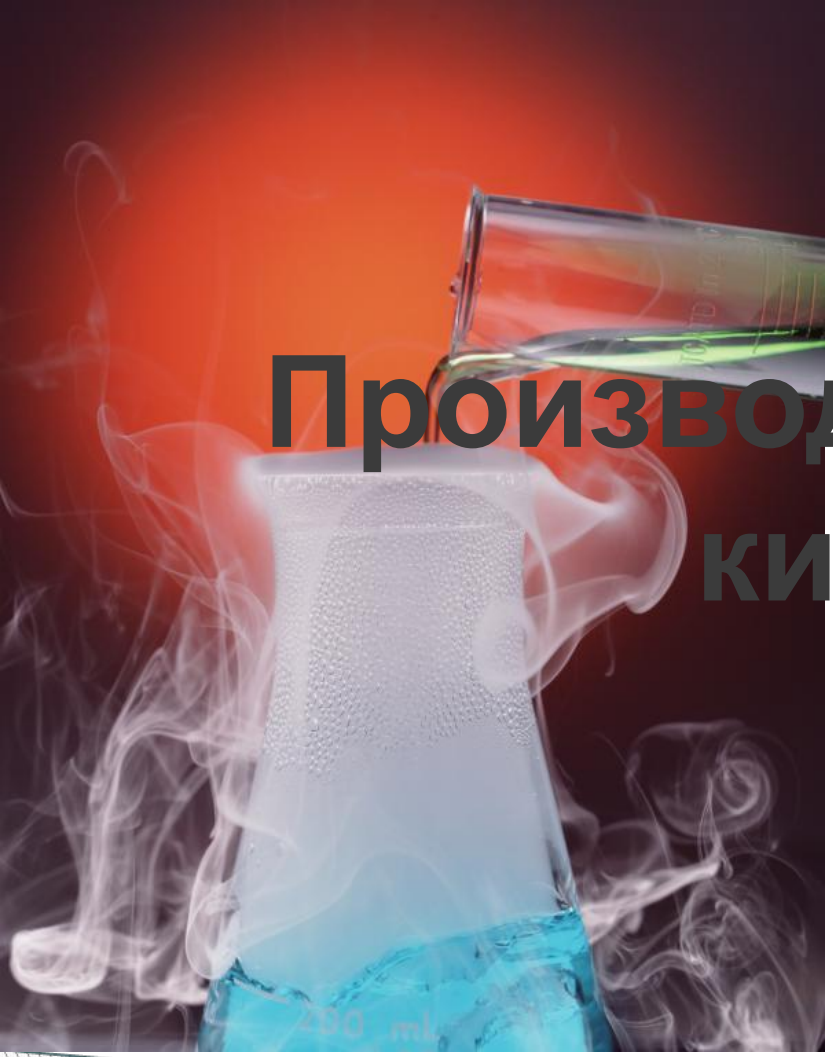

Производство серной кислоты

Общие сведения

- Серная кислота принадлежит к числу сильных кислот и является самой дешевой из них (она более чем в 2 раза дешевле азотной и серной).
- Мировое производство серной кислоты превышает 100 млн.т в год; это больше, чем вырабатывается азотной, соляной, уксусной и других кислот вместе взятых.
- Серная кислота применяется в производстве самых разнообразных веществ: минеральных солей и кислот, всевозможных органических соединений, красителей, дымообразующих и взрывчатых веществ и т. д.
- Безводная 100%-ная серная кислота (моногидрат) представляет собой тяжелую, маслянистую и бесцветную жидкость, которая смешивается с водой во всех отношениях с выделение большого количества тепла. Плотность H_2SO_4 при 20 ^oC равна 1,83 г/см^3, температура кипения 286 ^oC, температура замерзания 10,5 ^oC.
- Серную кислоту, в которой растворено избыточное количество серного ангидрида SO_3, называют олеумом $H_2SO_4 \bullet nSO_3$.

Методы получения

Контактный

(кат. окислы ванадия с добавками SiO_2, Al_2O_3, K_2O, CaO, BaO)

$$SO_2 + ½\ O_2 = SO_3$$

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

Нитрозный

$$N_2O_3 + 2\ H_2SO_4 = 2\ NOHSO_4 + H_2O$$

$$NOHSO_4 + H_2O = H_2SO_4 + HNO_2$$

$$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$$

$$2\ HNO_2 + H_2SO_3 = H_2SO_4 + 2\ NO + H_2O$$

Промышленный метод получения

Химическая схема производства

Химическая схема включает три основных химических процесса:

а) $4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2 + Q$ (1)

б) $SO_2 + ½O_2 = SO_3 + Q$ (2)

в) $SO_3 + H_2O = H_2SO_4 + Q$ (3)

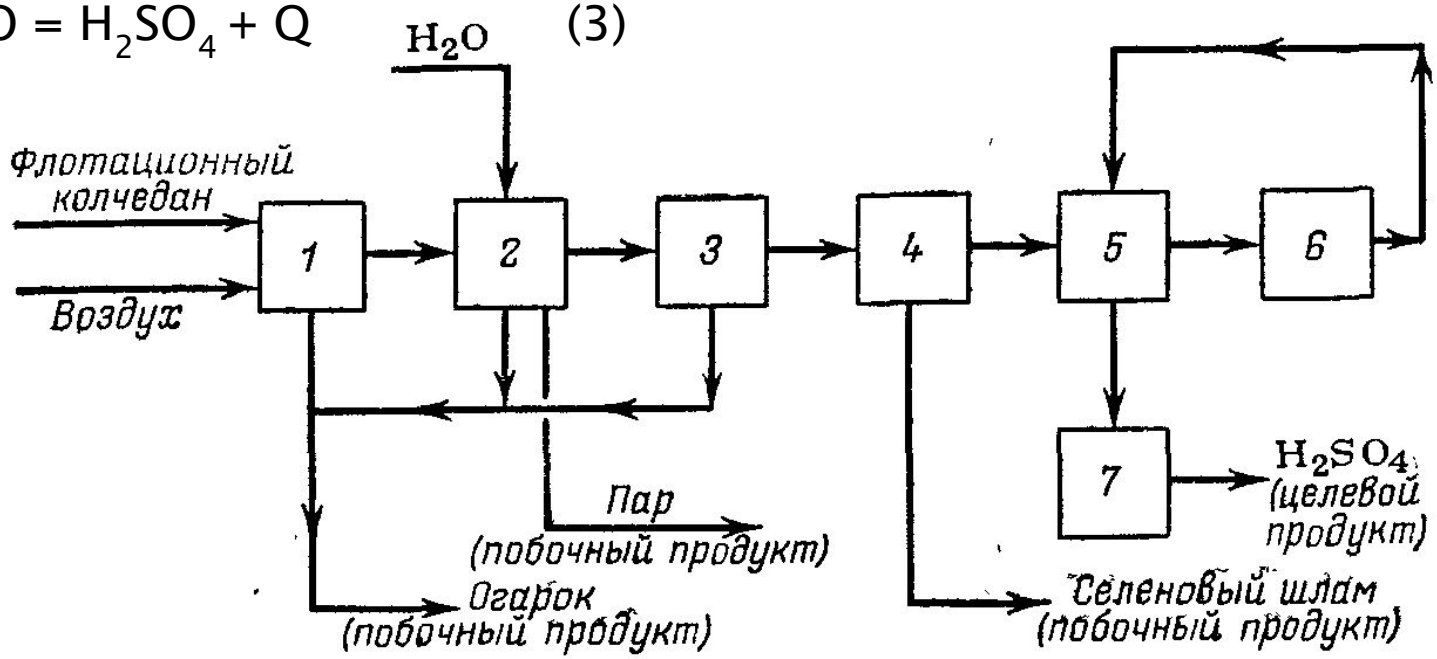

Рис. XI.3. Принципиальная схема производства серной кислоты контактным методом:

1 — обжиг флотационного колчедана и получение обжигового газа; 2 — охлаждение газа в котле-утилизаторе; 3 — очистка газа от пыли; 4 — промывка и осушка газа; 5 — подогрев газа: 6 — окисление сернистого ангидрида в серный на катализаторе; 7 — абсорбция серного ангидрида и образование серной кислоты.

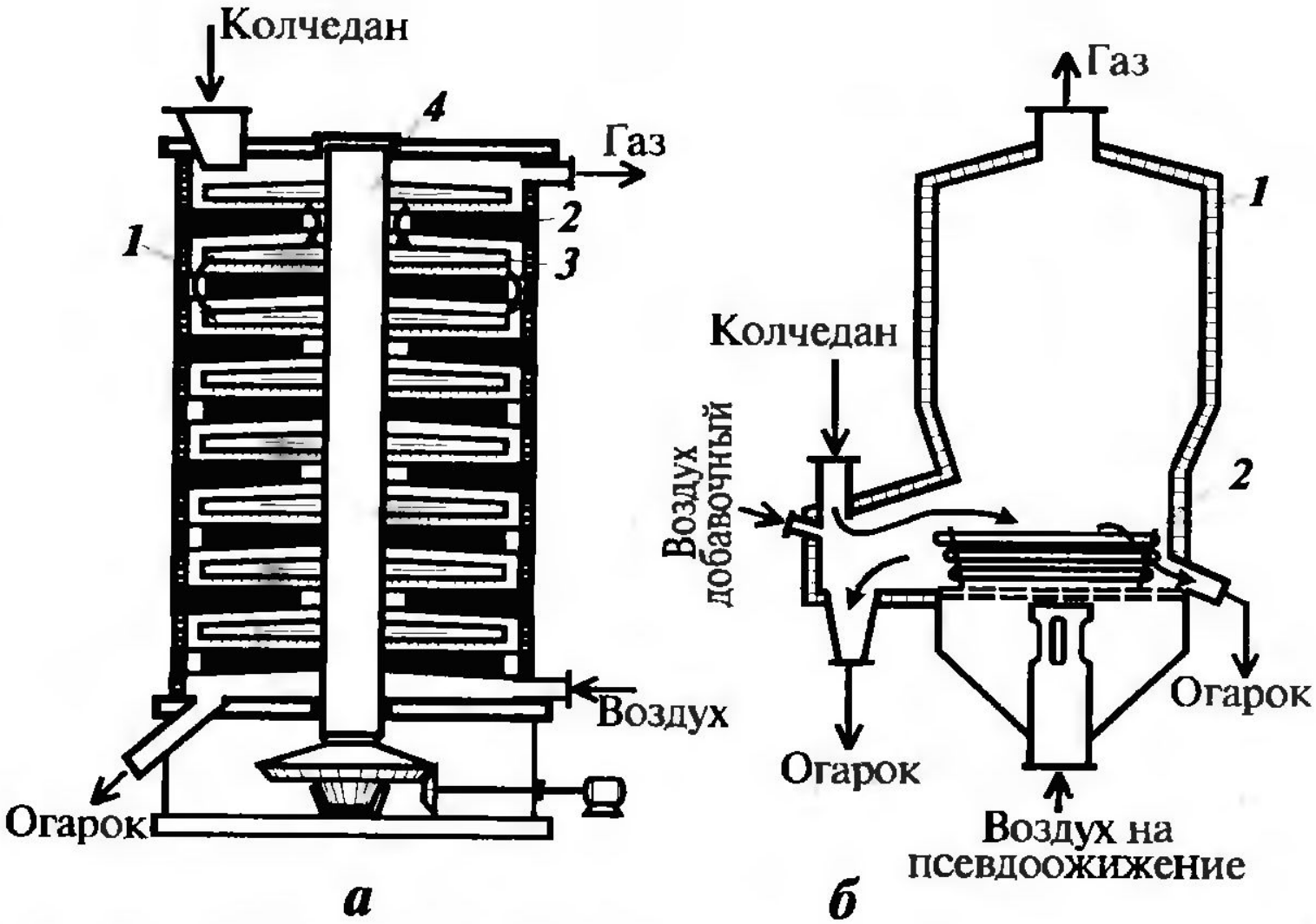

Рис. 5.25. Реакторы обжига колчедана:

а – полочный (*1* – корпус, *2* – полки для колчедана, *3* – вращающиеся скребки, *4* – ось привода скребков); *б* – печь кипящего слоя (*1* – корпус, *2* – теплообменник). Стрелки внутри аппаратов – движение твердого колчедана в реакторах

Технологическая схема производства

Общая схема производства серной кислоты контактным методом из флотационного колчедана с осуществлением процесса окисления SO_2 на основе двойного контактирования показана на рис. XI.14.

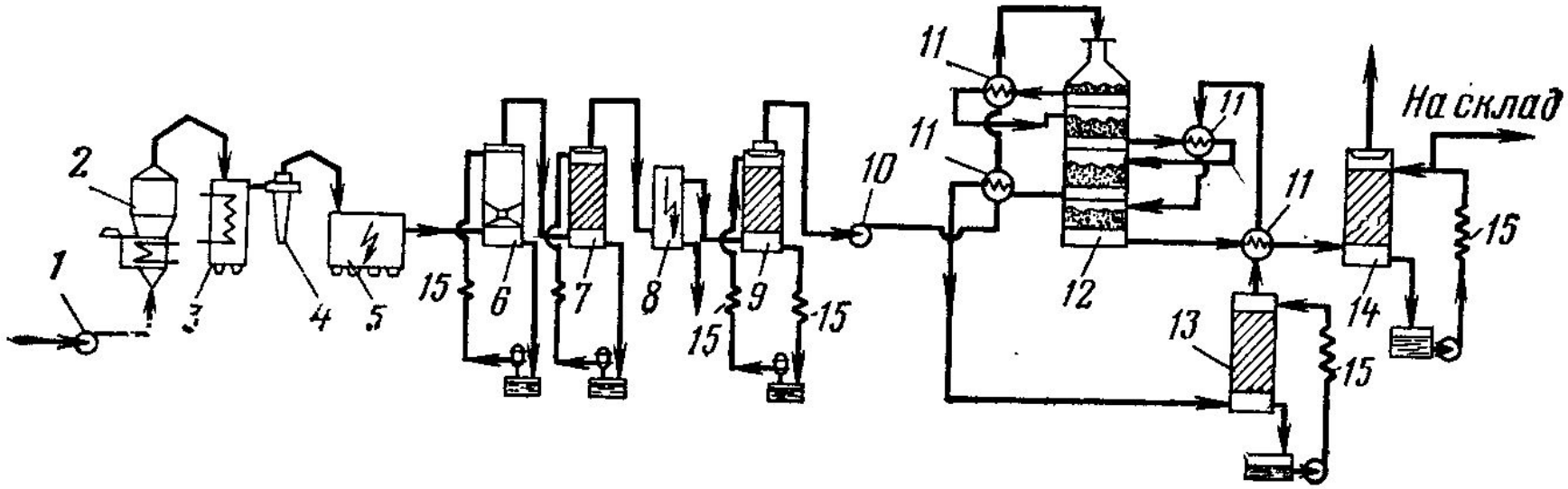

Рис. XI.14. Технологическая схема производства серной кислоты из флотационного колчедана:

1, 10 — нагнетатели; *2* — печь КС; *3* — котел-утилизатор; *4* — циклон; *5* — сухой электрофильтр; *6, 7* — 1-я и 2-я промывные башни; *8* — мокрый электрофильтр; *9* — сушильная башня; *11* — теплообменники; *12* — контактный аппарат; *13, 14* — моногидратные абсорберы; *15* — холодильники кислоты.

Факторы характеризующие протекание процесса

Производительность единичного агрегата, т•сут$^{-1}$ серной кислоты (100% H_2SO_4)	1000
Температура газа, °С	
на выходе из печи КС	850
на входе	
в сухой электрофильтр	400
в сушильную баню	32
в 1-й слой контактной массы	420
на входе во 2-й слой контактной массы	450
на входе в 3-й слой	430
на входе в 4-й слой	420
на выходе из абсорбера	60
Концентрация SO_2 на входе в 1-й слой контактной массы, % (об.)	9
Степень превращения на выходе из	
1-го слоя контактной массы	0,6
2-го слоя контактной массы	0,85
3-го слоя контактной массы (после первой стадии контактирования)	0,90
на выходе из 4-го слоя	0,995
Разряжение перед нагнетателем	
Па	9 800
мм вод. ст.	1 000
Давление после нагнетателя	
Па	22 500
мм вод. ст.	2 300

Технико-экономические показатели

Основные технико-экономические показатели:

Степень превращения SO_2 на катализаторе, %	96–99,5
Общее использование серы, %	85–86
Потери серы, %	5–6
Расход электроэнергии, $кВт \cdot ч \cdot т^{-1}$	100–110
Расход воды, $м^3 \cdot т^{-1}$	50–60

Методы оптимизации производства

1. Повышение единичной мощности агрегатов;
2. Повышение давления процесса;
3. Замена воздуха, кислородом или воздухом, обогащенным кислородом.

Заключение

- В производстве H_2SO_4 соблюдены основные направления развития химической промышленности:

  1.Технология малоотходная – переход сырья в целевой продукт достигает 99,9 %.

  2.Энергосберегающее, так как процесс обеспечивает сам свое энергосбережение.
- Эта химическая технология обладает рядом функций:

  1.Рациональное использование сырья и энергии.

  2.Масштабность и дешевизна.
- Поскольку процесс непрерывен, он обладает рядом достоинств:

  1.Большое количество продукта с 1 объема аппарата – высокая интенсивность процесса.

  2.Исключение потерь тепла из – за термодинамичности – нагрев – охлаждение.

  3.Легкость автоматизации.