

# **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

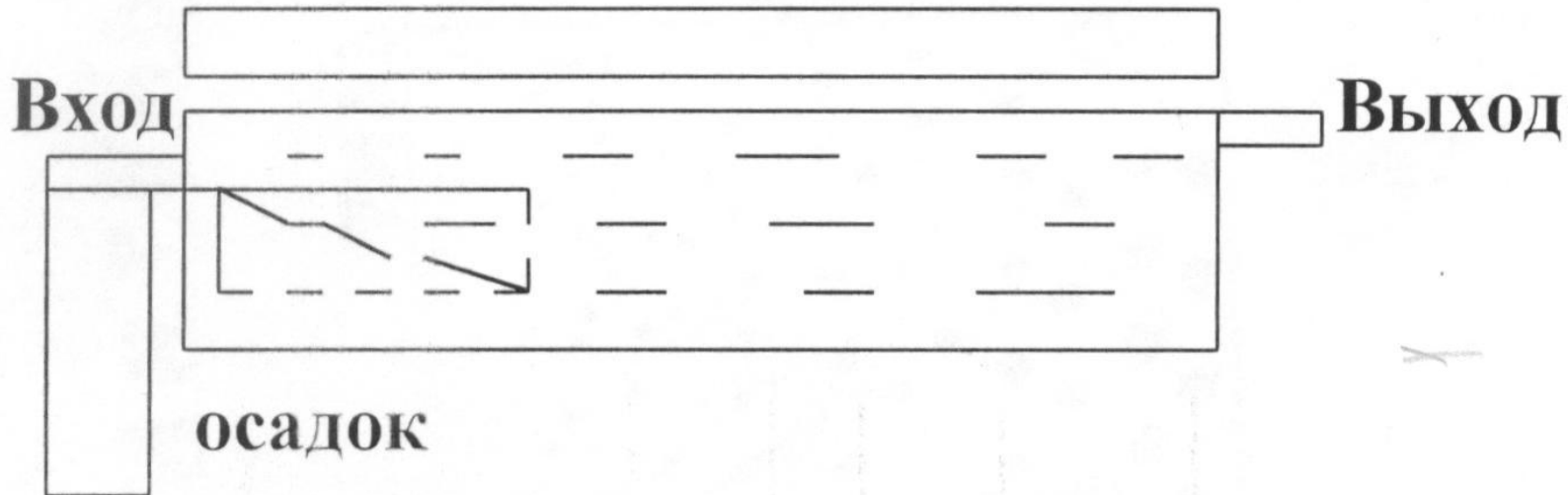
### СООРУЖЕНИЯ

- 1. Горизонтальные отстойни
- 2. Вертикальные отстойники

# ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ОТСТОЙНИК

$T = 4 - 8$  час

$V = 2 - 4$  мм/с



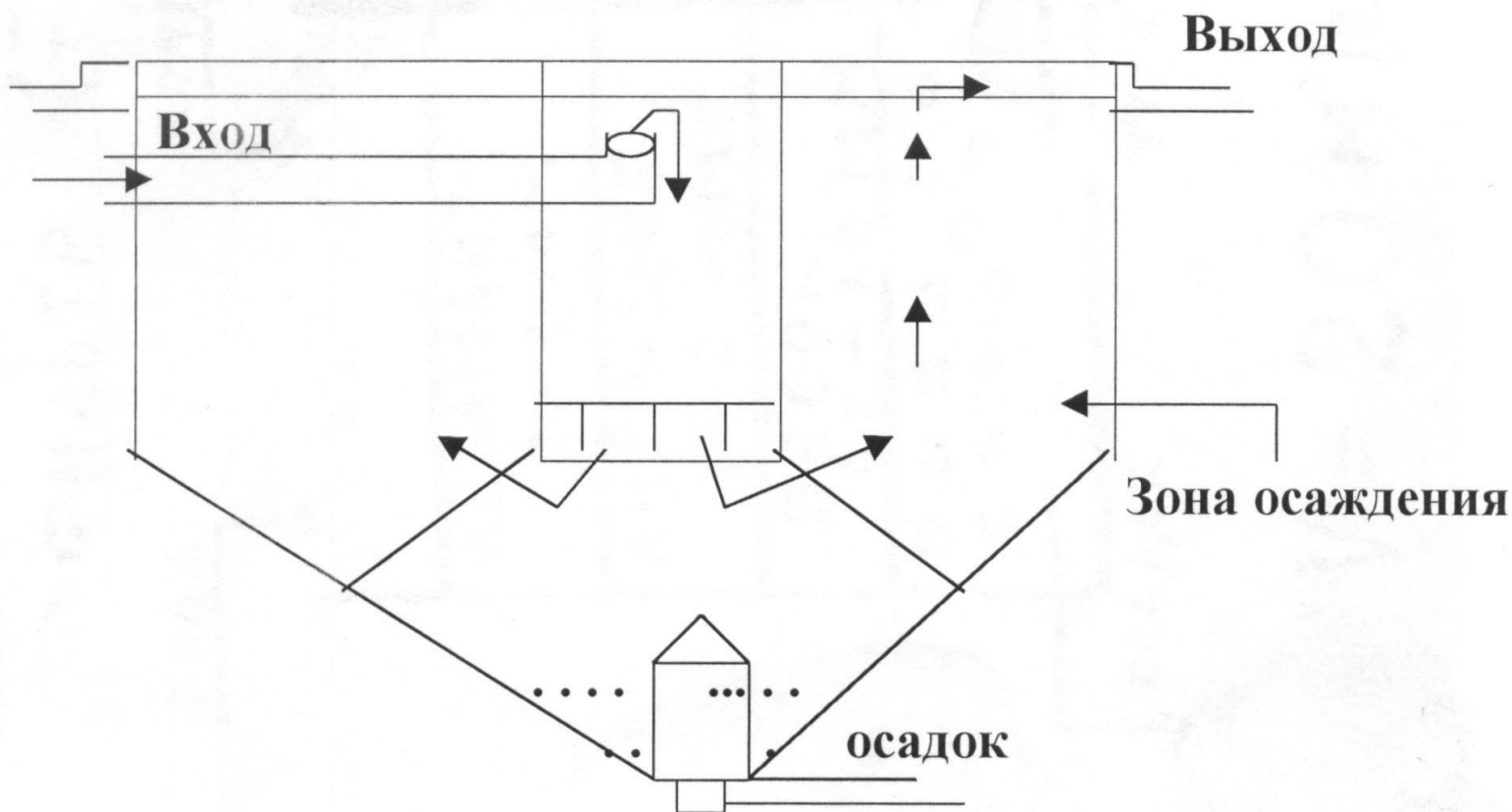
**ГРУБОДИСПЕРСНЫЕ ВЗВЕСИ > 100 МКМ**

# ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ОТСТОЙНИК

## ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ОТСТОЙНИК

$V = 0,5 - 0,6$  мм/с

$T = 4 - 8$  час



водопроводы - до  $3000$  м<sup>3</sup> /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

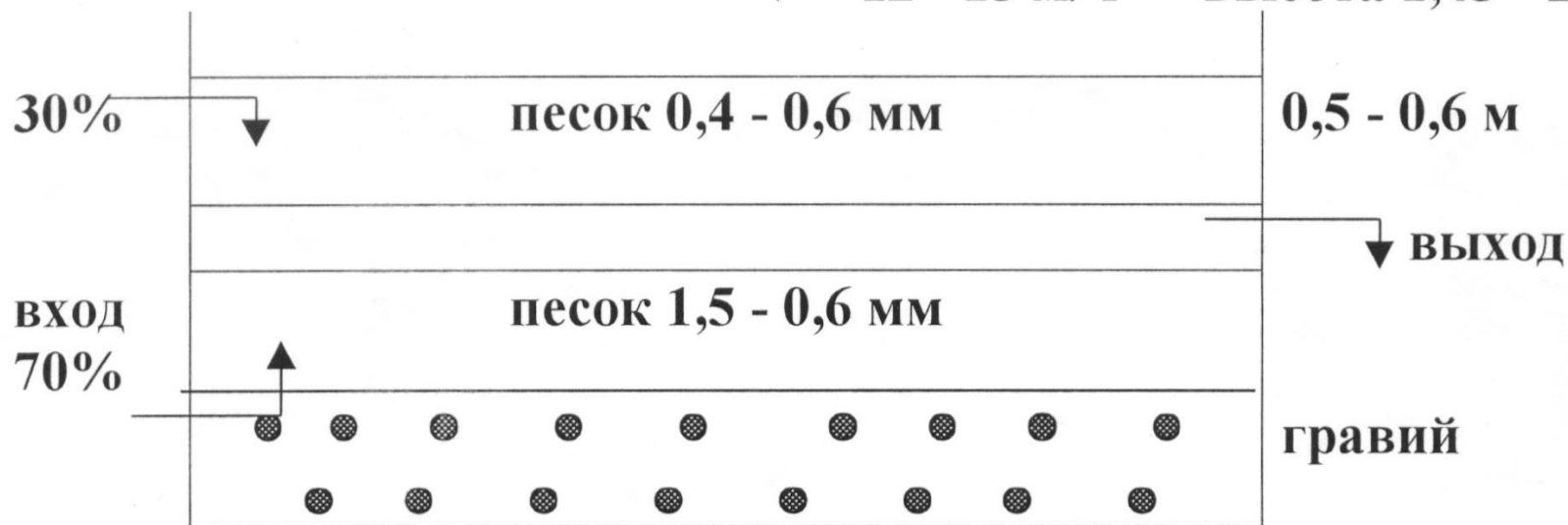
1. Биологическая пленка (активный ил)- (0,5- 1,0) мм и больше
2. Фильтрующий слой- кварцевый песок  $h = (800-820)$  мм
3. Поддерживающий слой- гравий или щебень  $h = (400-450)$  мм
4. Эффективность - взвеси, бактерии ↓ 95 - 99 %  
органические вещества ↓ 20 - 45 %  
цветность ↓ 20 %

## 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 см<sup>3</sup>

## 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

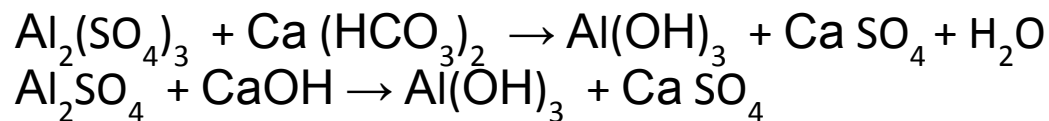
# КОАГУЛЯЦИЯ В СВОБОДНОМ ОБЪЕМЕ

1. Камеры хлопьеобразования- вертикальный отстойник
  
2. Контактная коагуляция
  - 1) контактный фильтр- скорый фильтр- отдельная подача К и  $H_2O$ - сверху
  - 2) контактный осветлитель- скорый фильтр- совмещенная подача К и  $H_2O$ - снизу
  
- 1) контактный фильтр - скорый фильтр - отдельная 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



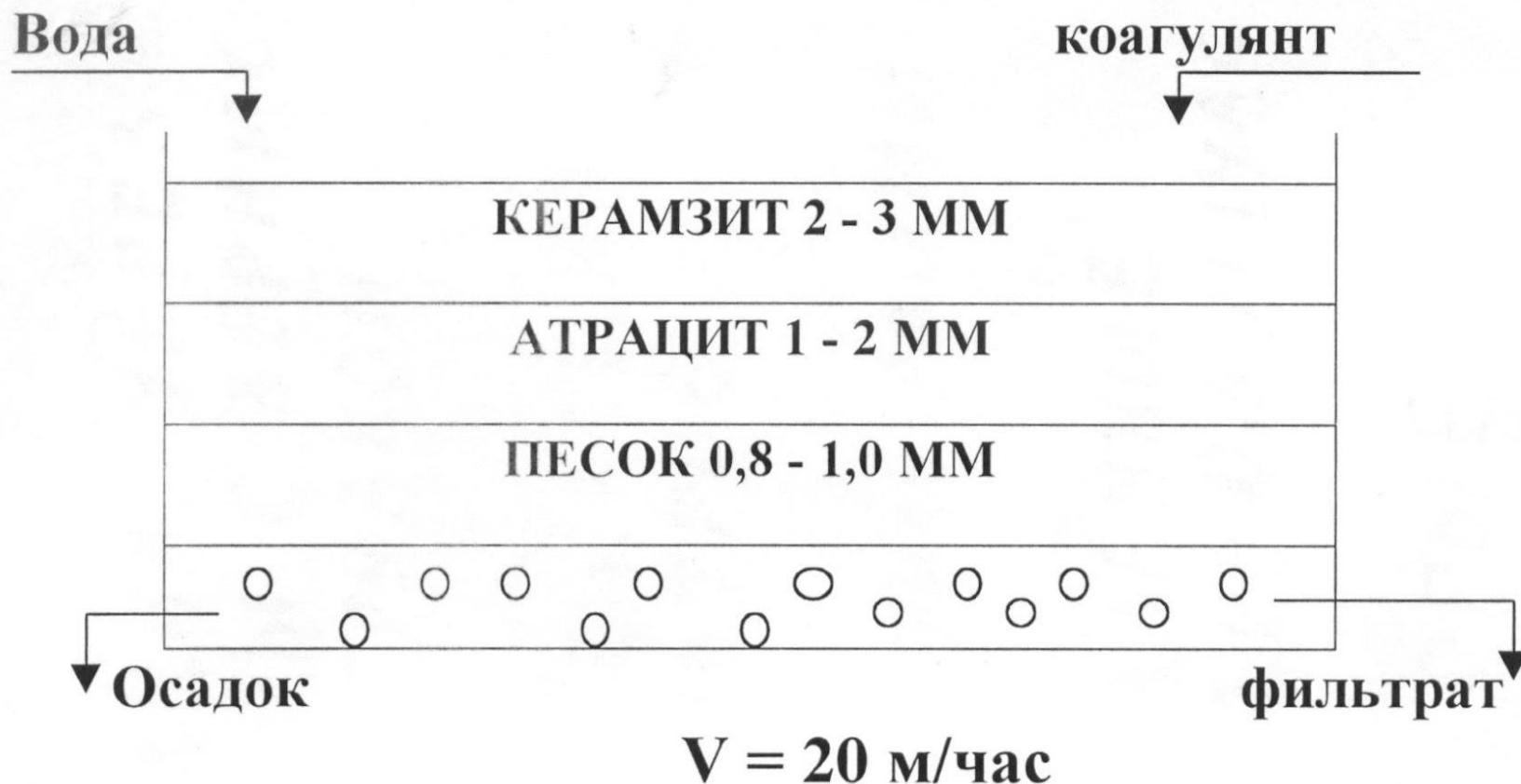
1. pH
2. устранимая жесткость
3. температура
4. гуминовые вещества
5. характер взвеси
6. время (30 мин- летом, 60 мин- зимой)
7. доза
8. флокулянты (50 - 250 ) мг/л

# МЕХАНИЗМ КОАГУЛЯЦИИ

КОАГУЛЯНТ КОЛЛОИД (К)

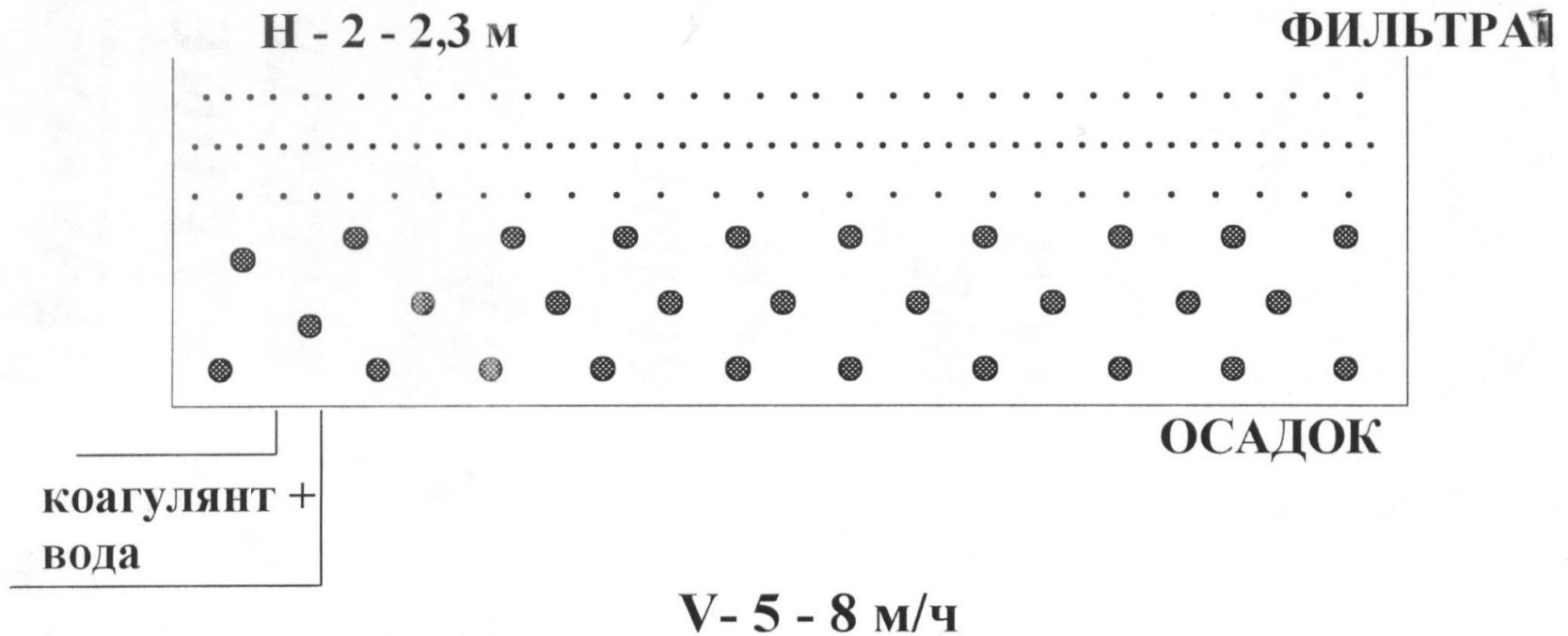


# КОНТАКТНЫЙ ФИЛЬТР (КФ-5)





# КОНТАКТНЫЙ ОСВЕТИТЕЛЬ



# ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ

## 1. Реагентные

1.1 хлорирование

1.2 озонирование

1.3 Mn, Ag, I, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

## 2. Безреагентные: УФ, γ – лучи

Кипячение

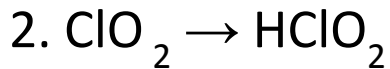
**РАЗРЕШАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ**

Cl, ClO<sub>2</sub>, хлорную известь, УФ, O<sub>3</sub>.

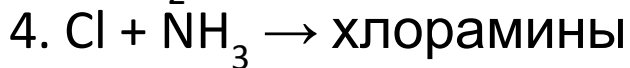
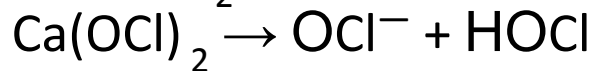
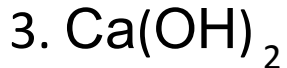
**СОЕДИНЕНИЯ ХЛОРА**



хлорноватистая



хлористая



# Хлорирование

$\text{Cl}_2$ ,  $\text{ClO}_2$ , 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/дм<sup>3</sup>

ХП - хлорпоглощаемость, мг/дм<sup>3</sup>

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

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХЛОРИРОВАНИЯ**

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

# Озонирование

1. Легкость распада  $O_3$  с образованием сильных окислителей  
 $O_3 \rightarrow O_2 + O =$  свободные радикалы  $HO_2$  и  $HO$

## 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  $\uparrow$ , чем  $Cl$  - вегетивные формы в 300-600 раз  $\uparrow$ , чем  $O$  - споры
7. Вирусы инактивируются через 12 мин при 0,5-0,8 мг/л  
Действующая доза  $O_3 = 0,1- 0,3$  мг/дм<sup>3</sup>

## 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**

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



# Комбинированные фильтры

1.  $\text{Cl}_2$  и  $\text{O}_2$  и УФ
2.  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{O}_3$
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 +  $\text{O}_3$  = 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, лигниносulьфоны, 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  
хлоридов

— подземные воды

Fe в виде коллоидов  
тонкодисперсных  
взвесей  
гуматов  
гидроокисей  
сернистого Fe

— поверхностные воды

Все воды содержат железобактерии, которые без O<sub>2</sub> неактивны. При O<sub>2</sub> 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  
Наночелювтрация

Вирус  
ы



Наночелювтрация  
Ульчрафилчтрация

Гуминовые  
кислоты



Ульчрафилчтрация

Бактерии  
Водоросл  
и  
Песок



Микрофилчтрация  
Традиционные  
процессы филчтрации

# Бытовые фильтры

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



**Бытовые фильтры**