

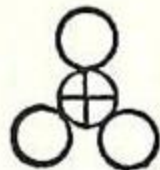
Проект

Производство серной кислоты



Исторические сведения

молекула серной
кислоты по Дальтону:

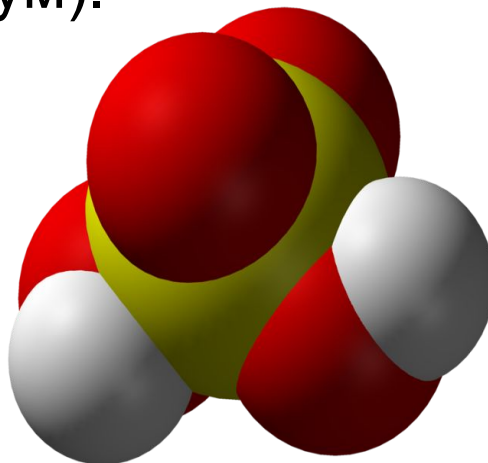
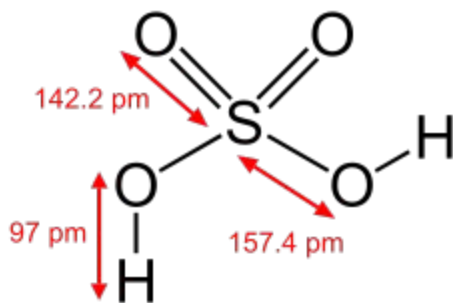


Sulphuric acid

- Серная кислота известна с древности. Первое упоминание о кислых газах, получаемых при прокаливании квасцов или железного купороса «зеленого камня», встречается в сочинениях, приписываемых арабскому алхимику Джабир ибн Хайяну.
- Позже, в IX веке персидский алхимик Ар-Рази, прокаливая смесь железного и медного купороса ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), также получил раствор серной кислоты. Этот способ усовершенствовал европейский алхимик Альберт Магнус, живший в XIII веке.

Серная кислота

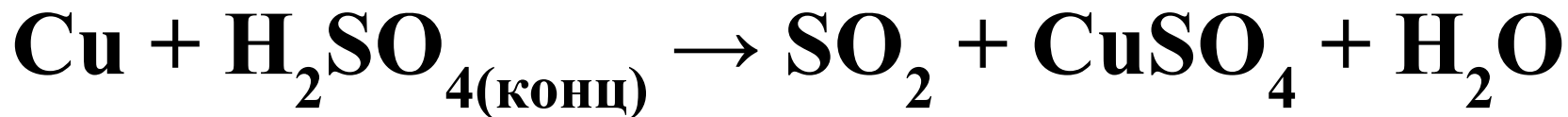
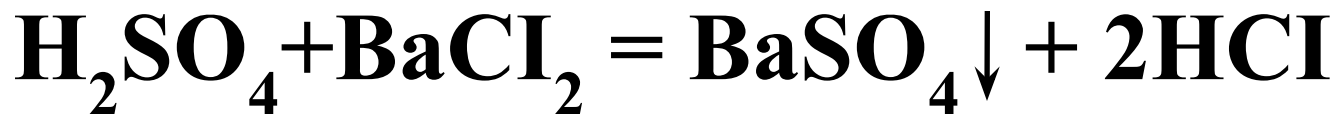
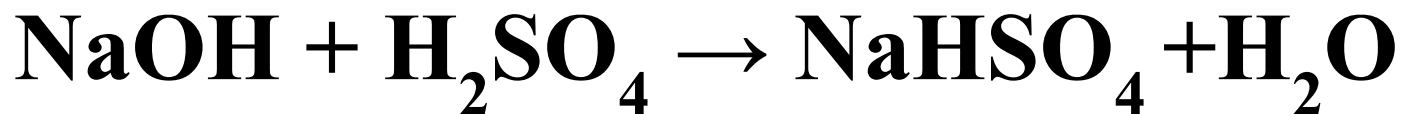
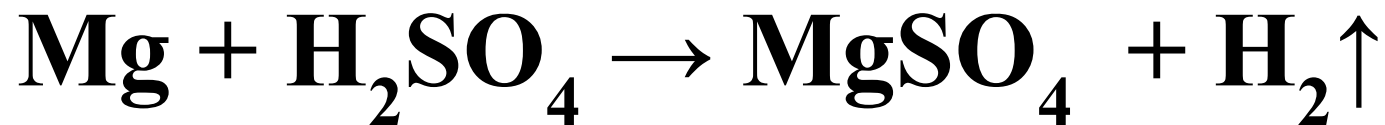
- **Сёрная кислота́** H_2SO_4 — сильная двухосновная кислота, отвечающая высшей степени окисления серы (+6). При обычных условиях концентрированная серная кислота — тяжёлая маслянистая жидкость без цвета и запаха. В технике серной кислотой называют её смеси как с водой, так и с серным ангидридом SO_3 . Если молярное отношение $\text{SO}_3:\text{H}_2\text{O} < 1$, то это водный раствор серной кислоты, если > 1 , — раствор SO_3 в серной кислоте (олеум).



Свойства водных растворов серной кислоты и олеума

Содержание % по массе		Плотность при 20 °С, г/см ³	Температура плавления, °С	Температура кипения, °С
H ₂ SO ₄	SO ₃ (свободный)			
10	-	1,0661	-5,5	102,0
20	-	1,1394	-19,0	104,4
40	-	1,3028	-65,2	113,9
60	-	1,4983	-25,8	141,8
80	-	1,7272	-3,0	210,2
98	-	1,8365	0,1	332,4
100	-	1,8305	10,4	296,2
104,5	20	1,8968	-11,0	166,6
109	40	1,9611	33,3	100,6
113,5	60	2,0012	7,1	69,8
118,0	80	1,9947	16,9	55,0
122,5	100	1,9203	16,8	44,7

Химические свойства



Токсическое действие

- Серная кислота и олеум — очень едкие вещества. Они поражают кожу, слизистые оболочки, дыхательные пути (вызывают химические ожоги). При вдыхании паров этих веществ они вызывают затруднение дыхания, кашель, нередко — ларингит, трахеит, бронхит и т. д. ПДК аэрозоля серной кислоты в воздухе рабочей зоны $1,0 \text{ мг/м}^3$, в атмосферном воздухе $0,3 \text{ мг/м}^3$ (максимальная разовая) и $0,1 \text{ мг/м}^3$ (среднесуточная). Поражающая концентрация паров серной кислоты $0,008 \text{ мг/л}$ (экспозиция 60 мин), смертельная $0,18 \text{ мг/л}$ (60 мин). Класс опасности II. Аэрозоль серной кислоты может образовываться в атмосфере в результате выбросов химических и металлургических производств, содержащих оксиды S, и выпадать в виде кислотных дождей.



Серную кислоту применяют:

- в производстве минеральных удобрений;
- как электролит в свинцовых аккумуляторах;
- для получения различных минеральных кислот и солей;
- в производстве химических волокон, красителей, дымообразующих веществ и взрывчатых веществ;
- в нефтяной, металлообрабатывающей, текстильной, кожевенной и др. отраслях промышленности;
- в пищевой промышленности — зарегистрирована в качестве пищевой добавки **E513**(эмульгатор);
- в промышленном органическом синтезе в реакциях:
 - дегидратации (получение диэтилового эфира, сложных эфиров);
 - гидратации (этанол из этилена);
 - сульфирования (синтетические моющие средства и промежуточные продукты в производстве красителей);
 - алкилирования (получение изоктана, полиэтиленгликоля, капролактама) и др.

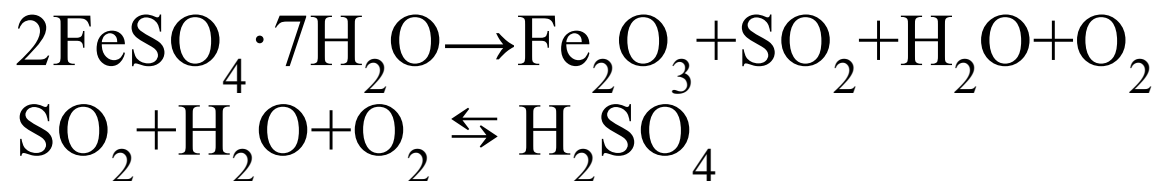
Стандарты серной кислоты

- Кислота серная техническая ГОСТ 2184—77
- Кислота серная аккумуляторная. Технические условия ГОСТ 667—73
- Кислота серная особой чистоты. Технические условия ГОСТ 14262—78
- Реактивы. Кислота серная. Технические условия ГОСТ 4204—77

Производство серной кислоты

Сырьём для получения серной кислоты служат сера, сульфиды металлов, сероводород, отходящие газы теплоэлектростанций, сульфаты железа, кальция и др.

Получение серной кислоты (т.н. купоросное масло) из железного купороса - термическое разложение сульфата железа (II) с последующим охлаждением смеси

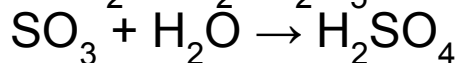
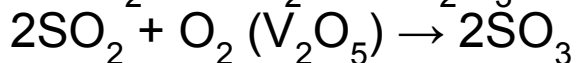
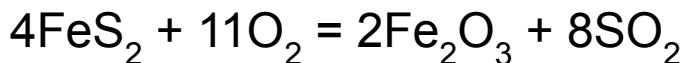


Основные стадии получения серной кислоты:

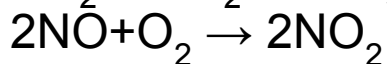
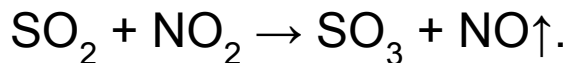
- 1) Обжиг сырья с получением SO_2
- 2) Окисление SO_2 в SO_3
- 3) Абсорбция SO_3

В промышленности применяют два метода окисления SO_2 в производстве серной кислоты: контактный — с использованием твердых катализаторов (контактов), и нитрозный — с оксидами азота.

Из минерала пирита на катализаторе — оксиде ванадия (V).

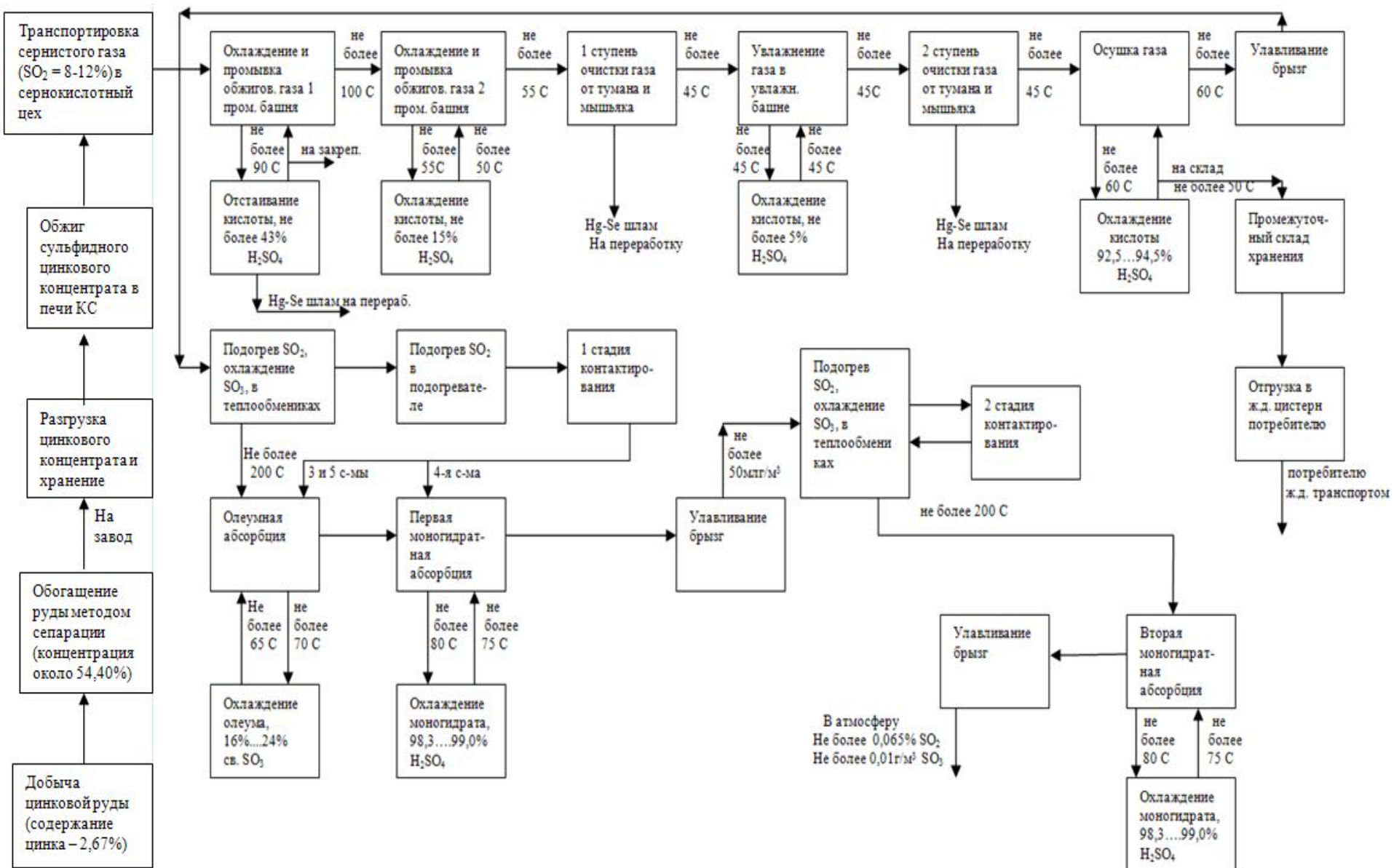


Нитрозный метод получения серной кислоты

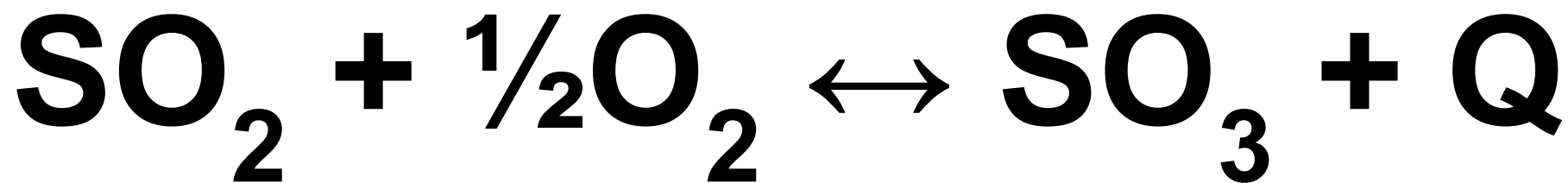


При реакции SO_3 с водой выделяется огромное количество теплоты и серная кислота начинает закипать с образованием "туманов" $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + Q$
Поэтому SO_3 смешивается с H_2SO_4 , образуя раствор SO_3 в 91% H_2SO_4 - олеум

Технологическая схема производства серной кислоты методом двойного контактирования









Ванадиевый
катализатор ТУ
48-0323-6-90

Сульфованадат-диатомитовый СВД (КД):

Каталитическая активность, % - не менее
- при 485⁰С – 83,0; при 420⁰С - не нормируется
Содержание V₂O₅ не менее 6,5 %.

СВНТ (КД):

Каталитическая активность, % - не менее
- при 485⁰С – 83,0; при 420⁰С – 35,0
Содержание V₂O₅ не менее 6,5 %.

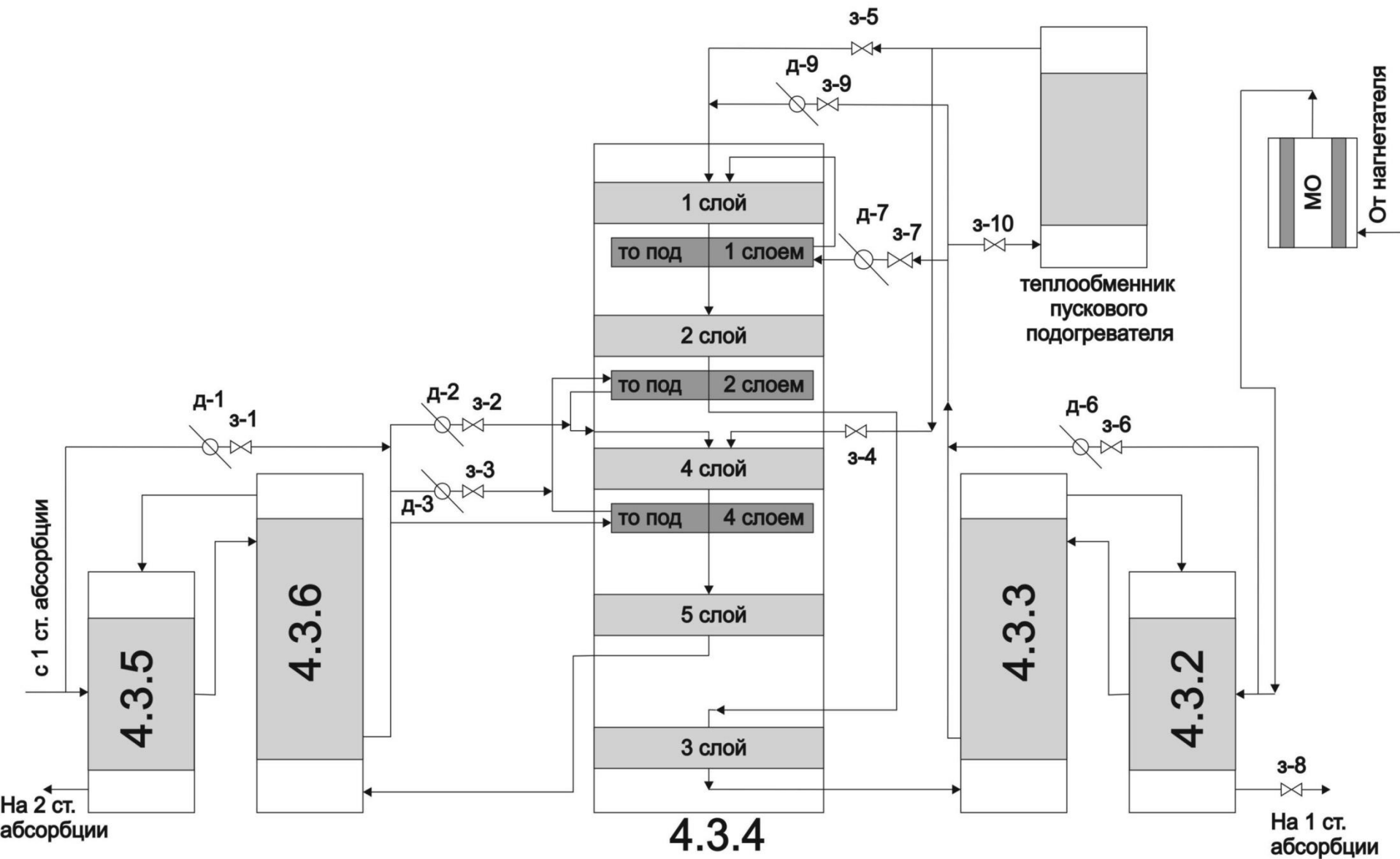
Сульфованадат на силикагеле СВД (К-Д.К):

Каталитическая активность, % - не менее
- при 485⁰С – 85,0; при 420⁰С – 50,0
Содержание V₂O₅ не менее 6,5 %.

Температурный и манометрический режим работы КА

Слой	Температурный режим (°C)		Манометрический режим (КПа)		X _к , %
	ВХОД	ВЫХОД	ВХОД	ВЫХОД	
1	410-430	590-610	26,3-26,8	23,3-23,8	65,0
2	470-490	520-540	22,3-22,8	20,8-21,3	84,6
3	440-450	465-475	19,6-19,9	18,6-18,9	93,0
4	428-430	440-450	8,3-8,8	7,3-7,8	94,0
5	420-430	421-431	6,5-7,0	5,5-6,0	98,0

Аппаратурная схема контактного аппарата



Материальный баланс

<i>Введено</i>			<i>Получено</i>		
<i>Реагенты</i>	<i>кг</i>	<i>% масс</i>	<i>Продукты</i>	<i>кг</i>	<i>%масс</i>
Сера	395,2	8,4	Серная кислота:	1200	25,5
Вода	288,98	6,14	H_2SO_4	1116	23,75
Воздух:	4023,12		H_2O	84	1,8
$21\% O_2$	937,43	19,9	Выхлопные газы:		
$79\% N_2$	3085,69	65,56	SO_2	15,17	0,32
			N_2	3085,69	65,68
			SO_3	4,65	0,098
			O_2	372,1	7,92
			S	19,76	0,42
			Невязка	9,9	0,21
Всего	4707,3	100	Всего	4697,4	100

Заключение

В производстве H_2SO_4 соблюдены основные направления развития химической промышленности:

- Технология малоотходная – переход сырья в целевой продукт достигает 99%.
- Энергосберегающее, так как процесс обеспечивает сам свое энергосбережение.

Эта химическая технология обладает рядом функций:

- Рациональное использование сырья и энергии.
- Масштабность и дешевизна.

Поскольку процесс непрерывен, он обладает рядом достоинств:

- Большое количество продукта с 1 объема аппарата – высокая интенсивность процесса.
- Исключение потерь тепла из-за термодинамичности – нагрев – охлаждение.
- Легкость автоматизации.

Также процесс учитывает основные принципы химической технологии:

- Наибольшая интенсивность процесса;
- Наилучшее использование сырья;
- Наибольшее использование энергии.

Спасибо за внимание

