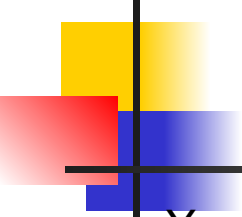


# Химическая очистка сточных вод. Окисление и восстановление

---

Выполнила ст.гр. ХТ-08-5  
Илиадис В.Ю.



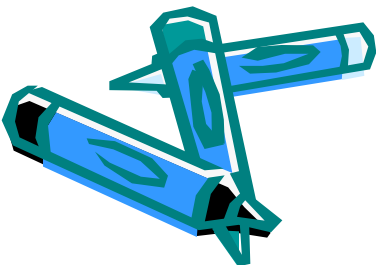
---

Химические методы очистки заключаются в выделении загрязнений путем химических реакций между загрязнениями сточных вод и реагентами. К таким реакциям относят: реакции окисления и восстановления, в результате которых происходит перевод загрязнений в новые соединения, обладающие способностью выпадать в осадок, выделяться в виде газов.

# Окисление

Химическое окисление сточных вод относится к деструктивным методам и используется для обезвреживания токсичных примесей, например, цианидов или соединений, которые не целесообразно извлекать из сточных вод или очищать другими методами.

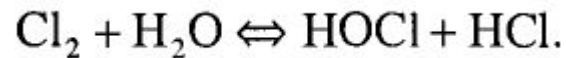
Для обезвреживания сточных вод используют различные окислители: хлор, гипохлориты кальция и натрия, хлорную известь, диоксид хлора, озон, технический кислород и кислород воздуха. В ряде случаев могут применять пероксид водорода, оксиды марганца, перманганат и бихромат калия.



## Окисление газообразным хлором и хлорсодержащими агентами

Метод окисления примесей хлором и его соединениями- один из самых распространенных способов очистки от ядовитых цианидов а также сероводорода , сульфидов, метилмеркаптанов и др.

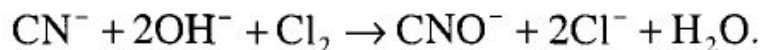
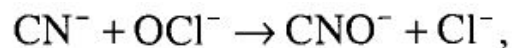
Хлор, как окислитель, в зависимости от реакции среды может находиться в растворе в виде различных соединений. В сильноокислой среде возможно присутствие только молекулярного хлора, т.к. равновесие реакции взаимодействия хлора с водой сдвинуто влево:



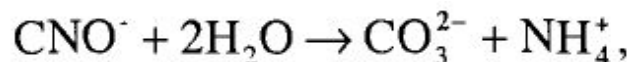
По мере уменьшения кислотности появляется хлорноватистая кислота HOCl, а в щелочной среде - гипохлориты.

В качестве реагентов, содержащих гипохлорит ион, служит хлорная известь, гипохлорит кальция  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  или гипохлорит натрия  $\text{NaOCl}$ . Товарная хлорная известь содержит около 30-35% активного хлора, а гипохлорит кальция 30-45%  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HOCl}$  и  $\text{OCl}^-$  образуют свободный активный хлор, который является основным обеззараживающим веществом.

Окисления цианидов гипохлоритами производят только в щелочной среде:

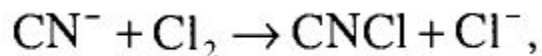


Образующиеся цианаты легко гидролизуются в воде или окисляются до элементарного оксида азота и диоксида углерода:

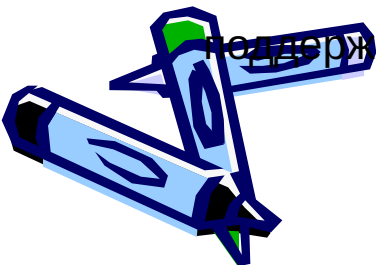
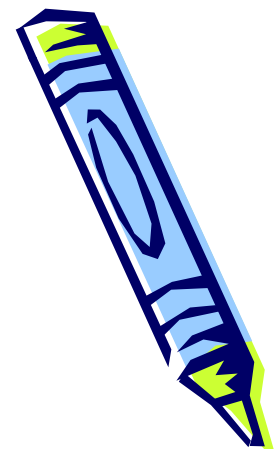



Окисления цианидов а также сероводорода идет быстро и полно. Образующиеся цианаты постоянно гидролизуются.

При понижении pH среды возможно протекание реакции прямого хлорирования цианида с образованием токсичного хлорциана:



Поэтому очень важно при окислении цианидов поддерживать щелочную среду.

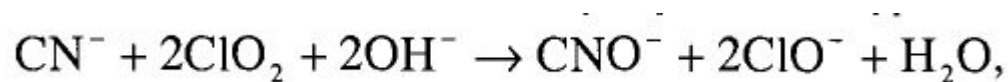




---

Высокой окислительной способностью обладает диоксид хлора  $\text{ClO}_2$ . Водные растворы  $\text{ClO}_2$  относительно устойчивы в течение длительного времени, при обработке сточных вод диоксидов не образуется токсичных продуктов прямого хлорирования в любом диапазоне pH.

Окисление цианидов диоксидом хлора протекает по следующей реакции :

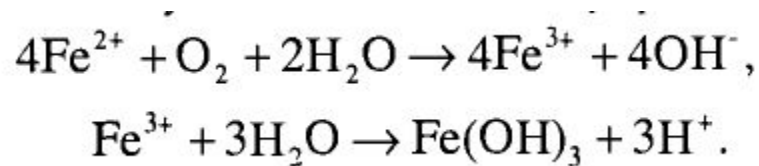


и наиболее интенсивно идет в щелочной среде при pH больше 10 .

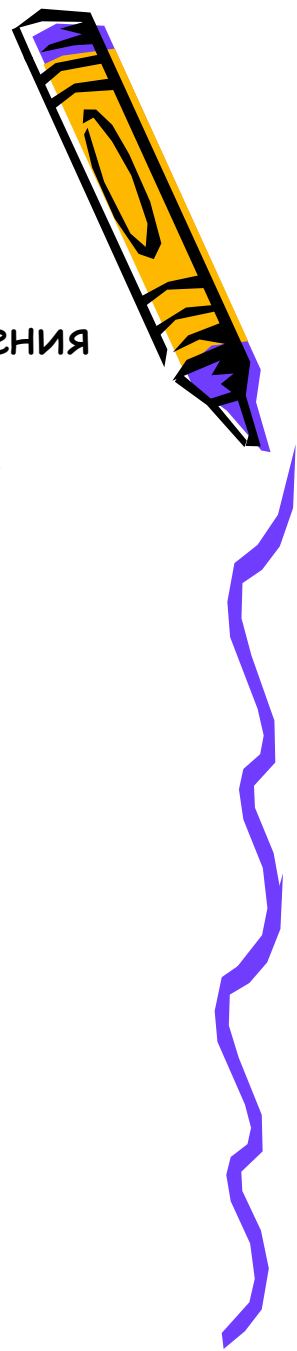
# Окисление кислородом воздуха

Кислород используют при очистке воды от железа для окисления соединений двухвалентного железа в трехвалентное с последующим отделением от воды гидроксида железа. Им разрушают фенолы и нефтепродукты.

При окислении двухвалентного железа идут реакции:



Образующийся гидроксид железа отстаивают в контактном резервуаре , а затем отфильтровывают.



# Озонирование сточных вод

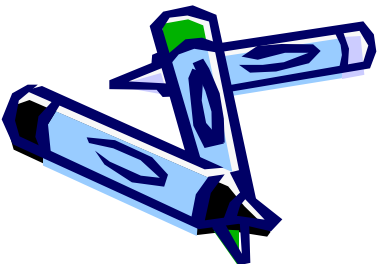
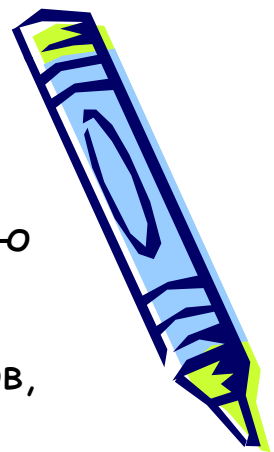
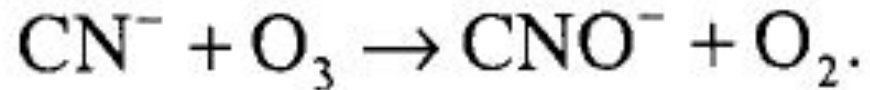
Озонирование - один из перспективных методов обработки воды с целью ее обеззараживания и улучшения органолептических свойств.

Озонирование применяется для очистки сточных вод от фенолов, нефтепродуктов, сероводорода, соединений мышьяка, ПАВ, цианидов, красителей, пестицидов и др.

Обеззараживающее действие озона основано на высокой окислительной способности, обусловленного легкостью отдачи им активного атома кислорода. Озон значительно активнее хлора по отношению к вирусам. Под действием хлора бактерии отмирают постепенно, а при введении азота мгновенно.

Озон является универсальным реагентом, поскольку может быть использован для обеззараживания, обесцвечивания, дезодорации воды, для удаления железа и марганца.

Озонирование представляет собой процесс абсорбции, сопровождаемой химической реакцией в жидкой фазе :







## Радиационное окисление

---

Радиационное окисление проходит под действием излучения высоких энергий. При этом в разбавленных водных растворах возникает большое число окислительных частиц обуславливающих радиационно-химическое превращение примесей сточных вод.

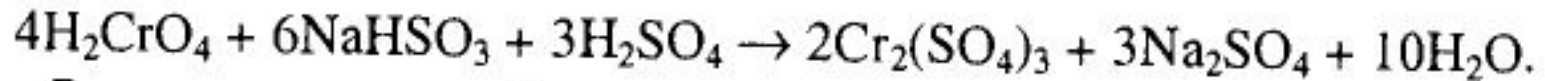
Радиоактивное излучение можно использовать для очистки от различных органических и неорганических соединений: фенолы, ПАВ, красителей, инсектицидов, лигнина, цианидов и др. Продукты разложения этих соединений не оказывают отрицательного влияния на биологическую очистку, а облученные сточные воды радиационно безопасны. Кроме того, при радиационной очистке происходит обеззараживание воды, снятие цветности, устранение привкусов и запахов.

# Очистка сточных вод восстановлением

процесс восстановления примесей при очистке сточных вод от токсичных соединений применяется в тех случаях, когда эти соединения являются легко восстанавливаемыми веществами.

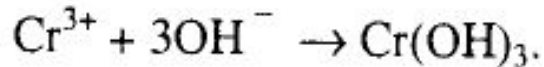
Метод широко используется для удаления ртути, хрома, мышьяка.

Очистка сточных вод содержащих шестивалентный хром, основана на восстановлении его до трехвалентного с последующим осаждением в виде гидроксида в щелочной среде. Для восстановления могут быть использованы активный уголь, диоксид серы, водород и др. на практике чаще всего используют растворы бисульфита натрия :

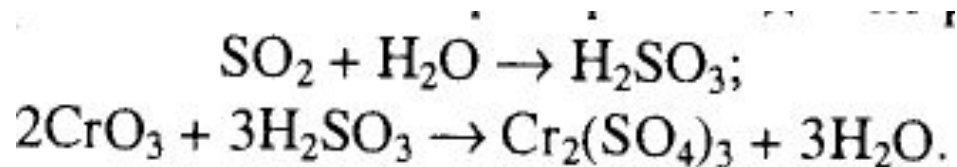


Реакция протекает быстро при pH=3-4 и избытке H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

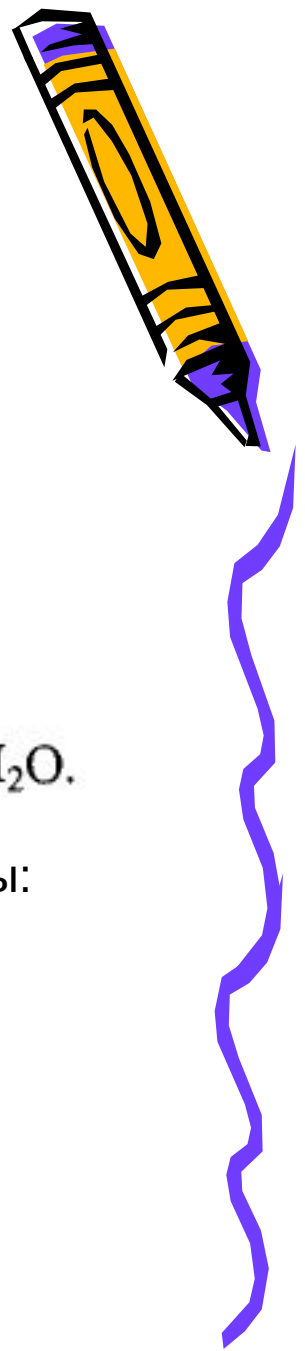
Для осаждения трехвалентного хрома применяю щелочные реагенты: Ca(OH)<sub>2</sub> и NaOH и др (pH=8-9,5):



Восстановление диоксидом серы происходит по реакциям:



Оптимальные условия при pH=2-2,5.



При очистке сточных вод от ртути ее восстанавливают до металлической, а затем отделяют от воды отстаиванием, фильтрованием, флотацией. Для восстановления ртути и ее соединения используют сульфид железа, гидросульфид натрия, сероводород, железный порошок, алюминиевую пудру и др.

Мышьяк, находящийся в сточных водах в виде кислородсодержащих молекул и анионов, а также тиосолей, осаждают в виде труднорастворимых соединений. Для этого используют диоксид серы, который восстанавливает мышьяковую кислоту  $H_3AsO_4 \cdot 0.5H_2O$  до мышьяковистой  $H_3AsO_3$ .

