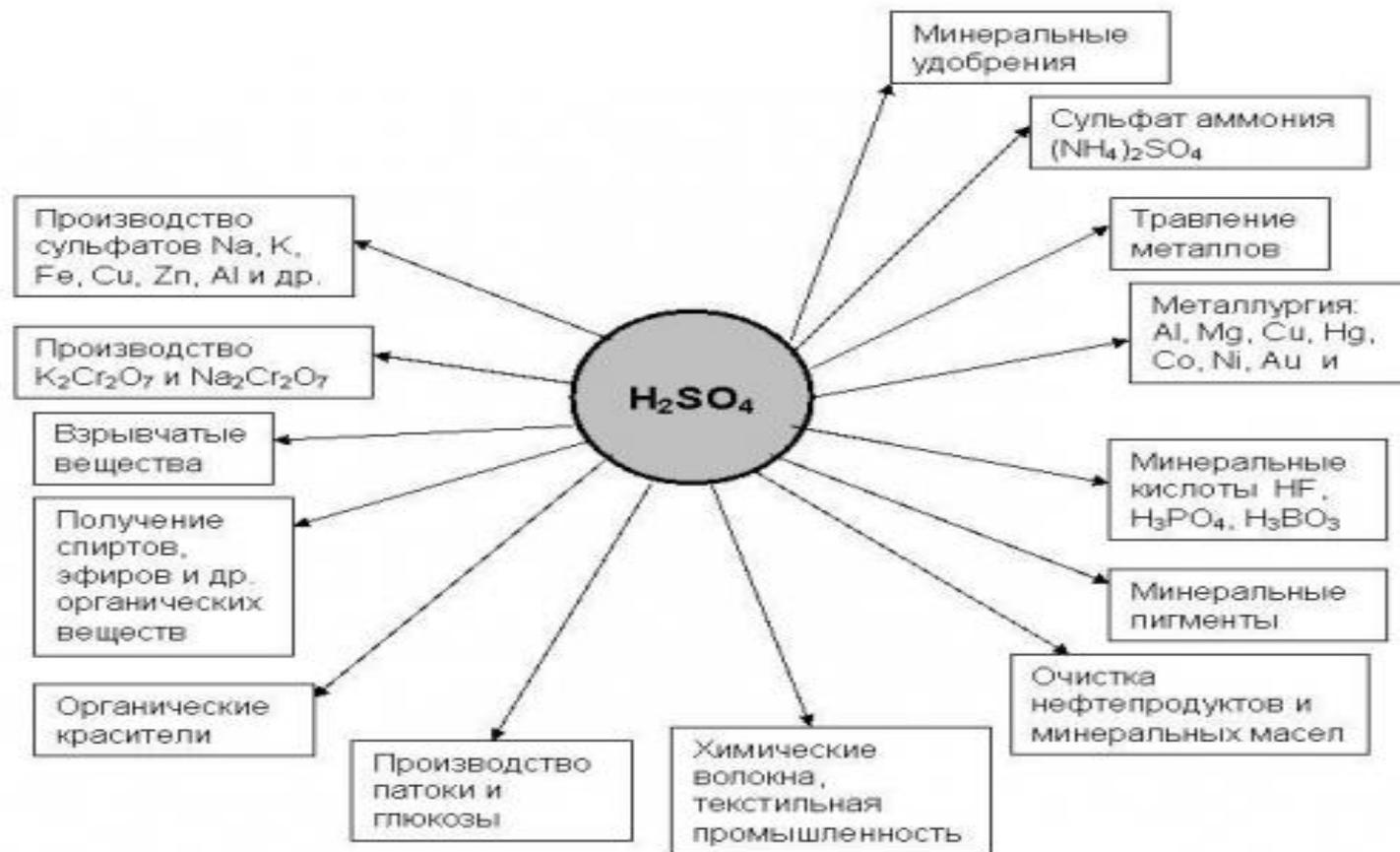


# Производство серной кислоты

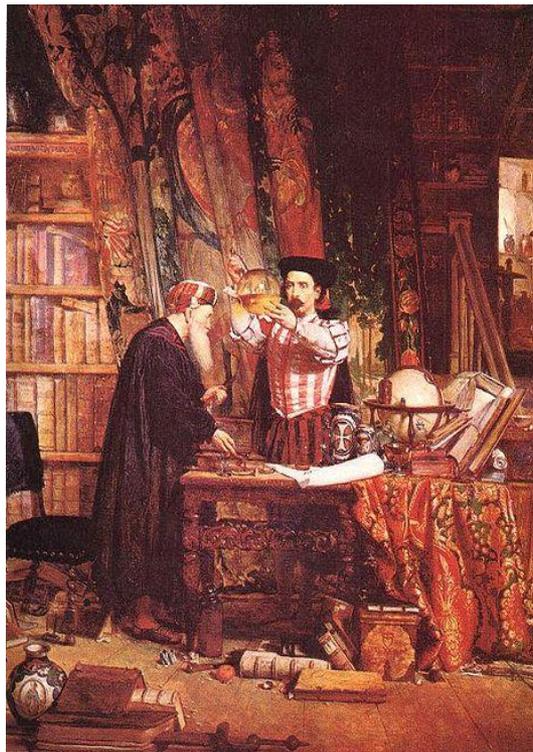
МОУ «Спицинская СШ»  
Учитель химии и биологии  
Лыгорев С.П.



# Применение серной кислоты



# История открытия и получения серной кислоты.



**Примерно 800 году н.э .арабские алхимики научились получать серную кислоту.**



**Серная кислота стала первой сильной минеральной кислотой, которую алхимики научились получать и использовать. Получение серной кислоты приписывается арабскому алхимику Джафар аль-Суфи (8 в.), Абу Джабиру (8 в.), Ар-Рази (10 в.) или даже Альберту Магнусу (13 в.); вполне вероятно, что каждый из них шел к открытию собственным путем. Но одно известно точно - первоначальный способ получения серной кислоты был основан на ее выделении из квасцов или «зеленого камня» (железного купороса) путем прокаливания.**

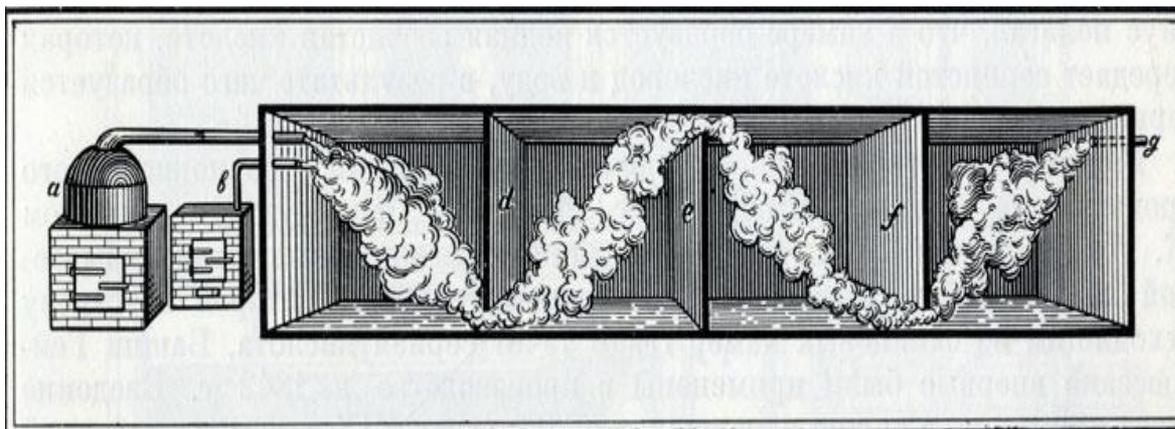
**Еще в XIII веке серную кислоту получали в незначительных количествах термическим разложением железного купороса  $\text{FeSO}_4$ , поэтому и сейчас один из сортов серной кислоты называется **купоросным маслом**, хотя уже давно серная кислота не производится из купороса.**

Термины «купоросная кислота», «купоросное масло», «серное масло», «купоросный спирт» встречаются в России уже в XVII в. Так называли концентрированную серную кислоту  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , которую получали нагреванием железного купороса в глиняных ретортах.

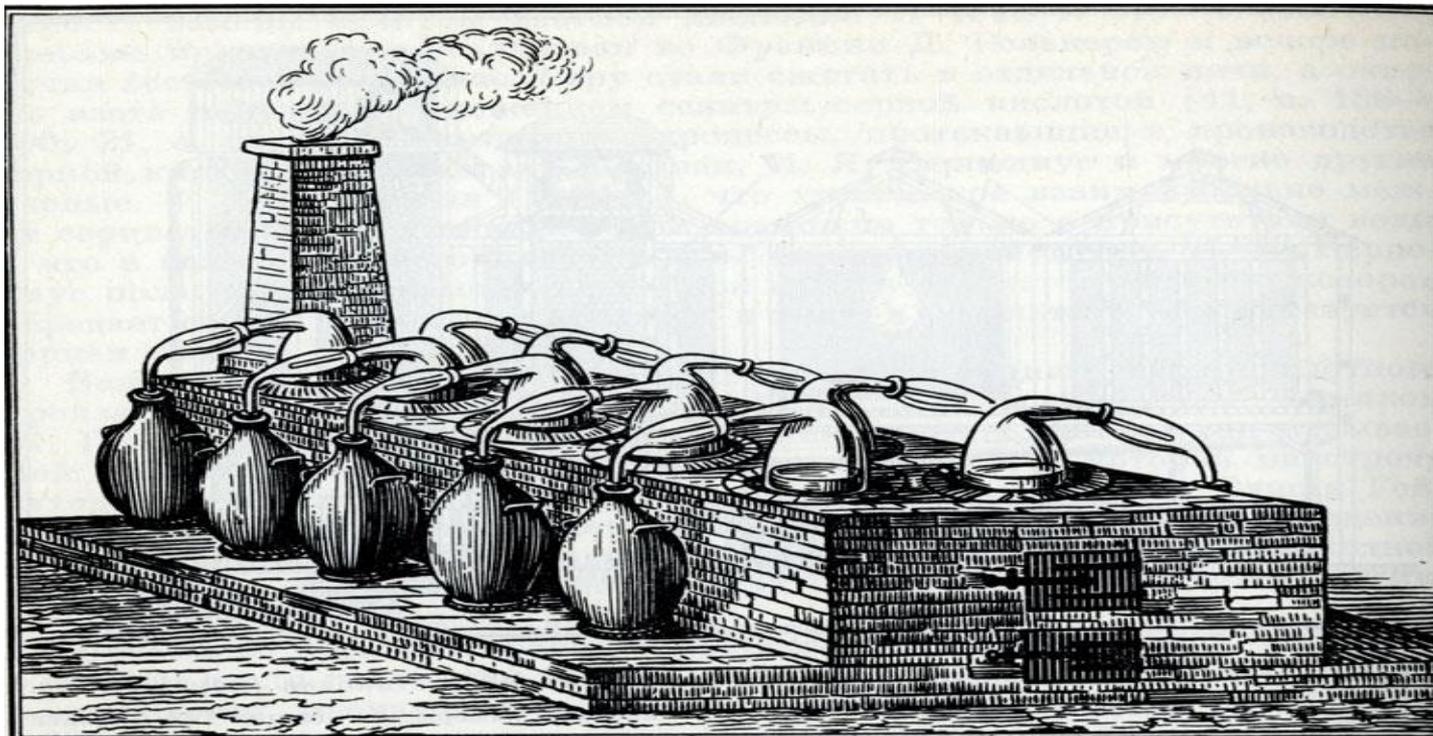
При Петре I серную кислоту в Россию привозили из-за границы. Но уже в 1798 г. купец Муромцев «выварил» 125 пудов (около двух тонн) «купоросной кислоты» нагреванием железного купороса. Позже в России серную кислоту стали получать другим способом, сжигая смесь селитры и серы во влажных камерах. Так производили серную кислоту до начала XX в.

Первое современное промышленное производство серной кислоты контактным методом — окислением диоксида серы в триоксид в присутствии катализатора (губчатой платины Pt) — было создано в России на Тентелевском химическом заводе в Санкт Петербурге в 1903 г.

Первому промышленному способу получения серной кислоты, положенному в основу камерного процесса, предшествовали работы французских химиков Н. Лемери и Н. Лефевра, предложивших в 1666 г. (по другим данным - в 1690 г.) окислять серу, нагревая ее в смеси с селитрой. Указанный путь получения серной кислоты был впервые реализован в заводском масштабе в Англии в 1740 г.



**В 1805 г. камерный способ производства серной кислоты был введен в России.**



Наряду с камерным способом производства серной кислоты в конце XIX в. начал развиваться контактный процесс. Принцип контактного способа получения серной кислоты был открыт в 1831 г. П. Филипсом (Англия), внесшим предложение окислять сернистый ангидрид непосредственно кислородом воздуха при пропускании газовой смеси через нагретый платиновый катализатор.

Первый завод контактного производства серной кислоты был пущен в 1847 г. (Бельгия), *но вскоре был закрыт связи с тем, что не удавалось точно установить причины отравления платинового катализатора, и не были установлены физико-химические факторы, влияющие на процесс.*

# Производство серной кислоты

## *Нитрозный метод*

При реакции  $\text{SO}_3$  с водой выделяется огромное количество теплоты и серная кислота начинает закипать с образованием «туманов»



Поэтому  $\text{SO}_3$  смешивается с  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , образуя раствор в 91%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  –олеум.

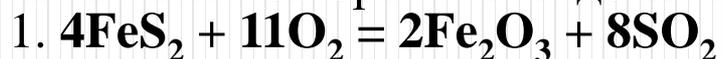
## Нитрозный метод (башенный)

**Недостаток** башенного метода состоит в том, что полученная серная кислота имеет концентрацию лишь 75% (при большей концентрации плохо идёт гидролиз нитрозилсерной кислоты). Концентрирование же серной кислоты упариванием представляет дополнительную трудность.

**Преимущество** этого метода в том, что примеси содержащиеся в  $SO_2$ , не влияют на ход процесса, так что исходный  $SO_2$  достаточно очистить от пыли, т.е. механических загрязнений. Естественно, башенная серная кислота бывает недостаточно чистой, что ограничивает её применение.

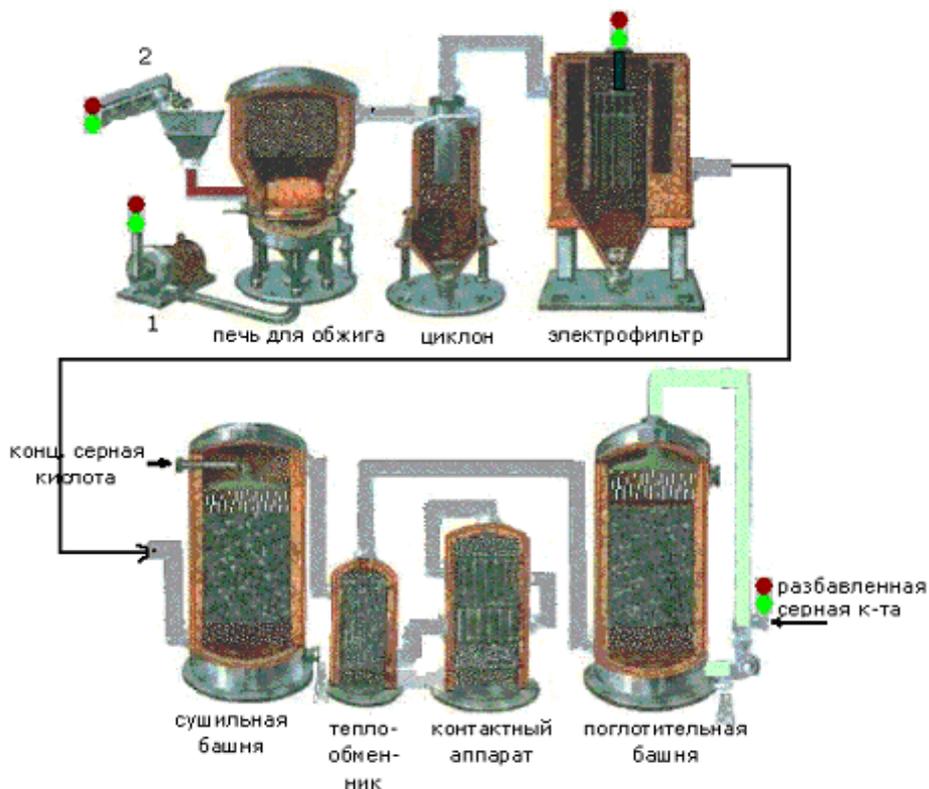
# Контактный способ вытесняет нитрозный.

Ниже приведены реакции по производству серной кислоты из минерала пирита на катализаторе — оксиде ванадия (V).



Известно сотни веществ, ускоряющих окисление  $\text{SO}_2$  до  $\text{SO}_3$ , три лучших из них в порядке уменьшения активности: платина, пятиокись ванадия и оксид железа. При этом платина отличается дороговизной и легко отравляется примесями, содержащимися в газе  $\text{SO}_2$ , особенно мышьяком. Оксид железа требует высоких температур для проявления каталитической активности (выше 625 гр. С). Таким образом, ванадиевый катализатор является наиболее рациональным, и только он применяется при производстве серной кислоты.

# Производство серной кислоты из минерала пирита на катализаторе-оксиде ванадия (V).



## Контактный способ производства серной кислоты.

- 1) Измельчение пирита.
- 2) Очистка пирита.

**ПЕРВАЯ СТАДИЯ** - обжиг пирита в печи для обжига в "кипящем слое".

$$t = 800^{\circ}\text{C}$$



**ВТОРАЯ СТАДИЯ** - окисление  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  кислородом.

Протекает в контактном аппарате.



**ТРЕТЬЯ СТАДИЯ** - поглощение  $\text{SO}_3$  серной кислотой.

Протекает в поглотительной башне

# Первичная проверка знаний

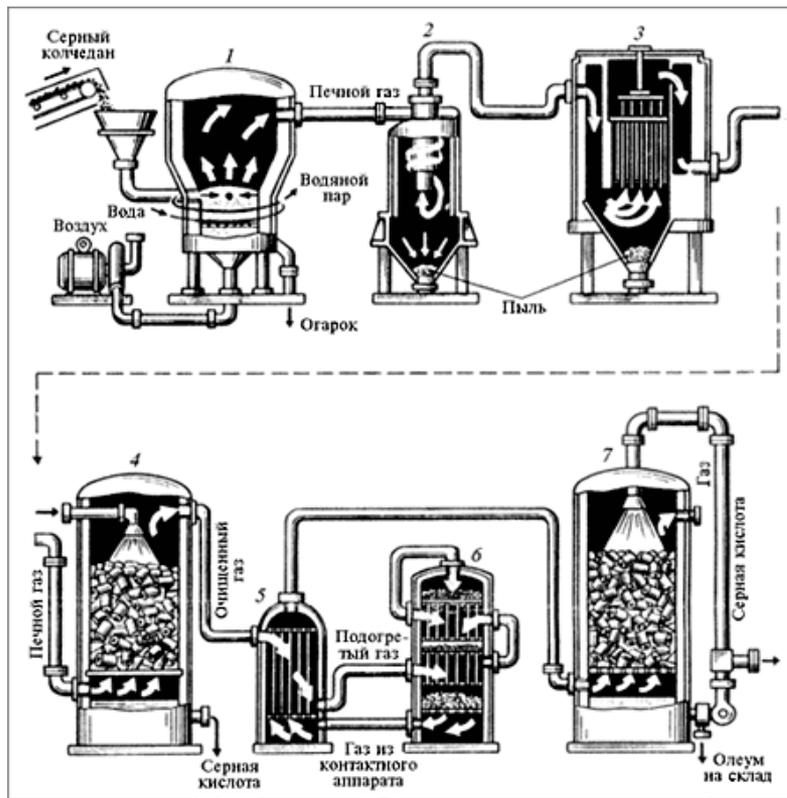
## Перечислите

- 1. Основные стадии получения серной кислоты контактным способом из пирита.**
- 2. Охарактеризуйте процессы происходящие в каждой стадии.**

# Напишите

---

- 1. Уравнение реакции первой стадии получения серной кислоты.**
- 2. Уравнение реакции второй стадии получения серной кислоты.**
- 3. Уравнение реакции третьей стадии получения серной кислоты**



### Основные этапы промышленного производства сульфатной кислоты

Название этапа	Уравнение ответной реакции
1. Выжигание пирита (при температуре приблизительно 800 °С)	$4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2 \uparrow$
2. Каталитическое окисление диоксида серы (при температуре приблизительно 450 °С в присутствии катализатора пентаоксида диванадия $V_2O_5$ )	$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$
3. Поглощение триоксида серы водой	$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$

В промышленности для поглощения  $SO_3$  используют концентрированную серную кислоту (ни в коем случае не воду); при этом образуется олеум  $H_2SO_4 \cdot SO_3$ , при разведении которого снова получают концентрированную серную кислоту

# Экологические проблемы

Какие экологические проблемы возникают при получении и использовании серной кислоты?



Можно выделить целый ряд экологических проблем, связанных с производством серной кислоты.

1. Связана с обжигом серного колчедана  $\text{FeS}_2$  и других сульфидных руд. При обжиге, протекающем в «кипящем слое», получающийся оксид металла, например  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , выделяется в атмосферу.

2. При производстве серной кислоты в атмосферу попадает много оксида серы (IV):  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$

3. Для производства серной кислоты нередко используется сера, получаемая из сероводорода (это вещество является отходом ряда производств). Эта технологическая схема несовершенна - около 20% серы идет на образование оксида серы (IV), который выделяется в атмосферу.

4. Взаимодействуя с другими компонентами воздуха и атмосферной влагой, оксид серы (VI) образует мельчайшие частицы сульфатных солей. При выпадении осадков образуют «кислотные дожди», которые губят лесные массивы, нарушают жизнедеятельность водных экосистем, вызывают серьезные нарушения здоровья животных и человека, особенно их дыхательной системы.

## **Способы решения экологических проблем, связанных с производством серной кислоты:**

1. Один из способов разрешения экологических проблем — **использование технологических схем**, сводящих к минимуму загрязнение атмосферы:

- 1) непрерывность процесса;
- 2) циркуляционные процессы (непрореагировавшие вещества возвращаются в сферу реакции);
- 3) принцип противотока (увеличивается площадь поверхности реагирующих веществ и скорость реакции);
- 4) комплексное использование сырья, безотходная технология;
- 5) выбор оптимального сырья и режима его переработки.

2. Еще один важный путь — это **совершенствование технологического оборудования**, в частности различных фильтров и поглотителей

# Будьте осторожны при работе с серной кислотой

---

**Серная кислота** и близкие к ней продукты - чрезвычайно токсичные вещества, которым присвоен класс опасности II. Их пары поражают дыхательные пути, кожу, слизистые оболочки, вызывают затруднение дыхания, кашель, нередко - ларингит, трахеит, бронхит