и др.). Доза 0,3 мг/кг (6,0 мг/л) угнетает активность ферментов, играющих важную роль в переносе фосфат-ионов в нервной системе, что обуславливает нейротоксическое действие алюминия (замедление выработки условных реакций, нарушение пространственной памяти у животных).

Натурными исследованиями выявлено неблагоприятное влияние на состояние здоровья населения длительного употребления питьевой воды, содержащей алюминий в концентрациях 5,0 мг/л [124,147,148,157]. Это проявилось в увеличении распространенности среди изучаемого населения анемии до семи раз, циститов - до четырех раз, дерматозов – до двух раз, по сравнению с контрольным населенным пунктом, где алюминий в питьевой воде не превышал 0,02 мг/л.

Алюминий, как и другие металлы, обладает политропным действием: изменяет активность ряда ферментных систем, способствует развитию энцефалопатии. Он способен замедлить развитие тканей, вызывать гемолиз эритроцитов. Алюминий вытесняет из метаболизма кальций и поэтому наиболее опасен для молодой растущей ткани. Известен нейротоксический эффект металла, старческое слабоумие, развивающееся в сравнительно молодом возрасте [124,147,148,157].

Алюминию приписывают роль в возникновении таких тяжелых заболеваний нервной системы, как болезнь Альцгеймера (возникает в зрелом возрасте, проявляется появлением провалов памяти, дезориентацией в окружающей обстановке, депрессией и прогрессирующим слабоумием), боковой амиотрофический склероз (возникновение прогрессирующих параличей мышц, смерть от остановки дыхания и сердечной деятельности через несколько лет), паркинсоническое слабоумие (дрожание головы, кистей рук, нижней челюсти, стоп из-за повышения тонуса мышц, слабоумие, нарушение в психо - эмоциональной сфере в виде появления назойливости, эгоизма, обидчивости) [124,148].

ПДК алюминия в питьевой воде установлена на уровне 0,5 мг/л.

Высокие остаточные концентрации кремния в питьевой воде после обработки воды водоисточников кремнийсодержащими реагентными материалами (реагенты серии «Экозоль»: «Экозоль-401» и «Миксойл») также могут представлять определенный риск здоровью населения.

Из литературы известна прямая положительная корреляционная связь заболеваемости населения Чувашской автономной республики мочекаменной болезнью с содержанием кремния в водоисточниках. Массовое обследование здорового населения, проживающего в провинциях с высоким содержанием кремния в питьевых водах (до 20,0 мг/л), позволило обнаружить комплекс предпатологических изменений, нарастающих с увеличением возраста людей. Эти изменения наиболее характерны для почечной формы эндемического уролитиаза [106,112].

Частичное освобождение от кремния питьевой воды до концентрации 2,5 мг/л предупреждает развитие физиолого – биохимических сдвигов в организме экспериментальных животных. Поэтому авторы, рекомендуют ПДК кремния в питьевой воде на уровне 2,5 мг/л, в четыре раза ниже допустимого регламента СанПиН 2.1.4.1074-01, которым ПДК утверждена для кремния 10,0 мг/л [112].

Неблагоприятное влияние питьевой воды на здоровье населения могут оказывать практически все химические вещества, содержащиеся в воде природного и техногенного генеза, включающие и такие распространенные металлы как медь и цинк.

Токсическими могут быть любые растворенные соединения меди, которые осаждают белки, повреждают живые клетки, накапливаются в них, нарушая биокаталитические процессы и вызывая отдаленные эффекты [15,40].

Доказано, что медь при поступлении в организм экспериментальных животных с питьевой водой в сравнительно малых дозах (на уровне недействующей по показателям общетоксического действия) вызы-

вает эмбриотоксический эффект на развивающийся плод, опосредованно через изменения в материнском организме [15,40].

По мнению авторов, медь при длительном поступлении в организм с питьевой водой на уровне 1,0 мг/л вызывает неблагоприятные отдаленные эффекты: гонадотоксическое, эмбриотоксическое и мутагенное, вызывая снижение плодовитости, увеличение частоты доминантных летальных мутаций [40].

Растворимые соединения цинка, как и меди, уже в малых дозах осаждают белки, угнетают активность многих ферментов за счет ингибирования функциональных групп белков и изменения их физико-химических свойств [29,30,31,149].

Известно, что соединения многих металлов более токсичны при поступлении в организм с мягкой питьевой водой [8,55,66,71].

В хроническом эксперименте изучено влияние малых концентраций цинка питьевой воды на организм животных на фоне разной минерализации воды [8]. Выявлено, что цинк на уровне 1,0 мг/л вызывает у подопытных животных слабовыраженный общетоксический и эмбриотоксический эффекты, что позволяет рассматривать этот уровень как пороговый. Слабоминерализованная вода усиливает токсический эффект цинка.

Между тем, в мировой практике стандартами на питьевую воду лимитируются только верхние уровни общей минерализации (1000,0 мг/л) и основных солевых компонентов – хлоридов (350,0 мг/л) и сульфатов (500,0 мг/л), хотя все больший интерес приобретает проблема установления нижнего и оптимального уровня содержания солей в питьевой воде [8,40,55,66,71,128].

Известно, что при употреблении мягкой питьевой воды в Великобритании преобладает гипертоническая болезнь, в Нидерландах – атеросклероз, в Швеции – ишемическая болезнь сердца [128,136,137,138,154].

Наиболее неблагоприятное влияние химического состава отмечается при употреблении мягких хлоридных питьевых вод, содержащих хлорид натрия, марганец от четырех до десяти раз выше ПДК, проявляющееся в повышении уровней смертности до трех раз от патологии сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта [8,55,66].

Авторы, объясняют более высокие уровни содержания кадмия в питьевой воде в районах, снабжаемых мягкой водой за счет вымывания его из водопроводных труб [121,152].

При поступлении в организм кадмий выводится из него очень медленно и куммулируется в основном в почках и печени: от 50 до 75% от общей нагрузки на организм [152]. Такое избирательное накопление кадмия в почках объясняют высоким сродством элемента к SH-группам, которыми особенно богата почечная ткань [121].

Около 80 % депонированного в почках кадмия связано с фракцией низкомолекулярного растворимого белка – металлотииона, чем объясняют особенности метаболизма его и длительность периода выведения из организма [156].

Токсическое действие кадмий реализует в первую очередь через белковый обмен, включая синтез белка и нуклеопротеидов, и через биокаталитические системы. Наиболее ранний и чувствительный показатель их действия – неспецифическая общая реакция – диспротеинемия – нарушение соотношений α - β - γ фракций белков крови [121].

Выдвигается предположение о существовании связи между развитием гипертонии и уровнем поступления кадмия в организм. При избыточном введении его имеет место увеличение веса надпочечников и повышение секреции адреналина и норадреналина [125,129,141,156].

С питьевой водой в организм человека могут поступать соединения свинца, являющиеся кумулятивными ядами. Основным депо свинца является костная ткань. При стрессовых состояниях происходит мобилизация его из депо в кровь, сопровождающаяся интоксикацией взрос-

лого и детского населения с увеличением частоты специфических врожденных сердечных заболеваний [6,144].

По данным авторов, при совместном поступлении свинца с нитратами и нитритами в организм человека, последние усиливают выраженность токсического действия соединений свинца [6,16,44]. Потенцирующее действие нитратов на токсичность свинца более выражено, по сравнению с нитритами.

Следует подчеркнуть, что свинец поступает в организм комплексно с другими соединениями не только с питьевой водой, но и с пищевыми продуктами и атмосферным воздухом, что послужило поводом снижения концентрации соединений свинца в питьевой воде до уровня утвержденных ПДК – 0,03 мг/л [53].

1.3. Резюме

Анализ данных литературы свидетельствует о низкой эффективности традиционных технологий подготовки питьевой воды при централизованных системах хозяйственно-питьевого водоснабжения на основе использования базовых реагентов: коагулянта сернокислого алюминия и флокулянта полиакриламида.

В результате населению подается питьевая вода, не отвечающая требованиям санитарно-гигиенических норм по цветности, окисляемости, содержанию алюминия, железа, марганца, хлорорганических соединений. Особенно неблагоприятная ситуация с организацией гарантированного хозяйственно-питьевого водоснабжения отмечается в Уральском регионе, где вода поверхностных источников высокоцветна,

маломутна, содержит комплекс органических и неорганических соединений природного и антропогенного происхождения, что обуславливает опасную для здоровья населения ситуацию.

Широкий спектр новых многокомпонентных реагентов, рекомендуемых различными авторскими коллективами для интенсификации технологии подготовки питьевой воды и оздоровления водоисточников, обуславливает необходимость их тщательной эколого-гигиенической и санитарно-токсикологической оценки, что и является предметом настоящих исследований.

Подобные исследования необходимы для обоснования возможности внедрения новых реагентных материалов в водоподготовку питьевой воды и для оздоровления водных источников.

Глава 2. Методика исследований

Гигиеническая оценка новых реагентных технологий подготовки питьевой воды и оздоровления водоисточников дана на основе многосторонних комплексных исследований, включающих изучение:

А) химического и радиологического состава изучаемых реагентов;

Б) гигиенической эффективности очистки природных вод оцениваемыми реагентами в сравнении с традиционными базисными реагентами;

В) возможности вторичного загрязнения обрабатываемой воды новыми реагентами за счет остаточных концентраций алюминия, кремния, полиакриламида и других примесей;

Г) общетоксических свойств воды, обработанной изучаемыми реагентными материалами, с учетом оценки отдаленных эффектов (аллергенного, гонадотоксического и мутагенного).

Исследования проведены в две серии.

В первой серии оценивались коагулянты оксихлорид алюминия (ОХА) и коагулянт алюминиевый гидрооксихлоридный (КАГХ), отличающиеся между собой использованием различного вида исходного сырья и содержанием различных макро и микропримесей [42,43].

Во второй серии работы выполнено исследование флокулянта «ЭКОЗОЛЬ-401» в сравнительном плане с традиционными реагентами: сернокислым алюминием и полиакриламидом, а также оценены сорбционные свойства реагента серии «Экозоль» – нефтесорбента «Миксойл» [19,87].

В основе выполнения исследований по гигиенической оценке новых реагентных материалов использована методическая схема, рекомендуемая в МУ 2.1.4.783-99 [92].

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

Для выполнения запланированных исследований отбирались представительные усредненные пробы изучаемых реагентов в соответствии с нормативно-методической документацией [20,21,92].

Аналитический контроль отобранных проб реагентных материалов с определением более 120 ингредиентов осуществлялся гостированными методиками на основе использования эмиссионного спектрального, фотометрического, потенциометрического и атомно-

абсорбционных методов с оценкой соответствия химического состава реагентов техническим условиям и технологическому регламенту.

Радиологический анализ и оценку радиологической безопасности новых реагентных материалов производили в соответствии с нормами радиационной безопасности (НРБ-99).

Гигиеническая эффективность коагуляции высокоцветных и маломутных вод изучаемыми реагентами исследована путем моделирования пробной коагуляции на специально смонтированной муниципальным предприятием «Водоканал» г. Екатеринбурга с нашим участием пилотной установке во все сезоны года на воде Волчихинского водохранилища – основного источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Екатеринбурга. Это позволило учесть сезонные колебания состава исходной воды и её температуры и разработать параметры исходной воды в случае использования оцениваемых реагентов для коагуляции воды других водоисточников.

Условия экспериментальных исследований коагуляционной обработки воды на пилотной установке соответствовали условиям работы реальных водоочистных сооружений и включали стадии смешения коагулянтов с очищаемой водой, хлопьеобразование в специальной камере, отстаивание и фильтрацию. В качестве смесителя и хлопьеобразующей камеры использовали термостатируемый сосуд объемом один литр с мешалкой. Смешение производилось в течение двух минут при скорости вращения мешалки 120,0 об/мин. Затем скорость вращения снижалась до 40,0 об/мин и в течение 20 мин имитировалась работа камеры хлопьеобразования и зоны седиментации образовавшихся хлопьев. Фильтрование осуществлялось в колонках, заполненных кварцевым песком с размером частиц 0,8-1,2 мм. Вода пропусклась через насыпной слой со скоростью восемь-десять л/ч, что опять-таки соответствовало условиям работы промышленного фильтра.

Гигиеническая эффективность водоподготовки питьевой воды флокулянт «Экозоль-401» выполнена на основе полупромышленных испытаний совместно с предприятием «Эко-Плюс», входящим в состав Уральской инженерно-экологической ассоциации и в систему Российской академии наук. Исследования проведены во все гидрологические сезоны года (весна, лето, осень, зима), в сравнении с обработкой воды традиционными реагентами (коагулянт - сернокислым алюминием и флокулянт – полиакриламидом). Полупромышленные испытания осуществлялись на воде Черноисточинского водохранилища (водозабор г. Н-Тагила) и реки Чусовой (район размещения водозаборных сооружений г. Полевского).

Исследования проводились согласно требований действующего водного законодательства, по таким показателям как цветность, мутность, водородный показатель, щелочность, а также остаточное содержание в обработанной воде алюминия, железа, кремния с проведением исследований не менее трех раз в сезон с ежемесячным отбором проб [22,24,25,93,101].

Оценка гигиенической эффективности очистки водной поверхности от нефти и продуктов её переработки на основе использования сорбента «Миксойл» осуществлена на пилотной установке, смонтированной также предприятием «Эко-Плюс» при нашем участии. На водную поверхность, ограниченную размером 4,0 x 5,0 м, наносилась пленка нефтепродуктов из отработанных машинных масел общей массой до 15,0 кг. Затем поверхность нанесенной нефтяной пленки засыпалась сорбентом «Миксойл» в количестве 2,0 кг. Процесс полного поглощения сорбентом нефтепродуктов во всех опытах не превышал 15 минут. По окончании указанного времени собирался образовавшийся нефтяной конгломерат с помощью специального приспособления-сетки.

Изучение возможности вторичного загрязнения обрабатываемой реагентами воды проводилось путем определения остаточных концен-

траций вредных примесей, содержащихся в оцениваемых реагентах. Остаточные концентрации специфических элементов сравнивались с содержанием ингредиентов в исходной воде и с гигиеническими нормативами согласно [24,25,101]. Кроме того, проведена оценка миграционных свойств нефтесорбента «Миксойл» в условиях модельных экспериментов при настаивании в воде в течение суток и трех суток при температуре 20 С и нейтральном водородном показателе, $pH = 6,5$ в соответствии с требованиями МУ 2.1.4.783-99 [92].

В соответствии с унификацией методических приемов, принятых в санитарной токсикологии, нами выполнена трехмесячная хроническая пероральная затравка белых беспородных крыс водой, обработанной изучаемыми реагентами [64,94,96].

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 норматива. Наконец максимальная доза остаточного алюминия на уровне 1,5-2,0 мг/л отличается на порядок от минимальной дозы, что согласуется с методическими указаниями [94].

В качестве контроля использовалась дехлорированная питьевая водопроводная вода, которая не подвергалась коагуляции и готовилась согласно РД 118-02-90 путем отстаивания в течение семи суток. Это позволяло, помимо дехлорирования, поддерживать в контрольной воде содержание алюминия на постоянно низком уровне (0,02-0,06 мг/л). Опытная и контрольная вода анализировались еженедельно в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требова-

ния 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 15 штук 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, по методам, используемым для санитарно-токсикологических исследований [26,59,97,98,114,143].

Кроме того, на последнем месяце хронической затравки изучено содержание восстановленного глутатиона в крови лабораторных животных для оценки состояния антиоксидантной системы.

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

Сенсибилизирующее действие оценивалось по окончании затравки с помощью тестов реакции специфической агглютинации. Испытаны реакции лейкоцитов экспериментальных животных на стандартные растворы солей никеля, кобальта, хрома и марганца, аллергенность которых доказана [59].

Потенциальное гонадотоксическое действие питьевой воды изучено по окончании хронической пероральной затравки экспериментальных животных в соответствии с Методическими рекомендациями по специфическим критериям: продолжительности движения сперматозоидов, весовому коэффициенту гонад, количеству сперматозоидов и их резистентности [98].

Мутагенный эффект изучался по окончании хронической затравки экспериментальных животных по тесту частоты хромосомных аберраций в клетках костного мозга подопытных животных [99].

Все результаты экспериментальных исследований подвергались статистической обработке общепринятыми параметрическими и непараметрическими методами [60].

Глава 3.

Сравнительные испытания гигиенической эффективности новых реагентов, рекомендуемых для подготовки питьевой воды и оздоровления водоисточников от загрязнений нефтепродуктами

3.1. Гигиеническая оценка коагулянтов оксихлоридного ряда

Изучаемые коагулянты относятся к группе неорганических полимеров-оксихлоридов алюминия. Они являются комплексными соединениями, состоящими из гидроксида 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 [20,23].

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.

Физико-химические свойства изучаемых коагулянтов приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Физико-химические свойства коагулянтов по данным технических условий и технологических регламентов

Наименование показателя	КАГХ	ОХА
Агрегатное состояние	Раствор бесцветный с оттенком желтого и коричневого цвета	Раствор с оттенком серого цвета или коричневого
Технические условия	2163-001-36417448-96	2163-001-0317-95
Химическая формула	$Al_2(OH)_m Cl_{6-n} - 2Al(SO_4)_n$ $M=(0-4,5) \quad n=(0,02-3,0)$	$Al(OH)_2Cl$
Плотность раствора	1,1-1,25 кг/дм ³	1,25 - 1,42 г/см ³
pH	2,0-4,0	2,7
Al ₂ O ₃ , в %	6,0-10,0	10,0
Основность, %	66,0	60-81,0
Сульфаты, %	3,0	ТУ не нормируется
Хлориды, %	16,0	ТУ не нормируется
Нерастворимый осадок, %	1,0	1,0
Железо, %	0,1	0,1
Кадмий, %	0,0001	0,001
Бор, %	0,0001	0,0001
Бериллий, %	0,0001	0,0001
Марганец, %	0,01	0,2
Медь, %	0,05	0,1
Мышьяк, %	0,0005	0,0005
Кобальт, %	ТУ не нормируется	0,0001
Свинец, %	0,003	0,003
Сурьма	ТУ не нормируется	0,001
Ртуть, %	0,00005	0,00005
Хром, %	0,005	0,005
Цинк, %	ТУ не нормируется	0,04
Сумма примесей, %	0,17	0,45

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.

Фактический химический состав водных растворов представительных образцов изучаемых коагулянтов отражают данные таблицы 3.2.

Таблица 3.2

Химический состав водных растворов представительных образцов изучаемых коагулянтов, максимальные показатели, в %

Наименование показателя	КАГХ	ОХА
Бериллий	0,00008	0,0001
Бор	0,0002	0,0007
железо	0,095	0,18
Кадмий	0,00008	0,001
Кобальт	0,00001	0,0002
Марганец	0,001	0,2
Медь	0,05	0,1
Мышьяк	0,0005	0,0009
Никель	0,00001	0,0001
Свинец	0,001	0,005
Стронций	0,003	0,006
Сурьма	0,0001	0,009
Молибден	0,00002	0,03
Ртуть	0,00002	0,00004
Хром	0,004	0,008
Цинк	0,0004	0,05
Сумма примесей	0,16	0,59
Сумма веществ 1 и 2 класса опасности	0,57	2,26

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 %, что 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 22.05.95г. и № 166-рг от 20.06.95г. 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 3.1.-3.5.

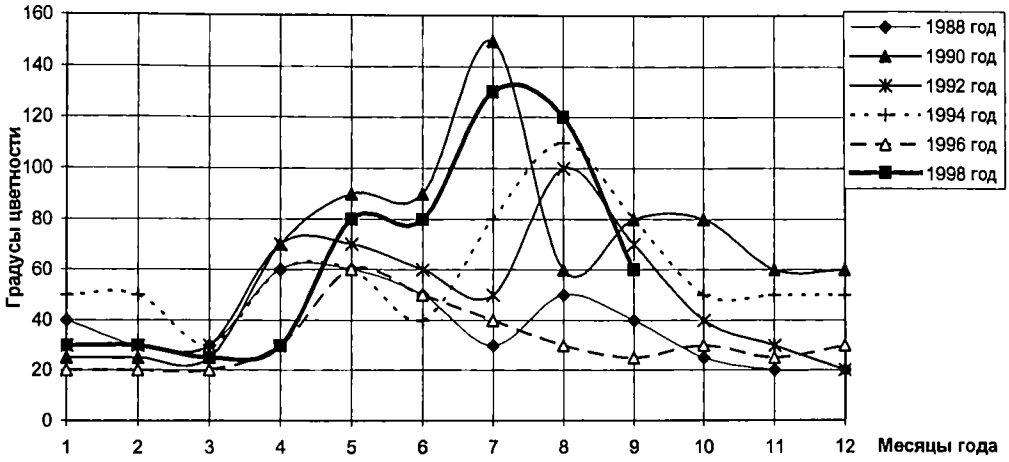


Рисунок 3.1. Среднемесячные значения цветности воды Волчихинского водохранилища.

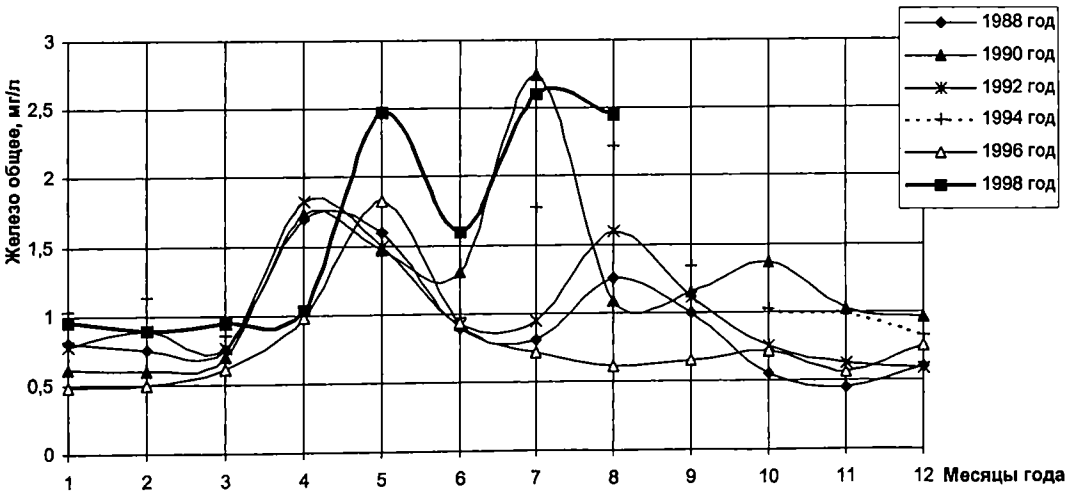


Рисунок 3.2. Среднемесячные концентрации железа в воде Волчихинского водохранилища

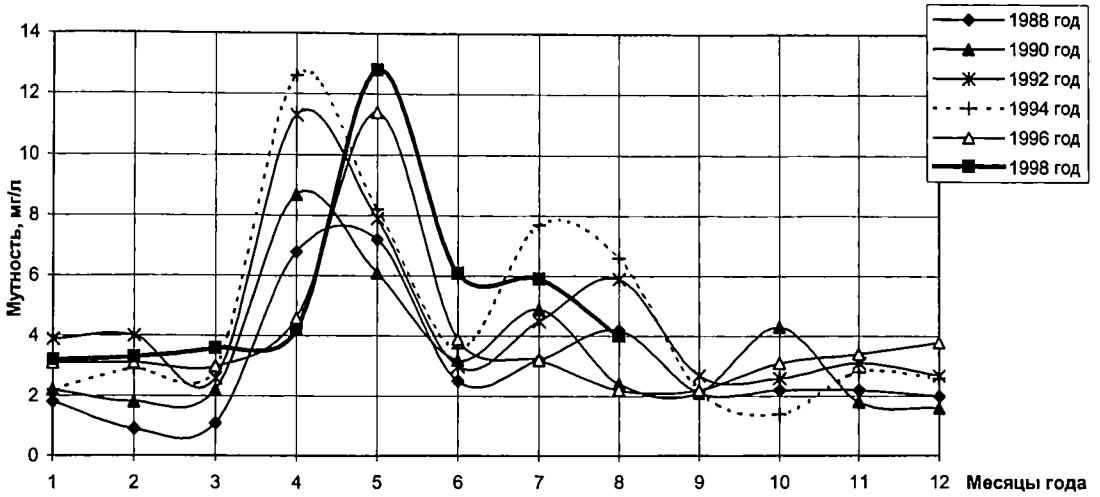


Рисунок 3.3. Среднемесячные значения мутности воды Волчихинского водохранилища.

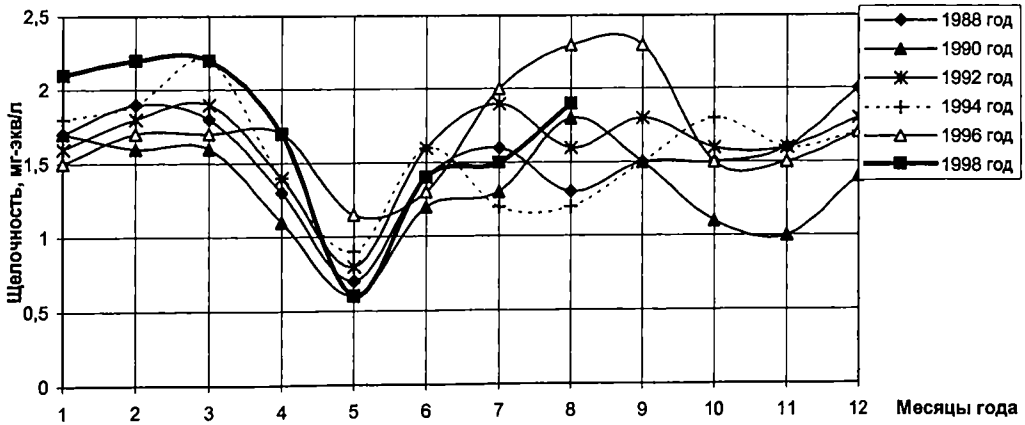


Рисунок 3.4. Среднемесячные значения щелочности воды Волчихинского водохранилища

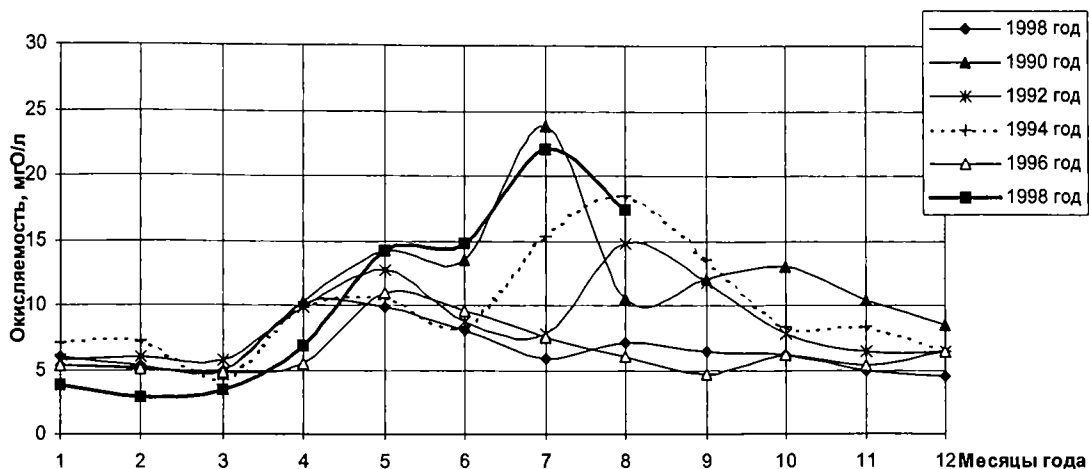


Рисунок 3.5. Среднемесячные значения окисляемости воды Волчихинского водохранилища.

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.

Ежегодно, в период весеннего паводка (с 1 по 20 мая) наблюдается резкое ухудшение качества воды водохранилища по показателям цветности, мутности, щелочности, окисляемости и содержанию железа (рис. 3.6-3.9).

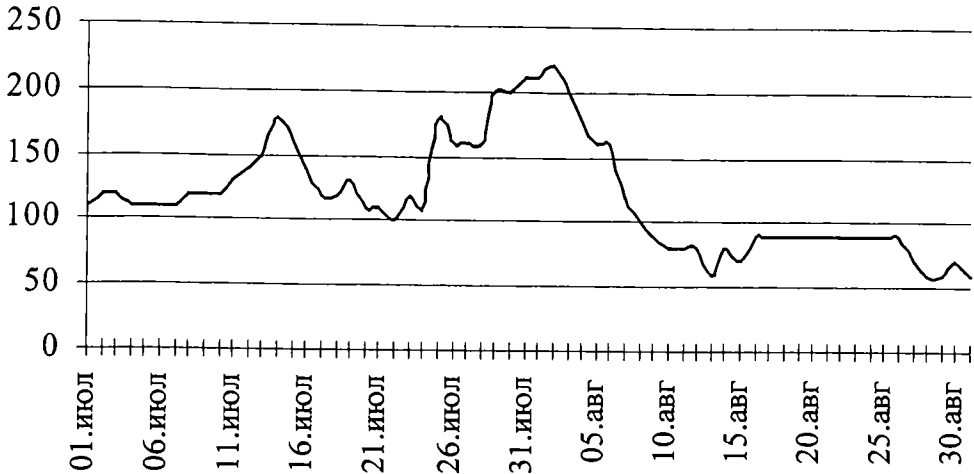


Рисунок 3.9. Изменение цветности воды Волчихинского водохранилища в летний период.

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. 3.3-3.6).

Таблица 3.3

Гигиеническая эффективность коагуляции воды изучаемыми реагентами, зимний период

Показатели	Исходная вода	После коагуляции	
		КАГХ	ОХА
Температура, градусы Цельсия	3,0-3,5	3,0-4,0	3,0-4,0
Цветность, градусы	35,0-40,0	12,0-15,0	10,0-15,0
Мутность, мг/л	0,5	Не обнаружена	Не обнаружена
рН	7,3-7,5	7,1-7,2	7,0-7,3
Щелочность, мг/экв	1,5-1,7	1,0-1,6	1,2-1,8
Железо общее, мг/л	0,8	0,06-0,1	Не обнаружено

Таблица 3.4

Гигиеническая эффективность коагуляции воды изучаемыми реагентами, весенний период

Показатели	Исходная вода	После коагуляции	
		КАГХ	ОХА
Температура, градусы Цельсия	16,0-18,0	17,0-18,0	17,0-18,0
Цветность, градусы	50,0-95,0	11,0-15,0	8,0-16,0
Мутность, мг/л	2,1-2,8	0,3-0,5	0,1-0,4
рН	7,1-7,7	7,0-7,2	6,95-7,6
Щелочность, мг/экв	0,95-1,2	0,9-1,2	0,7-1,2
Железо общее, мг/л	0,7-3,6	0,2-0,4	0,2-0,5

Таблица 3.5

Гигиеническая эффективность коагуляции воды изучаемыми реагентами, летний период

Показатели	Исходная вода	После коагуляции	
		КАГХ	ОХА
Температура, градусы Цельсия	20,0-22,0	20,0-22,0	20,0-22,0
Цветность, градусы	50,5-200,0	12,0-14,0	10,0-15,0
Мутность, мг/л	4,3-8,0	0,1-0,3	0,3-0,4
рН	7,5	6,6-7,0	7,2-7,5
Щелочность, мг/экв	0,5-1,02	0,9-1,0	0,9-1,1
Железо общее, мг/л	0,8	0,1-0,2	0,2-0,3

Гигиеническая эффективность коагуляции воды изучаемыми реагентами, осенний период

Показатели	Исходная вода	После коагуляции	
		КАГХ	ОХА
Температура, градусы Цельсия	13,0-15,0	13,0-15,0	13,0-15,0
Цветность, градусы	65,0-90,0	10,0-13,0	12,0-14,0
Мутность, мг/л	2,8	Не обнаружена	Не обнаружена
рН	7,2-7,5	7,2-7,4	7,4-7,5
Щелочность, мг/экв	0,9-1,2	1,0-1,2	0,9-1,1
Железо общее, мг/л	1,0	0,2-0,4	0,1-0,3

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.

Результаты изучения возможного вторичного загрязнения воды в процессе коагуляции оцениваемыми реагентами представлены в таблицах 3.7-3.8.

Показатели изучения вторичного загрязнения обрабатываемой воды оцениваемыми коагулянтами, летний период
усредненные показатели, мг/л

Показатели	Исходная вода	После коагуляции		ПДК
		КАГХ	ОХА	
Алюминий	0,02-0,03	0,2-0,3	0,2-0,3	0,5
Бериллий	0,000085	0,00008	0,000085	0,0002
Вольфрам	0,023	0,023	0,024	0,05
Железо	0,26	0,035	0,045	0,3
Кадмий	0,00008	0,000075	0,000085	0,001
Кобальт	0,0095	0,009	0,0095	0,1
Марганец	0,25	0,095	0,14	0,1
Медь	0,003	0,004	0,0025	1,0
Молибден	0,0004	0,0003	0,0025	0,25
Мышьяк	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	0,05
Никель	0,001	0,0006	0,0080	0,1
Свинец	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	0,03
Селен	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	0,01
Стронций	0,042	0,036	0,042	7,0
Хром ⁺⁶	0,002	0,0015	0,0035	0,05

Показатели изучения вторичного загрязнения обработанной воды
оцениваемыми коагулянтами, осенний период
усредненные показатели, мг/л

Показатели	Исходная вода	После коагуляции		ПДК
		КАГХ	ОХА	
Алюминий	0,02-0,03	0,2-0,3	0,2-0,3	0,5
Бериллий	0,00013	0,000085	0,00013	0,0002
Вольфрам	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	0,05
Железо	0,25	0,03	0,04	0,3
Кадмий	0,00008	0,00009	0,00014	0,001
Кобальт	0,00035	0,0002	Не обнаружен	0,1
Марганец	0,15	0,04	0,09	0,1
Медь	0,004	0,006	0,04	1,0
Мышьяк	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	0,05
Никель	0,0009	0,0007	0,004	0,1
Свинец	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	0,03
Селен	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	0,01
Стронций	0,05	0,04	0,04	7,0
Хром ⁺⁶	0,0025	0,0014	0,0045	0,05

Таблица № 3.9.

Показатели изучения вторичного загрязнения обработанной воды
оцениваемыми коагулянтами, зимний период,
усредненные показатели, мг/л

Показатели	Исходная вода	После коагуляции		ПДК
		КАГХ	ОХА	
Алюминий	0,01-0,02	0,2-0,3	0,2-0,3	0,5
Бериллий	0,0004	0,00007	0,00008	0,0002
Вольфрам	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	0,05
Железо	0,09	0,08	0,06	0,3
Кадмий	0,001	0,001	0,001	0,001
Кобальт	0,002	0,002	0,0025	0,1
Марганец	0,085	0,045	0,055	0,1
Медь	0,0025	0,003	0,003	1,0
Молибден	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	0,25
Мышьяк	0,006	0,006	0,006	0,05
Никель	0,0035	0,0025	0,003	0,1
Свинец	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	0,03
Селен	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	0,01
Стронций	0,09	0,075	0,07	7,0
Сурьма	0,0008	0,0003	0,0002	0,0002
Хром ⁺⁶	0,003	Не обнаружен	0,0004	0,05
Ртуть	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	0,0005

Данные таблиц свидетельствуют об увеличении 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. Это связано химическим составом изучаемого реагента (таблица 3.2).

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 (сумма веществ 1 и 2 класса опасности составляет 2,26, при нормативе не более 1), что и подтверждается результатами хронической пероральной затравки экспериментальных животных.

3.2. Гигиеническая оценка реагентов серии «Экозоль»

а) Оценка флокулянта «Экозоль-401»

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

Алюмосиликат слоистая структура, состоящая из оксидов кремния и алюминия.

Оксид кремния составляет основную часть флокулянта «Экозоль-401». Содержание модификатора – смеси жирных непредельных кислот не превышает 10 % от общей массы реагента. Следует отметить, что большая часть модификатора (до 90 %) прочно связана с поверхностью алюмосиликата (с оксидом кремния). В связи с этим, в водный раствор переходит не более 8,0-10,0 мг модификатора из одного грамма «Экозоль-401». Таким образом, общая растворимость реагента отмечается в пределах 0,8-1,0 %.

Флокулянт «Экозоль-401» сертифицирован.

Предельно допустимая концентрация флокулянта «Экозоль-401» установлена на уровне 0,25 мг/л по органолептическому признаку вредности с отнесением к третьему классу опасности.

Методы лабораторного контроля флокулянта «Экозоль-401» не разработаны и рекомендуются:

- А) по мутности – ПДК – 1,5 мг/л;
- Б) по содержанию алюминия – 0,5 мг/л;
- В) по содержанию кремния – ПДК – 10,0 мг/л.

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 алюминиевым гидроксихлоридным - КАГХ, 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 3.10.).

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 оцениваемых коагулянтов цветность обработанной воды снизилась на 86,7 – 89,3 %, соответственно мутность – на 91,3 до 99,7 %, содержание железа – на 89,5 %. 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.

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
рН	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

При обработке воды сульфатом алюминия совместно с традиционным флокулянт полиакриламидом отмечалось превышение цветности в 1,2 раза (25 градуса вместо нормируемой 20), 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.

При использовании флокулянта «Экозоль-401» в максимальной дозе (15,0 мг/л) и традиционного сернокислого алюминия в диапазоне концентраций от 10,0 до 20,0 мг/л и перемешивании воды с реагентами в течение трех минут зафиксирована интенсификация процесса образования хлопьев и увеличение их среднего размера до 2,5 раз в зимний период года при температуре обрабатываемой воды не выше четырех градусов Цельсия.

Применение флокулянта «Экозоль-401» совместно с коагулянтом алюминиевым гидроксихлоридным значительно ускоряет агрегацию первичных зародышей коагулянта, что положительно сказывается на скорости процессов отстаивания образовавшихся хлопьев (рис. 3.10.).

Итак, анализ результатов проведенных опытно-промышленных испытаний показывает, что предлагаемая технология кондиционирования питьевой воды, основанная на замене базового флокулянта полиакриламида на твердофазный модифицированный природный алюмосиликат “Экозоль-401” позволяет гарантированно получать питьевую воду, соответствующую нормативным требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 “Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества”.

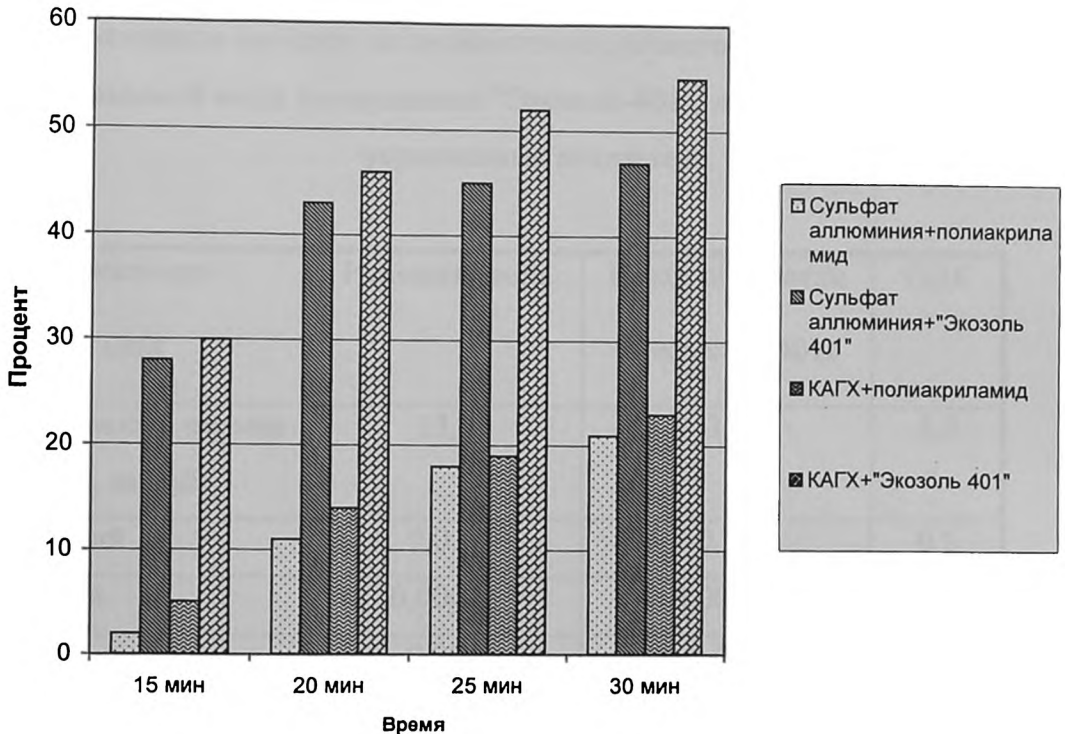


Рисунок 3.10. Гигиеническая оценка технологии кондиционирования питьевой воды при использовании различных реагентов (усреднённые показатели)

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 (табл. 3.11-3.13).

Таблица 3.11

Показатели изучения возможности вторичного загрязнения обрабатываемой воды флокулянтom “Экозоль-401”, летний период, усредненные показатели

Показатели мг/л	Исходная вода	После обработки «Экозоль-401»	ПДК
Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /л	13,9	3,4	5,0
Алюминий	0,015	0,16	0,5
Бериллий	0,00008	0,00006	0,0002
Бор	0,009	0,006	0,5
Вольфрам	0,02	0,01	0,05
Железо	1,2	0,15	0,3
Кадмий	0,0004	0,00003	0,001
Кобальт	0,0095	0,006	0,1
Кремний	4,4	5,0	10,0
Марганец	0,14	0,08	0,1
Медь	0,002	0,002	1,0
Молибден	0,0007	0,0003	0,25
Мышьяк	0,004	0,001	0,05
Свинец	0,002	0,002	0,03
Стронций	0,03	0,01	7,0

Таблица 3.12

Показатели изучения возможности вторичного загрязнения
 обрабатываемой воды флокулянтom «Экозоль-401»,
 осенний период,
 усредненные показатели

Показатели мг/л	Исходная вода	После обработки «Экозоль-401»	ПДК
Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /л	12,7	2,8	5,0
Алюминий	0,02	0,1	0,5
Бериллий	0,00007	0,00006	0,0002
Бор	0,009	0,005	0,5
Вольфрам	0,03	Не обнаружен	0,05
Железо	0,8	0,2	0,3
Кадмий	0,00008	0,00003	0,001
Кобальт	0,0007	Не обнаружен	0,1
Кремний	4,0	4,05	10,0
Марганец	0,2	0,09	0,1
Медь	0,007	0,009	1,0
Молибден	Не обнаружен	Не обнаружен	0,25
Мышьяк	0,009	Не обнаружен	0,05
Свинец	0,001	0,0008	0,03
Стронций	0,07	0,04	7,0

Таблица 3.13.

Показатели изучения возможности вторичного загрязнения обрабатываемой воды флокулянтom «Экозоль-401», зимний период, усредненные показатели

Показатели мг/л	Исходная вода	После обработки «Экозоль-401»	ПДК
Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /л	11,4	3,4	5,0
Алюминий	0,01	0,01	0,5
Бериллий	Не обнаружен	Не обнаружен	0,0002
Бор	0,005	Не обнаружен	0,5
Вольфрам	0,02	0,01	0,05
Железо	0,9	0,2	0,3
Кадмий	Не обнаружен	Не обнаружен	0,001
Кобальт	0,008	0,005	0,1
Кремний	3,4	3,9	10,0
Марганец	0,2	0,1	0,1
Медь	Не обнаружен	Не обнаружен	1,0
Молибден	Не обнаружен	Не обнаружен	0,25
Мышьяк	0,005	0,002	0,05
Свинец	0,003	0,001	0,03
Стронций	0,09	0,04	7,0

Данные таблиц свидетельствуют об отсутствии вторичного загрязнения обрабатываемой воды флокулянтom «Экозоль-401» и снижении концентрации органических (окисляемость перманганатная) и неорганических компонентов в воде после обработки её изучаемым флокулянтom.

Итак, использование неорганического флокулянта "Экозоль-401" позволяет существенно повысить гигиеническую эффективность технологии водоподготовки питьевой воды за счет интенсификации процессов хлопьеобразования и ускорения осаждения хлопьев, что обуславливает целесообразность его внедрения в практику хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Положительным моментом следует считать и отсутствие снижения щелочного резерва воды при обработке коагулянтом алюминиевым гидроксихлоридным стандартного образца и флокулянтом «Экозоль-401», что позволяет исключить из технологической схемы водоподготовки процесс искусственного подщелачивания исходной воды и упростить технологию реагентной подготовки питьевой воды.

б) Оценка нефтесорбента «Миксойл»

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

Основной составной частью реагента является SiO_2 с привитыми группировками нерастворимых в воде органических соединений.

Состав сорбента «Миксойл»:

- кремнесодержащее сырье – 96,0 %
- органический модификатор - 4,0 %
- плотность сорбента - 500,0 кг/м³
- растворимость - сорбент в воде не растворим

- размер частиц сорбента - $\leq 0,5$ мм

Сорбент может быть использован на всех объектах, связанных с хранением, переработкой и транспортировкой нефтепродуктов. В число таких объектов попадают автозаправочные станции, нефтехранилища, автотранспортные предприятия и т.д.

Технология ликвидации аварийных ситуаций для различных объектов существенных отличий не имеет и представляет собой следующее:

1. Локализация нефтепродукта. С этой целью применяются боновые или другие подручные заграждения.
2. Рассеивание сорбента «Миксойл».
3. Сорбция нефтепродуктов и удаление образовавшегося конгломерата.

Основным преимуществом нефтесорбента «Миксойл» является высокая сорбционная емкость по отношению к нефтепродуктам, установленная в условиях опытно-промышленных испытаний на пилотной установке. Загрязненную воду, на поверхность которой нанесена пленка нефтепродуктов в количестве 15 кг/м^2 , из отработанного машинного масла, сорбент «Миксойл» очищает полностью в течение 15 минут. При этом расходуется до двух килограммов сорбента. При тщательном визуальном осмотре регистрировалось систематическое отсутствие на поверхности воды пленки масла и нефти. Визуальной характеристикой поглощения нефтепродуктов является также и потемнение сорбента.

В полупромышленных испытаниях выявлено, что сорбент серии «Экозоль» является селективным поглотителем широкой группы нефтей и нефтепродуктов, обеспечивая 100 % степень очистки водного зеркала при толщине слоя нефти и продуктов её переработки более 10 мм и временном контакте в течение 15 минут.

Для сорбента «Миксойл» характерна и высокая плавучесть как самого сорбента, так и сорбента, насыщенного нефтью. К дополнительным достоинствам сорбентов серии «Экозоль» следует отнести возможность полной утилизации образующихся нефтешламов в цементном производстве.

Уникальная технология отбора и подготовки сырья позволяет достигать для реагентов серии «Экозоль» практически неограниченной по времени плавучести. Удельный вес исходного сорбента может составлять не более – 0,4 г/см³.

Согласно техническим условиям и технологическому регламенту сорбционная емкость и плавучесть сорбента «Миксойл» зависит от степени предварительного помола, концентрации модификатора, времени года и температуры реакции гидрофобизации.

Следует отметить, что сорбент «Миксойл» не обладает миграционными свойствами. При рассыпании его над загрязненной поверхностью водного объекта не происходит вторичного загрязнения воды химическими веществами, содержащимися в оцениваемом сорбенте (табл. 3.14-3.15).

Таблица 3.14.

Показатели изучения миграции химических веществ в воду из
сорбента «Миксойл» через сутки,
усредненные показатели

Показатели	Исходная вода	Водная вытяжка	ПДК
Запах, баллы	Не обнаружен	Не обнаружен	2,0
рН	7,7	8,1	6,0-9,0
Плавающие примеси	Не обнаружен	Не обнаружен	отсутствие
Алюминий, мг/л	0,02	0,03	0,5
Железо, мг/л	0,09	0,04	0,3
Кремний, мг/л	3,7	3,9	10,0
Кадмий, мг/л	0,00009	0,00008	0,001
Марганец, мг/л	0,09	0,02	0,1
Мышьяк, мг/л	0,0005	0,0001	0,05
Ртуть, мг/л	0,00013	0,00009	0,0005
Свинец, мг/л	0,0006	0,0007	0,03

Таблица 3.15

Показатели изучения миграции химических веществ в воду из
сорбента «Миксойл» через трое суток,

усредненные показатели

Показатели	Исходная вода	Водная вытяжка	ПДК
Запах, баллы	Не обнаружен	Не обнаружен	2,0
pH	7,7	7,8	6,0-9,0
Плавающие примеси	Не обнаружен	Не обнаружен	Отсутствие
Алюминий, мг/л	0,02	0,009	0,5
Железо, мг/л	0,09	0,04	0,3
Кремний, мг/л	3,7	4,0	10,0
Кадмий, мг/л	0,00009	0,00008	0,001
Марганец, мг/л	0,09	0,09	0,1
Мышьяк, мг/л	0,0005	0,0003	0,05
Ртуть, мг/л	0,00013	0,00001	0,0005
Свинец, мг/л	0,0006	0,0007	0,03

Данные таблиц свидетельствуют об отсутствии миграции веществ в воду из сорбента «Миксойл» независимо от времени контакта. Водные вытяжки по органолептическим свойствам, водородному показателю, содержанию ингредиентов соответствуют требованиям СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

Для обеспечения экологической безопасности на территории Свердловской области, в целях предупреждения и оперативной ликвидации аварий, связанных с разливом нефти и нефтепродуктов, в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 21.08.2000 г. N 613 "О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов" ("Российская газета" от 01.09.2000 г. N 35) и Областным законом от 19 декабря 1997 года N 77-ОЗ "Об отходах производства и потребления" (Собрание законодательства Свердловской области, 1997, N 12, ст. 1448) Правительство

Свердловской области приняло постановление № 363-ПП от 30 мая 2001г. «О мерах по предупреждению и ликвидации аварий, связанных с разливом нефти и нефтепродуктов».

В качестве нефтесорбента рекомендован реагент серии «Экозоль» – нефтесорбент «Миксойл».

Эффективность нефтесорбента «Миксойл» реально доказана в сентябре 2001г., после очередного загрязнения воды Верх-Исетского пруда нефтепродуктами, подразделениями Свердловской железной дороги. По результатам лабораторных исследований, проведенных ЦГСЭН и Минприроды города Екатеринбурга, были установлены чрезвычайно высокие уровни загрязнения сточных вод на выпусках в Верх-Исетский пруд- 8,5 мг/л, а в пруду в районе ст. Электродепо – 0,76 мг/л. В Верх-Исетском пруду внутри ограждения болами содержание нефтепродуктов составило от 0,144 до 1,58 мг/л.

В воде пруда за ограждением болами концентрация нефтепродуктов не превышала ПДК.

Установленные, на выпусках № 4 и № 5 производственных сточных вод Свердловской железной дороги, горизонтальные нефтеловушки и заградительные экраны во время аварийного разлива нефтепродуктов оказались не эффективными. Поэтому на всем протяжении выпусков на поверхность воды был рассыпан сорбент «Миксойл» для связывания нефтепродуктов. В местах выпусков на акватории пруда были установлены ограждающие боны. В границах бонов на водной поверхности пруда визуальное наличие нефтяной пленки не отмечено. Отработанный сорбент собирался и утилизировался на Невьянском заводе «Цементник».

Таким образом, реагент серии «Экозоль» - нефтесорбент «Миксойл» может использоваться без ограничений для оздоровления водных источников от аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.

3.3. Резюме

Исследования в модельных условиях коагуляционных свойств коагулянтов оксихлорида алюминия (ОХА) и алюминиевого гидроксихлоридного (КАГХ), отличающихся между собой использованным сырьем для их производства, позволили выявить хорошие коагуляционные свойства у оцениваемых реагентов.

Использование вторичного сырья для производства коагулянтов оксихлорида алюминия обуславливает наличие значительного количества макро и микропримесей, в 3,7 раза превышающее суммарную величину компонентов, содержащихся в коагулянте КАГХ, для производства которого использовалось стандартное сырье, широко применяемое в водопроводной практике.

Применение оксихлорида алюминия, полученного из промышленных отходов, вызывает вторичное загрязнение обрабатываемой воды медью, никелем и хромом за счет выщелачивания их из коагулянта, что представляет определенный риск для здоровья населения и исключает возможность использования такого реагента для водоподготовки питьевой воды.

При проведении комплекса сравнительных испытаний гигиенической эффективности совместного использования флокулянтов «Экозоль-401», полиакриламида и различных коагулянтов – коагулянта алюминиевого гидроксихлоридного и сульфата алюминия зарегистрировано, что базовый вариант технологии водоподготовки питьевой воды (сульфат алюминия с полиакриламидом) значительно уступает технологии на основе применения флокулянта «Экозоль-401».

Замена традиционного флокулянта полиакриламида на флокулянт «Экозоль-401» позволяет устранить имеющиеся недостатки существующей технологии водоподготовки питьевой воды и получать посто-

янно стандартную питьевую воду по органолептическим свойствам и содержанию химических веществ.

Реагент серии «Экозоль» - нефтесорбент «Миксойл» является эффективным сорбентом при очистке водных источников при аварийных разливах нефти и нефтепродуктов, поэтому целесообразно его применение для оздоровления водоисточников в природоохранной деятельности.

ГЛАВА 4.

Оценка токсических свойств питьевой воды, обработанной коагулянтами оксихлоридного ряда и флокулянтom «Экозоль-401»

4.1. Оценка свойств воды после обработки коагулянтами оксихлоридного ряда

При проведении хронической пероральной затравки подопытные и контрольные животные получали питьевую воду, отличающуюся по содержанию остаточных концентраций алюминия и микропримесей (таблицы 4.1 и 4.2).

Следует отметить, что питьевая вода, обработанная коагулянтом КАГХ, по всем параметрам соответствовала гигиеническим нормативам (табл. 4.1).

Между суммарным содержанием микропримесей и остаточной концентрацией алюминия в воде, обработанной ОХА, установлена значительная положительная корреляционная зависимость, коэффициент корреляции которой составил $= 0,73$. Суммарное содержание микропримесей приведено в таблицах 4.1.- 4.2.

В питьевой воде после обработки коагулянтом ОХА отмечалось нарушение требования пункта 3.4.4. СанПиНа 2.1.4.1074-01 в части превышения регламентируемой величины суммы отношений обнаруженных максимальных концентраций химических веществ первого и второго классов опасности к их ПДК от 1,4 до 2,5 раз (табл. 4.2).

Таблица 4.1

Состав питьевой воды, используемой в хроническом токсикологическом эксперименте, после обработки коагулянтом (КАГХ), усредненные показатели, мг/л

Показатели	Контрольная вода	Обработанная вода			ПДК
Алюминий	0,09-0,06	0,2-0,3	0,5-0,75	1,5-2,0	0,5
pH	6,8-7,0	6,4-6,8	6,3-6,7	6,2-6,8	6,0-9,0
Бериллий	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002
Бор	0,008	0,007	0,013	0,017	0,5
Вольфрам	Не обнаружен	0,002	0,002	0,002	0,05
Железо	0,03	0,02	0,03	0,05	0,3
Кадмий	0,00002	0,00001	0,00002	0,00003	0,001
Кобальт	Не обнаружен	0,0004	0,0006	0,0005	0,1
Марганец	0,02	0,02	0,01	0,04	0,1
Медь	0,001	0,002	0,003	0,002	1,0
Молибден	0,0005	0,0002	0,0004	0,0005	0,25
Мышьяк	0,007	0,003	0,002	0,003	0,05
Никель	0,001	0,001	0,003	0,004	0,1
Ртуть	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	0,0005
Селен	0,004	0,0003	0,0004	0,0008	0,01
Свинец	0,001	0,001	0,004	0,004	0,03
Стронций	0,003	0,07	0,09	0,08	7,0
Сурьма	0,0002	0,0003	0,0002	0,0003	0,05
Хром ⁺⁶	0,003	0,003	0,001	0,003	0,05
Цинк	0,002	0,007	0,01	0,04	5,0
Сумма отношений веществ 1 и 2 классов опасности к их ПДК	0,8	0,6	0,7	0,7	≤ 1
Суммарное содержание микропримесей	0,031	0,097	0,13	0,2	Не нормируется

Состав питьевой воды, используемой в хроническом токсикологическом эксперименте, после обработки коагулянтом (ОХА), усредненные показатели, мг/л

Показатели	Контрольная вода	Обработанная вода			ПДК
Алюминий	0,03-0,06	0,2-0,3	0,5-0,75	1,5-2,0	0,5
pH	6,8-7,0	6,5-6,8	6,4-6,9	6,3-6,7	6,0-9,0
Бериллий	0,00001	0,00008	0,00007	0,00006	0,0002
Бор	0,008	0,01	0,01	0,03	0,5
Вольфрам	Не обнаружен	0,004	0,004	0,005	0,05
Железо	0,03	0,06	0,07	0,1	0,3
Кадмий	0,00002	0,00008	0,00009	0,0006	0,001
Кобальт	Не обнаружен	0,0003	0,001	0,001	0,1
Марганец	0,02	0,08	0,07	0,1	1,0
Медь	0,001	0,003	0,01	0,08	0,1
Молибден	0,0005	0,001	0,001	0,001	0,25
Мышьяк	0,007	0,0003	0,004	0,009	0,05
Никель	0,001	0,002	0,002	0,02	0,1
Ртуть	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	0,0005
Свинец	0,001	0,005	0,007	0,009	0,01
Селен	0,004	0,0001	0,0002	0,0006	0,03
Стронций	0,003	0,06	0,1	0,7	7,0
Сурьма	0,0002	0,001	0,0001	0,004	0,05
Хром ⁺⁶	0,003	0,001	0,002	0,005	0,05
Цинк	0,002	0,009	0,001	0,02	5,0
Сумма отношений веществ 1 и 2 классов опасности к их ПДК	0,8	0,95	1,03	1,5	≤ 1
Суммарное содержание микропримесей	0,031	0,097	0,21	0,88	Не нормируется

В ходе эксперимента у всех подопытных животных существенных особенностей в поведении и весе не выявлено. Животные были одинаково активны, имели нормальный аппетит, шерсть была блестящей и сухой.

При изучении функционального состояния центральной нервной системы экспериментальных животных, на основе суммационно-порогового показателя, как наиболее чувствительного и критериального токсикологического теста, наблюдалось неблагоприятное воздействие на животных воды, обработанной коагулянтом ОХА [56,79,100,130,134,135,139,140,142,150,151,158].

Так, у подопытных животных, получавших питьевую воду после обработки ОХА с максимальной остаточной концентрацией алюминия на уровне 1,5-2,0 мг/л, зарегистрировано достоверное повышение суммационно-порогового показателя, по сравнению с контрольной группой (рис. 4.1).

Зафиксированное повышение суммационно-порогового показателя, свидетельствующее о нарушении функционального состояния центральной нервной системы экспериментальных животных этой группы отмечалось после первого и третьего месяцев затравки на уровне статистической значимости.

Дозы коагулянта ОХА, обеспечивающие концентрации остаточного алюминия на уровне 0,2-0,3 мг/л и 0,5-0,75 мг/л, не вызвали достоверных изменений суммационно-пороговых показателей у животных в течение всей затравки (рис. 4.1).

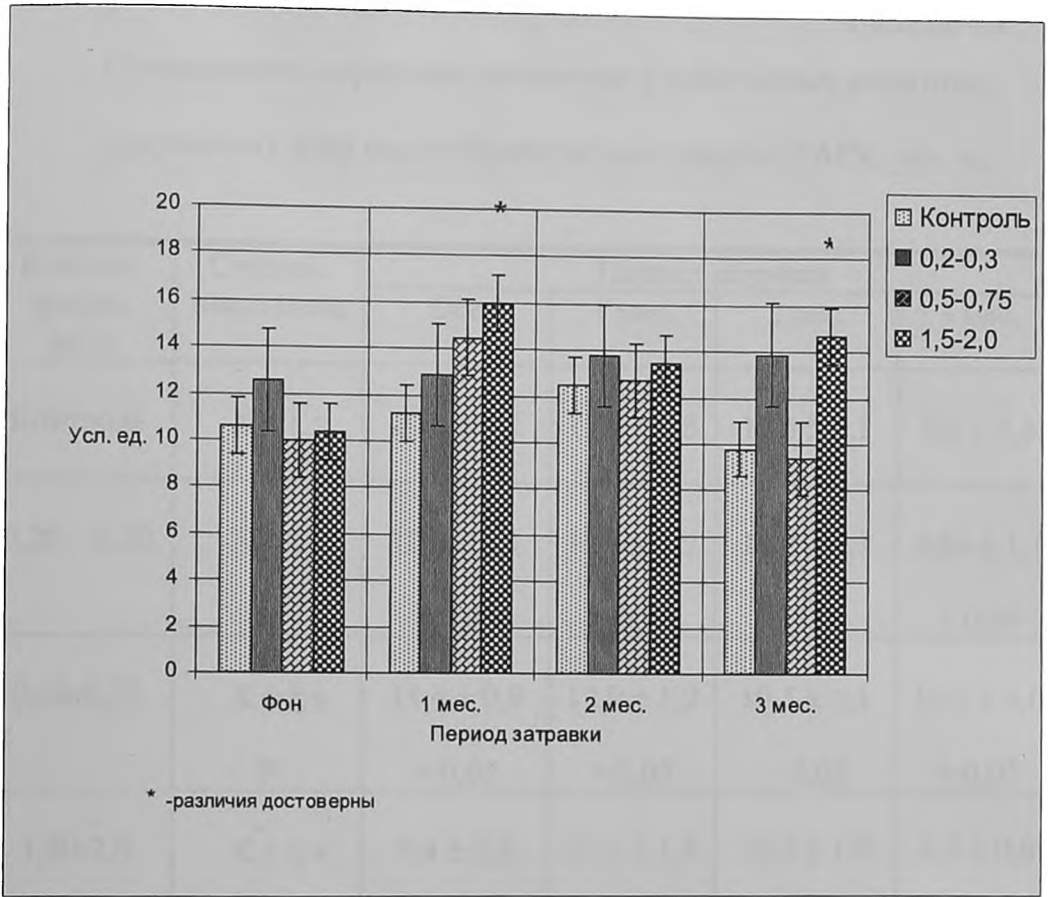


Рисунок 4.1. Суммационно-пороговые показатели у подопытных животных, получавших воду после обработки коагулянтom OXA, усл. ед.

Вода, обработанная коагулянтom КАГХ, не вызывала изменений суммационно-пороговых показателей у экспериментальных животных, независимо от доз и времени экспозиции (табл. 4.4).

Таблица 4.4.

Суммационно-пороговые показатели у подопытных животных, получавших воду после обработки коагулянтом КАГХ, усл. ед.

Концентрация, мг/л	Статист. показатели	Период затравки			
		Фон	1 мес.	2 мес.	3 мес.
Контроль	$\bar{X} \pm \xi x$	10,6 ± 1,2	11,6 ± 1,5	12,5 ± 1,1	8,0 ± 0,8
0,20 – 0,30	$\bar{X} \pm \xi x$	10,4 ± 1,1	12,3 ± 1,7	10,8 ± 1,1	6,94 ± 1,1
	P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05
0,50-0,75	$\bar{X} \pm \xi x$	11,4 ± 0,9	12,9 ± 1,9	10,5 ± 1,1	10,2 ± 2,0
	P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05
1,50-2,0	$\bar{X} \pm \xi x$	9,4 ± 0,8	13,9 ± 1,8	10,5 ± 1,0	6,8 ± 0,8
	P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05

По биохимическим показателям общей токсичности – активности ферментов (аспартат – и аланин – аминоксидотрансфераз), производного этих показателей (коэффициента Ритиса), содержанию мочевины в сыворотке крови не выявлено существенных негативных тенденций в течение всего периода затравки. Отмечаемые колебания параметров во всех опытных группах не выходили за пределы физиологических, регистрируемых в контрольной группе (табл. 4.5 – 4.8). Не обнаружено значительных сдвигов и в содержании восстановительного глутатиона в крови животных, получавших воду, обработанную различными коагулянтами, по сравнению с контрольными животными по окончании хронической затравки (табл. 4.9).

Итак, биохимические показатели не позволили установить явных признаков мембранотропного, гепатотоксического и кардиотоксического эффектов, нарушений белоксинтезирующей функции и почечной фильтрации, антиоксидантной системы.

При изучении сенсibiliзирующего действия методом оценки реакции специфической агглютинации лейкоцитов (РСАЛ) при воздействии на кровь экспонированных животных стандартных растворов солей тяжелых металлов с известной аллергенной активностью (хром, никель, кобальт и марганец) не выявлено превышения критических значений показателя (1,5 и выше) у животных, получавших воду.

Таблица 4.5.

Помесячная динамика активности
аспортатаминотрансферазы в сыворотке крови, мккат/л

Коагулянт	Концент. алюминия мг/л	Статист. показатели	Период затравки			
			фон	1 мес.	2 мес.	3 мес.
1	2	3	4	5	6	7
ОХА	0,20-0,3	$\bar{X} \pm \xi x$ P	0,67 ± 0,04 > 0,05	0,74 ± 0,04 > 0,05	0,71 ± 0,04 > 0,05	0,75 ± 0,02 > 0,05
	0,5-0,75	$\bar{X} \pm \xi x$ P	0,71 ± 0,03 > 0,05	0,82 ± 0,04 > 0,05	0,76 ± 0,04 > 0,05	0,77 ± 0,02 > 0,05

Коагу- лянт	Кон- цент. алюми- ния мг/л	Статист. показа- тели	Период затравки			
			фон	1 мес.	2 мес.	3 мес.
1	2	3	4	5	6	7
1,50-2,0	$\bar{X} \pm \xi$ х	0,69 ± 0,03	0,80 ± 0,04	0,71 ± 0,05	0,68 ± 0,03	1,50-2,0
	P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	
КАГХ	0,20-0,3	$\bar{X} \pm \xi$ х P	0,66 ± 0,02 > 0,05	0,76 ± 0,06 > 0,05	0,69 ± 0,04 > 0,05	0,72 ± 0,03 > 0,05
	0,5-0,75	$\bar{X} \pm \xi$ х P	0,69 ± 0,04 > 0,05	0,73 ± 0,06 > 0,05	0,69 ± 0,04 > 0,05	0,76 ± 0,03 > 0,05
	1,50-2,0	$\bar{X} \pm \xi$ х P	0,67 ± 0,02 > 0,05	0,66 ± 0,07 > 0,05	0,64 ± 0,04 > 0,05	0,67 ± 0,03 > 0,05
Кон- троль	-	$\bar{X} \pm \xi$ х	0,69 ± 0,02	0,77 ± 0,04	0,64 ± 0,06	0,73 ± 0,02

Таблица 4.6.

Помесячная динамика активности
аланинаминотрансферазы в сыворотке крови, мккат/л

Коагу- лянт	Кон- цент. алюми- ния мг/л	Статист. показа- тели	Период заправки			
			фон	1 мес.	2 мес.	3 мес.
ОХА	0,20-0,3	$\bar{X} \pm \xi x$ P	0,64 ± 0,03 > 0,05	0,66 ± 0,02 > 0,05	0,67 ± 0,03 > 0,05	0,72 ± 0,17 > 0,05
	0,5-0,75	$\bar{X} \pm \xi x$ P	0,64 ± 0,02 > 0,05	0,62 ± 0,03 > 0,05	0,64 ± 0,04 > 0,05	0,76 ± 0,05 > 0,05
	1,50-2,0	$\bar{X} \pm \xi x$ P	0,54 ± 0,03 > 0,05	0,64 ± 0,03 > 0,05	0,57 ± 0,04 > 0,05	0,64 ± 0,04 > 0,05
КАГХ	0,20-0,3	$\bar{X} \pm \xi x$ P	0,61 ± 0,03 > 0,05	0,02 ± 0,02 > 0,05	0,54 ± 0,06 > 0,05	0,68 ± 0,05 > 0,05
	0,5-0,75	$\bar{X} \pm \xi x$ P	0,56 ± 0,03 > 0,05	0,67 ± 0,03 > 0,05	0,60 ± 0,03 > 0,05	0,70 ± 0,05 > 0,05
	1,50-2,0	$\bar{X} \pm \xi x$ P	0,61 ± 0,02 > 0,05	0,67 ± 0,04 > 0,05	0,60 ± 0,04 > 0,05	0,71 ± 0,04 > 0,05
Кон- троль	-	$\bar{X} \pm \xi x$	0,63 ± 0,03	0,64 ± 0,03	0,59 ± 0,06	0,73 ± 0,04

Таблица 4.7.

Помесячная динамика величины коэффициента де Ритиса
(соотношение активности АсТ(АлТ), у.е.

Коагулянт	Концент. алюминия мг/л	Статист. показатели	Период заправки			
			фон	1 мес.	2 мес.	3 мес.
ОХА	0,20-0,3	$\bar{X} \pm \xi x$ P	1,09 ± 0,09 > 0,05	1,12 ± 0,06 > 0,05	1,01 ± 0,07 > 0,05	1,04 ± 0,09 > 0,05
	0,5-0,75	$\bar{X} \pm \xi x$ P	1,12 ± 0,06 > 0,05	1,28 ± 0,06 > 0,05	1,18 ± 0,1 > 0,05	1,04 ± 0,05 > 0,05
	1,50-2,0	$\bar{X} \pm \xi x$ P	1,32 ± 0,09 > 0,05	1,26 ± 0,06 > 0,05	1,28 ± 0,09 > 0,05	1,06 ± 0,07 > 0,05
КАГХ	0,20-0,3	$\bar{X} \pm \xi x$ P	1,12 ± 0,08 > 0,05	1,20 ± 0,07 > 0,05	1,33 ± 0,08 > 0,05	1,09 ± 0,04 > 0,05
	0,5-0,75	$\bar{X} \pm \xi x$ P	1,25 ± 0,05 > 0,05	1,10 ± 0,10 > 0,05	1,16 ± 0,04 > 0,05	1,06 ± 0,05 > 0,05
	1,50-2,0	$\bar{X} \pm \xi x$ P	1,13 ± 0,05 > 0,05	0,98 ± 0,01 > 0,05	1,09 ± 0,07 > 0,05	0,96 ± 0,04 > 0,05
Контроль	-	$\bar{X} \pm \xi x$	1,11 ± 0,06	1,16 ± 0,05	1,14 ± 0,16	1,00 ± 0,05

Помесячная динамика содержания мочевины в крови, ммоль/л

Коагу- лянт	Кон- цент. алюми- ния мг/л	Стати- стиче- ские показа- тели	Период затравки			
			До затрав- ки (фон)	1 мес.	2 мес.	3 мес.
ОХА	0,20-0,3	$\bar{X} \pm \xi x$ P	$7,22 \pm 0,13$ > 0,05	$6,30 \pm 0,32$ > 0,05	$6,41 \pm 0,24$ > 0,05	$6,77 \pm 0,31$ > 0,05
	0,5-0,75	$\bar{X} \pm \xi x$ P	$7,61 \pm 0,17$ > 0,05	$6,55 \pm 0,24$ > 0,05	$5,74 \pm 0,26$ > 0,05	$6,68 \pm 0,32$ > 0,05
	1,50-2,0	$\bar{X} \pm \xi x$ P	$7,41 \pm 0,21$ > 0,05	$6,89 \pm 0,36$ > 0,05	$5,43 \pm 0,19$ > 0,05	$6,72 \pm 0,15$ > 0,05
КАГХ	0,20-0,3	$\bar{X} \pm \xi x$ P	$7,06 \pm 0,15$ > 0,05	$6,03 \pm 0,23$ > 0,05	$5,41 \pm 0,25$ > 0,05	$6,65 \pm 0,12$ > 0,05
	0,5-0,75	$\bar{X} \pm \xi x$ P	$7,19 \pm 0,1$ > 0,05	$6,84 \pm 0,35$ > 0,05	$6,44 \pm 0,22$ > 0,05	$6,65 \pm 0,27$ > 0,05
	1,50-2,0	$\bar{X} \pm \xi x$ P	$7,07 \pm 0,22$ > 0,05	$6,35 \pm 0,18$ > 0,05	$5,38 \pm 0,29$ > 0,05	$6,77 \pm 0,17$ > 0,05
Кон- троль	-	$\bar{X} \pm \xi x$	$7,43 \pm 0,26$	$6,23 \pm 0,17$	$5,90 \pm 0,21$	$7,08 \pm 0,19$

Содержание восстановленного глутатиона в крови подопытных крыс,
единицы

Концентрации алюминия, мг/л	Статистический показатель	Тип коагулянта	
		ОХА	КАГХ
0,20-0,3	$X \pm \xi x$ P	$0,51 \pm 0,04$ > 0,05	$0,67 \pm 0,03$ > 0,05
0,5-0,75	$X \pm \xi x$ P	$0,63 \pm 0,04$ > 0,05	$0,53 \pm 0,03$ > 0,05
1,5-2,0	$X \pm \xi x$ P	$0,60 \pm 0,03$ > 0,05	$0,60 \pm 0,03$ > 0,05
Контроль	$X \pm \xi x$	$0,62 \pm 0,05$	$0,60 \pm 0,03$

обработанную коагулянтами ОХА и КАГХ в максимальных дозах, а также и у контрольной группы (рис. 4.2). Следовательно, сенсibiliзирующих свойств у изучаемых коагулянтов при хроническом поступлении в организм не установлено.

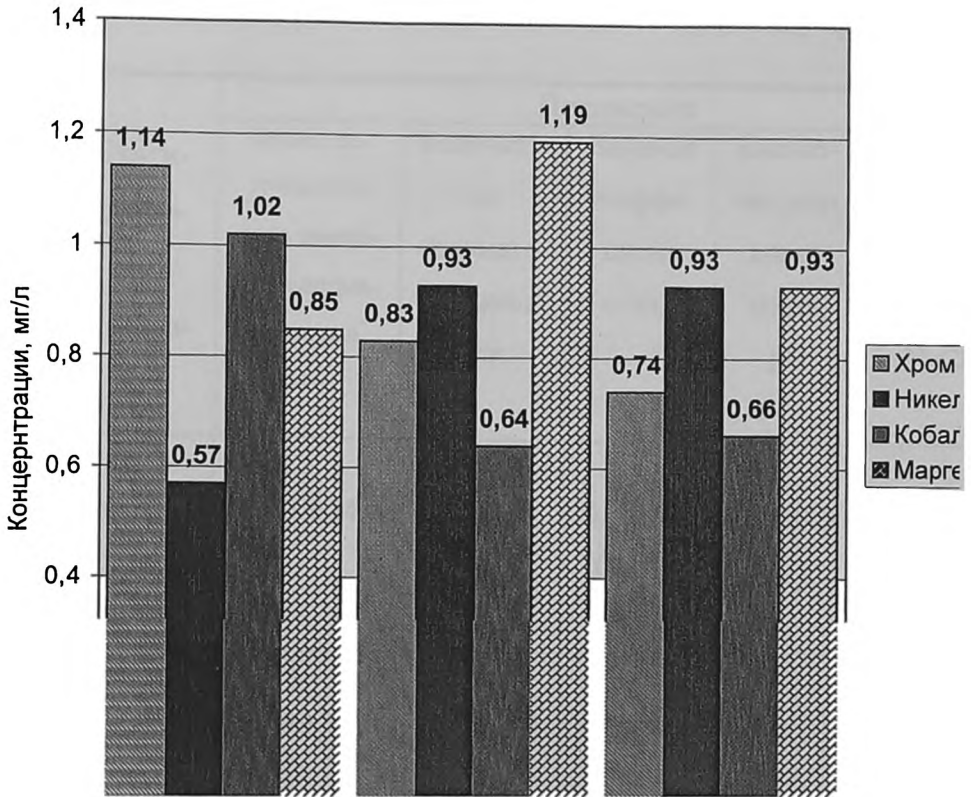


Рисунок 4.2. Величина средних показателей РСАЛ при внесении в кровь животных стандартных растворов солей металлов – аллергенов в единицах.

У животных, получавших воду, обработанную изучаемыми коагулянтами в максимальных дозах по остаточному алюминию, не выявлено статистически значимых основных показателей гонадотоксического эффекта – время поступательного движения сперматозоидов, их количества, кислотной и осмотической резистентности, весового коэффициента гонад (табл. 4.10).

Таблица 4.10

Величина показателей гонадотоксического эффекта у крыс, ед

Группы животных	Статистический показатель	Показатели				
		Время поступательного движения сперматозоидов, мин.	Количество сперматозоидов, млн.	Весовой коэффициент гонад	Кислотная резистентность, рН	Осмотическая резистентность NaCl
Контроль	$X \pm \xi x$	$222,0 \pm 24,0$	$89,0 \pm 8,0$	$0,0115 \pm 0,0013$	$4,9 \pm 0,50$	$3,85 \pm 0,42$
ОХА	$X \pm \xi x$	$189,0 \pm 18,0$	$72,0 \pm 9,0$	$0,0099 \pm 0,001$	$5,0 \pm 0,3$	$3,44 \pm 0,40$
	P	$> 0,05$	$> 0,05$	$> 0,05$	$> 0,05$	$> 0,05$
КАГХ	$X \pm \xi x$	$179,0 \pm 21,0$	$87,0 \pm 11,0$	$0,00104 \pm 0,0012$	$5,0 \pm 0,40$	$3,50 \pm 0,40$
	P	$> 0,05$	$> 0,05$	$> 0,05$	$> 0,05$	$> 0,05$

Это позволило отказаться от изучения соответствующих показателей у животных, получавших меньшие дозы коагулянта с питьевой водой.

В то же время, необходимо отметить, что при воздействии коагулянта ОХА отмечена тенденция к снижению таких показателей, как число сперматозоидов, их осмотическая резистентность, весовой коэффициент гонад. Различия с контролем составили от 10 до 20 %, хотя как

отмечалось, не были статистически значимыми, что позволяет оценить данные сдвиги как возможный пороговый эффект.

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 коагулянтом ОХА (рис. 4.3).

Изученные концентрации коагулянта КАГХ не вызывали увеличения частоты хромосомных нарушений, в сравнении с контролем.

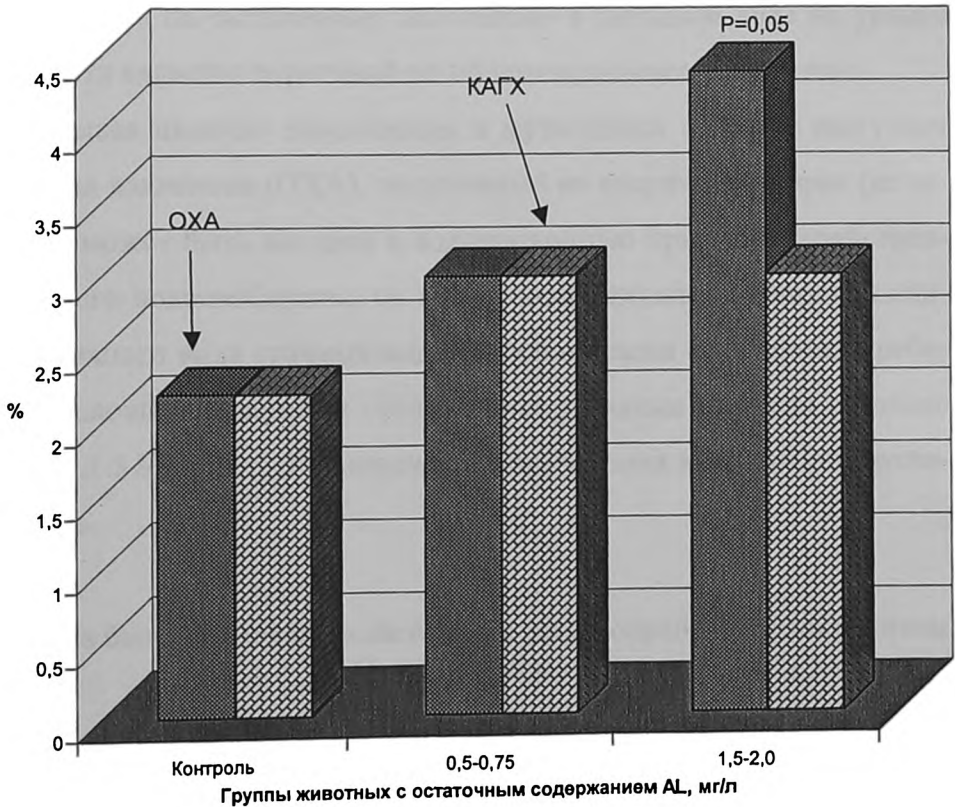


Рисунок 4.3. Частота хромосомных aberrаций в клетках костного мозга животных, получавших питьевую воду, обработанную коагулянтом ОХА и КАГХ.

Итак, питьевая вода после обработки коагулянтом алюминиевым гидроксихлоридным (КАГХ), независимо от величины концентраций

остаточного алюминия не оказывала на экспериментальных животных ни общетоксического действия, ни специфических эффектов: аллергенного, гонадотоксического и мутагенного.

Питьевая вода, обработанная коагулянтом оксихлоридом алюминия (ОХА), получаемого из промышленных отходов, при поступлении в организм подопытных животных оказывает статистически значимое токсическое действие на центральную нервную систему, достоверно повышая суммационно-пороговый показатель, а также мутагенный эффект, проявляющийся увеличением хромосомных оббераций. Концентрация коагулянта по остаточному алюминию в питьевой воде на уровне 0,5-0,75 мг/л является пороговой по общетоксическому действию.

Учитывая наличие токсических и мутагенных свойств, коагулянт оксихлорид алюминия (ОХА), полученный из вторичного сырья (из отходов) не может быть внедрен в водопроводную практику хозяйственно-питьевого водоснабжения, он может использоваться лишь для очистки различного вида сточных вод при соблюдении санитарных требований к условиям отведения сточных вод в водные объекты согласно СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

4.2. Оценка биологических свойств воды после обработки флокулянтом «Экозоль-401»

Качество питьевой воды, которую получали экспериментальные животные в процессе хронической пероральной заправки, отражено в таблице 4.12

Таблица 4.12

Состав питьевой воды, используемой в хроническом токсикологическом эксперименте, после обработки флокулянтom «Экозоль-401», в сравнении с полиакриламидом, усредненные показатели

Показатели	Единица измерения	После обработки		Норматив
		Сульфат алюминия + «Экозоль-401» (опыт)	Сульфат алюминия + полиакриламид (положительный контроль)	
рН		6,5-7,2	6,9-7,2	6,0-9,0
Цветность	градусы	19,0	28,0	20,0
Мутность	мг/л	0,9	3,2	1,5
Окисляемость	мг/л	3,4	4,8	5,0
Алюминий остаточный	мг/л	0,3	0,4	0,5
Железо общее	мг/л	0,3	0,4	0,3
Кремний	мг/л	5,6	5,7	10,0

В ходе экспериментальных исследований у всех подопытных животных существенных отклонений в поведении и весе не выявлено. Все животные были одинаково активны, имели нормальный аппетит и шерстяной покров.

При изучении центральной нервной системы экспериментальных животных, активности ферментов и содержания мочевины в сыворотке крови животных, как наиболее чувствительных и критериальных токсикологических тестов, не наблюдалось неблагоприятного воздействия

на подопытных животных питьевой воды, обработанной базисными реагентами и в сочетании с флокулянт «Экозоль-401» (табл. 4.13).

Таблица № 4.13

Данные интегральных показателей общей токсичности у экспериментальных животных.

Группы животных	Статистические критерии	Показатели				
		Аспартаминотрансфераза, мккат/л	Аланин-аминотрансфераза, мккат/л	коэффициент де Ритиса, у.е.	Содержание мочевины, ммоль/л	СПП, у.е.
Опытная группа (сульфат алюминия + «Экозоль-401»)	фон	0,6 ± 0,05	0,4 ± 0,05	1,5 ± 0,1	5,4 ± 0,3	12,0 ± 0,6
	X ± Sx P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05
	После за- травки	0,6 ± 0,04	0,2 ± 0,07	2,5 ± 0,05	6,2 ± 0,2	10,4 ± 0,8
	X ± Sx P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Положительный контроль (сульфат алюминия + полиакриламид)	фон	0,5 ± 0,01	0,4 ± 0,04	1,3 ± 0,1	6,0 ± 0,2	10,2 ± 0,8
	X ± Sx P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05
	После за- травки	0,6 ± 0,09	0,3 ± 0,06	2,1 ± 0,5	6,3 ± 0,2	10,3 ± 0,8
	X ± Sx P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05

У животных, получавших питьевую воду после обработки традиционными реагентами и оцениваемым флокулянт, не выявлено наличие гонадотоксического эффекта по всем анализируемым показателям: времени поступательного движения сперматозоидов, их количества,

кислотной и осмотической резистентности, весового коэффициента гонад (табл. 4.14).

Таблица 4.14

Показатели изучения гонадотоксического эффекта у
экспериментальных животных

Группы животных	Статистические критерии	Показатели				
		Время движения сперматозоидов мин.	Количество сперматозоидов млн.	Кислотная резистентность, рН	Осмотическая резистентность, у.е.	Весовой коэффициент гонад у.е.
Опытная группа (сульфат алюминия + «Экозоль-401»)	$X \pm Sx$	$231,0 \pm 8,0$	$146,0 \pm 12,0$	$5,1 \pm 0,08$	$3,1 \pm 0,1$	$0,006 \pm 0,0001$
	P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Положительный контроль (сульфат алюминия + полиакриламид)	$X \pm Sx$	$238,0 \pm 14,0$	$176,0 \pm 19,0$	$4,8 \pm 0,06$	$3,3 \pm 0,1$	$0,007 \pm 0,0002$
	P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05

Результаты исследования мутагенной опасности по микроядерному тесту, приведенные в таблице 4.15, также свидетельствуют об отсутствии достоверных изменений оцениваемого показателя при затравке экспериментальных животных питьевой водой, обработанной традиционными реагентами и флокулянт «Экозоль-401».

Частота клеток с микроядрами в костном мозге подопытных животных, %

Группы животных	Число изученных клеток	Частота клеток с микроядрами	Доверительный интервал	P
Животные получавшие воду, обработанную традиционными реагентами	7000	0,07	$0,02 \pm 0,13$	
Животные, получавшие воду, после обработки сульфатом алюминия и «Экозо-лем-401»	7000	0,20	$0,12 \pm 0,36$	> 0,05

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

Следует отметить, что авторы, исследовавшие токсикологическую характеристику реагента «Экозоль» на трех видах лабораторных животных (белые крысы, белые мыши и кролики) при однократных, субхронических и хронических введениях флокулянта также не регистрировали неблагоприятного воздействия на слизистую глаз и ротовой полости, функциональное состояние отдельных органов и систем и в

целом на весь организм [47]. По их мнению, реагент серии «Экозоль» обладает высокой способностью очистки природных вод и практически является нетоксичным веществом.

Осуществленный комплекс выполненных исследований подтверждает целесообразность широкого внедрения в водопроводную практику хозяйственно-питьевого водоснабжения реагента серии «Экозоль-401».

4.3. Резюме

При хронической пероральной загрузке экспериментальных животных коагулянт алюминиевый гидроксихлоридный (КАГХ) ни в одной из изученных доз не вызвал ни общетоксического действия, ни специфических эффектов: аллергенного, гонадотоксического и мутагенного.

Коагулянт оксихлорид алюминия (ОХА) при длительном поступлении в организм экспериментальных животных в максимальной дозе из-за повышенного суммарного содержания тяжелых металлов, оказывает статистически значимое токсическое действие на центральную нервную систему животных, достоверно повышая суммационно-пороговый показатель, а также мутагенный эффект, проявляющийся увеличением хромосомных aberrаций. Концентрация коагулянта по остаточному алюминию на уровне 0,5-0,75 мг/л является пороговой по общетоксическому действию.

Осуществленный комплекс выполненных настоящих исследований позволяет обоснованно рекомендовать:

- Использование коагулянта алюминиевого гидроксихлоридного (КАГХ) в качестве реагента для обработки питьевой воды в процессе водоподготовки на фильтровальных станциях при обязательном соблюдении остаточного содержания алюминия в обработанной воде на уровне норматива по СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству

Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

- Полученный из вторичного промышленного сырья (из отходов) оксихлорид алюминия может применяться только для очистки различного рода сточных вод при соблюдении условий отведения очищенных сточных вод в водные объекты согласно СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

При хронической пероральной заправке подопытных животных водой после обработки флокулянт «Экозоль-401» не зафиксировано ни общетоксического действия, ни гонадотоксического и мутагенного эффектов.

Выполненные углубленные исследования по токсикологической оценке питьевой воды, обработанной реагентом серии «Экозоль-401», позволяют рекомендовать использование коагулянта алюминиевого гидроксихлоридного, получаемого из стандартного гостовского сырья и неорганического флокулянта «Экозоль-401» для подготовки питьевой воды на фильтровальных станциях централизованных систем водоснабжения при обязательном соблюдении требований СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Заключение

В настоящее время доказано, что применение традиционных реагентов (сернокислого алюминия и полиакриламида) для подготовки питьевой воды в системах централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения эффективно только в летнее время. В остальные сезоны года использование указанных реагентов для подготовки питьевой воды не дает требуемого эффекта, особенно при обработке высокоцветных и маломутных исходных вод.

В связи с этим в последние годы различными авторскими коллективами разработаны и рекомендованы к внедрению новые реагентные материалы, позволяющие интенсифицировать процесс подготовки питьевой воды, оптимизировать хлопьеобразование при коагуляции воды, повысить скорость седиментации образовавшихся хлопьев и тем самым увеличить эффективность работы фильтровальных станций.

Однако рекомендуемые реагенты содержат различное количество примесей химических веществ, представляющих определенный риск для здоровья населения из-за возможного неблагоприятного суммационно-токсикологического воздействия на организм человека, что обуславливает необходимость проведения углубленных комплексных исследований по оценке токсикологических свойств питьевой воды, обработанной новыми реагентными материалами.

Вместе с тем систематических и целенаправленных исследований по указанному направлению в России не проводилось, а имеющиеся данные по оценке отдельных реагентов либо устарели, либо дают неполную информацию.

В связи с этим, нами изучалась гигиеническая эффективность новых реагентных технологий водоподготовки в системах централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и оздоровления водных источников, которая включала следующие разделы:

- ❖ Изучение химического и радиологического состава реагентных материалов;
- ❖ Исследования растворимости и миграционных свойств коагулянтов, флокулянта и нефтесорбента для оценки опасности вторичного загрязнения обрабатываемой воды;
- ❖ Выяснение гигиенической эффективности очистки исходных вод изучаемыми реагентами в лабораторных и опытно-промышленных испытаниях на специально смонтированных пилотных установках;
- ❖ Определение экотоксичности, биологических свойств, токсикологической характеристики воды после обработки реагентами нового поколения (коагулянты оксихлоридного ряда, флокулянт «Экозоль-401» и сорбент «Миксойл») с учетом оценки отдаленных последствий на основе хронических пероральных затравок.

Исследование гигиенической эффективности новых реагентов, рекомендуемых для подготовки питьевой воды, проводилось на пилотной установке в условиях соответствующих реальной эксплуатации фильтровальных станций, а также на основе полупромышленных испытаний во все сезоны года с помощью общепринятых гостированных физико-химических методов с учетом требований нормативно-методических документов по таким показателям как цветность, мутность, водородный показатель, щелочность, содержание железа, остаточных концентраций алюминия и кремния. Гигиеническая эффективность очистки водных поверхностей от нефти и продуктов её переработки на основе применения сорбента «Миксойл» оценивалась также на пилотной установке при проведении опытно-промышленных испытаний с учетом таких характеристик, как отсутствие на воде нефтяных пленок и плавающих примесей.

Оценка возможности вторичного загрязнения обрабатываемой воды за счет выщелачивания химических веществ из реагентов в водный

раствор осуществлялась путем определения остаточных концентраций примесей, содержащихся в изучаемых реагентных материалах, а также в условиях модельных экспериментов.

Токсикологическая оценка питьевой воды после обработки коагулянтами оксихлоридного ряда и флокулянтом «Экозоль-401» дана после выполнения двух серий трехмесячных хронических пероральных затравок экспериментальных животных по унифицированным методическим приемам, принятым в практике санитарной токсикологии.

В первой серии эксперимента подопытные животные затравливались водой, обработанной коагулянтами оксихлоридного ряда (КАГХ и ОХА), во второй – водой после обработки сульфатом алюминия и флокулянтом «Экозоль-401». В качестве контроля использовалась вода, обработанная сульфатом алюминия и полиакриламидом.

Токсикологическое действие исследуемой питьевой воды в обеих сериях оценивалось по весу и поведению животных, функциональному состоянию центральной нервной системы (суммационно-пороговый показатель), активности ряда ферментов, характеризующих гепато-, нефро- и кардиотоксический эффекты (аланин и аспортатаминотрансферазы) показателям азотного обмена – содержание мочевины.

Потенциальное гонадотоксическое действие питьевой воды в обоих экспериментах изучено после окончания пероральных хронических затравок экспериментальных животных по специфическим критериям: продолжительности движения сперматозоидов, весовому коэффициенту гонад, количеству сперматозоидов и их резистентности.

Мутагенный эффект изучался в конце хронической затравки экспериментальных животных по микроядерному тесту и тесту частоты хромосомных aberrаций в клетках костного мозга подопытных животных.

Исследованиями установлены отличия коагулянтов оксихлоридного ряда по составу исходного сырья и содержанию микропримесей.

Один коагулянт оксихлоридного ряда – коагулянт алюминиевый гидрооксихлоридный (КАГХ) произведен из стандартного сырья, другой коагулянт – оксихлорид алюминия (ОХА) производился из вторичного гидрооксихлорида алюминия, получаемого из промышленных отходов - алюминиевых металлургических шлаков.

Реагенты серии «Экозоль» - флокулянт «Экозоль-401» и сорбент «Миксойл» синтезированы из алумосиликатов Уральского региона.

Изучаемые коагулянты являются комплексными многокомпонентными соединениями, включающими гидроокись алюминия и анион хлора. В воде коагулянты образуют коллоидные растворы с электролитными свойствами.

Сумма микропримесей в коагулянте алюминиевым гидрооксихлоридном (КАГХ) составляет 0,16 % и соответствует техническим условиям. Суммарное содержание микропримесей оксихлорида алюминия (ОХА), при получении которого использовались промышленные отходы, установлено на уровне 0,59 %, что в 3,7 раз выше содержания примесей коагулянта КАГХ и 1.3 раза превышает допустимый регламентом предел (0,45 %).

Реагенты серии «Экозоль» представляют собой высокодисперсные малорастворимые в воде коллоидные гидрозолы с полифункциональными свойствами, являясь одновременно сорбентом органических соединений, особенно нефти и продуктов её переработки, а также соосаждителем органических коллоидов и частиц дисперсной фазы коагулянтов.

Флокулянт «Экозоль-401» состоит в основном из оксидов алюминия и кремния, модифицированных смесью жирных непредельных кислот, не превышающих 10 % от общей массы реагента и прочно связанных с поверхностью оксида кремния.

Основными составляющими компонентами нефтесорбента «Миксойл» являются алумосиликат и органический модификатор.

Все изучаемые реагенты содержат радиоактивные вещества на уровне порога чувствительности примененных гостированных методов измерения, что позволяет считать их радиоактивно безопасными и допустить к контакту с питьевой водой без ограничений.

При изучении гигиенической эффективности применения новых реагентных технологий водоподготовки питьевой воды выявлено два неблагоприятных сезонных периода, влияющих на коагуляцию за счет резкого изменения состава исходной воды, период весеннего половодья и период летней межени.

В период весеннего паводка в водоисточниках возрастают показатели цветности, мутности, щелочности, окисляемости и содержания соединений железа.

В летний период неблагоприятны для коагуляции воды высокая цветность до 200,0 градусов, окисляемость до 25 мгО₂/л, повышенное содержание железа – до 0,8 мг/л.

Проведенная пробная коагуляция на пилотной установке воды Волчихинского водохранилища – источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Екатеринбурга, позволила установить хорошие коагулирующие свойства у обоих изучаемых коагулянтов: у КАГХ и ОХА, независимо от сезона года, температуры и состава обрабатываемой воды. Положительным моментом является и тот факт, что при их применении не снижается практически водородный показатель и щелочной резерв исходной воды, позволяющий исключить из технологической схемы водоподготовки процесс искусственного подщелачивания вод и упростить технологию реагентной водоподготовки.

Применение дополнительно флокулянта «Экозоль-401» дает также хороший гигиенический эффект подготовки питьевой воды стандартного образца за счёт интенсификации процесса образования хлопьев и увеличения их среднего размера до 2,5 раз независимо от сезона года.

Получение питьевой воды соответствующей СанПиН 2.1.4.1074-01, отмечалось при полупромышленных испытаниях на основе применения флокулянта «Экозоль-401» независимо от вида используемого коагулянта: традиционного сульфата алюминия или нового реагента – коагулянта алюминиевого гидроксихлоридного.

Замена базового флокулянта (полиакриламида) на реагент «Экозоль-401» позволяет стабилизировать процесс подготовки питьевой воды: снизить цветность обрабатываемой воды на 89,3 %, мутность – на 100 %, содержание железа – на 89,5 %. Остаточные концентрации алюминия и кремния не превышали нормативов ни в одном из вариантов опыта. Применение флокулянта «Экозоль-401» устраняет недостатки существующей технологии, проявляющихся в повышенной остаточной цветности, мутности, окисляемости и остаточной концентрации алюминия.

Известно, что реагент серии «Экозоль» - сорбент «Миксойл», обладает высокой сорбционной емкостью по нефти и нефтепродуктам и может эффективно применяться при очистке водных объектов от аварийных разливов нефти и продуктов её переработки при чрезвычайных ситуациях.

При изучении возможного вторичного загрязнения воды в процессе коагуляции выявлена миграция меди, никеля и хрома из оксихлорида алюминия, полученного из промышленных отходов, приведшая к росту концентрации в обрабатываемой воде меди от 2,5 до 10,0 раз, никеля – от 4,0 до 8,0 раз и хрома – до 1,8 раза. Нарастание концентраций химических веществ в воде после обработки коагулянтом ОХА наблюдается в летний и осенний периоды года.

При использовании коагулянта КАГХ, полученного из стандартного сырья, и нефтесорбента «Миксойл» не происходит вторичного загрязнения обрабатываемой воды.

Употребление воды для питьевых целей после обработки оксихлоридом алюминия из вторичного сырья – металлургического шлака представляет определенный риск для здоровья населения из-за потенциального эффекта суммации токсического действия мигрируемых ингредиентов, что подтверждается данными хронической пероральной заправки подопытных животных.

При изучении функционального состояния центральной нервной системы экспериментальных животных установлено неблагоприятное воздействие на животных питьевой воды, обработанной оксихлоридом алюминия, полученным из промышленных отходов, проявившееся статистически значимым повышением суммационно-порогового показателя, как наиболее чувствительного и критериального токсикологического теста, по сравнению с фоном и контролем уже на первом месяце заправки.

Питьевая вода, обработанная коагулянтом алюминиевым гидроксихлоридным, полученным из стандартного сырья, не вызвала значимых изменений суммационно-порогового показателя у животных независимо от времени заправки и содержания остаточного алюминия, а также и других неблагоприятных эффектов: общетоксического, аллергенного, гонадотоксического и мутагенного.

Неблагоприятное воздействие на организм подопытных животных воды, обработанной оксихлоридом алюминия на основе алюминий содержащего металлургического шлака, проявилось также в достоверном повышении частоты хромосомных aberrаций. Концентрация коагулянта оксихлорида алюминия, полученного из вторичного сырья, по остаточному содержанию алюминия в обработанной воде на уровне – 0,75 мг/л является пороговой по общетоксическому действию.

У животных, получавших воду, обработанную флокулянтом «Экозоль-401», не выявлено патологических общетоксических, гонадотоксических и мутагенных эффектов по всем анализируемым показателям:

функциональному состоянию центральной нервной системы, активности ферментов, содержанию мочевины в сыворотке крови, времени поступательного движения сперматозоидов, их количества, кислотной, осмотической резистентности, весового коэффициента гонад и частоте клеток с микроядрами.

Итак, наши исследования позволили:

1. Дать оценку гигиенической эффективности новых реагентных технологий подготовки питьевой воды на фильтровальных станциях централизованных систем питьевого водоснабжения и оздоровления водоисточников при аварийных разливах нефти.

2. Оценить возможность вторичного загрязнения обрабатываемой воды изучаемыми реагентами за счет потенциальной миграции в водный раствор химических веществ, содержащихся в реагентных материалах, особенно в оксихлориде алюминия, полученного из промышленных отходов.

3. Дать токсикологическую характеристику питьевой воды, обработанной коагулянтами оксихлоридного ряда и флокулянтом «Экозоль-401», в сопоставлении с водой после обработки традиционным базисными реагентами (коагулянт сульфат алюминия и флокулянт полиакриламид).

4. Обосновать возможность внедрения изучаемых реагентов в водопроводную практику подготовки питьевой воды при централизованных системах хозяйственно-питьевого водоснабжения и оздоровления водоисточников при аварийных загрязнениях их нефтью и продуктами её переработки. Изученные реагенты внедрены на фильтровальных станциях ряда городов Уральского региона.

Выводы

1. Выполненными комплексными исследованиями установлено наличие положительного гигиенического эффекта при обработке высокоцветных и маломутных вод и оздоровлении водоисточников 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 коагулянтом 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 затравки 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 абберраций. 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, водородный показатель, щелочность воды, а также на остаточное содержание в оде железа, марганца, алюминия, кремния и нефтепродуктов.

6. Выполненная работа позволила разработать и внедрить мероприятия по усовершенствованию реагентных технологий водоподго-

товки 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 водосточников после обработки коагулянтом алюминиевым гидроксидным (КАГХ), флокулянтом «Экозоль-401» и нефтесорбентом «Миксойл».

Список литературы

1. **Алюминий в питьевой воде и здоровье населения** // Гигиена и санитария. – 1991. - №11. – С.12-14.
2. *Апельцина Е. И.* Методы снижения концентрации остаточного алюминия // Водоснабжение и санитарная техника. – 1986.- №2.- С. 8-10.
3. **Барьерная роль водоочистных сооружений водопровода в отношении условно-патогенных микроорганизмов** // Гигиена и санитария. –1997.- №4.- С. 15-17.
4. *Величанская Л.А.* *Проблема остаточного алюминия в очищенной воде* /И. Г. Герасименко // Химия и технология воды. – 1991. - № 6.- С. 517-534.
5. *Влияние* состава воды на технологию водоподготовки и пути обеспечения населения питьевой водой// Тез. докл. Междун. симп. «Чистая вода России-97». – Екатеринбург, 25-28 ноябр., 1997.- Екатеринбург, 1997. - С. 140-141.
6. **Влияние нитратов и нитритов на токсичность свинца и кадмия в организме крыс** // Токсикологический вестник. – 1996.- №6. - С.23-25.
7. *Вопросы* гигиены и профпатологии в металлургии: Сб. науч. тр. Екатеринбургского медицинского научного Центра профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий / Отв. Ред. С. Г. Домнин. - М., 1989. – С. 11-17.
8. *Вопросы* гигиены и профессиональной патологии в цветной и черной металлургии / Сб. науч. тр. Екатеринбургского медицинского

научного Центра профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий / Отв. Ред. С. Г. Домнин. - М., 1987. – С. 102-106.

9. *Вопросы гигиены и профессиональной патологии в металлургии.* - М., 1989.- С.18-21.

10. *Всемирная организация здравоохранения. Руководство по контролю качества питьевой воды* // Женева., 1994. - Том 1. – 255 с.

11. *Гасилина М. М. Гигиеническая оценка современных методов обработки питьевой воды.*- М., 1984.- 28 с.

12. Гигиенические аспекты применения биодеструкторов для водных объектов и территории, загрязненных нефтью // Гигиена и санитария.- 1998. - № 2. – С.11-12.

13. Гигиеническая оценка регенерированных щелочных коагулянтов и цеолитов при получении питьевой воды // - Гигиена и санитария. – 1998. -№1.-С.37-39.

14. *Гигиенические аспекты охраны внешней среды и оздоровления условий труда при развитии крупных промышленных комплексов в Сибири.*- М., 1977.- С. 102-104.

15. *Гигиена и заболеваемость в металлургии меди и никеля:* Сб. науч. тр. Екатеринбургского медицинского научного Центра профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий / Отв. Ред. С. Г. Домнин. - Екатеринбург. – 1992.- С. 62-67.

16. Гигиеническая характеристика некоторых новых материалов, предназначенных для использования в новых и модернизированных системах водоснабжения // Гигиена и санитария. – 1993. - №9. – С.17-19.

17. Гигиеническая оценка новых реагентных технологий подготовки питьевой воды // Медицина труда и промышленная экология, 2000.- №3. – С. 43-46.

18. Гигиеническая оценка канцерогенной опасности для населения галогенсодержащих соединений хлорирования питьевой воды // Доктор ЛЭДИНГ. – Екатеринбург, 1995.- №6, -С. 43-44.

19. ГОСТ Р. 30.3.002-95. *Правила по сертификации. Типовой порядок обращения с образцами, используемыми при проведении обязательной сертификации продукцию* – введен 01.01.96г. - М., 1995. – 6с.

20. ГОСТ Р 51642-2000 *Коагулянты для хозяйственно-питьевого водоснабжения* – Введен 2001-07-01. - М., 2000. – 14 с.

21. ГОСТ 12966-85 *Алюминия сульфат технический очищенный*, - Введен 01.01.87г. - М., 1985.- 16 с.

22. ГОСТ Р 51592-2000 *Вода. Общие требования к отбору проб*, - Введен 2001-07-01. - М., 2000. – С. 31.

23. ГОСТ 2184-77. *Кислота серная техническая. Технические условия*. – Введен 01.01.78г. - М., 1977., - 11 с.

24. Государственный норматив. *Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования*, - 2.1.5.689-98. – Минздрав России. – Введен 01.01.99г. - М., 125 с.

25. Государственный норматив. *Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: 2.1.5.690-98*. - Минздрав России. - Введен 01.01.99г.; - М., 1998. - 171с.

26. Государственный норматив. Гигиенические критерии для обоснования необходимости разработки ПДК и ОБУВ (ОДУ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест, воде водных объектов: ГН 1.1.701-98. – Минздрав России. – Введен 01.01.99г.; - М.,1998.– 15 с.

27. *Дмитриева З. Т.* Разработка высокоэффективных сорбентов нефти и нефтепродуктов / *А. В. Гураев*// Конверсия в машиностроении. – 1995. - №4. – С. 40-44.

28. *Донные осадки Иртыша и их гигиеническая оценка: Тез. докл. Седьмого Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей.* – М.: 9-11 сент. 1991.-М, 1991. - С. 107-109.

29. *Жмур Н. С.* Токсикологический мониторинг источников загрязнения водных объектов // Токсикологический вестник. – 1999. №3. – С. 7-13.

30. *Жолдакова З. И.* Оценка опасности загрязнения водных объектов химическими веществами для здоровья населения /*Г.Н.Красовский, О. Д. Синицина* // Гигиена и санитария. – 1999. - №6. – С.53-57.

31. *Забродский П. Ф.* Механизмы токсического действия металлов и их влияние на иммунную систему // Токсикологический вестник. – 1998. - №6. – С. 9-15.

32. *Зайцева Н. В.* Гигиеническое обоснование оценочных показателей санитарного состояния водных объектов на основе факторного анализа /*Я. И. Вайсман, А. В. Михайлов* // Гигиена и санитария. – 1989. - №11.- С.58-60.

33. *Запольский А. К.* Коагулянты и флокулянты в процессе очистки воды / *А. А. Баран,* - М.: Химия, 1987.- 208 с.

34. *Исаев В. П.* Приоритеты в охране окружающей среды //Здравоохранение РФ. – 1988. - №3. – С. 63-64.

35. *Исследование* процесса коагуляции оксихлорида алюминия оптическими методами// Тез. докл. Пятого междуна. симпоз. «Чистая вода России-99». – Екатеринбург, 15-19 апр., 1999. – Екатеринбург, 1999. - С. 78-79.

36. *Исследование* эффективности очистки воды от природных органических веществ сульфатом и оксихлоридом алюминия//: Тез. докл. Третьей междуна. выст. «Чистая вода Урала-96». – Екатеринбург, 26-29 ноябр., 1996. – Екатеринбург, 1996. - С. 49.

37. *Использование* новых реагентов – гидрозолей для решения технологических водных проблем// Тез. докл. Междуна. симпоз. «Чистая вода России-97». – Екатеринбург, 25-28 ноябр., 1997.- Екатеринбург, 1997. - С. 157-158.

38. Итоги и перспективы изучения проблемы канцерогенной и мутагенной опасности хлорированной питьевой воды для населения Свердловской области // Вестник Уральской Государственной медицинской академии. – Екатеринбург, № 2. - 1997.– С.158-161.

39. К вопросу комплексной оценки хозяйственно-питьевого водопользования в городах с санитарно-эпидемиологическим неблагополучием // Гигиена и санитария. – 1996. - №6.- С.13-15.

40. К нормированию меди в питьевой воде // Гигиена и санитария. – 1980.- №3.- С.8-10.

41. *Калинин В. М.* Малые реки в условиях антропогенного воздействия / С. И. Ларин, И. И. Романова.- Тюмень, 1998. – 220с.

42. *Кардашина Л. Ф.* Химия, технология и сертификация питьевой воды / *О. М. Розенталь.* - Екатеринбург, 1997. - 221 с.

43. *Кардашина Л. Ф.* Проблема очистки природных вод /*О.М.Розенталь//Химия и технология очистки воды Уральского региона: Тезисы науч. конф. Екатеринбург, 26-29 нояб., 1996. - Екатеринбург, 1996. - С.32.*

44. *Кларк Р. М.* Моделирование качества воды в водопроводных системах / *Латкина Б. У.* // Водоснабжение и санитарная техника. - 1994. - №1. С. 20-22.

45. *Коагулянты на основе гидроокисей алюминия и использование их в системе водоснабжения// Тез. докл. Междун. выстав. «Уралэкология-96». - Екатеринбург, 9-11 апр., 1996. - Екатеринбург, 1996. - С.37-38.*

46. *Коагулянты и флокулянты в очистке природных и сточных вод// Тез. докл. Всесоюзн. конф. - Одесса, 14-16 мая, 1988. - Одесса. 1988. - 179 с.*

47. *Константинов В. Г.* Материалы к нормированию реагента «Экозоль» в воде» / *Л. П. Ларионов.* - Свердловск. - 1993.- 145 с.

48. *Королев А. А.* Гигиеническое обоснование допустимого остаточного количества в питьевой воде нового реагента – оксихлорида алюминия / *Г. Н. Красовский* // Гигиена и санитария. - 1978. - №4. - С.12-15.

49. *Королев А. А.* Оценка токсичности марганца и железа при раздельном и совместном поступлении в организм / *О. А. Мозенова* //Гигиена и санитария. - 1991. - №11.- С.15-17.

50. Комплексное гигиеническое обследование водосборных территорий, водопроводных сооружений и питьевой воды // Гигиена и санитария. – 1997. - №3. – С.13-14.

51. *Красовский Г. Н.* Эколого-гигиеническая оценка водной среды на основе факторного анализа /Л. В.Воробьева// Гигиена и санитария. – 1998. - №4. – С.19-23.

52. *Красовский Г. Н.* Новая концепция санитарной охраны водных объектов /З. И. Жолдакова, Е. А. Можжев // Гигиена и санитария. – 1994. - № 2. – С.16-19.

53. *Красовский Г. Н.* Гигиеническое нормирование качества воды; становление и перспективы / З. И. Жолдакова // Гигиена и санитария. – 1992.- № 6. -11, С.18-21.

54. *Красовский Г. Н.* Методические основы установления региональных показателей качества питьевой воды / Н. А. Егорова //Гигиена и санитария. – 1998.- №4. – С. 76-78.

55. *Красовский Г. Н.* Гигиенические и экологические критерии вредности в области охраны водных объектов / Н. А. Егорова // Гигиена и санитария. – 2000. - №6. – С.14-17.

56. *Красовский Г. Н.* К обоснованию предельно допустимой концентрации железа в воде / В. Н. Федосеева, Г. С. Ранитова //Гигиена и санитария. – 1992. № 7. - С.11-12,31-32.

57. *Красильщиков Д. К.* Принципы подходов к оценке гигиенической опасности суммарного загрязнения водоисточников аграрных районов ПАВ на уровне ПДК компонентов и их долей //Вопросы сельской гигиены и эпидемиологии. – 1988. – С. 65-73.

58. *Кузубова П. И.* Органические загрязнители питьевой воды /С. В. Морозов. - Новосибирск., 1993. –166 с.

59. Курляндский Б. А. Токсикология на рубеже веков; состояние, проблемы, перспективы // Токсикологический вестник. – 1998. - №6. – С.6-8.
60. Лакин Г. Ф. Биометрия. - М.: Высшая школа, 1999. – 352 с.
61. Леонов В. В. Окислительные процессы в воде Можайского водохранилища: характеристика методом главных компонент /М.М.Остапенко, Л. Б. Бердавцева // Водные ресурсы. - 1991. - №2.- С.76-88.
62. Любарский В. М. Щелочная регенерация коагулянта при известковой обработке осадков // Водоснабжение и санитарная техника. – 1989. - № 5. – С. 15-18.
63. Маркис В. И. Задержание алюминия при фильтровании маломутных цветных вод /В. Н. Антонов, Н.В.Багоцкая //Водоснабжение и санитарная техника. – 1988.- №10.- С. 4-6.
64. Меньщиков В. В. Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник. - М., 1987. – 39 с.
65. Мудрый И. В. Загрязнение окружающей среды некоторых регионов Украины анионами ПАВ – детергентов // Гигиена и санитария. – 1998. - №3. – С.10-12.
66. Мудрый И. В. О влиянии минерального состава на здоровье населения // Гигиена и санитария. – 1999.- №1. – С.15-19.
67. Найденко В. В. Государственная экологическая Программа «Возрождение Волги» // Водоснабжение и санитарная техника. – 1992.- №10. – С. 2-4.
68. Научные основы паразитологического контроля качества воды // Гигиена и санитария. – 1998. - №4. – С. 23-26.

69. *Нефтешлямы* – источник загрязнения водных ресурсов тяжелыми металлами // Тез. докл. Междун. симпоз. «Чистая вода России-99». – Екатеринбург, 15-19 апр.1999. – Екатеринбург, 1999. – С. 109.
70. *Новиков Ю. В.* Токсикологические аспекты зарегулированных водоемов / М. М. *Сайфутдинов* //Токсикологический вестник.– 1994.- №5.– С.23-26.
71. *Новиков Ю. В.* О влиянии маломинерализованных вод на здоровье населения / С. М. *Плитман* // Гигиена и санитария. – 1983. №6.- С. 71-73.
72. Новые решения в подготовке питьевых вод //Водоснабжение и санитарная техника. – 1994.- №1. – С.3-5.
73. *О перспективе* использования торфа в ионообменных технологиях// Тез. докл. Междун. симпоз. «Чистая вода России-97». – Екатеринбург, 25-28 апр., 1997. – Екатеринбург, 1997. - С. 102.
74. О канцерогенной и мутагенной опасности продуктов хлорирования высокоцветных питьевых вод //Гигиена и санитария. – 1998.- №2. – С. 62-64.
75. *Организация* гигиенического мониторинга качества питьевой воды и источников централизованного хозяйственно - рекреационного водопользования: Проблемы экологии и охраны окружающей среды // Тез. докл. научно-практ. семин. междун. выстав. «Уралэкология-96» 9-11 апр., Екатеринбург, 1996.- Екатеринбург. 1996.- С. 4-5.
76. *Остапенко В. Т.* Применение природных минеральных сорбентов для интенсификации процесса коагулирования /*Ю.И.Тарасевич* // Химия технология воды. – 1990.- №9.- С.819-821.
77. Оценка внешней нагрузки на Финский залив. //Экологическая химия, М., - 1996.- Том 5. - выпуск 4. – С. 240-249.

78. Пат. 2118296 Россия. Способ очистки природных и сточных вод содержащих ионы железа, тяжелых и цветных металлов / В.В.Свиридов, В. В. Свиридов / заявлено 14.04.95г., зарегистрировано 27.08.98г., Приоритет 14.04.95г. (Россия), - 12 с. УДК 614.777.

79. Порог вредного действия химических соединений на организм животных и человек // Токсикология химических веществ, загрязняющих окружающую среду. -М., - 1986. – С. 334-376.

80. *Правительство Свердловской области. Областной комитет по охране природы.* Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области.- Екатеринбург, 1995. – С. 206-213.

81. *Применение полиакриламидных флокулянтов в водоподготовке и водоочистке*// Тез. докл. Междун. симпоз. «Чистая вода России-97». – Екатеринбург, 25-28 ноябр., 1997. – Екатеринбург, 1997. - С. 139-140.

82. Проблемы загрязнения окружающей среды крупного промышленного центра в современных условиях. Проблемы охраны окружающей среды Уральского региона.- Екатеринбург, 1997. – С.52-53.

83. *Попов А. Н.* Прогноз и регулирование качества поверхностных вод (на примере региона Урала): Автореф. дис. ...докт. техн. наук. Екатеринбург, 1995.- 40 с.

84. *Потанина В. А.* Физико-механическая очистка сточных вод оксихлоридом алюминия /Н. И. Мясникова.,Л. М. // Водоснабжение и санитарная техника. – 1995.- №4.- С.11-13.

85. *Производство* новых реагентов для очистки воды, используемой в системах технического и питьевого водоснабжения// Тез. докл. Междун. выстав. «Чистая вода Урала-95». – Екатеринбург, 25-28 ноябр., 1995. – Екатеринбург, 1995. - С. 31-32.

86. *Рахманин Ю. А.* Методика изучения влияния химического состава питьевой воды на состояние здоровья населения /Г.И.Сидоренко, Р. И. Михайлова / Гигиена и санитария. – 1998.- №4. – С.13-19.

87. Реагенты нового поколения для очистки и кондиционирования природных источников вод// Тез. докл. Междун. выст. «Чистая вода –95». – Екатеринбург, 25-28 ноябр., 1995. – Екатеринбург. – 1995. - С. 43.

88. *Региональные* вопросы гигиены, эпидемиологии и здоровья населения// Тез. докл. Межрегион. науч-практ. конф. М.: - 15-18 мая 1996.- М., 1996. - С. 51-54.

89. *Российская Федерация. Правительство.* Федеральная Программа. Обеспечение населения России питьевой водой. -М.,1999.- 268 с.

90. *Российская Федерация. Правительство.* Постановление коллегии Министерства природных ресурсов РФ № 12-1 от 09.08.2000г. «Реализация Федеральной Программы «Обеспечение населения России питьевой водой». -М.,2000- 5 с.

91. *Российская Федерация. Министерство здравоохранения.* Перечень материалов и реагентов, разрешенных Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Минздрава России для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения // М.,-1985.- 15 с.

92. Российская Федерация. Министерство здравоохранения. *Гигиеническая оценка материалов, реагентов, оборудования, технологий, используемых в системах водоснабжения: Метод. указания 2.1.4.783-99.* - М., 1999.- 34 с.

93. Российская Федерация. Министерство здравоохранения. *Методические указания по внедрению и применению СанПиН 2.1.4.559-96 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.* - Метод. указания 2.1.4.682-97. – М., 1997. - С.71.

94. Российская Федерация. Министерство здравоохранения. *Методические указания по обоснованию гигиенических нормативов химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.* – Метод. указания 2.1.5.720-98. - М., 1998. - 54 с.

95. Российская Федерация. Министерство здравоохранения. *Методические указания по экспериментальному изучению процессов трансформации химических веществ при их гигиеническом регламентировании в воде.* – Метод. указания №29. - М., 1985. - 23 с.

96. Российская Федерация. Министерство здравоохранения. *Определение суммационно-порогового показателя (СПП) при различ-*

ных формах токсикологического эксперимента». – *Метод. рекомендации*. - Новосибирск, 1975., – 136 с.

97. Российская Федерация. Министерство здравоохранения. Методические указания по изучению аллергенного действия при обосновании предельно допустимых концентраций вредных веществ в воде водоемов.- *Метод. указания №2185-80*. - М., 1980. – С. 17.

98. Российская Федерация. Министерство здравоохранения.. Методические указания по изучению гонадотоксического действия химических веществ при гигиеническом нормировании в воде водоемов.- *Метод. указания № 2492-81*. - М., -1981. 22 с.

99. Российская Федерация. Министерство здравоохранения. Методические указания по изучению мутагенной активности химических веществ при обосновании их ПДК в воде. – *Метод. указания № 4110-83*. - М., 1986. 23 с.

100. *Сайфутдинов М. М.* Показатели барьерной функции типовых очистных сооружений водопровода // Токсикологический вестник. – 1995. №1. – С.39-41.

101. *Санитарные правила и нормы. - Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.- СанПиН 2.1.4.1074-01 МЗ РФ: Введ. 01.01.2002.* - М., -2001г.- 113 с.

102. *Свиридов А. В.* Внедрение реагента «Экозоль-401» в практику очистки природной воды. - Екатеринбург, 2000. – 22 с.

103. *Свиридов В. В.* Тонкодисперсные сорбенты для удаления нефтепродуктов с поверхности загрязненных акваторий и грунтов /Д.В.Ермаков // Экологические проблемы промышленных регионов. - Екатеринбург, 2000. – С. 210-211.
104. *Сидоренко Г. И.* Вопросы гигиены воды за рубежом /Е.А.Можжаев // Гигиена и санитария. – 1994.- №3. – С.12-17.
105. *Сидоренко Г. И.* Роль социально-гигиенических факторов в развитии заболеваний среди населения /Е. Н. Кутенов // Гигиена и санитария. – 1997.- №1. – С.3-6.
106. *Сидоренко Г. И.* Изучение аллергенных факторов окружающей среды (обзор) / Е. В. Печенникова,Е. А. Можжаев // Гигиена и санитария. – 1997. - №3. – С. 49-52.
107. *Сидоров К. К.* Критерии «чрезвычайного загрязнения воздуха, воды» // Токсикологический вестник. – 1996.- № 4.- С. 28.
108. Современные гигиенические проблемы утилизации промышленных отходов и пути их решения // Гигиена и санитария. – 2000.- №3.- С.3-8.
109. *Соломенцева И. М.* Проблема остаточного алюминия в очищенной воде / И. А. Величанская.,И. Г. Герасименко// Химия и технология воды, – 1991. - №6. – С. 13-15.
110. *Сорбенты* для очистки водных поверхностей от загрязнения нефтью, нефтепродуктами и другими органическими жидкостями// Тез. докл. Междун. симпоз. «Чистая вода России-97» . – Екатеринбург, 25-28 апр., 1997. – Екатеринбург, 1997. - С. 135.

111. *Сравнительные* испытания новых коагулянтов для очистки воды Волчихинского водохранилища// Тез. докл. Междун. выстав. «Чистая вода Урала-95». – Екатеринбург, 25-28 ноябр., 1995. – Екатеринбург, 1995.- С.44.

112. *Сусликов В. Л.* К обоснованию предельно допустимой концентрации кремниевой кислоты в питьевой воде /В. Д. Семенов, Л.Е. Ляшко // Гигиена и санитария.- 1989. - №11. – С.178.

113. *Тонкодисперсные* сорбенты для удаления нефтепродуктов с поверхности загрязненных акваторий и грунтов// Тез. докл. Междун. симпоз. «Чистая вода России – 99». – Екатеринбург, 15-19 апр., 1999. – Екатеринбург, 1999. - С. 128.

114. *Трахтенберг И. М.* Проблема нормы в токсикологии (современные представления и методические подходы, основные параметры и константы). - М., 1991. –31 с.

115. *ФГУ "ЦГСЭН в Свердловской области"*. Региональные особенности санитарно-эпидемиологической обстановки в Свердловской области за 1999 год // Екатеринбург., 2000. – 41 с.

116. *Фрумин Г. Т.* Комплексная оценка загрязненности вод Ладожского озера по гидрохимическим показателям /Баркан Л. В. // Водные ресурсы. – М., 1997. - том. 24, № 3. – С. 315-319.

117. *Черняев А. М.* Россия: «Речные бассейны». - Екатеринбург., 1999. – 520 с.

118. *Шикломанов И. А.* Мировые водные ресурсы. М.: Природа и ресурсы, -М., 1991. – С. 1-2,81-91.

119. *Эйноор Л. О.* Качество, охрана вод, экологические аспекты // Водные ресурсы. – 1992. - №2. – С.90-99.
120. *Экологическая безопасность России.* Часть II, Том №1. - М., 1994.- 45с.
121. *Экология и безопасность.* Часть III, Том №2. - М. – 1993. – 319 с.
122. *Эльпинер Л. И.* О влиянии водного фактора на состояние здоровья населения России // Водные ресурсы. – 1995. - №4. – С. 418-425.
123. *Ярошевская Н. В.* Анализ влияния различных факторов на эффективность работы водоочистных фильтров /М. Д. Андриевская., Т.З. Сотскова // Химия и технология воды. – 1993. - №4. – С.294-304.
124. *Ashton J. F.* Aluminum and health the risks of dietary aluminum Search / *Lanra Ronalds* // *Toxicol. Appl. Pharm.* -1989. Vol. 89, N 5, – P. 180-182.
125. *Bhattacharyya M. H.* Bioavailability of orally administered cadmium to the mother, fetus, and neonate during pregnancy and lactation: an overview // *Sci. Total Environm.* - 1983. – N 12. - P.28-327.
126. *Bielce G. P.* Biological degradation of velacile chiore nation hydrocarbона in ground water / *Rerger M. Mergier R.* // *Water Sei and Technol.* – 1989. - Vol .16, P.110.
127. *Craun G. P.* Burface water cupplien and Health. J. Amer. // *Water Worka Asser.* - 1988.- Vol. 80, P. 40-52.
128. *Comstock G.W.* Water Hardness anal Cardiovascular Diseases // *Amer. J. Epidem.*- 1989. – №4. – P. 375 - 400.

129. Chemical quality of maternal drinking Water and congenital heart disease // *Jnt. J. Epidemicol.* – 1988. – Vol.17, №.3. – P. 583-94.

130. *Crusoe Sylvie* *αaluminum eve la maladies d Alzheimer Recherche* // *Pure. Appl. Opt. A.* - 1997. – N 8. - P.36-39.

131. *Driscoll C.* Chemistry and fate of Al (III) in treated drinking water / *R.K. Letterman* // *J. Environ Eng. Div.* – 1988- Vol.114, № 1. - P. 21-37.

132. Evaluation of chromosomal aberration in lymphocytes and micronuclei in lymphocytes, oral mucous and hair recto celie of patient under antibacterial therapy // *Nut. Reo.* - 1990. - Vol.228. - P. 157-169.

133. Evaluation of the toxic content of sludges produced during the biological treatment of municipal and industrial waste water // *Chem and Ind. Chem.* – 1972. - №3. – P. 539-546.

134. *Giordano R. C.* Some aspects related to the presence of aluminum in waters *ann.Ist / Costantini Sergio* // *Super Sanita.* – 1993. – Vol. 29, №2. – P. 305-311.

135. *Harad I.D.* Cell Immunology // *Agua.* - 1987.- Vol. 109, №1. – P.75-88.

136. *Haring B.J.* Corrosiveness of drinking water and cardiovascular diseases mortality Bull / *B. C. Joeman* // *Environ.Contam.Toxicol.* – 1980. –

№ 6 - P. 658-662.

137. Health significance of cadmium induced renal designation a five gear follow up. // *Brit. J. und Med.* - 1989. Vol.4, №.11.– P. 755-764.

138. *Hobbmeister S. D.* Trinkwasser Norte and Herd – Kreislauth ronkneiter Bart Hug. J. abt. Orig.B.// *Environ. Microbial.* -1988. Vol. 4, N 9. – P.177.

139. *Homan B. A.* How do potentially toxic chemical get into drinking water? // *J. Roy Soc Health.* - 1993. - Vol. 113, N1. - P.32-35.

140. *Hose R.E.* Trenkwasser und Kipper Pedi at Prax / *O. T. Strubel* // *J. clin. Invest.* - 1992. – Vol. 4, №3.- P. 571-572.

141. INTERNATIONALS PROGRAMMER ON CHEMICAL SAFETY – Guidelines for drinking-water quality-World Health Organization. - Geneva.,1996.- 158 p.

142. *Koppel H.* Js aluminum neurotoxic to the autonomic nervous system of the rat? / *R.. Santer* // *Cim. Neuropatrol.*- 1992.- Vol.11, № 4.- P. 180.

143. Mechanism of aluminum – indicted inhibition of hepatic glycol sis inactivation of phosphatfructokinose // *Pharmacol and Exp. Ther.* -1991. - №1.- P. 301-305.

144. *Mellor Robert B.* Deskman Stephan Reduction of nitrate and nitrite in Water by immobilized enzymes / *Ronnenberg Jord, Campbell Wilbur H.* // *Nature.* - 1992. – № 5. - P.355, 717-719.

145. *Menses Heinrich* gift in Trinkwasser Mache Sozialpadiat Prax ung. *Rlin* // *Wat. Sci.tech.* -1992. – №2 - P. 131-132.

146. *Nike Ian, Iain Songhui Ihongguo huan Ting Rexne / Zhu Hui-gang* // *China Environ Sei.* – 1993. – № 1. – P. 33-43.

147. *Orisson F. E.* Aluminum in drinking water // *Junge wiss.* – 1991. – №6. – P. 34-37.

148. *Pardo R. E. Peres Lourdes Vega Marisol* Determination and Speciation of heavy metals in Sediments of the Pisuerga Rives / *B. C.Enrigue* // *Water Res.* – 1990. – №.3. – P. 373 -379.

149. Possible health effects of high manganese concentration in drinking water // *Arch. Environ.healthn.* – 1989. - №3. – P. 175-178.

150. *Quality des beaux destines a la consommation humaine Biofutur* // *Public Works.* - 1997.- №167. – P.18.

151. *Salgado Paulo Eduardo de Toledo Genera Joss Salvador Larine Guerra* *Judicatories biologics de exotica as menaces.* // *Rev. Ciene. Farm.* - 1993 – Vol.94, №15.- P.27-39.

152. *Shariatpahi M.A.* Accumulation of cadmium, mercury and lead by vegetable following long-term land applications of wastewater / *A.G.Anderson* // *Sci. Total Environm.*- 1989. Vol.52, №1. - P. 41-47.

153. *Tarkawshi S. C.* Tie need for a unified European environmental neatly database / *Stern Richard M.* // *Inf. Serv and Use.* – 1990. -№10. – P. 5-14.

154. Trace metals in sediments from the inner continental shelf of the Western Beaufort Sea Environ // Geol and Water Sci. – 1991. – №1.- P. 79.

155. *Tuomisto J. E.* Denote piety of dram Ring Waters. Complex mixtures and cancer risk / *Vartianen T.C.* // Congr. for Research on cancer.- 1990. – № 13. - P.307-312.

156. *Vosumura S.D.* Cadmium inhuman beings / *K. L. Vastsky, S.H.Cohn* // Cadmium in the environment. - Part 1.- Ecological cycling. – 1980. – P. 12-34.

157. *Wilheim M. E.* Aluminum toxicokinetic /*Jager Daphne E., Ohnesorge Tricdlich K* // Pharmacol and Toxicol., – 1990. – №.1.- P. 4-9.

158. *Wilheim M. C.* Aluminum – eon neues umweltgeft? Apoth. Med.// *Water Sci. and Technol.* - 1993. – Vol. 11, - №2. P.6-8.