

Модуль очистки воздуха от сероводорода на основе ферментативной регенерации окислителя

Автор:

**Кочемасова Анастасия Владимировна,
г.Челябинск, МАОУ лицей № 77, класс 10**

Научный руководитель:

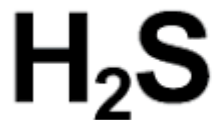
**Вахидов Марс Нуриевич,
руководитель регионального
ресурсного центра «Химия плюс»**

Актуальность



Сероводород - сильнодействующий нервно-токсичный яд. Серьёзная проблема состоит в том, что вдыхание воздуха богатого сероводородом может приводить к потере чувствительности к нему. Сероводород имеет неприятный запах (запах тухлых яиц), который парализует функцию органов дыхания. При вдыхании H_2S с концентрацией 1 мг/л наступает мгновенное отравление: судороги, потеря сознания, остановка дыхания и смерть. Индикаторами присутствия опасных концентраций сероводорода являются органы зрения: чувство жжения, покраснение и отек глаз, слезотечение.

Сероводород вызывает коррозию металлических стенок труб, баков и котлов и является обще-клеточным и каталитическим ядом. Таким образом, очистка воздуха и воды от сероводорода является актуальной экологической проблемой



Цель работы-создание модуля каталитической очистки воздуха от сероводорода, основанного на применении ферментативной регенерации окислителя

Рабочая гипотеза состоит в том, что применение растительных соков, содержащих фермент оксидазу, позволит эффективно очистить воздух при высоком содержании в нём сероводорода

Объект исследования – воздух, загрязнённый сероводородом и сопутствующими экологически – опасными веществами.

Предмет исследования – очистка воздуха от сероводорода способом окисления в водных растворах.

Применяемый метод очистки воздуха – ферментативное окисление сероводорода до нелетучего, безопасного продукта.



В процессе своего исследования мы поставили перед собой ряд задач:

- 1. Разработка методики быстрого и полного окисления сероводорода кислородом воздуха, на основе применения фермента оксидазы растительного происхождения.
- 2. Создание действующей модели модуля очистки воздуха от сероводорода на основе доступного, недорогого оборудования, не требующего при своей работе больших затрат электрической энергии.



Сероводород относят к 2 классу опасности. ПДКМР сероводорода составляет 0,008 мг/м³ [1,2]. ПДКМР – предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест

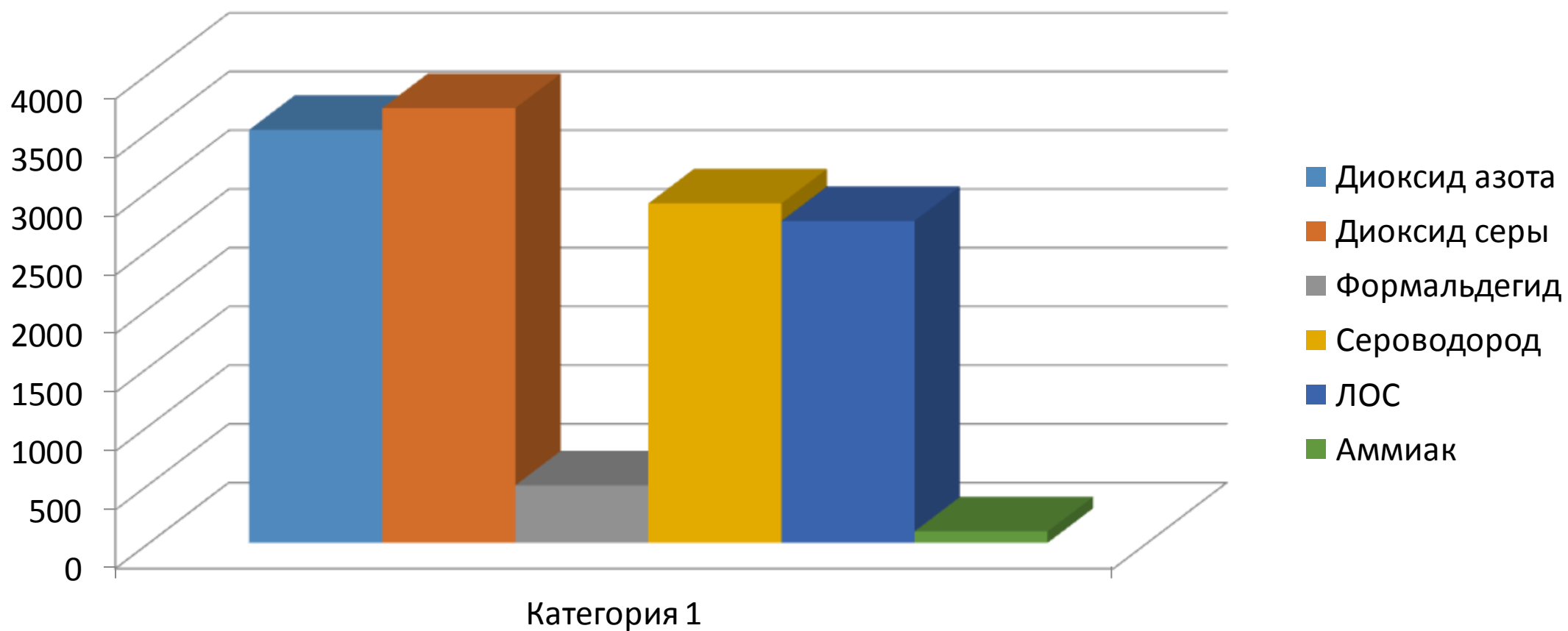
В городе Москва загрязнения воздуха жилых районов сероводородом особо актуальна ввиду работы таких предприятий как ОлМа г Балашиха, Инженерно-промышленная нефтехимическая компания, научно-производственное предприятие «Нефтефимия», московский нефтеперерабатывающий завод, Люберецкие очистительные сооружения Курьяновские станции аэрации,



Основными источниками выбросов сероводорода в атмосферу являются промышленные предприятия по производству вязкого волокна, целлюлозы, а также предприятия химической и нефтехимической направленности и очистные сооружения

Определённую лепту в загрязнение воздуха сероводородом вносят многочисленные болота (5% площади Московской области заболочено)

Выброшено стационарными и передвижными источниками - всего, тыс. т за 2019г.



Окислительные методы очистки газов от сероводорода

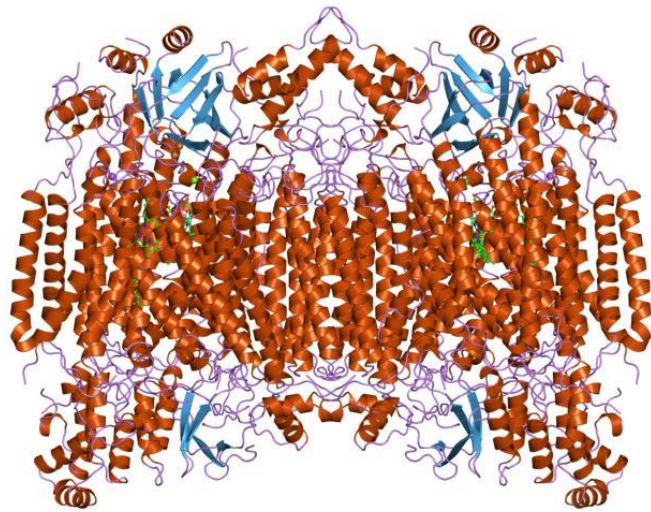
Большую группу методов очистки газов от сероводорода составляют окислительные методы в которых абсорбенты улавливают его, а затем поглощенный H_2S окисляют кислородом с получением элементарной серы. Однако, окисление H_2S в обычных условиях кислородом воздуха происходит медленно. Поэтому основная задача - подбор катализаторов окисления сероводорода.

Наиболее распространенными окислительными методами очистки газов от сероводорода являются:

- электрохимических методов очистки воздуха от сероводорода
- микробиологической и биохимической (ферментативной) очистки воздуха от сероводорода
- мышьяково-содовый



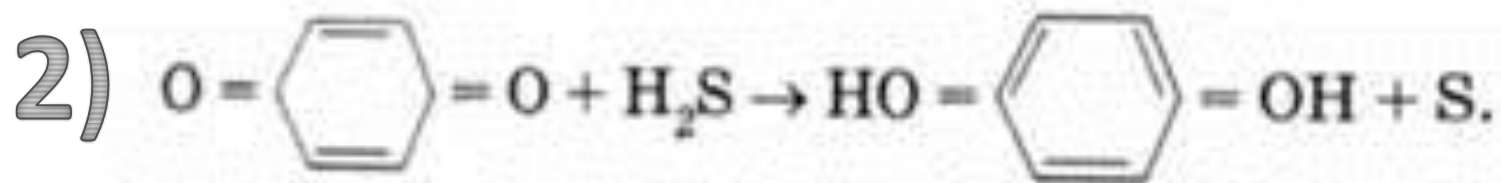
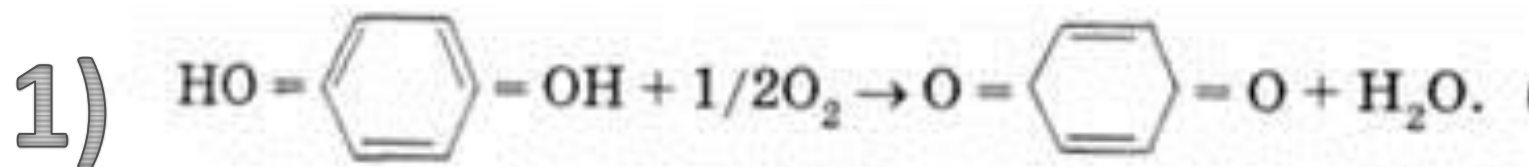
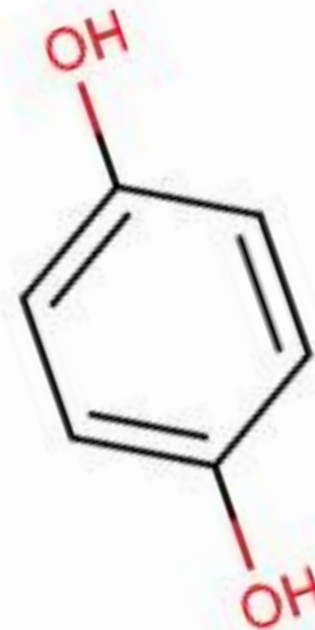
Мы остановили свой выбор на ферментативной регенерации окислителя, а именно на использовании оксидаз растительного происхождения.



← **Оксидаза**

Выбор оксидазы был основан на том, что этот фермент ускоряет реакции окисления с участием молекулярного кислорода, который поступает в систему очистки с воздухом. Нет необходимости вносить дополнительные окислители (это экономически оправдано) и удалять лишние продукты из них образующиеся.

- В качестве посредника мы выбрали **гидрохинон**.
- 1) Он окисляется кислородом воздуха в присутствии оксидаз до хинона (развитие характерной окраски раствора).
 - 2) Образующийся пара-хинон легко окисляет сероводород



Система очистки воздуха – это ряд последовательно соединённых между собой ёмкостей:



1. Компрессор (малошумный) с изменяемой скоростью подачи воздуха. Компрессор погружён в ёмкость воздухозаборника. В этой ёмкости располагается УФ-лампа



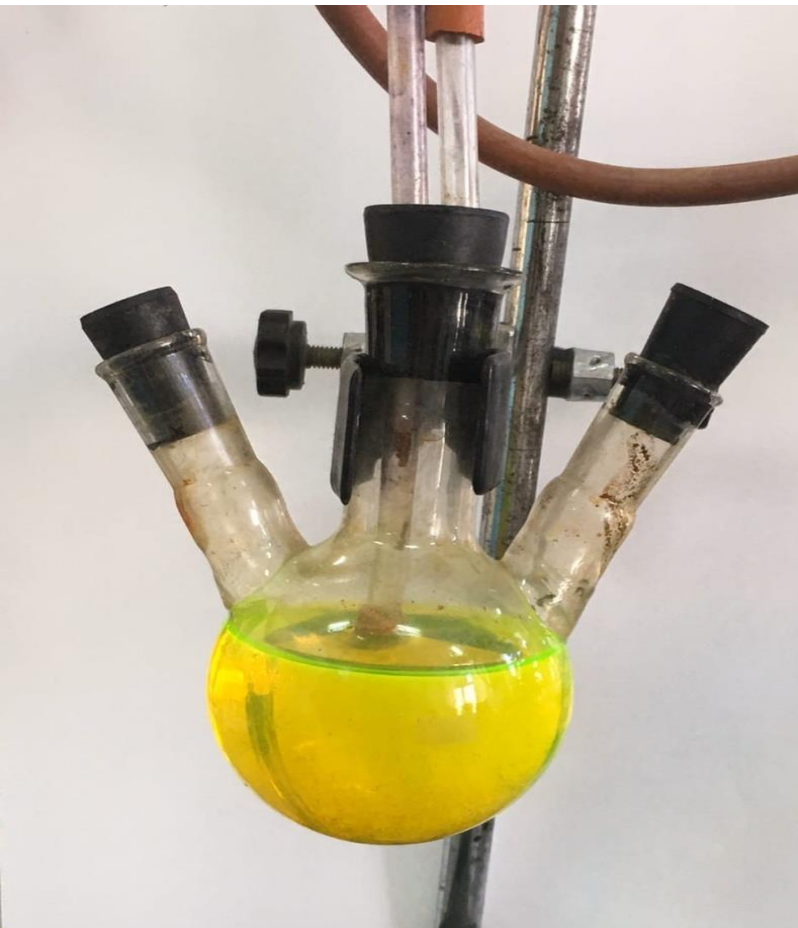
2. Компрессор подаёт воздух в цилиндрическую ёмкость, в которой находится техническая вата, пропитанная хвойным маслом



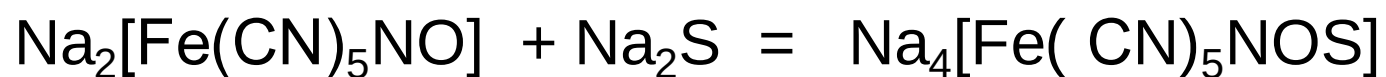
3. Далее ёмкость с 5 % раствором серной кислоты (+кислотно-основный индикатор – метиловый-оранжевый)



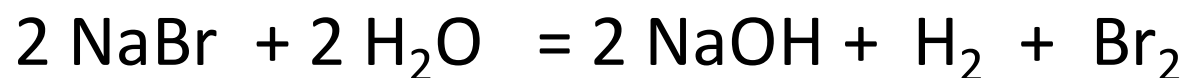
4. Главным элементом системы очистки воздуха является ёмкость, содержащая 2 % водный раствор гидрохинона, сок растительного происхождения (например, ботва культурных растений), флуоресцеин и раствор гидрокарбоната натрия.



5. Контрольная ёмкость - водно-щелочной раствор нитропруссид натрия



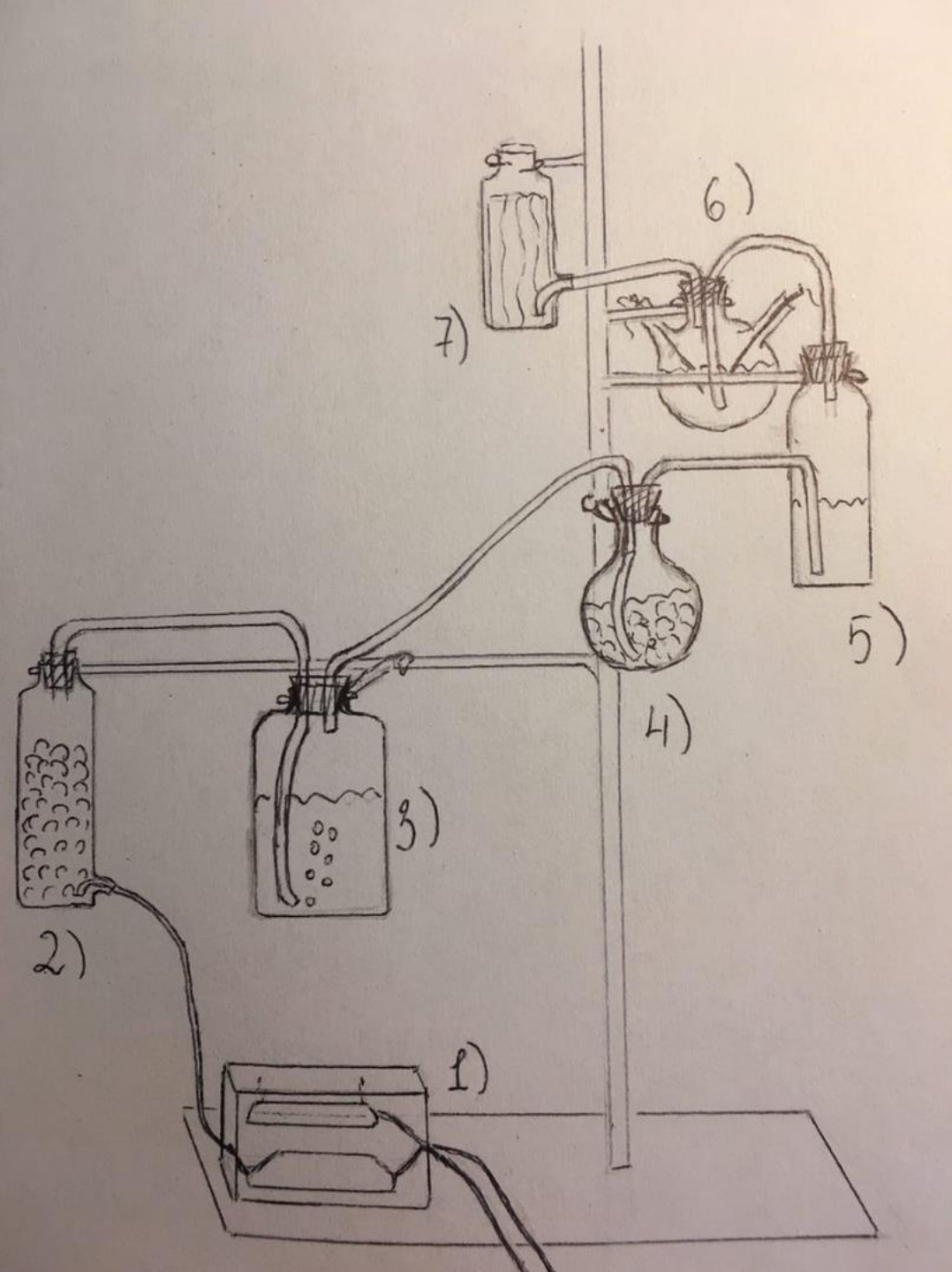
6. Следующая ёмкость - это электролизёр, в котором из бромида калия электрохимическим методом непрерывно нарабатывается окислитель гипобромит.



7.

На завершающем этапе очистки воздуха от сероводорода и сопутствующих веществ находится ёмкость с осушителем и ароматизатором воздуха (растительные фитонциды).

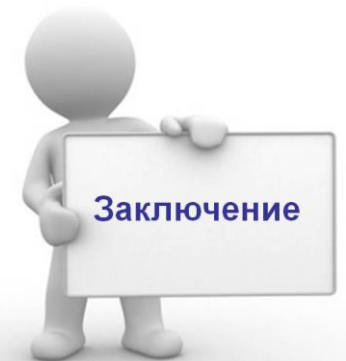




- 1) Компрессор (малошумный) с изменяемой скоростью подачи воздуха.
- 2) Емкость, в которой находится техническая вата, пропитанная хвойным маслом
- 3) Емкость с 5 % раствором серной кислоты
- 4) Емкость, содержащая 2 % водный раствор гидрохинона, сок растительного происхождения, флуоресцеин и раствор гидрокарбоната натрия.
- 5) Контрольная ёмкость - водно-щелочной раствор нитропрусида натрия
- 6) Электролизёр, в котором непрерывно нарабатывается окислитель гипобромит.
- 7) Ёмкость с осушителем и ароматизатором воздуха

Вывод

1. Полученные данные позволяют эффективно применять данную методику для очистки воздуха от сероводорода в жилых домах, образовательных учреждениях, больницах, а также в промышленности.
2. Создана действующая модель модуля очистки воздуха от сероводорода, характеризующаяся невысоким энергопотреблением. При создании установки использовались доступные материалы, оборудование. Катализатор не опасен для окружающей среды и человека, процесс протекает чрезвычайно быстро при обычных температурах и давлении.
3. Были организованы исследования по применению предлагаемого нами модуля для очистки воздуха от других загрязнителей. Установлено, что предлагаемая нами система может эффективно очищать воздух от сернистого газа, оксида азота (IV), формальдегида. Эта возможность основана на включение в систему дополнительного элемента, в котором происходит регенерация окислителя электрохимическим методом.

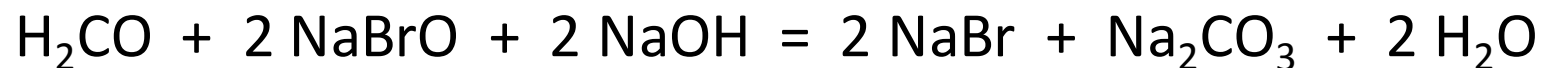
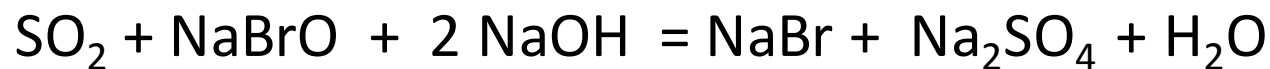




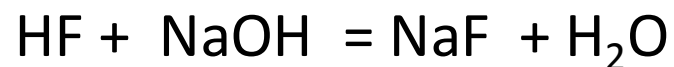
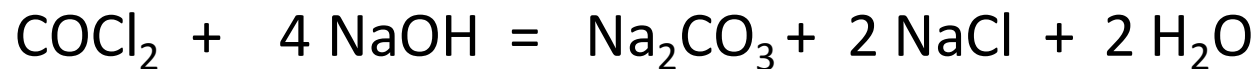
*Спасибо за
внимание!*



Гипобромит окисляет многие загрязнители воздуха, являющиеся восстановителями. К таким загрязнителям относятся сернистый газ, оксид азота (IV), формальдегид, фенол и многие другие.



В этой ёмкости могут задерживаться многие загрязнители, без окисления (в результате взаимодействия с гидроксидом натрия). Например, фосген, фтороводород и др.:



В этой ёмкости может также обезвреживаться сероводород. Если в предыдущей ёмкости по каким-то причинам (попадание каталитических ядов-ингибиторов фермента) эта задача не была решена. $\text{NaBrO} + \text{H}_2\text{S} = \text{NaBr} + \text{S (осадок)} + \text{H}_2\text{O}$