

# Методы очистки сточных вод от ионов Mn и Cr<sup>+6</sup>

Курсовая работа по дисциплине  
«Физико-химические основы  
техносферных процессов»

Выполнил: студент ООС-11, направления  
280700.62 «Техносферная безопасность»  
Гарибзянова Е.Е

# Цель, задачи

- **Цель:** ознакомиться с основными методами очистки сточных вод от ионов марганца, железа и хрома.
- **Задачи:**
  - 1) ознакомиться с видами сточных вод и методами их очистки от ионов тяжелых металлов (Mn, Cr)
  - 2) систематизировать в рамках работы источники загрязнения
  - 3) описать методы очистки от ионов марганца и хрома (реагентный метод, методы электрокоагуляции и гальванокоагуляции, метод очистки перманганатом калия и способ очистки от ионов марганца (по Фрогу))
  - 4) подробно разобрать применение данных методов в очистке СВ от ионов марганца и хрома

# Марганец

- Марганец (лат. Manganum), d-элемент VII группы периодической системы, с конфигурацией валентных электронов  $3d^54s^2$ .
- Образует соединения в степенях окисления от +2 (валентность II) до +7 (валентность VII), наиболее устойчивы соединения, в которых марганец проявляет степени окисления +2 и +7. У марганца, как и у многих других переходных металлов, известны также соединения, содержащие атомы марганца в степени окисления 0. принадлежит к числу переходных металлов.
- Большая концентрация марганца в организме человека вызывает заболевания (в основном, ЦНС)

# Хром

- Хром — (от греч. chroma цвет, краска) Cr, химический элемент VI группы периодической системы Менделеева. Внешняя электронная конфигурация атома хрома  $3d^5 4s^1$ . В соединениях обычно проявляет степени окисления +2, +3, +6, среди них наиболее устойчивы  $Cr^{3+}$ .
- Хром – обязательный компонент нержавеющей, кислотоупорных, жаростойких сталей и большого числа других сплавов (нихромы, хромали, стеллит). Применяется для хромирования. Соединения хрома - окислители, неорганические пигменты, дубители.
- Хром — один из биогенных элементов, постоянно входит в состав тканей растений и животных. Снижение содержания Х. в пище и крови приводит к уменьшению скорости роста, увеличению холестерина в крови и снижению чувствительности периферийных тканей к инсулину.

**Марганец в компактном виде — твердый серебристо-белый металл.**



**Хром — металл голубовато-стального цвета**



# Источники загрязнения сточных вод тяжелыми металлами

- Источниками загрязнения служат сточные воды:
  - Гальванических цехов
  - Предприятий горнодобывающей, черной и цветной металлургии, машиностроительных заводов.
  - Тяжелые металлы входят в состав удобрений и пестицидов и могут попадать в водоемы вместе со стоком с сельскохозяйственных угодий.

# Анализ методов очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов

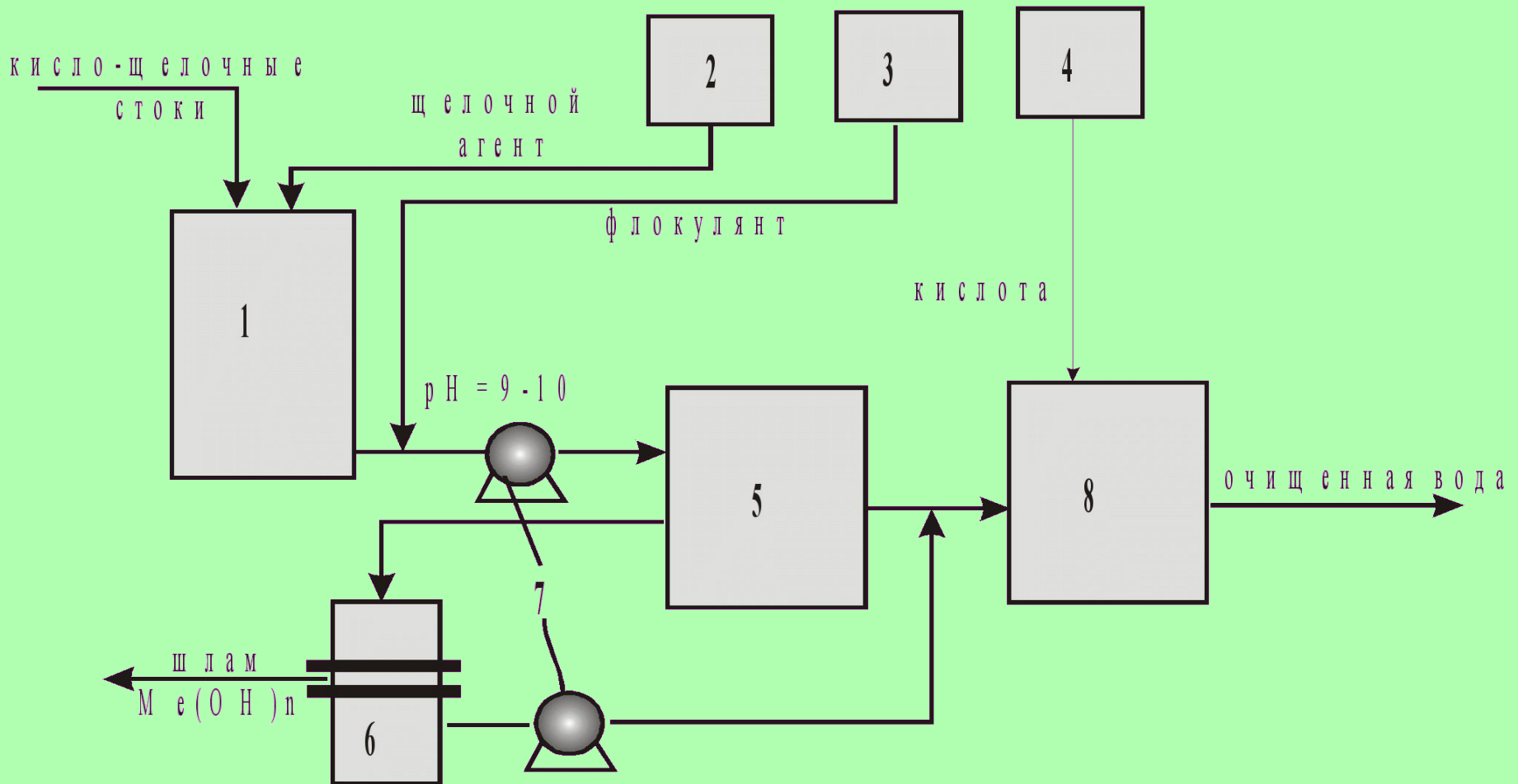
- Принцип рационального природопользования предусматривает минимизацию потребления свежей воды на технологические нужды за счет высокоэффективной очистки сточных вод и организации оборотного водоснабжения.
- Рассмотрим некоторые методы очистки сточных вод от ионов Mn и Cr (VI), к ним относятся:
  1. Реагентный метод
  2. Метод гальванокоагуляции
  3. Метод электрокоагуляции
  4. Очистка воды перманганатом калия
  5. Способ очистки воды от марганца (по Фрогу)

# Реагентный метод

- Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов осуществляется путем перевода ионов тяжелых металлов в малорастворимые соединения (гидроксиды или основные карбонаты) при нейтрализации сточных вод с помощью различных щелочных реагентов. При нейтрализации кислых сточных вод известковым молоком, а также растворами соды некоторые ионы тяжелых металлов осаждаются в виде соответствующих основных карбонатов.

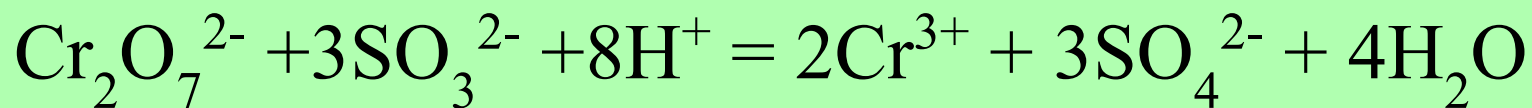


# Схема реагентной очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов

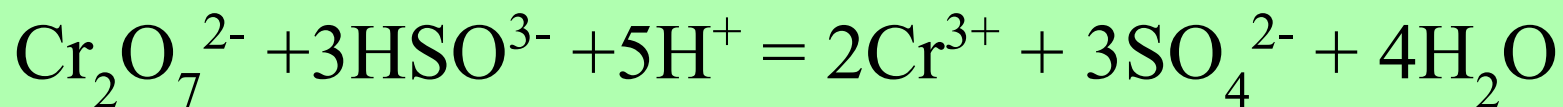


# Очистка от ионов хрома

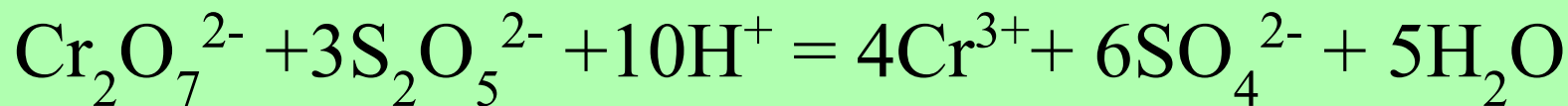
- восстановление сульфитом натрия



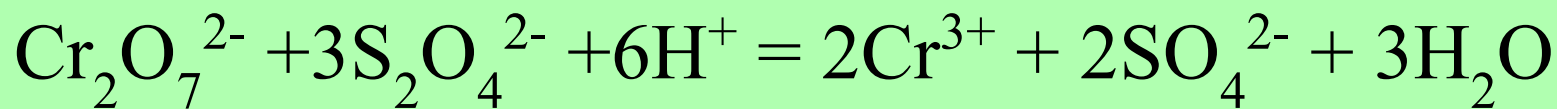
- восстановление бисульфитом натрия



- восстановление пиросульфитом натрия



- восстановление дитионитом натрия



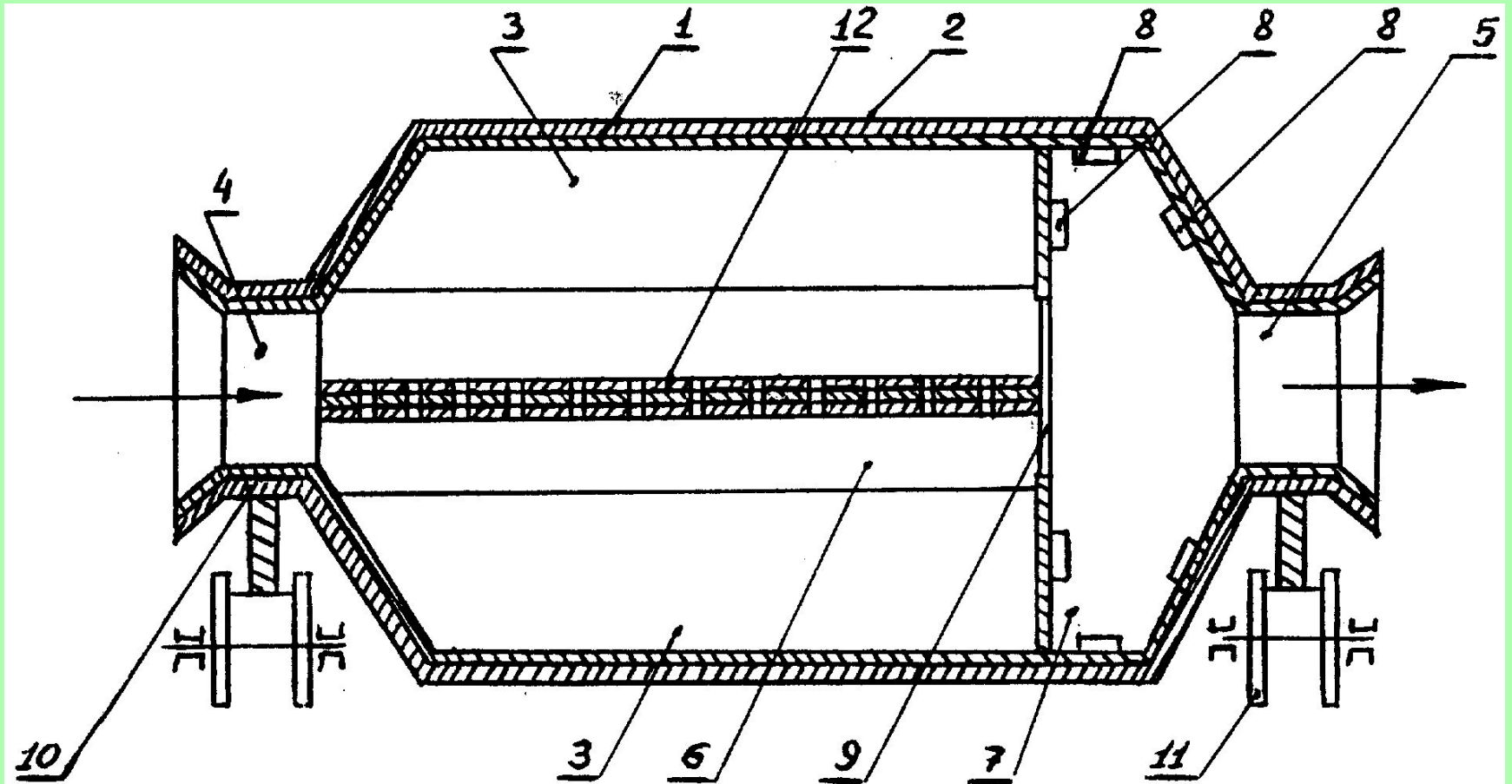
# Очистка от ионов хрома

- $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ 
  - $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{Fe}(\text{OH})_2 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{OH}^-$

# Метод гальванокоагуляции

- Метод основан на электрохимической обработке сточных вод в электрическом поле и под действием электрического тока, возникающем при переменном контакте гальванопары, состоящей из электродов, имеющих различные стандартные потенциалы ( $E^0_{\text{H}}$ ) в водных растворах.

# Гальванокоагулятор



# Гальванокоагуляция

- Эффективность зависит от рН среды (предпочтительна кислая среда), от дозы коагулянта (количество гальванопар), от условий перемешивания.
- при  $\text{pH} < 5,5$ :  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
- при  $\text{pH} > 5,5$ :  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{Fe}(\text{OH})_2 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{OH}^-$

# Метод электрокоагуляции

- Метод электрокоагуляции основан на их электролизе с использованием стальных или алюминиевых анодов, подвергающихся электролитическому растворению

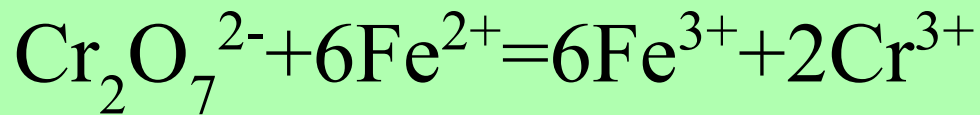
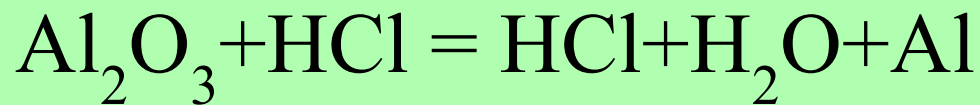
# Параллельные процессы

- электрофорез
- катодное восстановление растворенных в стоках органических и неорганических веществ или их химическое восстановление, а также образование катодных осадков металлов
- флотация твердых эмульгированных частиц обрабатываемой сточной воды пузырьками газообразного водорода, выделяющегося на катоде
- сорбция ионов и молекул растворенных примесей стоков, а также частиц эмульгированных в воде примесей на поверхности гидроксидов железа и алюминия, которые обладают значительной сорбционной способностью.

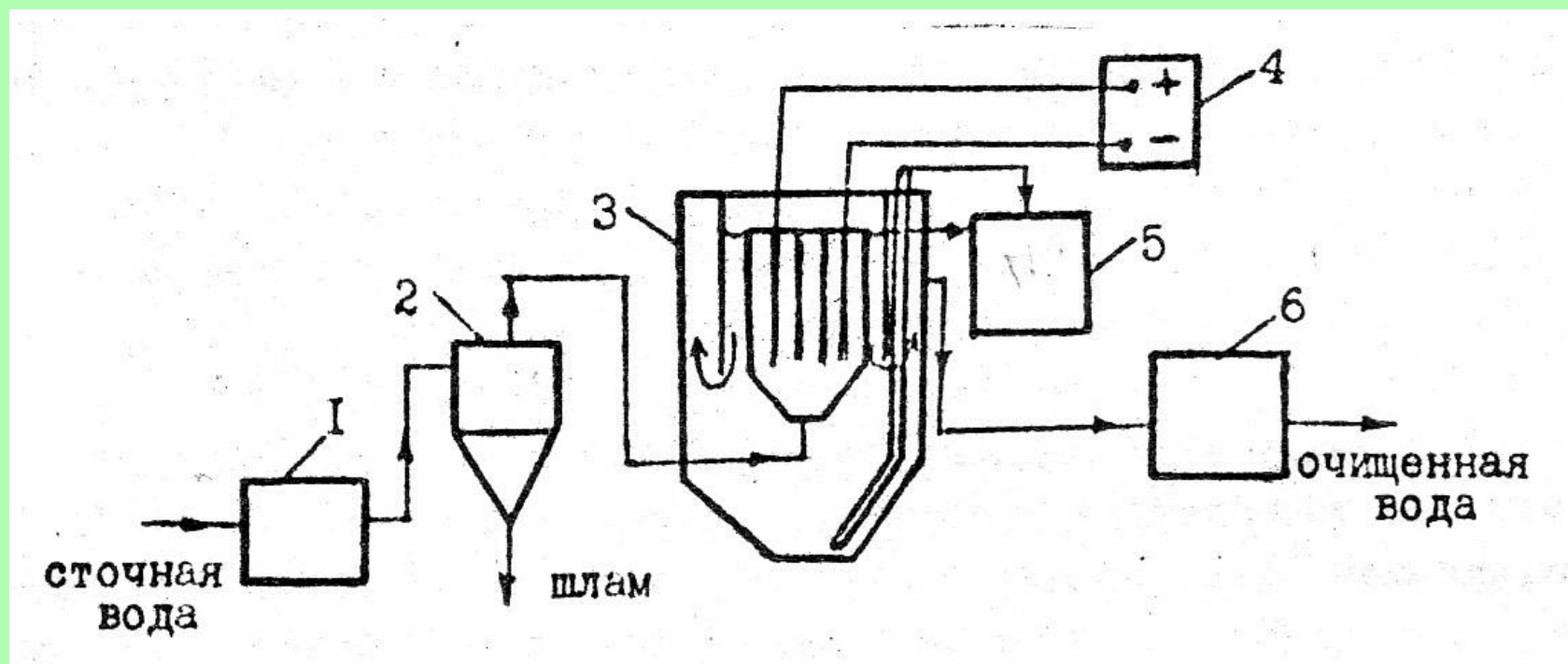


# Электрокоагуляция

- К минусам данного метода относится то, что в процессе образуются гальваношламы. Процесс необходимо проводить в присутствии хлорид-ионов для снижения поляризации электрода



# Электрокоагуляционная установка для очистки сточных вод от

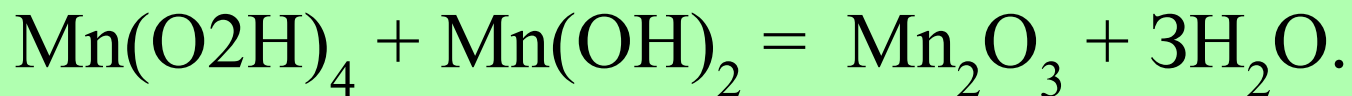


# Очистка воды перманганатом калия

- Сущность метода заключается в том, что при аэрации воды удаляется часть углекислоты и происходит насыщение воды кислородом воздуха. При удалении углекислоты значение рН воды возрастает, что способствует ускорению процессов окисления и гидролиза железа и частично марганца с образованием соответствующих гидроокисей железа и марганца, а также их коагуляцией. Двухвалентный марганец медленно окисляется в трех- и четырехвалентный растворенным в воде кислородом воздуха. Окисление двухвалентного марганца с практически необходимой скоростью происходит при  $\text{pH} = 9 \dots 9,5$ . При таких значениях рН образующаяся гидроокись марганца выпадает в осадок в виде  $\text{Mn}(\text{OH})_3$  и  $\text{Mn}(\text{OH})_4$ .

# Очистка воды перманганатом калия

- При фильтровании содержащей марганец аэрированной и подщелоченной воды через песчаный фильтр на поверхности зерен песка выпадает отрицательно заряженный осадок  $\text{Mn}(\text{OH})_4$ , который адсорбирует положительно заряженные ионы  $\text{Mn}^{2+}$ . Эти ионы гидролизуются и реагируют с ранее выпавшим осадком, образуя постепенно  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  по реакции:



# Очистка воды от марганца

- Процесс окисления двухвалентного марганца в трех- и четырехвалентный резко ускоряется, если аэрированную воду фильтруют через контактный фильтр, загруженный дробленым природным минералом пиролюзитом  $MnO_2 \cdot nH_2O$ , либо через обычный кварцевый песок, предварительно обработанный окислами марганца («черный песок»). Пиролюзит и «черный песок» в данном случае играют роль катализаторов, ускоряющих процесс окисления марганца.

# Способ очистки воды от марганца (по Фрогу)

- Метод применим при окисляемости исходной воды до 9,5 мг Ог/л. Это применение более сильного окислителя - ГПХ. Это повышение значения рН воды методом глубокой аэрации, последующее фильтрование, удаление свободной углекислоты, рН повышается до 8-8,5. Необходимо присутствие в воде  $Fe^{2+}$ , которое при окислении растворенным  $O_2$  образует гидроксид железа, адсорбирующий  $Mn^{2+}$ . Слабый окислитель (кислород) в присутствии более сильного (хлора) активизируется. Для осуществления этого метода требуется соблюдение соотношения  $Fe^{2+}/Mn^{2+} - 10$ . Процесс деманганации воды зависит от ее температуры, рН, окисляемости, присутствия силикатов, соотношения  $Fe(II)/Mn(II) - 10$ .

•Спасибо за внимание