

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

Проектирование технологических схем очистки сточных вод

Методические указания к выполнению практических
работ для студентов специальности 280101

Курган 2005

Кафедра: «Экология и безопасность жизнедеятельности»

Дисциплина: «Системы защиты гидросферы» (специальность 280101)

Составил: доцент, канд.тех.наук Левашов С.П.

Утверждены на заседании кафедры « 21 » апреля 2005года

Рекомендованы методическим советом университета

« »

2005 года

Содержание

Введение	
1. Методические указания к выполнению практических работ	3
2. Методические рекомендации по выбору технологических схем очистки	4
2.1. Требования, предъявляемые к отведению в водные объекты производственных сточных вод	4
2.2. Характеристика основных методов очистки сточных вод	5
3. Литература	11
Приложения	12

Введение

Промышленные предприятия в процессе производства потребляют значительное количество чистой воды, а также сбрасывают очищенные или неочищенные сточные воды в окружающую среду, что приводит к загрязнению гидрографической сети и территории района их размещения. Поэтому обеспечение безопасности человека и окружающей среды от вредного воздействия сбрасываемых сточных вод, предотвращение ущерба при использовании осадков сточных вод является весьма актуальной задачей.

Сточные воды характеризуются крайним разнообразием состава и свойств. Состав сточных вод формируется в зависимости от сырья, конечных и промежуточных продуктов производства, реагентов, используемых в технологическом процессе или комбинацией перечисленных источников. Значительную опасность представляют сточные воды наиболее водоемких производств (целлюлозно-бумажная промышленность, черная и цветная металлургия, машиностроение), а также воды, несущие в себе загрязнения, особенно опасные для здоровья человека и в большей мере ограничивающие условия хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (электролизное производство, гальваника, производство органических и неорганических удобрений и т.п.). Интенсивное развитие промышленности и энергетики, сельского и коммунального хозяйства, значительный рост водопотребления, возросшие требования к качеству воды обуславливают строительство новых систем и сооружений водоснабжения, расширение и реконструкцию существующих.

Будущий инженер, получающий образование по специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере», должен иметь четкие представления о теоретических основах процессов и методов обеспечения качества воды, владеть практическими навыками по выбору, расчету и проектированию водоочистных сооружений.

Комплекс практических работ по курсу «Системы защиты гидросферы» состоит из практических заданий, связанных с разработкой технологических схем очистки сточных вод, анализом, выбором и обоснованием методов, аппаратов и устройств очистки, расчетами конструкций и определением параметров работы различных сооружений.

1 Методические указания к выполнению практических работ

Практические задания выполняются группой из 2-3 студентов. Исходными данными являются параметры и объемы сточных вод, которые задаются преподавателем перед началом занятий. Варианты заданий представлены в Приложении А.

На первом этапе студенты знакомятся с качественным и количественным составом сточных вод, после чего предлагают и анализируют различные варианты технологических схем очистки. Рекомендации по выбору технологических схем и оборудования изложены в данных методических указаниях, а также в литературных источниках [1-8]. На основе проведенного анализа студенты разрабатывают многоступенчатую схему очистки, содержание и результаты анализа оформляются в виде отчета по первой практической работе и утверждаются преподавателем.

Дальнейшие этапы работ связаны с проектированием аппаратов и устройств, входящих в состав утвержденной технологической схемы. Предлагаемые в качестве исходных данных параметры сточных вод предполагают необходимость применения 10-12 различных устройств. Методики расчета представлены в источниках [5-8]. Каждый расчет оформляется в виде промежуточного отчета по практической работе и проверяется преподавателем. Отчеты должны содержать необходимые схемы, рисунки, пояснения и выводы.

Результаты проведенной работы оформляются в виде итогового отчета по всему циклу практических занятий. Отчет должен содержать титульный лист, задание, промежуточные отчеты и заключительные выводы по результатам всей работы. При его оформлении следует выполнять требования, изложенные в ГОСТ 7.32-01 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

2 Методические рекомендации по выбору технологических схем и оборудования для очистки сточных вод

2.1 Требования, предъявляемые к отведению в водные объекты производственных сточных вод

Сточные воды - воды, направляемые в системы канализации или в водные объекты с применением специальных сооружений и устройств после их использования в производственных, коммунально-бытовых и иных целях. Производственные сточные воды должны максимально полно использоваться в системах оборотного водоснабжения объектов хозяйственной и иной деятельности с соблюдением требований, предусмотренных техническим регламентом о водоснабжении. Отведение производственных сточных вод непосредственно в водные объекты допускается при:

- невозможности использования производственных сточных вод в оборотном водоснабжении или для других целей;
- отсутствие технической возможности и экономической целесообразности отведения в системы канализации поселений.

Выбор схемы и системы отведения производственных сточных вод в водные объекты должен осуществляться с учетом:

- возможности использования технологических процессов, исключающих образование загрязненных сточных вод;
- качества воды, используемой в технологических процессах, и ее количества;
- количества и состава производственных сточных вод, образующихся в технологических процессах, свойств содержащихся в них загрязняющих веществ, материального и энергетического балансов водопотребления и водоотведения;
- токсичности производственных сточных вод, устанавливаемой методами биологического тестирования;
- возможности очистки сточных вод непосредственно в технологических процессах с целью извлечения отдельных веществ и повторного использования воды;
- недопустимости объединения потоков сточных вод с различных технологических процессов, при котором могут происходить химические реакции, сопровождающиеся выделением тепла, образованием горючих газов, вредных газов (сероводорода, цианистых соединений и пр.), а также кислорода.

Основные технические решения, принимаемые в проектах, должны быть обоснованы сравнением возможных вариантов. Оптимальный вариант должен определяться исходя из санитарно-гигиенических и рыбохозяйственных требований, с учетом наименьшей величины приведенных затрат, расхода материальных ресурсов и электроэнергии. Состав сточных вод, режим их образования и условия отведения определяются технологическим регламентом и санитарными нормативами.

2.2 Характеристика основных методов очистки сточных вод

Очистка сточных вод - удаление загрязняющих веществ из сточных вод с использованием физических, химических, биологических и иных методов;

Способы очистки сточных вод делятся на механические, физико-химические, электрохимические, биохимические. Метод обработки воды выбирают на основе предварительного изучения состава и свойств сточной воды и их сопоставления с требованиями нормативных документов. В комплекс очистных сооружений, как правило, входят сооружения механической очистки. В зависимости от требуемой степени очистки они могут дополняться сооружениями биологической либо физико-химической очистки, а при более высоких требованиях в состав очистных сооружений включаются сооружения глубокой очистки. Перед сбросом в водоем очищенные сточные воды обеззараживаются, образующийся на всех стадиях очистки осадок или избыточная биомасса поступает на сооружения по обработке осадка. Типовая схема представлена на рисунке 1.

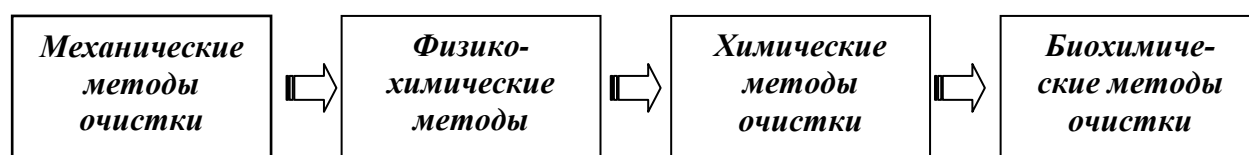


Рисунок 1. Типовая схема очистки сточных вод

Механические методы очистки

Для извлечения крупных примесей, во избежание засорения труб и каналов, используют **решетки**. Для удаления более мелких взвешенных частиц применяют **сита**, отверстия, которых зависят от улавливаемых примесей (0,5-1 мм). Для очистки от грубодисперсных примесей используется отстаивание в песколовках, отстойниках, нефтеловушках, осветлителях и др.

Песколовки предназначены для удаления механических примесей, размером более 250 мкм (песка, окалины). Принцип действия песколовки основан на изменении скорости движения твердых тяжелых частиц в потоке жидкости. Песколовки могут быть различных конструкций (с горизонтальным, вертикальным или круговым движением воды). Диаметр удаляемых частиц 0,2-0,25 мм продолжительность протекания вод не более 30 сек., глубина песколовки 0,25-1 м, ширина определяется расчетным путем.

Нефтеловушки. Применяются для выделения из сточных вод нефтепродуктов, масел и жиров. Принцип работы основан на всплывании частиц с меньшей, чем вода, плотностью (рис.). Скорость движения воды в нефтеловушке от 0,005-0,01 м/с, при этом всплывает 96-98% нефти. Скорость всплывания частиц зависит от их размера, плотности и вязкости раствора. Всплывают частицы 80-100 мкм. Время отстоя около 2 часов. Глубина нефтеловушки 1,5-4 м, ширина 3-6 м, длина около 12 м, количество секций не менее двух, соединенных последовательно.

Фильтрование. Применяется для выделения из сточных вод тонкодисперсных твердых и жидких частиц, которые не отстаиваются. В качестве фильтрующих материалов используются металлические сетки, тканевые фильтры (хлопчатобумажные, из стекло- и искусственного волокна), керамические, иногда используются зернистые материалы (песок, гравий, торф, уголь и др.). Это, как правило, резервуар, в нижней части которого устроен дренаж для отвода очищенной воды. Скорость фильтрования 0,1-0,3 м/час. Очистка фильтров проводится путем продувки воздухом или промывкой.

Гидроциклоны очищают сточные воды от взвешенных частиц под действием центробежной силы. Вода с высокой скоростью тангенциально подается в гидроциклон. При вращении в нем жидкости на частицы действуют центробежные силы, отбрасывающие тяжелые частицы к периферии потока. Чем больше разность плотностей, тем лучше разделение.

Физико-химические методы очистки.

Флотация применяется для удаления из сточных вод нерастворимых диспергированных примесей, которые плохо отстаиваются. Для этого в воду подают воздух под давлением через перфорированные трубы с мелкими отверстиями. При движении через слой жидкости, пузырьки воздуха сливаются с частичками загрязнений и поднимают их на поверхность воды, где они собираются в виде пены. Эффект очистки зависит от величины пузырьков воздуха, которые должны иметь размер 10-15 мкм. Степень очистки составляет 95-98%. Для увеличения степени очистки в воду можно добавить коагулянты. Иногда во флотаторе одновременно проводится и окисление, тогда воду насыщают воздухом, обогащенным кислородом или озоном. В других случаях для устранения окисления флотацию осуществляют инертными газами. Флотация бывает напорная и вакуумная.

Адсорбционная очистка (очистка на твердых сорбентах) применяется для глубокой очистки сточных вод при незначительной концентрации загрязнителей, если они биологически не разлагаются или являются сильными ядами (фенолы, гербициды, пестициды, ароматические и нитросоединения, СПАВы, красители и т.д.).

Адсорбция может быть реагентной, т.е. с извлечением вещества из адсорбента и деструктивной, с уничтожением извлекаемого вещества вместе с адсорбентом. Эффективность очистки, в зависимости от применяемого адсорбента, 80-95%. В качестве адсорбентов используются активированный уголь, зола, шлаки, синтетические сорбенты, глины, силикагели, алюмогели, гидраты окислов металлов. Наиболее универсальны активированные угли с радиусом пор 0,8-5 нм. Процесс адсорбции проводят либо при интенсивном перемешивании адсорбента и воды, с последующим отстаиванием, либо фильтрованием через слой адсорбента. Отработанный адсорбент регенерируют перегретым паром или нагретым инертным газом.

Ионообменная очистка применяется для извлечения из сточных вод металлов (Zn, Cu, Cr, Ni, Pb, Hg, Cl, Va, Mn и др.), а так же соединений мышьяка, фосфора, цианистых соединений и радиоактивных веществ. Метод позволяет рекуперировать ценные вещества. Суть метода состоит в том, что существуют природные и синтетические вещества (иониты), нерастворимые в воде, которые при смешивании с водой обменивают свои ионы на ионы, содержащиеся в воде. Иониты, способные поглощать из воды положительные ионы называют катионитами, а отрицательные – анионитами. Иониты, обменивающие и катионы и анионы, называются амфотерными. К неорганическим природным ионитам относятся цеолиты, глинистые минералы, полевые шпаты, различные слюды. К неорганическим синтетическим относятся силикагели, труднорастворимые окиси и гидроокиси некоторых металлов (алюминия, хрома, циркония и др.).

Органические природные иониты – это гуминовые кислоты почв и углей. К органическим искусственным относятся ионообменные слюды. Процессы ионообменной очистки сточных вод проводят на установках периодического и непрерывного действия.

Экстракция применяется для очистки сточных вод, содержащих фенолы, масла, органические кислоты, ионы металлов и др. Экстракция выгодна, если стоимость извлекаемых веществ компенсирует затраты на ее проведение. При концентрации 3-4 г/л экстракция выгоднее адсорбции.

Экстракция проводится в 3 стадии:

1. Интенсивное смешивание сточной воды с экстрагентом (органическим растворителем). При этом образуются две жидкие фазы; одна фаза - экстракт, содержащий извлекаемые вещества и экстрагент, другая – рафинад - сточную воду и экстрагент.
2. Разделение экстракта и рафината.
3. Регенерация экстрагента из экстракта и рафината.

Экстрагент из экстракта выделяется выпариванием, дистилляцией, химическим взаимодействием и осаждениями.

Ультрафильтрация – процессы фильтрования растворов через полупроницаемые мембраны под давлением, превышающим осмотическое. Мембраны пропускают молекулы растворителя, задерживая растворенные вещества, размером $\leq 0,5$ мкм.

Химические методы.

К химическим методам очистки сточных вод относят нейтрализацию, коагулирование и флокулирование, окисление и восстановление. Химическая очистка проводится как доочистка вод перед биологической очисткой или после нее.

Нейтрализация. Сточные воды, содержащие кислоты или щелочи, перед сбросом в водоемы или перед технологическим использованием подвергаются нейтрализации. Практически нейтральными считаются воды, имеющие рН 6,5...8,5. Для нейтрализации кислых стоков используют щелочи, для нейтрализации щелочных – кислоты.

Для нейтрализации кислых вод используют щелочи (NaOH, KOH), соду (Na_2CO_3), аммиачную воду (NH_3OH), карбонаты кальция и магния (CaCO_3 и MgCO_3), доломит (CaCO_3 и MgCO_3), цемент, известковое молоко ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Для нейтрализации щелочных сточных вод используют магнезит, доломит, известняк, шлак, зола, а также применяются отходящие газы, содержащие CO_2 , SO_2 , NO_2 , N_2O_3 и др. При этом происходит очистка дымовых газов от кислых компонентов.

Коагуляция – это процесс укрупнения дисперсных частиц при их взаимодействии и объединения в агрегаты. В очистке сточных вод ее применяют для ускорения процесса осаждения тонкодисперсных примесей и эмульгированных веществ. Коагулянты в воде образуют хлопья гидратов окисей металлов, которые быстро оседают под действием силы тяжести и улавливают коллоидные и взвешенные частицы.

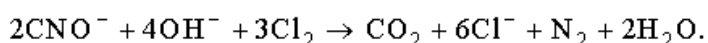
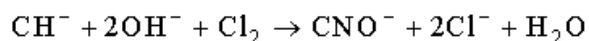
Флокуляция – это процесс агрегации взвешенных частиц при добавлении в сточную воду высокомолекулярных соединений, называемых флокулянтами. В отличие от коагуляции агрегатизация происходит не только в результате контакта, но и в результате взаимодействия флокулянта и извлекаемого вещества. Для очистки используют природные и синтетические (полиакриламид, крахмал, целлюлозы) флокулянты.

Очистка окислением и восстановлением.

Для очистки сточных вод используют следующие окислители: газообразный и сжиженный хлор, диоксид хлора, хлорную известь, гипохлориты кальция и натрия, перманганат калия, бихромат калия, перекись водорода, кислород воздуха, озон и др. При окислении токсичные загрязнения переходят в менее токсичные с последующим удалением из воды. Очистка окислением связана с большим расходом реагентов, поэтому окисление используется тогда, когда загрязнители трудно извлечь другими способами.

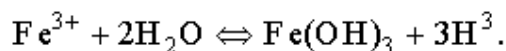
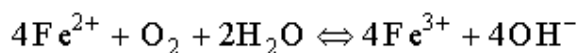
Окисление хлором. Хлор и вещества, содержащие активный хлор являются наиболее распространенными окислителями. Их используют для очистки сточных вод от сероводорода, фенолов, цианидов и бактерий.

При обеззараживании вод цианидов их окисляют до азота и диоксида углерода



При хлорировании воды бактерии, находящиеся в воде, погибают в результате окисления веществ, входящих в состав протоплазмы клеток.

Окисление кислородом воздуха используется при очистке воды от железа, для окисления двухвалентного железа в трехвалентное и последующим отделением гидроксида железа



Очистка восстановлением применяется в тех случаях, когда вода содержит легковосстанавливаемые вещества (соединения ртути, хрома, мышьяка). При этом их восстанавливают до металлов, а затем удаляют фильтрованием или флотацией.

Электрохимические методы очистки. Для очистки вод от различных растворенных и диспергированных примесей применяют анодное окисление, катодное восстановление, электрокоагуляцию, электрофлотацию, электродиолиз. Все эти процессы протекают на электродах при пропускании через сточную воду постоянного электрического тока.

Биохимические методы очистки.

Биохимические методы очистки применяются для очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод от органических и некоторых неорганических соединений (сероводорода, сульфидов, аммиака, нитратов и др.). Процесс очистки основан на том, что некоторые микроорганизмы используют загрязняющие вещества в пищу. Биохимическое окисление возможно, если отношение (БПК_П/ХПК) 100 \geq 50%, сточные воды не содержат ядовитых примесей тяжелых металлов, и концентрация биологически неокисляемых веществ не превышает определенных значений.

Биоразлагаемость сточных вод характеризуется через их биохимический показатель БПК_П/ХПК. Бытовые сточные воды имеют показатель $> 0,5$, промышленные (0,05-0,3).

По биохимическому показателю сточные воды делятся на четыре группы:

1. биохимический показатель $> 0,2$ – воды хорошо очищаются биохимически (пищевые предприятия, нефтехимия);
2. биохимический показатель 0,1-0,02 – воды после механической очистки могут быть направлены на биохимическое окисление;
3. БП – 0,01-0,001 – стоки могут быть направлены на биохимическую очистку после механической и локальной физико-химической очистки;
4. БП $<$ 0,001. Вода может очищаться только механически.

Для успешного протекания биохимического окисления в сточных водах должны присутствовать N, P, K, S, Mg, Ca, NaCl, Fe, Mn, Mo, Ni, Co, Zn, Cu.

Аэробные методы биохимической очистки.

Аэробная очистка может протекать в естественных и искусственных сооружениях. В естественных условия очистка происходит на полях орошения, полях фильтрации и биологических прудах. Искусственным являются биофильтры, аэротенки и окситенки. Выбор сооружений зависит от климатических условий, объема и состава стоков, концентрации загрязнителей. В искусственных сооружениях очистка идет быстрее, чем в естественных условиях.

Поля орошения. Сточные воды используются для орошения сельскохозяйственных культур, посадки деревьев и кустарников.

Биологические пруды представляют 3-5 ступенчатый каскад прудов, через которые с небольшой скоростью движется предварительно очищенная вода. Пруды бывают с естественной и искусственной аэрацией. При естественной аэрации пруды имеют небольшую (0,5-1 м) глубину и заселены водными организмами. При искусственной аэрации пруды аэрируют механическим перемешиванием или продуванием воздуха.

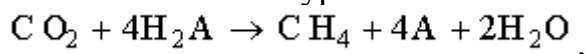
Биофильтры – сооружения, в которых сточные воды фильтруются через загрузочный материал, покрытый биологической пленкой, образованной колониями микроорганизмов. Микроорганизмы биопленки окисляют органические вещества, используя их в качестве питания и энергии. Омертвевшая пленка смывается отработанной водой и выносится из тела биофильтра. В качестве загрузочного материала используют объемную загрузку (гравий, шлак, керамзит, щебенку) и плоскую загрузку (пластмассы, асбоцемент, керамику, металл, ткани и др.).

Аэротенки представляют собой резервуары, в которых очищаемая сточная вода и активный ил насыщаются воздухом и перемешиваются. Для обеспечения нормального хода непрерывно подается воздух. После очистки вода отстаивается. Активный ил отделяется и частично подается на новую очистку, а частично сбрасывается на иловые площадки. Иногда вместо воздуха для окисления используют технический кислород. Эти сооружения называются **окситенками**.

Анаэробные методы биохимической очистки.

Анаэробные методы используются для сбраживания осадков, образующихся при биохимической очистке производственных сточных вод, а также для очистки концентрированных промышленных сточных вод с БПК_{полн.} >4-5 г/л. Конечными продуктами брожения являются спирты, кислоты, газы брожения (CO₂, H₂, CH₄).

Для очистки сточных вод используют метановое брожение. Основная реакция метанообразования может быть записана уравнением



где А и H₂А – органические вещества.

Процесс брожения проводят в метатенках – герметически закрытых резервуарах, оборудованных приспособлениями для ввода несброженного и отвода сброженного осадка. Перед подачей в метатенк осадок должен быть по возможности обезвожен.

Дополнительные рекомендации по выбору методов очистки приведены в Приложениях Б - Е. Пример технологической схемы очистки сточных вод представлен на рисунке 2.

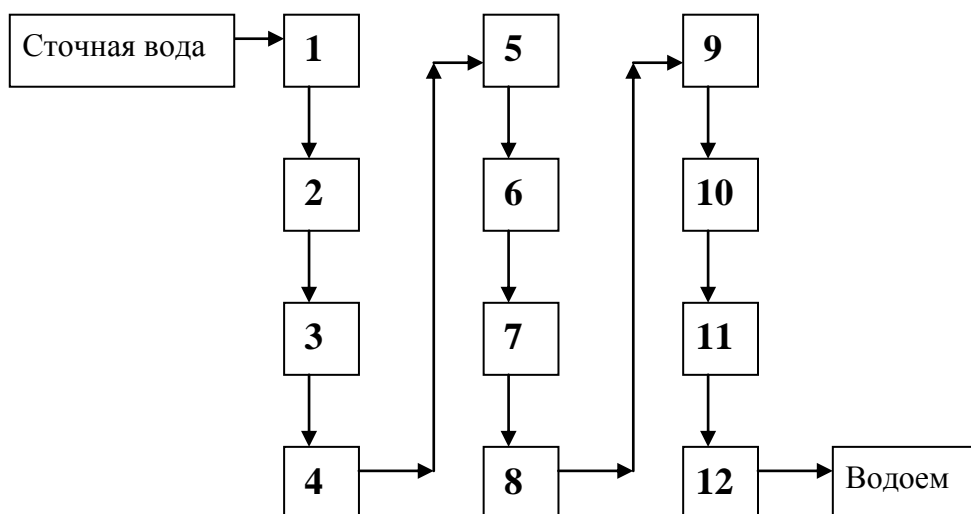


Рисунок 2. Пример технологической схемы очистки сточных вод
 1 - усреднение, 2 - процеживание, 3 - улавливание частиц в песколовке, 4 - улавливание легких фракций в нефтеловушке, 5 - центробежное улавливание в гидроциклоне, 6 - фильтрование, 7 - флотация, 8 - адсорбция, 9 - ионный обмен, 10 - обратный осмос, 11 - нейтрализация, 12 - биохимическое окисление

Список литературы

1. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. СанПиН 2.1.5.980-00.
2. Гигиенические требования к охране подземных вод. СП 2.1.5.1059-01.
3. "Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. ГН 2.1.5.1315-03"
4. Критерии оценки риска для здоровья населения приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Методические рекомендации. НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина РАМН, ЦГСЭН в г. Москве. - М.: 2000. - 53 с.
5. Родионов А.И., Клушин В.Н., Систер В.Г. Технологические процессы экологической безопасности. - Калуга: Изд. Н. Бочкаревой, 2000. — 800 с.
6. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник: В 3 т.- Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. —1021с.
7. Тимонин А.С. Основы расчета и конструирования химико-технологического и природоохранного оборудования: Справочник в 3 томах. Том 2. Изд. 2-е.- Калуга: Изд. Н. Бочкаревой, 2002. — 996 с.
8. СНиП 2.04.03-85 "Канализация. Наружные сети и сооружения".

Левашов Сергей Петрович

Проектирование технологических схем очистки сточных вод

Методические указания к выполнению практических
работ для студентов специальности 280101

Редактор - Н.М. Кокина

Подписано в печать
Печать трафаретная
Заказ

Формат 80 64 1/16
Усл.печ. л. 1,5
Тираж 100

Бумага тип №1
Уч. изд. л. 1,5
Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.

	Загрязняющее вещество или показатель	Допустимые значения * мг/л	Приложение А Исходные данные									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Общие параметры											
1.	Объем сточных вод м ³ /сут		40000	25000	8000	20000	50000	35000	14000	80000	45000	90000
2.	рН	6,5-8,5**	5	6	9	5	6	9	5	6	9	5
3.	Взвешенные вещества	220	600	1000	600	1000	600	1000	600	1000	600	1000
4.	Сухой остаток	1000	4000	8000	4000	8000	4000	8000	4000	8000	4000	8000
5.	Мутность	1,5	4	10	35	30	15	5	8	18	20	10
	Интегральные характеристики											
6.	БПК полный	100	50	20	90	70	60	20	80	90	80	30
7.	ХПК	400	600	5000	600	5000	600	5000	600	5000	600	5000
8.	Эфиروизвлекаемые вещества	20	50	40	60	80	40	30	60	40	30	70
	Металлы											
9.	Алюминий	0,2	0,02	0,6	0,9	0,02	0,4	2	0,5	0,02	0,9	0,6
10.	Железо 2+	0,05	0,5	0,8	0,6	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5	0,6	0,8
11.	Кадмий	0,001	0,01	0,2	0,02	0,01	0,2	0,01	0,2	0,01	0,02	0,2
12.	Марганец 2+	0,1	0,1	0,05	0,5	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,5	0,05
13.	Медь	0,005	0,05	0,8	0,08	0,05	0,8	0,05	0,8	0,05	0,08	0,8
14.	Молибден	0,00004	0,004	0,0006	0,006	0,004	0,0006	0,004	0,0006	0,004	0,006	0,0006
15.	Мышьяк	0,01	0,1	0,5	0,05	0,1	0,5	1	0,5	0,1	0,05	0,5

16.	Натрий	200	20	300	500	20	300	20	300	20	500	300
17.	Ртуть	0,0005	0,05	0,0009	0,009	0,05	0,0009	0,05	0,0009	0,05	0,009	0,0009
18.	Свинец	0,01	0,01	0,07	0,007	0,01	0,07	0,01	0,07	0,01	0,007	0,07
19.	Стронций	0,005	0,05	0,008	0,08	0,05	0,008	0,05	0,008	0,05	0,08	0,008
20.	Хром 3+	0,5	5	2	6	5	2	10	2	5	6	2
21.	Цинк	1,0	1,0	5	53	1,0	5	1,0	5	1,0	53	5
	Органические соединения											
25.	Бензол	0,01	0, 1	1	0, 3	1	0, 1	1	0, 4	1	0, 1	1
26.	Жиры	0,5	5	15	5	15	5	15	5	15	5	15
27.	Метанол	3	13	33	13	33	13	33	13	33	13	33
28.	Мочевина	1,0	0,8	0,08	0,8	0,08	0,8	0,08	0,8	0,08	0,8	0,08
29.	Нефтепродукты	0,3	30	300	30	300	30	300	30	300	30	300
30.	СПАВ анионные	0,2	2	20	2	20	2	20	2	20	2	20
31.	Толуол	0,5	0,05	5	0,05	5	0,05	5	0,05	5	0,05	5
32.	Формальдегид	0,05	0,5	0,15	0,5	0,15	0,5	0,15	0,5	0,15	0,5	0,15
33.	Этилбензол	0,01	0,001	0,01	0,001	0,01	0,001	0,01	0,001	0,01	0,001	0,01
	Неорганические соединения											
34.	Азот общий	10	5	25	7	25	5	25	9	25	5	25
35.	Аммоний-ион	5,0	8	9	6	9	8	9	4	9	8	9
36.	Дихлораминобензол	0,002	0,001	0,01	0,001	0,01	0,001	0,01	0,001	0,01	0,001	0,01
37.	Кремний	10	7	26	7	26	7	26	7	26	7	26
38.	Нитриты	3,3	6	8	6	8	6	8	6	8	6	8
39.	Сероводород	0,03	3	0,4	0,5	0,4	3	4	0,3	0,5	0,3	0,4
40.	Сульфаты	500	800	850	800	850	800	850	800	850	800	850
41.	Фосфаты	5	4	9	4	9	4	9	4	9	4	9
42.	Фториды	1,5	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7
43.	Хлор общий	отсутст	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7
44.	Цианиды	0,035	0,08	0,05	0,08	0,05	0,08	0,05	0,08	0,05	0,08	0,05

	Летучие галогенор- ганические соеди- нения											
45.	1,1,1-Трихлорэтан, 1,2-Дихлорэтен,	0,03	0,09	0,07	0,05	0,09	0,07	0,05	0,09	0,05	0,07	0,09
	Пестициды (содер- жащие азот)											
46.	Атразин, Прометрин, Семерон, Симазин	0,001	0,01	0,016	0,06	0,01	0,016	0,06	0,01	0,06	0,016	0,01
	Полициклические ароматические углеводороды											
47.	Бензо(а)пирен, Нафталин, Пирен,	0,00001	00001	0,0009	0,0004	00001	0,0009	0,0004	00001	0,0004	0,0009	00001
	Фенолы											
48.	2,3,-Триметилфенол, 2,6-Ксиленол, 2- Этилфенол,	0,05	0,09	0,1	0,15	0,09	0,1	0,15	0,09	0,15	0,1	0,09
	Бактериологиче- ские примеси											
49.	Возбудители кишеч- ных инфекций	отсут- ствие	0,7	0,2	0,6	0,7	0,2	0,6	0,7	0,6	0,2	0,7
* Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и куль- турно-бытового водопользования (Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03)												

Приложение Б
Сравнение методов очистки воды

Загрязнение		Взвеси	Органики	Микроорганизмы	Соле-содержание	Жесткость	Железо	Тяжелые металлы	Вид отходов	Объем отходов, %	Достоинства	Недостатки
Способ очистки												
Фильтрация	Механическая	+					(+)		шлам	5	Без реагентов	-
	микро-	+		+			+			5-30		
	ультра-	+	+	+			+		Концентрат	25-60		объем отходов
	нано-	+	+	+	(+)	+	+	+				
	обратный осмос	+	+	+	+	+	+	+				
Окисление	Cl2		+	+			+	+	-	-	последствие	агрессивные реагенты
	O3		+	+					-	-	-	сложн. энергоем.
Коагуляция		+	(+)				+	+	шлам	5	-	объем оборудования
Реагентная обработка		+	(+)		(+)	+	+	(+)	-	-	-	реагенты
Адсорбция			+				(+)		уголь	<1	-	-
Ионный обмен	умягчение					+	+	+	регенерат	1-10	надежность	агрессивные реагенты, солевые отходы
	обессоливание		(+)		+	+	+	+				
Электродиализ					+	+	+	+	концентрат	1-5	без реагентов	сложность
Выпарка		+			+	+	+	+	концентрат	5-10		энергоемкость
УФО			(+)	+					-	-		-

Приложение В

Ориентировочные размеры загрязнений и методы их извлечения

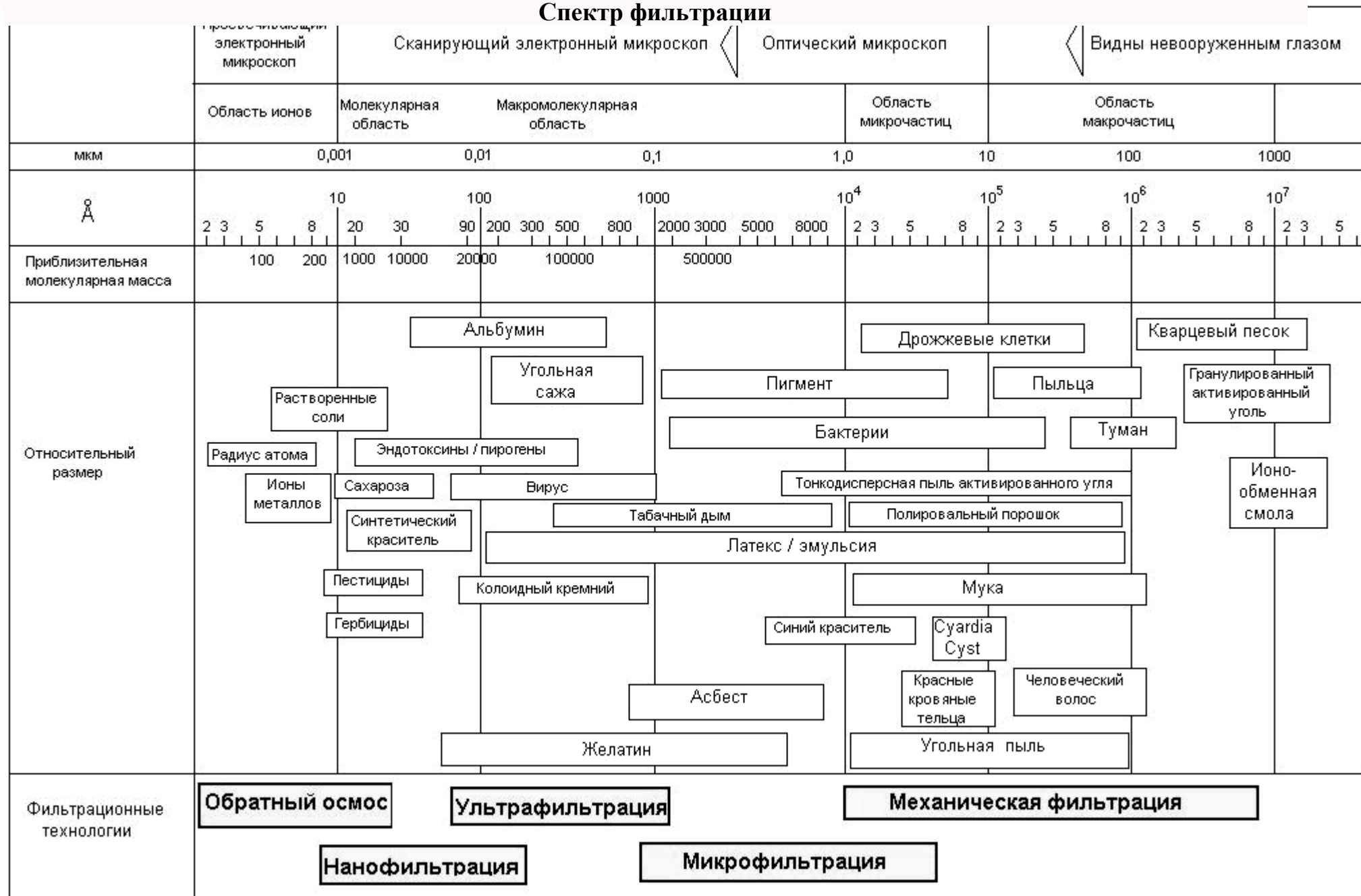
Размер частиц, мкм	Молекулярная масса	Состояние загрязнений	Метод удаления	Рабочее давление, МПа	Способ фильтрации
1,0-100	-	Твердые макрочастицы. Механические взвеси	Механическая фильтрация. Макрофильтрация	0,01-0,05	Насыпные фильтры, сетки, мембраны
0,1-1,0	>500 000	Микровзвеси, коллоиды, бактерии	Микрофильтрация	0,03-0,2	Мембраны
0,1-0,01	10000-500000	Макромолекулы, коллоиды, бактерии, вирусы	Ультрафильтрация	0,07-0,7	Мембраны
0,01-0,001	100-10 000	Многочargedные ионы, молекулы, вирусы	Нанофильтрация	0,3-1,6	Мембраны
0,001-0,0001	<100	Ионы солей	Обратный осмос	0,3-7,0	Мембраны

Приложение Г

Сравнение мембранных методов очистки воды

Процесс	Обратный осмос	Наночильтрация	Ультрафильтрация	Микрофильтрация
Тип мембраны	ассиметричная	ассиметричная	ассиметричная	ассиметричная, симметричная
Поддерживающий слой, мкм	150	150	150-250	10-150
Разделительный слой, мкм	1	1	1	-
Размер пор, мкм	<0.002	<0.002	0.2-0.02	4-0.02
Разделение	Низко-, высокомолекулярная органика, ионы, молекулы, глюкоза	Высокомолекулярная органика, многозарядные ионы	Макромолекулы, протеины, полисахариды, вирусы	Частицы, бактерии
Материал мембраны	ацетаты целлюлозы, композитные	ацетаты целлюлозы, композитные	ацетаты целлюлозы, полисульфон, ПВХ, керамика, композитные	ацетаты целлюлозы, полипропилен, полисульфон, ПЭ, ПВХ, лавсан, керамика, фторопласты
Тип модуля	трубчатый, спиральный, плоскорамный	трубчатый, спиральный, плоскорамный	трубчатый, спиральный, плоскорамный, полое волокно	трубчатый, спиральный, полое волокно
Рабочее давление, атм	15-150	5-35	1-10	<2

Спектр фильтрации



Приложение Е
Рекомендуемые способы очистки загрязненной воды.

Органолептические показатели			
Показатели воды	Источники загрязнения	Вызываемые болезни	Рекомендуемая очистка
Мутность	Эрозии природных источников, промышленные сбросы	Не влияет непосредственно на здоровье; индикатор загрязнения	Фильтрация, коагуляция, отстаивание
Цветность	Обусловлено присутствием гумусовых веществ почвенного, растительного, планктонного или торфяного происхождения, а также металлов в виде естественных примесей или продуктов коррозии; промышленные стоки	Существенное изменение цвета означает возможность присутствия опасных веществ	В зависимости от источника загрязнения
Привкус	Биохимические загрязнения	Необычный привкус может указывать на наличие опасных веществ	В зависимости от источника загрязнения
Запах	Биохимическое загрязнение	Необычный запах может указывать на наличие опасных веществ	В зависимости от источника загрязнения
Микробиологические показатели			
Показатели воды	Источники загрязнения	Вызываемые болезни	Рекомендуемая очистка
Колиформные бактерии	Сточные воды, фекальные загрязнения	Заболевания органов пищеварительного тракта. Присутствие в воде может указывать на наличие других бактерий	Хлорирование, УФ облучение, дистилляция
Giardia Lamblia	Человеческие и животные фекалии	Заболевания желудка и кишечника	Хлорирование, УФ облучение, дистилляция
Кишечные вирусы	Человеческие и животные фекалии	Заболевания желудка и кишечника	Хлорирование, УФ облучение, дистилляция

Неорганические вещества			
Показатели воды	Источники загрязнения	Вызываемые болезни	Рекомендуемая очистка
Алюминий	Широко распространен в природе, применяется в качестве коагулянта при очистке воды	При высоких концентрациях возможно поражение мозга	Ионообмен, обратный осмос (ОО)
Аммиак	Продукт процессов метаболизма с/х промышленного производства; образуется в результате процесса обеззараживания с использованием хлорамина	Не влияет непосредственно на здоровье но может влиять на эффективность обеззараживания; появляется привкус и запах в воде	Ионообмен, природный цеолит
Асбест	Растворение асбестосодержащих минералов и руд, промышленные стоки, асбестоцементные трубы	Возможность заболевания раком	Фильтрация
Барий	Природные источники	Возможность сердечно-сосудистых заболеваний	Ионообмен, ОО, дистилляция
Бериллий	Электрическая, аэрокосмическая и военная промышленность	Вызывает генные мутации, воздействует на костные ткани и легкие	Коагуляция и фильтрация, активированный уголь, активированный оксид алюминия, ионообмен, ОО, дистилляция
Бор	Некоторые строительные материалы, некоторые моющие средства, промышленные и коммунальные стоки	Длительное воздействие приводит к раздражению желудочно-кишечного тракта, заболеваниям органов репродуктивной системы	Ионообмен, ОО
Жесткость	Растворимые формы кальция и магния	Повышенная жесткость воды может способствовать образованию накипи и появлению привкуса в воде; вызывает раздражение кожных покровов	Умягчение, ОО
Железо	Широкое распространение в природе; железосодержащие коагулянты, коррозия стальных или чугунных труб	Нарушение функции желудочно-кишечного тракта, печени; влияет на привкус и цвет воды	Каталитическое и реагентное окисление и фильтрация
Кадмий	Текстильная, сталелитейная промышленность; производство пластмасс; нефтепереработка; сплавы и металлическая арматура	Вызывает заболевания почек, бронхит, анемию; влияет на внешние показатели воды	Ионообмен, ОО, дистилляция, коагуляция и фильтрация
Марганец	Широкое распространение в природе; обычно поступает в воду вместе с железом	Воздействие на ферментные системы мозга	Каталитическое и реагентное окисление и фильтрация

			ция
Медь	Широкое распространение в природе; коррозия труб, промышленные стоки	Раздражение желудка при высоких концентрациях, цирроз печени	Ионообмен, ОО, дистилляция
Мышьяк	Попадает в воду при растворении минералов и руд, с промышленными стоками; применяется в металлургической, сталелитейной, текстильной промышленности; производство красителей, консервантов для древесины; фармакология	Рак кожи, возможны другие виды рака	Ионообмен, ОО. дистилляция, коагуляция и фильтрация, активированный оксид алюминия
Никель	Металлосплавы, аккумуляторы, гальваническое покрытие, химическая промышленность, грунтовые и промышленные стоки	Длительное воздействие влияет на ЦНС и почки, репродуктивную систему	Ионообмен, ОО, дистилляция
Нитраты	Присутствует в удобрениях, сточных водах, минералах	Повышение риска заболевания раком, метгемоглобинемия	Ионообмен, ОО, дистилляция
Натрий	Природные источники, промышленные стоки, городской сток при использовании соли при борьбе с гололедом	Возможна гипертония у особо чувствительных людей	ОО, дистилляция
Ртуть	Применяется в фунгицидных и бактерицидных покрытиях, покрытиях против биологического обрастания, в термометрах и барометрах, текстильная и деревообрабатывающая промышленность, переработка нефти, входит в состав красителей	Поражает ЦНС, почки, репродуктивную систему, вызывает гипертонию	Ионообмен, ОО, фильтрация, коагуляция и дистилляция, активированный уголь
Свинец	Производство свинцово-кислотных аккумуляторов, сплавов, припоев; входит в состав бензина; свинцесодержащие трубы и арматуры	Токсичное вещество общего действия; накапливается в скелете; нарушает метаболизм кальция и витамина D; влияет на ЦНС, возможный канцероген; нарушение умственного развития у детей	Ионообмен, ОО, дистилляция, коагуляция и фильтрация, активированный уголь
Сурьма	Антипирен, керамика, электронная аппаратура, припой	Возможный канцероген для человека	Коагуляция и фильтрация, ОО, дистилляция
Селен	Природные источники; используется в качестве микроэлемента в кормах для животных, текстильной, деревообрабатывающей промышленности	Токсичен при длительном воздействии; поражает ногти, волосы, печень	Умягчение, ОО, коагуляция, активированный оксид алюминия, дистилляция
Серебро	В природных условиях встречается в виде со-	Симптомом избыточного содержа-	Ионообмен, ОО, дистилля-

	лей в грунтовых водах; применяется в медицине, фармакологии; в производстве аккумуляторов	ние в организме является аргироз	ция
Фториды	Природные источники; производство алюминия, фосфорных удобрений	При чрезмерных концентрациях флюороз зубов и костей	Ионообмен, ОО, дистилляция, активированный оксид алюминия
Хром	Природные источники; используется при выделке кожи, в производстве металлов, резины, в текстильной промышленности, нефтепереработке, фармакологии	Расстройство печени и почек, влияет на кожные покровы и пищеварительную систему; риск заболевания раком	Ионообмен, ОО, дистилляция, коагуляция и фильтрация
Хлориды	Природные источники; сточные промышленные воды, городской сток при использовании соли для борьбы с гололедом	Высокие концентрации влияют на вкус воды	Ионообмен, ОО, дистилляция
Цианиды	Гальванические покрытия, сталь, пластмасса; удобрения, горнодобывающая промышленность; промышленные загрязнения	Воздействует на щитовидную железу и ЦНС	Ионообмен, ОО. дистилляция, химическое окисление
Цинк	Широкое распространение в природе; цинк-содержащие водопроводные трубы	Не влияет непосредственно на здоровье, но изменяет внешние характеристики воды: неприятный вкус, жирная пленка при кипении	Ионообмен, ОО. дистилляция
Органические вещества			
Показатели воды	Источники загрязнения	Вызываемые болезни	Рекомендуемая очистка
1,1-дихлорэтан	Используется в производстве красителей, пластмассы, клеящих средств, парфюмерии	Депрессант ЦНС, оказывает токсичное действие на печень, почки, при профессиональных воздействиях	Активированный уголь
1,2-дихлорэтан	Бензин, красители, лаки, фумиганты, инсектициды	Почки, печень, вызывает тошноту	Активированный уголь
1,1,1-трихлорэтан	Производство пестицидов, пластмассы, металлов; поверхностные и грунтовые воды	Воздействие высоких концентраций токсично для печени	Активированный уголь
1.1.2-трихлорэтан	Растворитель в производстве химикатов, резины, металлов	Почки, печень, нервная система	Активированный уголь
1,2-дихлорбензол	Фумиганты, инсектициды, воск, асфальт, резина, смолы	Легкие, почки, печень	Активированный уголь
1,2-дихлорпропан	Инсектицидные фумиганты, средства сухой	Легкие, почки, печень	Активированный уголь

	химической чистки, производство смол, воска, нефтепродуктов		
1,4-дихлорбензол	Средства против моли, гербициды, пестициды, фумиганты почвы	Нервная система, печень, почки, возможен рак	Активированный уголь
Акриламид	Флокулянт, применяется в очистке сточных вод	Нейротоксичен, воздействует на половые клетки, нарушает репродуктивную систему; рак	Активированный уголь
Бензол	Входит в состав горючих материалов, бензина, основной источник - выбросы автотранспорта	Лейкемия, анемия, высокий риск заболевания раком, поражает ЦНС	Активированный уголь
Тетрахлорид углерода	Очищающее средство; хладагент, производство фумигантов, полимеров	Заболевания ЦНС, печени, пищеварительной системы, рак	Активированный уголь
Дихлорметан	Удалитель лакокрасочных покрытий	Рак	Активированный уголь
Этилбензол	В производстве бензина, инсектицидов и асфальта, нефтеперерабатывающая промышленность	Возможен рак	Активированный уголь
Монохлорбензол	В производстве пестицидов, промышленный растворитель	В высоких дозах влияет на печень, кровеносную систему, возможен рак	Активированный уголь
ПАУ	Продукты сгорания и пиролиза	Рак	Активированный уголь
Ди(2-этилгексил)-фтолат	Пластмассы	Поражает кожные покровы, печень, вызывает тошноту, возможен рак	Активированный уголь
Стирол	Производство пластмасс, смол	ЦНС, раздражение слизистых оболочек, обладает мутагенным действием, рак	Активированный уголь
Тетрахлорэтен	Растворитель для химической чистки, обезжиривающий растворитель, производство резиновых изделий, красителей, воска, чернил	Поражает ЦНС, повреждения почек, печени	Активированный уголь
Толуол	Растворитель для красителей, лаков и клеящих материалов, в компаундированном бензине	Поражения ЦНС и раздражения слизистых оболочек	Активированный уголь
Хлороформ	Образуется при обработке хлором воды, содержащей органические вещества,	Вызывает изменения в почках, щитовидной железе, печени	Активированный уголь, ультрафильтрация, ОО

1,2-Дихлорэтен	Промышленный растворитель в производстве лакокрасочных, резиновых материалов, парфюмерии	Кровеносная система, нервная система, печень	Активированный уголь
Трихлорэтен	Используется при сухой химической чистке, для обезжиривания металла; производство резины, клеящих средств, полимеров, масел, фумигантов	Вызывает раздражения кожи, влияет на ЦНС, возможен рак	Активированный уголь
Ксилол	Растворитель при компаундировании бензина, в химическом синтезе	Воздействует на ЦНС. почки, легкие, печень	Активированный уголь
Винилхлорид	Хладагент	Вызывает ангиосаркому печени, опухоль головного мозга, рак легких, молочных желез, лимфатических и кровеносных тканей	Активированный уголь
Пестициды			
Показатели воды	Источники загрязнения	Вызываемые болезни	Рекомендуемая очистка
Альдикарб	Пестициды для борьбы с с/х вредителями; самые токсичные	Влияет на ЦНС, дыхательные пути, почки, печень, возможен рак	Активированный уголь
Карбофуран	Инсектицид широкого действия	Возможный канцероген	Активированный уголь
Гептахлорэпоксид	Побочный продукт производства пестицидов	Влияет на ЦНС, дыхательные пути, почки, печень, возможен рак	Активированный уголь
Гексахлорбензол	Побочный продукт производства пестицидов	Рак	Активированный уголь
Гексахлорциклопентадин	С/х инсектицид	Рак	Активированный уголь
Линдан	С/х инсектицид; консервант для древесины	Влияет на ЦНС, дыхательные пути, почки, печень, возможен рак	Активированный уголь
Метоксихлор	С/х инсектицид	Влияет на ЦНС, дыхательные пути, почки, печень, возможен рак	Активированный уголь

Оксамил	С/х инсектицид	Заболевания почек	Активированный уголь
Токсафол	С/х инсектицид	Влияет на ЦНС, дыхательные пути, почки, печень, возможен рак	Активированный уголь
Гербициды			
Показатели воды	Источники загрязнения	Вызываемые болезни	Рекомендуемая очистка
2,4-Д	С/х гербицид	Влияет на нервную и репродуктивную системы, почки, печень; рак	Активированный уголь
Алохлор	С/х гербицид	Рак носовой раковины, опухоли желудка, щитовидной железы	Активированный уголь
Пентахлорфенол	С/х гербицид, консервант древесины, промышленные загрязнения	Поражает нервную и репродуктивные системы, почки, печень, сердце, дыхательные пути; возможен рак	Активированный уголь
Симазин	Применяется при выращивании с/х культур, а также вне районов с/х производства	Возможен рак	Активированный уголь