Министерство здравоохранения и медицинской промышленности РФ

МОСКОВСКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ им. И.М.Сеченова

РГБ ОД

3

На правах рукописи

УДК 614.777-628.1/.3:614.78

Кондрашов Сергей Алексеевич

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГУАНИДИНСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ РЕАГЕТОВ И УСЛОВИЙ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРАКТИКЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

14.00.07 - Гигиена

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва - 1994

Работа выполнена в Московской медицинской академии им. И.М.Сеченова.

Научный руководитель - доктор медицинских наук, профессор А.А.Королев

Официальные оппоненты - доктор медицинских наук, профессор А.М.Большаков

- доктор медицинских наук, профессор Е.А.Можаев

Ведущее учреждение - Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены

Защита диссертации состоится "___" _____ 1994 г. в ___ час. на заседании специализированного Совета Д.074.05.07 при Московской медицинской академии им. И.М.Сеченова (Москва, ул. Б.Пироговская, 2/6).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии.
Автореферат разослан "___" _____ 1994 г.

Ученый секретарь специализированного Совета,
доктор медицинских наук, профессор А.А.Королев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Неотъемлемой частью практически любого процесса очистки и обеззараживания воды - является ее реагентная обработка. Проблема поиска новых более эффективных и в то же время безопасных для здоровья человека и окружающей среды реагентов всегда оставалась актуальной. Но особую остроту она приобретает в отношении новых средств дезинфекции, поскольку нередко увеличение эффективности препаратов влечет за собой и увеличение их токсичности (Прокопенко Ю.И., 1989).

Существующая практика очистки различного рода производственных, а также городских сточных вод с использованием традиционных реагентов не всегда обеспечивает с гигиенических позиций необходимую степень восстановления технической воды. Так, наиболее широко применяемые в настоящее время для обеззараживания воды хлор и хлорсодержащие препараты могут вызывать образование в ней высокотоксичных галоформных соединений, опасность которых для здоровья населения показана в многочисленных исследованиях (Королев А.А., Богданов М.В., 1979; Новиков Ю.В., Ноаров Ю.А., 1984; Королев А.А., Донченко А.И., 1985; Cognet L. с соавт., 1986; Wones R., Glueck C., 1986). Кроме того, хлорирование в ряде случаев не обеспечивает полного освобождения воды от вирусов и некоторых видов бактерий. Другими словами, после такой обработки вода нередко имеет неблагоприятные органолептические свойства, бактериальный и химический состав.

В этой связи, несомненную актуальность приобретают исследования, направленные на внедрение в практику водоподготовки новых более эффективных реагентов, позволяющих существенно интенсифицировать процессы восстановления и безопасного повторного использования технической воды в оборотных системах

промышленного водоснабжения предприятий, создание которых является в настоящее время наиболее радикальным способом экономии воды питьевого качества и уменьшения экологического вреда наносимого сбросом недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водоисточники (Алферова Л.А., 1981; Акулов К.И. с соавт., 1985). К таким новым перспективным реагентам относятся отечественные препараты на основе полигексаметиленгуанидина (ПГМГ), обладающие бактерицидными и флокулирующими свойствами. Однако, их широкое применение невозможно без всесторонней гигиенической и токсикологической оценки.

Работа выполнялась в рамках общесоюзной проблемы 14.01 АМН СССР "Научные основы гигиены окружающей среды" и являлась фрагментом обобщенной темы кафедры коммунальной гигиены ММА им. И.М.Сеченова "Совершенствование гигиенических основ профилактики заболеваемости населения, обусловленной водным фактором", № гос. регистрации 01930006995.

Цель и задачи исследований. Целью настоящих исследований явилась комплексная гигиеническая оценка новых полимерных гуанидинсодержащих реагентов, обоснование допустимого уровня их содержания в водной среде, условий и эффективности применения в технологии очистки сточных вод.

В соответствии с поставленной целью в задачи исследований входило:

- изучение технологии промышленного синтеза гуанидинсодержащих препаратов, условий формирования и отведения производственных сточных вод;

- определение характера влияния гуанидинсодержащих препаратов на органолептические свойства воды и процессы самоочищения водоемов, изучение их стабильности в водной среде;

- сравнительная токсикологическая оценка различных образ-
ов ПГМГ в условиях острых, подострых и хронического экспери-
ентов;

- выявление возможных отдаленных последствий действия
ГМГ на организм теплокровных животных;

- гигиеническая оценка эффективности очистки сточных вод
использованием ПГМГ;

- научное обоснование гигиенического норматива ПГМГ в
одной среде.

Научная новизна работы. В работе впервые будет:

- дана гигиеническая оценка технологии промышленного син-
еза ПГМГ, условий формирования и отведения производственных
точных вод;

- проведена всесторонняя гигиеническая и токсикологическая
ценка различных образцов ПГМГ;

- дано научное обоснование гигиенического норматива ПГМГ
воде водных объектов;

- изучена гигиеническая эффективность применения ПГМГ в
ехнологической схеме доочистки и обеззараживания производст-
енных сточных вод с целью их повторного использования в обо-
отных системах промышленного водоснабжения;

- сформулированы гигиенические требования к условиям при-
енения реагента для очистки и обеззараживания сточных вод.

Материалы исследований будут способствовать дальнейшему
овершенствованию теории и практики гигиенического нормирования
олимерных реагентов, а также решению гигиенических проблем
азработки и внедрения оборотных и бессточных систем промышлен-
ого водоснабжения.

Практическая ценность и внедрение результатов. Материалы работы по обоснованию ПДК ПГМГ в водной среде рассмотрены и одобрены на заседании рабочей группы при Федеральной комиссии ГКСЭН РФ и представлены для утверждения в ГКСЭН РФ (справка № II-5/479 от 29.10.93 г.).

Результаты исследований использованы при разработке: технологической схемы доочистки и повторного использования сточных вод ПО "ЗИЛ" и проектировании необходимых дополнительных очистных сооружений предприятия (Отчет по теме 185-НИР МосводоканалНИИпроект.- М., 1990); водооборотного цикла спецпрачечных АЭС (Отчет. Вх. ИБФ МЗ СССР № 5604/90.- М., 1990); "Методических указаний по применению полигексаметиленгуанидина (ПГМГ) для обеззараживания воды лечебных бассейнов".

Методы и объем исследований. Для решения поставленных задач в работе был использован комплекс различных методов исследований, включающий гигиенические, токсикологические, биохимические, физиологические, морфометрические, микробиологические, физико-химические, статистические.

Для установления пороговых концентраций по органолептическому и общесанитарному признакам вредности было проведено более 30 серий опытов с 6 различными образцами ПГМГ. При проведении санитарно-токсикологических экспериментов использовано более 500 белых крыс, 300 белых мышей, 50 морских свинок. Для оценки токсикодинамики изученных образцов ПГМГ проведено более 15000 определений функционального состояния лабораторных животных по 30 биохимическим, физиологическим и морфометрическим показателям. В экспериментах по изучению эффективности очистки сточных вод, водопроводной и минеральной воды с помощью ПГМГ было осуществлено более 600 определений

рганолептических, микробиологических и физико-химических оказателей.

Автор лично принимал участие в организации и непосредственном выполнении исследований по всем разделам диссертации. тдельные исследования, требующие применения специального борудования, выполнялись совместно с ЦНИЛ ММА им. И.М.Сеченова, МосводоканалНИИпроект, Российским научным центром реабилиации и физиотерапии, Институтом биофизики МЗ РФ.

Апробация работы. Материалы исследований доложены на сесоюзной конференции "Концепция создания экологически чистых егионов" (Волгоград, 1991); У Всесоюзной конференции по дезктивации (Ленинград, 1991); конференции ММА им. И.М.Сеченова, освященной 150-летию со дня рождения Ф.Ф.Эрисмана "Гигиенические аспекты охраны окружающей среды и здоровья человека" 1992).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 4 печатных аботы.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введеия, обзора литературы, трех глав собственных исследований, бсуждения результатов, выводов, указателя литературы, включащего 121 источник, из которых 94 работы отечественных и 27 ностранных авторов, иллюстрирована 10 рисунками и 51 таблицей. риложение включает 19 таблиц и 2 протокола.

Положения, выносимые на защиту:

- Ведущим санитарно-гигиеническим фактором, определяющим еблагоприятное влияние ПГМГ на водоемы, является его биоцидая активность, что необходимо учитывать при отведении сточных од предприятий, производящих и использующих этот реагент;

- сравнительная токсиколого-гигиеническая характеристика

различных образцов ПГМГ, зависимость между их химическим строением и биологической активностью;

- гигиеническое обоснование условий и эффективности применения ПГМГ в качестве реагента для очистки и обеззараживания воды оборотных систем водного хозяйства предприятий.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Санитарное обследование производства и анализ технологических регламентов промышленного синтеза ПГМГ на Покровском заводе биопрепаратов показали, что производство ПГМГ является относительно несложным и малостадийным технологическим процессом, который не связан с потреблением большого количества воды. Формирующиеся в процессе отмывки реакторов, после каждого завершенного цикла производства и выгрузки готового продукта небольшие объемы сточной воды (до 12 $м^3$/сут) отводятся в общезаводскую канализацию и совместно с хозяйственно-бытовыми сточными водами п."Вольгинский" и д/о "Машиностроитель" подвергаются полной биологической очистке на заводских очистных сооружениях.

За время эксплуатации цеха (с 1987 г.) по производству ПГМГ на Покровском ЗБП, у аппаратчиков, а также рабочих, контактирующих с готовой продукцией, не выявлено случаев заболеваний, связанных с их профессиональной деятельностью, что може косвенно свидетельствовать об отсутствии у ПГМГ выраженных токсических свойств. Такой вывод подтверждают и данные литературы, полученные при изучении токсических свойств ПГМГ в условиях ингаляционного пути поступления в организм (Родионова Р.П с соавт., 1989).

К настоящему времени, на основе ПГМГ-хлорида синтезированы и предложены для применения в практике очистки сточных вод такие его производные, как ПГМГ-фосфат и ПГМГ-основание молекулярной массой (м.м.) от I до 100 тыс условных единиц (у.е.). В силу этого, нам представилась возможность дать сравнительную гигиеническую и токсикологическую оценку достаточно представительной группы гуанидинсодержащих полимерных соединений, отличающихся друг от друга не только величиной своей молекулярной массы, но и химическим строением, в частности содержанием сочевых остатков. Исследования выполнялись согласно "Методическим указаниям по разработке и научному обоснованию предельно допустимых концентраций вредных веществ в воде водоемов" (М., 1976).

Первым этапом гигиенических исследований явилось изучение стабильности соединений ПГМГ в водной среде. Для этого были использованы два метода: прямой - химико-аналитический и косвенный - по изменению интенсивности пенообразования водных растворов препаратов. Растворы ПГМГ на дехлорированной водопроводной воде в широкогорлых склянках из прозрачного стекла, выдерживались в условиях дневного рассеянного света в течение 20 суток. Контроль содержания исследуемых соединений в воде производился тот час, на I, 3, 5, 10, 15 и 20 сутки наблюдения с помощью ЮКа марки "ЮКК-2-УХЛ4.2" при длине волны 540 мм (в [illegible]) и косвенно с помощью метода Г. Штепеля.

Анализ результатов проведенных исследований с концентрациями реагентов от I,0 до 50 мг/л позволяет отнести ПГМГ к высоко стабильным в водной среде веществам, что полностью согласуется с имеющимися в литературе данными о способности

реагента длительное время сохранять свою активность в водных растворах (Скворцова Е.К. с соавт., 1974; Кузнецов О.Ю. с соавт., 1988).

Присутствие ПГМГ и его соединений в воде не придавало ей посторонних запахов и окраски, а ведущим органолептическим показателем являлась выраженная способность данного препарата к пенообразованию.

Установлено, что с увеличением мол. массы способность ПГМГ к пенообразованию заметно снижалась, а интенсиность привкуса возрастала. В то же время, наличие в молекуле ПГМГ различных солевых остатков практически не влияло на органолептические свойства его водных растворов.

Таким образом, пороговыми по органолептическому показателю вредности (пенообразование) являются концентрации ПГМГ, равные 0,5-2,5 мг/л (м.м. 1-100 тыс.у.е.).

В опытах по изучению влияния ПГМГ на санитарный режим водоемов реагент обладал выраженной способностью ингибировать процессы биохимического потребления кислорода (БПК). Такой характер действия реагента отчетливо проявился уже в ходе 5-суточных опытов ($БПК_5$). Однако, принимая во внимание достаточно низкий уровень установленной пороговой концентрации (0,1 мг/л), мы сочли необходимым провести и 20-суточные эксперименты ($БПК_{20}$). Их результаты подтвердили данные, полученные в 5-суточных опытах, и свидетельствовали об отсутствии каких-либо значительных изменений в динамике процесса торможения БПК в период с 6 по 20 сутки наблюдения. При этом различные солевые остатки и величина мол. массы образцов ПГМГ практически не оказывали влияния на интенсивность ингибирующего действия реагента.

Для изучения острой токсичности полигуанидинов были взяты образцы ПГМГ-хлорида, -фосфата и -основания мол. массой от I до I00 тыс. усл. ед. Внутрижелудочное введение соединений ПГМГ подопытным животным (белые крысы, белые мыши и морские свинки) в диапазоне испытанных доз от 200 до 5000 мг/кг осуществлялось в виде I-39% растворов на дехлорированной водопроводной воде.

Клиническая картина острой интоксикации различными образцами ПГМГ была практически идентичной и характеризовалась учащенным поверхностным дыханием, нарушением координации движений и клонико-тоническими судорогами в терминальной стадии. При вскрытии наблюдалось полнокровие внутренних органов, особенно печени, уплотнение селезенки, отечность легких, вздутие желудка и кишечника. Гибель основной массы животных приходилась на I-е сутки эксперимента и только единичные летальные исходы отмечены в течение 2-х суток наблюдения, что свидетельствует об умеренно выраженных кумулятивных свойствах препаратов.

Величины $ДЛ_{50}$, расчитанные методом пробит анализа по Литчфилду-Уилкоксону и по методу Дейхмана (для морских свинок) представлены в таблице I.

Как видно из таблицы, величина мол массы образцов ПГМГ практически не сказывалась на их острой токсичности. В то же время ПГМГ-фосфат был примерно в 5 раз менее токсичен чем образцы ПГМГ-хлорида и ПГМГ-основания, что свидетельствует о важном значении солевого остатка в проявлении соединением токсических свойств. Согласно классификации С.Д.Заугольникова и А.О. Лойта (I967) по степени острой токсичности все образцы ПГМГ м.м. от I до I00 тыс у.е. можно отнести к умеренно

Таблица I

Параметры острой токсичности различных образцов ПГМГ (мг/кг

Образец ПГМГ	Молекулярная масса, тис у.е.	Белые крысы	Белые мыши	Морские свинки
	I	630 ±89	450 ±53	750
ПГМГ-хлорид	I0	830 ±83	600 ±73	840
	I00	760 ±80	-	900
ПГМГ-основание	I	740 ±90	340 ±53	-
	I0	840 ±78	890 ±78	-
ПГМГ-фосфат	30	4030 ±340	-	-

токсичным соединениям (подгруппа IУ-А), для которых видовая чувствительность лабораторных животных не характерна.

Учитывая более высокую по результатам острых опытов токсичность ПГМГ-хлорида, а также то, что этот препарат в настоящее время наиболее широко по сравнению с другими производными ПГМГ применяется в практике очистки сточных вод, мы сочли возможным проводить все последующие исследования с промышленными образцами ПГМГ-хлорида м.м. от I до I00 тис у.е.

Программа подострых экспериментов включала наблюдение за общим состоянием подопытных животных, массой тела, функциональным состоянием внутренних органов, нервной и кроветворной систем. При этом использовался достаточно широкий набор тестов, в том числе биохимических, гематологических и интегральных показателей. Выбор тестов был основан на данных аналитического обзора по токсикодинамике структурных компонентов ПГМГ.

Исследования проводились на белых крысах-самцах, которые ежедневно внутрижелудочно получали водные растворы ПГМГ-хлорида в дозах 1/25 и 1/125 $ДЛ_{50}$ (5 и 25 мг/кг) м.м. 1 тыс у.е., а также 1/10 и 1/50 $ДЛ_{50}$ ПГМГ-хлорида м.м. 10 (17 и 85 мг/кг) и 100 тыс у.е. (15 и 75 мг/кг).

Уже через 2-3 недели от начала затравки максимальные дозы препаратов (25-85 мг/кг) вызывали статистически достоверное замедление прироста массы тела животных и нарушения со стороны ЦНС, проявившиеся в угнетении норкового рефлекса и повышении СПП. Резкое замедление прироста массы тела животных можно объяснить как проявление общей интоксикации организма животных, так и, возможно, характерной для производных гуанидина способностью уменьшать всасываемость сахаров из кишечника, снижать аппетит (Dacuin P. с соавт., 1978).

Характер влияния ПГМГ на ЦНС по нашему мнению не однозначен и кроме явно токсического угнетающего действия соединение способно в определенных дозах, как правило невысоких, оказывать и стимулирующий эффект.

Другим наиболее ранним признаком интоксикации организма животных ПГМГ в подострых опытах явилось повышение активности ряда ферментов крови - щелочной фосфотазы (ЩФ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), аланиновой (АЛТ) и аспарагиновой (АСТ) аминотрансфераз. Повышение активности АЛТ и АСТ в сыворотке крови свидетельствует о поражении паренхимы печени, клинически проявляющееся в виде гепатита с увеличением коэффициента массы органа, что и наблюдалось в наших экспериментах. В то же время, значительная активация ЩФ в сыворотке крови и гомогенате печеночной ткани подопытных животных свидетельствует о существенной лабилизации клеточных мембран гепатоцитов. Важным подтверждением

тому являются результаты проведенного гистологического изучения печеночной ткани подопытных животных, в ходе которого установлено, что токсическое действие полимера на печень проявляется в дистрофических изменениях цитоплазмы гепатоцитов и активизации дезинтоксикационных структур органа. Такой характер действия реагента хорошо укладывается в рамки современных представлений о механизме токсического действия гуанидинсодержащих соединений на клетку и клеточные структуры (Ikeda T. с соавт., 1984).

Со стороны форменных элементов крови обращало на себя внимание фазовое повышение количества лейкоцитов в периферической крови животных, получавших большие дозы препаратов (25-85 мг/кг) Данное явление мы склонны рассматривать как компенсаторно-приспособительную реакцию теплокровного организма в ответ на введение химического агента. Отсутствие отклонений от контроля в содержании у животных опытных групп холестерина и триглицеридов, общего белка и альбуминов, глюкозы, мочевины в периферической крови, только подтверждает вывод о функциональном характере изменений, выявленных в ходе подострых опытов.

По результатам подострых опытов установлено, что минимальной действующей дозой (МДД) является 5,0 мг/кг. Испытанные образцы ПГМГ по соотношению $ДЛ_{50}$/МДД, находящемуся в диапазоне 50-126, могут быть отнесены к группе соединений со средне выраженными кумулятивными свойствами (Красовский Г.Н., 1970).

Анализ всех полученных в подострых опытах данных позволяет заключить, что ПГМГ при многократном поступлении в организм оказывает преимущественное влияние на функциональное состояние печени и ЦНС, причем это действие не зависит от величины молекулярной массы реагента.

На основании установленной в острых опытах величины $ДЛ_{50}$, а также с учетом результатов подострых экспериментов, в соответствии с "Методическими указаниями по применению расчетных и экспресс-экспериментальных методов при гигиеническом нормировании химических веществ в водной среде" (1976), нами была расчитана величина максимальной недействующей дозы (МНД), равная 0,1 мг/кг. Эта доза, а также дозы превышающие ее соответственно на 1 и 2 порядка (1,0 и 10,0 мг/кг), были испытаны в хроническом санитарно-токсикологическом эксперименте.

Результаты эксперимента (таблица 2) показали, что ПГМГ при длительном поступлении в организм теплокровных животных вызывал изменения со стороны тех же систем и функций, что и в подострых опытах. Однако, в зависимости от величины дозы препарата, эти изменения носили либо выраженный характер, либо были пороговыми, либо отсутствовали вообще. В итоге была экспериментально установлена величина МНД ПГМГ, равная 0,1 мг/кг, причем ее значение совпало с расчетной величиной.

Анализ полученных по завершению 3-х серий подострых и хронического экспериментов данных по состоянию сперматогенеза у подопытных животных показал, что выявленные при интоксикации большими дозами (10-85 мг/кг) ПГМГ функциональные изменения носят обратимый характер и свидетельствуют об отсутствии у изученных образцов ПГМГ специфического действия на гонады подопытных животных.

Эмбриотоксическое действие ПГМГ было изучено в дозах на уровне недействующей (0,1 мг/кг) и пороговой (1,0 мг/кг), установленных в хроническом эксперименте. Выявленное достоверное изменение только одного показателя - увеличение доимплантационной гибели у животных, получавших дозу 1,0 мг/кг, может

Таблица 2

Изменения показателей функционального состояния организма белых крыс в хроническом эксперименте

Исследуемые показатели	Доза, мг/кг		
	10,0	1,0	0,1
Состав периферической крови			
Количество эритроцитов	-	-	-
Количество лейкоцитов	+	+-	-
Содержание гемоглобина	-	-	-
Функциональное состояние ЦНС			
Сумм.-пороговый показатель	+	+-	-
Динамика норкового рефлекса	+	+-	-
Функциональное состояние вн. органов			
Активность ЩФ	+	+-	-
Активность ЛДГ	+	+	-
Содержание общего белка	-	-	-
Содержание альбуминов	-	-	-
Содержание глюкозы	-	-	-
Содержание триглицеридов	+-	-	-
Содержание мочевины	+-	-	-
Интегральные показатели			
Динамика массы тела	+	-	-
Коэффициенты массы вн. органов			
печень	-	-	-
почки	-	-	-
надпочечники	+	+	-
селезенка	-	-	-
семенники	+	-	-
Активность ЩФ (печень)	+	-	-
Активность ЛДГ (печень)	-	-	-
Содержание глюкозы (почки)	-	-	-
Содержание мочевины (почки)	-	-	-

Примечание: "+" - статистически достоверные изменения (p 0,05)
"+-"- пороговые изменения; "-"- отсутствие изменени

эсцениваться как проявление общетоксического действия препа-
ата на организм беременных самок.

Изучение возможного мутагенного действия ПГМГ в дозах, оответствующих МЛД и явно действующей (5 и 25 мг/кг) по резуль-
атам подострых опытов, осуществлялось нами методом индукции оминантных летальных мутаций. Анализ полученного в экспери-
енте эмбрионального материала свидетельствует об отсутствии ПГМГ мутагенной активности в изученных дозах. Данные нашего ксперимента не противоречат результатам исследований других второв, установивших, что бициклические производные гуанидина, испытанные по тесту Эймса, также не обладали мутагенным ффектом (Freeman C. с соавт., 1978).

Таким образом, выполненные исследования по изучению влия-
ия различных образцов ПГМГ на репродуктивную функцию теплокров-
ых животных свидетельствуют об отсутствии у них способности ызывать специфические гонадо-, эмбриотоксический и мутагенный ффекты.

Сопоставление пороговых и недействующих концентраций доз) ПГМГ, позволяет рекомендовать в качестве ПДК ПГМГ в воде одных объектов 0,1 мг/л по общесанитарному признаку вредности.

Заключительным этапом наших исследований являлось изуче-
ие эффективности использования ПГМГ в качестве реагента для очистки и обеззараживания технической воды в оборотных систе-
ах водного хозяйства ряда промышленных предприятий, в частно-
сти ПО "ЗИЛ" и спецпрачечных АЭС.

Проведенные совместно с сотрудниками МосводоканалНИИпро-
ект в опытнопромышленных условиях исследования со сточными одами ПО "ЗИЛ" показали, что доочистка стоков по схеме: отстаивание с коагуляцией сернокислым алюминием и полиакрил-

амидом (ПАА) в концентрациях 15 и 1,5 мг/л соответственно, фильтрование осветленных вод через керамзитовый фильтр с добавлением ПАА (0,5 мг/л) и обеззараживание ПГМГ в дозе 0,3-0 мг/л перед повторным их использованием в оборотной системе технического водоснабжения предприятия, позволяет получить во ду, которая по своим физико-химическим и бактериологическим показателям отвечает гигиеническим требованиям. Схема оборотного водоснабжения ПО "ЗИЛ" представлена на рисунке.

В то же время, при обработке сточных вод спецпрачечной АЭС концентрациями ПГМГ до 10 мг/л бактерицидного действия ег практически не обнаружено, хотя при этом реагент не ухудшал органолептические и физико-химические показатели качества исследуемой воды. Факт отсутствия бактерицидной активности ПГМГ в отношении сточной воды спецпрачечной АЭС может быть обуслов лен, по нашему мнению, ее специфическим химическим составом, частности содержанием высоких концентраций ПАВ, кальцинирован ной соды, полигексаметафосфата натрия и, что особенно важно, высоких концентраций щавелевой кислоты (до 30 мг/л). Последне обстоятельство по всей видимости явилось решающим фактором в устранении бактерицидной активности препарата, т.к. известно, что радикалы кислот, присутствующие в воде, вступают в реакци с катионными бактерицидными агентами, способствуя их быстрому осаждению в водной фазе.

Таким образом, результаты экспериментов со сточными водами свидетельствуют о том, что некоторые химические ингредиенты, входящие в состав обрабатываемой воды, способны значительно снижать биоцидную активность ПГМГ. Поэтому решению вопроса о его использовании в каждом конкретном случае должны предшествовать широкие лабораторные испытания.

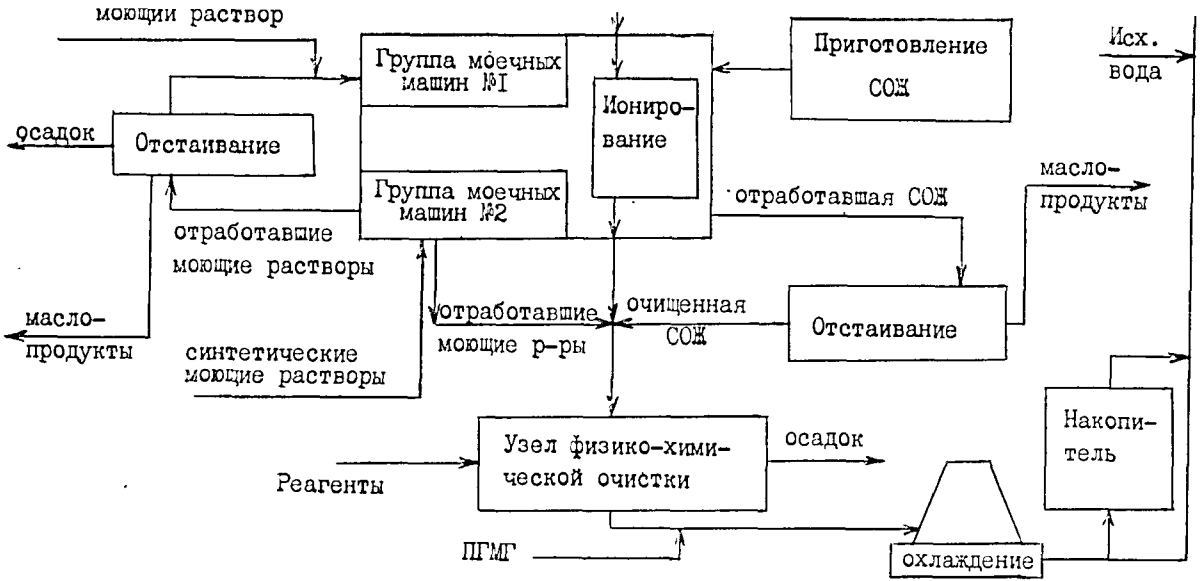

Рис. Схема оборотного водоснабжения ПО "ЗИЛ".

Кроме того, нами, совместно с сотрудниками Российского научного центра реабилитации и физиотерапии, была изучена эффективность применения ПГМГ для обеззараживания воды плавательных и лечебных бассейнов. Основанием для проведения такого рода исследований, служили сообщения о широком использовании за рубежом для этих целей структурного аналога ПГМГ - вантоцила (Заявка 3537627 ФРГ). Особенно актуальными такие исследования являются для практических курортологических учреждений, поскольку применяемые в настоящее время дезинфецирующие агенты зачастую не обеспечивают необходимую степень эпидемиологической безопасности воды, в частности по синегнойной палочке, которая нередко обнаруживается в водах, в том числе и минеральных, используемых для проведения бальнеотерапевтических процедур.

Проведенные в лабораторных условиях с образцами ПГМГ м.м. 10 тыс у.е. эксперименты показали, что концентрация его, равная 1,0 мг/л, при времени контакта не менее 24 часов с достаточной степенью надежности обеспечивает обеззараживание водопроводной и минеральной воды бассейнов в отношении бактериального (E.Coli и P.aeruginosa) и вирусного (бактериофаг T E. Coli) загрязнения.

Натурные исследования осуществлялись на базе лечебного бассейна Российского научного центра реабилитации и физиотерапии. Во время эксплуатации бассейна концентрация ПГМГ в его воде поддерживалась на уровне 1 мг/л. Еженедельный (в течение 5 мес) отбор проб воды бассейна свидетельствовал о том, что по своим санитарно-бактериологическим показателям она отвечала требованиям "Инструктивно-методических указаний по устройству, реконструкции и санитарному контролю плавательных

ссейнов с морской водой" (1976).

Таким образом, новые гуанидинсодержащие полимерные пре-
раты, полученные на основе ПГМГ, способны на уровне порого-
ых по органолептическому и недействующей по санитарно-токси-
логическому показателям вредности концентраций оказывать на-
ежный обеззараживающий эффект и могут быть рекомендованы для
рактического применения в качестве реагентов для очистки и
беззараживания природных и сточных вод с условием проведения
каждом конкретном случае предварительных широких лаборатор-
ых испытаний.

ВЫВОДЫ

1. ПГМГ является новым перспективным реагентом для обра-
отки питьевых и сточных вод, обладающий бактерицидными и
локулирующими свойствами, применение которого сдерживается
тсутствием для него гигиенического норматива.

2. В водной среде ПГМГ обладает высокой стабильностью и
ыраженной способностью к пенообразованию, интенсивность которо-
о зависит от концентрации и величины молекулярной массы реа-
ента. Пороговыми по органолептическому показателю вредности
пенообразование) являются концентрации ПГМГ, равные 0,5-
,5 мг/л.

3. ПГМГ оказывает выраженное ингибирующее влияние на про-
ессы биохимического потребления кислорода. Это его свойство
рактически не зависит от величины молекулярной массы или
олевого остатка и является определяющим в механизме неблаго-
риятного действия реагента на водоемы. Пороговой концентрацией
ГМГ по влиянию на общий санитарный режим водоемов является
,1 мг/л.

4. ПГМГ является умеренно токсичным соединением, видовая чувствительность животных для которого не характерна. Степень острой токсичности реагента практически не зависит от величины его молекулярной массы, но в значительной мере определяется видом солевого остатка.

5. При многократном поступлении в организм теплокровных животных в условиях подострых и хронического экспериментов ПГМГ обнаружил средне выраженные кумулятивные свойства и оказывал преимущественное влияние на функциональное состояние печени и центральной нервной системы. Максимальная недействующая доза (концентрация) ПГМГ установлена на уровне 0,I мг/кг (2,0 мг/л).

6. В дозах на уровне максимальной недействующей ПГМГ не оказывал влияния на репродуктивную функцию организма теплокровных животных: эмбриотоксический, гонадотоксический и мутагенный эффекты не выявлены.

7. Предельно допустимая концентрация ПГМГ в воде водных объектов установлена на уровне 0,I мг/л по общесанитарному показателю вредности.

8. ПГМГ на уровне концентраций, пороговых по органолептическому и недействующей по санитарно-токсикологическому показателям вредности, оказывает выраженный бактерицидный эффект что позволяет рекомендовать его к практическому применению в качестве реагента для очистки и обеззараживания природных и сточных вод, в том числе в оборотных системах промышленного водоснабжения.

Работы, опубликованные по теме диссертации

I. Гигиеническая оценка применения полигексаметиленгуани-
ина для обработки воды оборотных систем // Концепция создания
кологически чистых регионов. Тезисы докладов Всесоюзной конфе-
енции.- 28-3I мая I99I.- Волгоград.- с. 93 (в соавторстве).

2. Гигиеническая оценка водооборотного цикла спецпрачечной
ЭС // Концепция создания экологически чистых регионов. Тезисы
окладов Всесоюзной конференции.- 28-3I мая I99I.- Волгоград.-
. 87 (в соавторстве).

3. Гигиеническая оценка нового полимерного флокулянта
олигексаметиленгуанидина // Гигиена и санитария.- I992.- № 3.-
. II-I3.

4. Токсиколого-гигиеническая оценка полигексаметиленгуа-
нидина и некоторых его производных // Гигиенические аспекты
храны окружающей среды и здоровья человека. Научные труды
едико-профилактического факультета, к I50-летию со дня
ождения Ф.Ф.Эрисмана.- I992.- М.,- с. 85-88.