

**ВОДА И ЗДОРОВЬЕ.
Методы улучшения
качества воды.**

**Лектор профессор
Лутай Галина
Федоровна**

МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

КАЧЕСТВО ВОДЫ

1. Грубодисперсные примеси > 100 мкм
2. Тонкодисперсные примеси 100-0,1 мкм
3. Коллоидные примеси 0,001 мкм
4. Растворимые примеси менее 0,001 мкм
5. Бактерии
6. Вирусы
7. Простейшие
8. Яйца гельминтов

КЛАССЫ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ВОДЫ

Подземные водоисточники

I класс- Сан ПиН 2.1.4.1074-01

не требует водоподготовки

II класс- аэирование, фильтрация,
обеззараживание

III класс- II класс + отстаивание,
использование реагентов

Поверхностные водоисточники

I класс- фильтрация, коагуляция,
обеззараживание

II класс- I класс + отстаивание,
микрофильтрование

III класс- II класс + окислительные и
сорбционные методы,
дополнительная ступень
осветления

МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

1. ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

- 1.1 Осветление
- 1.2 Обесцвечивание
- 1.3 Дезодорация

2. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

- 2.1 Фторирование
- 2.2 Обесфторирование
- 2.3 Умягчение
- 2.4 Обезжелезивание

3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭПИДЕМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

- 3.1 Обеззараживание

ОСВЕТЛЕНИЕ Осаждение- фильтрация

1. ЭТАП- Осаждение взвешенные веществ

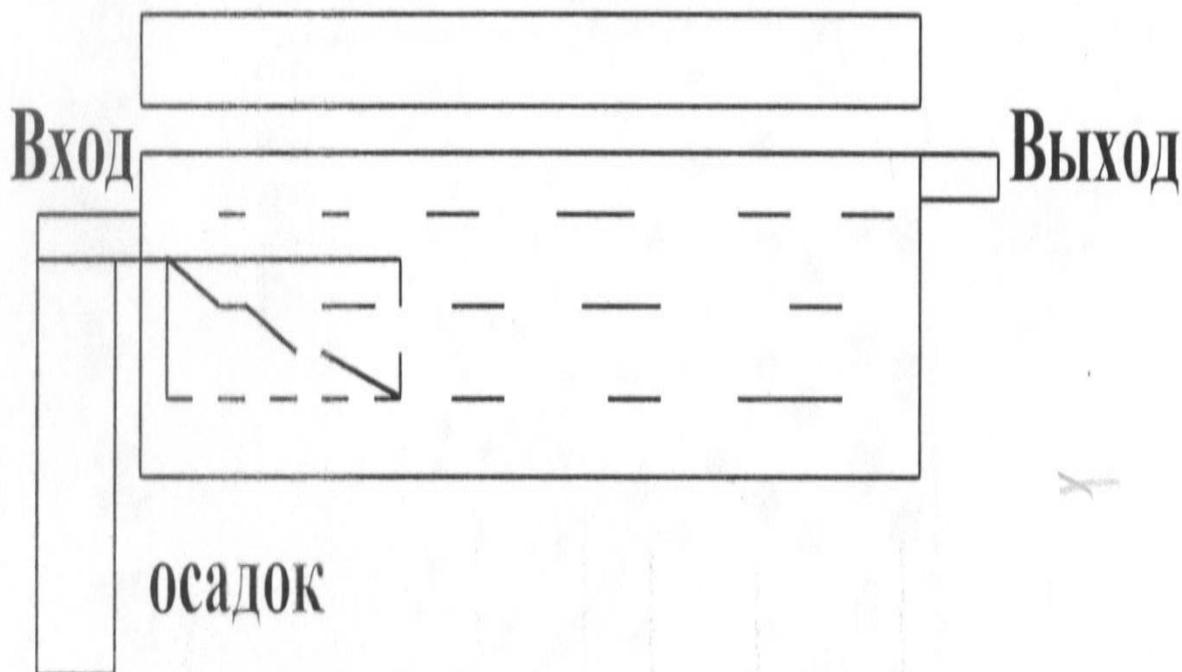
СООРУЖЕНИЯ

- 1. Горизонтальные отстойни
- 2. Вертикальные отстойники

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ОТСТОЙНИК

$T = 4 - 8$ час

$V = 2 - 4$ мм/с



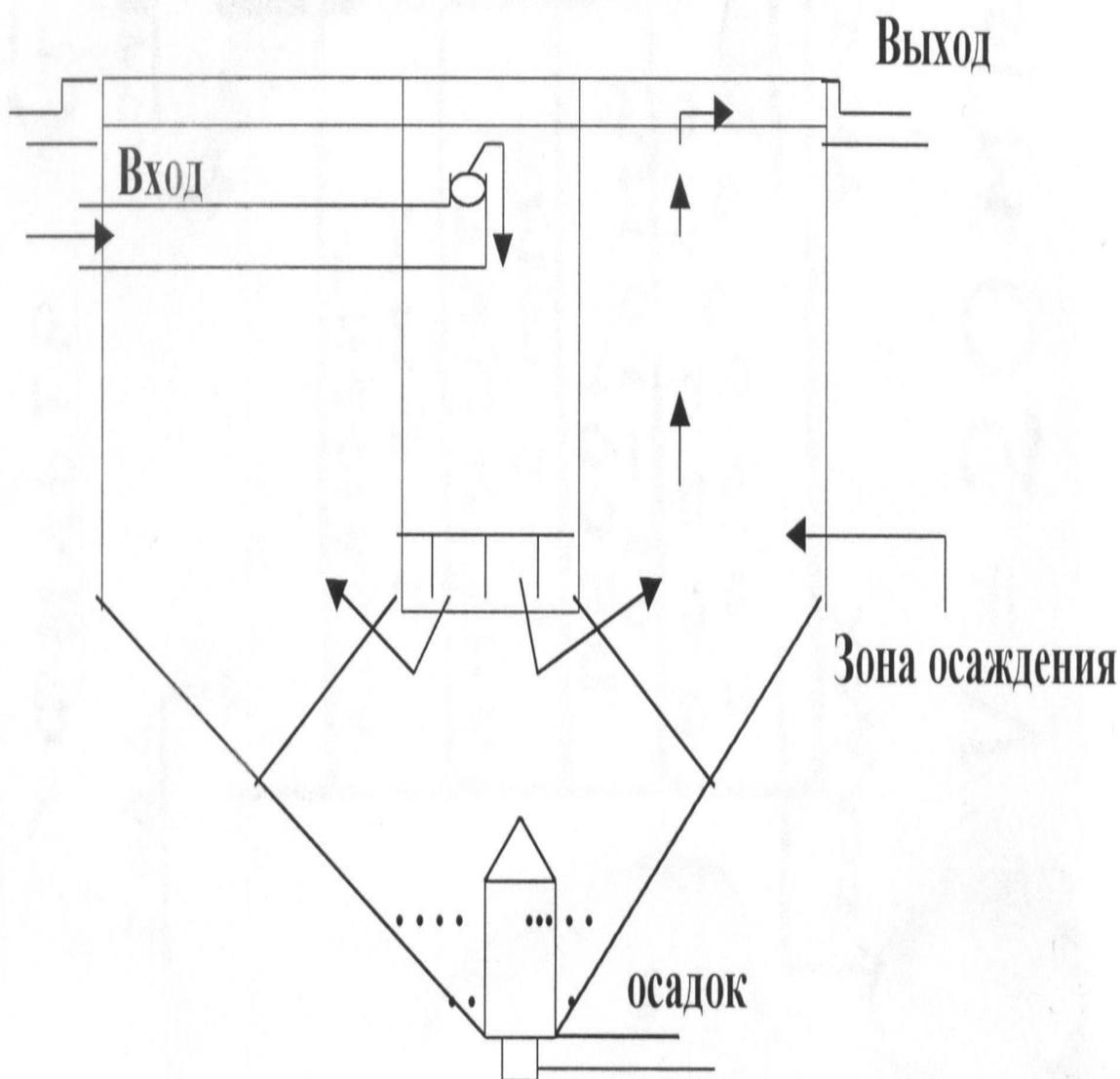
ГРУБОДИСПЕРСНЫЕ ВЗВЕСИ > 100 МКМ

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ОТСТОЙНИК

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ОТСТОЙНИК

$V = 0,5 - 0,6 \text{ мм/с}$

$T = 4 - 8 \text{ час}$



водопроводы - до $3000 \text{ м}^3 / \text{сутки}$

2. ЭТАП

**Фильтрация через фильтры с
зернистой загрузкой**

ФИЛЬТРУЮЩИЙ СЛОЙ

Кварцевый песок

Антрацитовая крошка

Керамзит

Дробленый мрамор

ПОДДЕРЖИВАЮЩИЙ СЛОЙ

Гравий

Щебень

2 мм



40 мм

КЛАССИФИКАЦИЯ ФИЛЬТРОВ

1. По V фильтрации

1.1 Медленные (0,1-0,3) м/час

1.2 Скорые (5-10) м/час

2. По направлению потока

2.1 Однопоточные

2.2 Двухпоточные - подача воды сверху- 30 %
- подача воды снизу - 70 %

3. По числу фильтрующих слоев

3.1 Однослойные- песок

3.2 Двухслойные- антрацит, песок

3.3 Многослойные- песок, антрацит, керамзит

4. Скорые фильтры с повышенной грязеемкостью

4.1 Двухслойной загрузкой

4.2 Двухпоточный АКХ

4.3 Двухпоточный с двухслойной загрузкой-
ДДФ

ОСОБЕННОСТИ МЕДЛЕННОГО ФИЛЬТРА

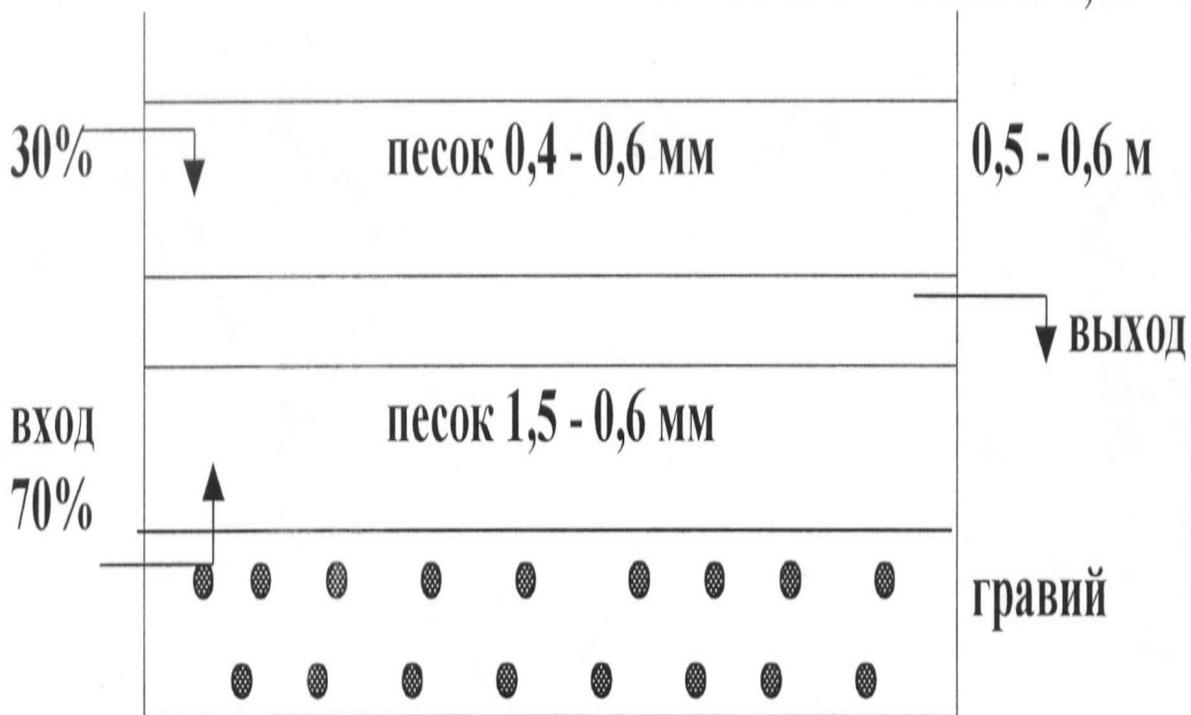
1. Биологическая пленка (активный ил)- (0,5-1,0) мм и больше
2. Фильтрующий слой- кварцевый песок $h = (800-820)$ мм
3. Поддерживающий слой- гравий или щебень $h = (400-450)$ мм
4. Эффективность - взвеси, бактерии ↓ 95 - 99 %
органические вещества ↓ 20 - 45 %
цветность ↓ 20 %

ОСОБЕННОСТИ СКОРОГО ФИЛЬТРА

1. Физико- химический процесс
 - 1.1 Коагуляция
 - 1.2 Адсорбция
2. Фильтрация в толще фильтрующей загрузки
3. Высота слоя воды не менее 2 м
4. Промывка обратным током воды
5. Эффективность- бактерии 95 % (82 - 96)

V - 12 - 15 м/ч

высота 1,45 - 1,65 м



Двухпоточный фильтр АКХ

УДАЛЕНИЕ ФИТО- И ЗОО- ПЛАНКТОНА

1. Микрофилтры
2. Барабанные сита

УСЛОВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

1. Цветение водоема > 1 мес.
2. Содержание клеток > 1000 в 1 см³

ЭФФЕКТИВНОСТЬ

1. Взвеси ↓ на 30 - 40 %
2. Фитопланктон ↓ на 60 - 90 %

ОБЕСЦВЕЧИВАНИЕ

Устранение окрашенных
коллоидов и истинно
растворенных веществ

КОАГУЛЯЦИЯ

1. Укрупнения
2. Агрегации
3. Осаждения

КОАГУЛЯЦИЯ В СВОБОДНОМ ОБЪЕМЕ

1. Камеры хлопьеобразования-
вертикальный отстойник

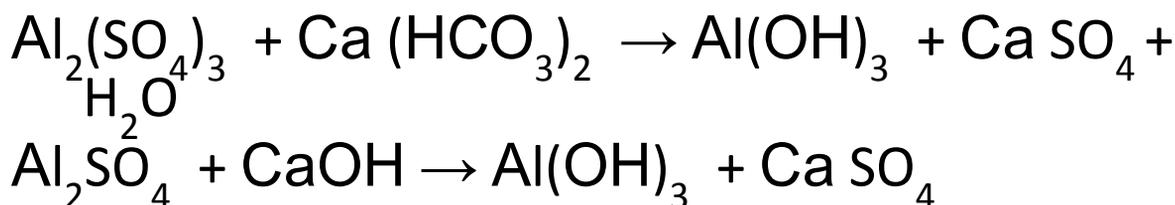
2. Контактная коагуляция
 - 1) контактный фильтр- скорый
фильтр- раздельная подача К и
 H_2O - сверху
 - 2) контактный осветлитель- скорый
фильтр- совмещенная подача К и
 H_2O - снизу

- 1) контактный фильтр - скорый
фильтр - раздельная подача К и
 H_2O - сверху
- 2) контактный осветлитель -
скорый фильтр - совмещенная
подача К и H_2O - снизу

КОАГУЛЯНТЫ

1. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$
2. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
3. $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

РЕАКЦИЯ КОАГУЛЯЦИИ



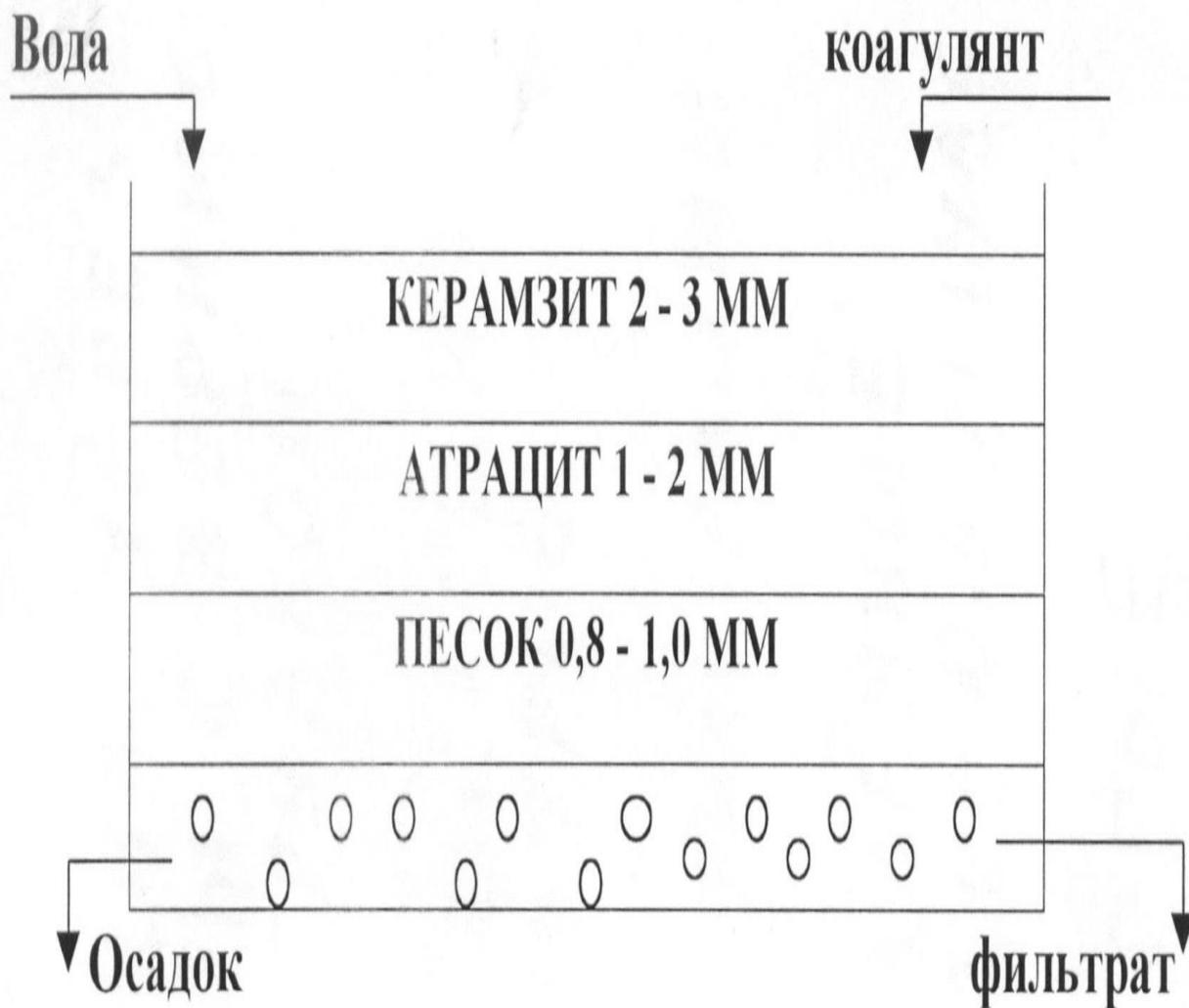
1. pH
2. устранимая жесткость
3. температура
4. гуминовые вещества
5. характер взвеси
6. время (30 мин- летом, 60 мин- зимой)
7. доза
8. флокулянты (50 - 250) мг/л

МЕХАНИЗМ КОАГУЛЯЦИИ

КОАГУЛЯНТ КОЛЛОИД (К)

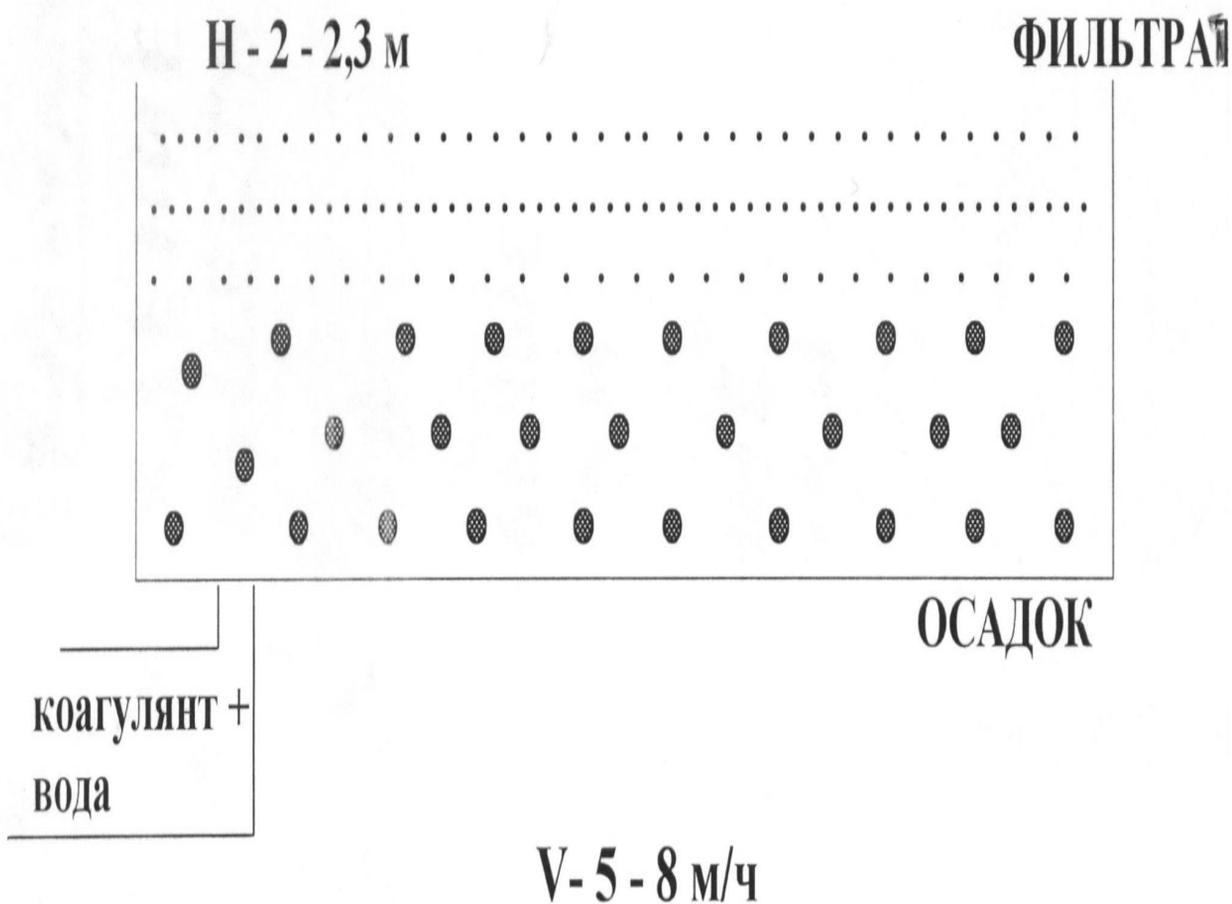


КОНТАКТНЫЙ ФИЛЬТР (КФ-5)



$V = 20 \text{ м/час}$

КОНТАКТНЫЙ ОСВЕТИТЕЛЬ



ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ

1. Реагентные

1.1 хлорирование

1.2 озонирование

1.3 Mn, Ag, I, H₂O₂

2. Безреагентные: УФ, γ – лучи

Кипячение

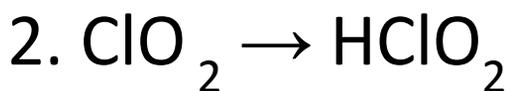
РАЗРЕШАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ

Cl, ClO₂, хлорную известь, УФ, O₃.

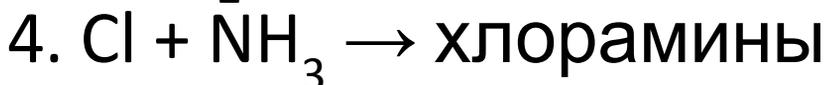
СОЕДИНЕНИЯ ХЛОРА



хлорноватистая



хлористая



Хлорирование

Cl_2 , ClO_2 , хлорная известь, гипохлориты, хлорамины.

Достоинства

1. Широкий спектр антимикробного действия (вегетативные формы)
2. Экономичность
3. Простота технологии
4. Возможность оперативного контроля

Недостатки

1. Токсичность
2. Ухудшение органолептических свойств воды
3. Денатурация воды
4. Споры ↓ - 200-300 мг/л, T - 1,5-24 ч
5. Устойчивы к С1 цисты простейших и яйца гельминтов
6. Образование галогенсодержащих соединений, обладающих мутагенным и канцерогенным действием
70-80% хлороформ

Способы хлорирования

1. Хлорирование обычными дозами

2. Хлорирование с преаммонизацией

$\text{NH}_3 + \text{Cl} \rightarrow$ хлорамины
связанный активный Cl

$N = 0,8 - 1,2 \text{ мг/дм}^3$

3. Гиперхлорирование

Доза - $10-20 \text{ мг/дм}^3$ $T_k - 15$

МИН

$$\text{ХПД} = \text{ХП} + \text{Cl}_{\text{ост}}$$

ХПД - хлорпотребная доза, мг/дм³

ХП - хлорпоглощаемость, мг/дм³

$\text{Cl}_{\text{ост}} = 0,3 - 0,5 \text{ мг/дм}^3$

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХЛОРИРОВАНИЯ

1. Количества микроорганизмов
2. Размеров частиц
3. Характера веществ
4. Температуры
5. Времени контакта 30(л) - 60(з) мин
6. Дозы хлора
7. РН среды.

Озонирование

1. Легкость распада O_3 с образованием сильных окислителей



Достоинства

2. Устраняет цветность, запахи, привкусы
3. Не образует посторонних запахов
4. Разрушает органические вещества
5. Уничтожает бактерии, споры, вирусы, простейших
6. O_3 в 15-20 ↑, чем Cl - вегетивные формы в 300-600 раз ↑, чем O - споры
7. Вирусы инактивируются через 12 мин при 0,5-0,8 мг/л
Действующая доза $O_3 = 0,1- 0,3 \text{ мг/дм}^3$

Недостатки

1. Взрывоопасность
2. Токсичность
3. Дороговизна
4. Быстрое разложение в обработанной воде (ч/з 20-30 мин)
5. Возможна реактивация бактерий
6. Побочные продукты - броматы, альдегиды, кетоны и другие ароматические соединения

Серебро

1. Высокий бактерицидный эффект - 0,05 мг/л
2. Широкий спектр антимикробного действия, в т.ч. вирусного
3. Возможность автоматизации
4. Точное дозирование
5. Выраженное последствие (срок консервации - 6 месяцев и более)

Недостатки

1. Дороговизна метода
2. Изменение ф-х свойств воды
3. Концентрация ↑ ПДК (0,65-10 мг/л – вирусы)
ПДК - 0,05 мг/л

Ультрафиолетовая обработка воды

Преимущества УФ-излучения

1. Сохраняет природные свойства воды
2. Не денатурирует воду, не изменяет вкус и запах воды
3. Высокоэффективно в отношении вегетативных и споровых форм бактерий, вирусов, цист простейших
4. Простота эксплуатации
5. Высокая производительность
6. Возможной полной автоматизации

Недостатки

1. Бактерицидный эффект зависит от:
 - мощности источников толщины обеззараживаемого слоя воды
 - качества обеззараживаемой воды
 - чувствительность различных микроорганизмов
2. Наибольший эффект
 - цветность 50°
 - мутность - 30 мг/л
 - Fe - до 5,0 мг/л
3. Не обладает пролонгирующим действием " - +
" хлорирование

Комбинированные фильтры

1. Cl_2 и O_2 и УФ
2. H_2O и O_3
3. Ag и Cu, УФ

Преимущества

1. Большой бактерицидный эффект
2. Улучшение физических и органолептических свойств воды
3. Окисляются органические вещества и продукты их распада
фенол + O_3 = формальдегид,
ацетальдегид + УФ, удаляются
хлорсодержащие пестициды, СПАВ

Баромембранные процессы

1. Микрофльтрация
2. Ультрафльтрация
3. Обратный осмос
4. Нанофльтрация

Достоинства

1. Обеззараживание соответственно стандартам
2. Отделять высокомолекулярные соединения (гуминовые кислоты, лигниносурьфоны, НФП, красители) галогенсодержащие углеводы
3. Получать воду с предельно низким содержанием загрязняющих веществ

Использование

1. Франция, Англия, Германия, Япония, США
Флорида - 100 станций водоочистки

Обезжелезивание ПИТЬЕВЫХ ВОД

Fe в виде бикарбонатов
сульфатов } подземные
хлоридов } воды

Fe в виде коллоидов
тонкодисперсных
взвесей
гуматов
гидроокисей } поверхностные
сернистого Fe } воды

Все воды содержат железобактерии,
которые без O₂ неактивны. При O₂
железобактерии бурно
развиваются, вызывают коррозию
→ вторичное загрязнение воды

Обезжелезивание

Наиболее перспективна многоступенчатая окислительно-сорбционная технология удаления Fe

1 схема - аэрирование + отстаивание + фильтрация

2 схема - известкование + отстаивание + фильтрация

3 схема - известкование + аэрация + отстаивание + фильтрация

4 схема – коагуляция

5 схема - катионирование

Фторирование - реагентный метод с очень жесткими требованиями к ним: высокое противокариозное действие при малой токсичности, отсутствие ядовитых примесей (например, солей тяжелых металлов). Наиболее часто используется фторид Na, кремнефтористая кислота и ее натриевая соль, фторид-бифторид аммония. Реагенты вводят после фильтров в резервуары чистой воды.

Дефторирование - методы реагентные и фильтрационные. В частности гидроокиси Al или Mg. Фильтрация через активный слой окиси Al.

Опреснение - дистилляция, ионный обмен, электродиализ, гиперфильтрация.

Относительная эффективность наиболее перспективных методов

Размеры частиц, содержащихся в воде Метод обработки воды

Ионы металлов Обратный осмос

Растворы солей Обратный осмос
Нанофильтрация

Вирусы Нанофильтрация
Ультрафильтрация

Гуминовые кислоты Ультрафильтрация

Бактерии
Водоросли
Песок Микрофильтрация
Традиционные процессы
фильтрации

Бытовые фильтры

1. Доочистка очищенной воды
2. Дачные, полевые, экстремальные условия
3. Состав:
 - мех. фильтры
 - тонковолокнистый фильтр
 - уголь – сорбент
 - хлор или йод – обеззараживание
 - Ag - повышение надежности обеззараживания и консервации H_2O
1. Недостатки
 - чрезмерно загрязненная вода
 - очистка большого количества H_2O



Бытовые фильтры