

# **Методы и технологии очистки дымовых газов от оксидов серы**

- Сжигание серы

```
graph TD; A[Сжигание серы] --> B[Сернистый ангидрид (SO2)]; A --> C[Серный ангидрид(SO3)];
```

Сернистый  
ангидрид ( $\text{SO}_2$ )

Серный  
ангидрид( $\text{SO}_3$ )

Стадия освоения:

- Установка на Дорогобужской ТЭЦ;
- Установка Губкинской ТЭЦ;
- ОПУ на Молдавской ГРЭС

Применение сероочистных установок повышает стоимость ТЭС на 25...30%

Направления снижения выбросов окислов серы:

1. Предварительное снижение серы в исходном топливе (десульфуризация топлива);

2. Очистка дымовых газов с помощью специальных установок.

## Десульфуризация

### Достоинства:

- Полно решается задача устранения отрицательных последствий, связанных с образованием и прохождением по тракту котла окислов серы;
- Повышения экономичности сжигания;
- Не возникает вопроса об утилизации продуктов обессеривания дымовых газов;

### Недостатки:

- Обессеривание жидкого и твердого топлива (в отличие от обессеривания газообразного топлива, которое достаточно просто осуществляется на месте добычи) является достаточно сложным в техническом плане процессом.



## Классификация способов сероочистки:

- Абсорбционные

сернистый ангидрид связывается химически в промывочной жидкости физическим путем посредством молекулярного притяжения;

- Адсорбционные

связывание сернистого ангидрида с поверхностью твердого материала чисто физическими силами взаимодействия;

- Хемосорбционные

происходит химическое связывание с твердым материалом.

Все перечисленные методы делятся на: мокрые  
сухие

## Мокрые способы

используют для связывания сернистого ангидрида промывочные растворы со щелочными свойствами.

К этим методам относятся:

- Абсорбция  $SO_2$  с помощью основных щелочных соединений ( $NaOH$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $Na_2SO_3$ );

Пример - процесс «Wellman-Lord», США, Япония;

Конечный продуктом - гипс;

- Абсорбция  $SO_2$  с помощью щелочно-земельных соединений ( $Ca(OH)_2$ ,  $CaCO_3$ ,  $Mg(OH)_2$ );
- Абсорбция  $SO_2$  с помощью соединений аммония ( $NH_4OH$  и  $(NH_4)_2SO_3$ );

Конечный продукт - серная кислота и сера.

## Сухие способы

- Сухой аддитивный метод (хемосорбция)

Примеры: «Bergbau Frschung» Германия;

«НОКСО» США;

- Хемосорбция  $SO_2$  с применением окиси меди (метод «УОП-Шель»);
- Каталитическое окисление  $SO_2$  в  $SO_3$ , с получением в результате процесса серной кислоты;
- Адсорбция  $SO_2$  с применением активированного угля или кокса;
- Радиационно-химическая очистка дымовых газов от окислов серы и азота (радиолиз).



## Мокрые способы очистки

- 90% составляют установки, использующие этот метод;
- В качестве сорбента недорогой и недефицитный материал (известь, известняк);
- В основе метода - нейтрализация сернистой кислоты, получающейся в результате растворения диоксида серы, содержащегося в дымовых газах, гидратом окиси  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (известью) или карбонатом кальция  $\text{CaCO}_3$  (известняком);

## Преимуществом метода:

- Применением в качестве реагента недорогих и недефицитных природных материалов;
- Относительная простота технологии при высокой степени очистки газов от  $\text{SO}_2$ , достигающая в современных установках 95...98%;
- Получение конечного продукта, пригодного для дальнейшего использования;
- Сравнительно невысокие капитальные затраты на сооружение установки.

## Недостатки метода:

- Охлаждение дымовых газов в процессе очистки до температуры насыщения, что требует их повторного подогрева в специальном подогревателе, усложняющего технологическую схему;
- Наличие сточных вод, требующих очистки;
- Большие габариты установки.

Полученный в результате очистки конечный продукт – двухводный гипс ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) отделяется от воды и затем может быть использован по одной из следующих схем:

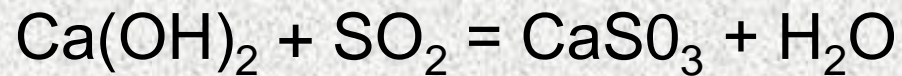
- Отгрузка необработанного двухводного гипса с 10...15% влажности непосредственно потребителю или его складирование и хранение;
- Высушивание при температуре около 100 °С, гранулирование и отгрузка потребителю;
- Обжиг при температуре 170...190 °С для получения высококачественного полуводного гипса ( $\text{CaSO}_4 \cdot (1/2)\text{H}_2\text{O}$ ), используемого для строительных целей в качестве вяжущего материала.



## Полусухие (мокро-сухие) методы очистки

В основе метода лежит поглощение (абсорбция) сернистого ангидрида из дымовых газов испаряющихся в них мелкими каплями известнякового раствора.

Сернистый ангидрид реагирует с известью по реакции:





## Основные преимущества метода:

- высокая степень очистки газов (не менее 90%);
- получение продукта в сухом виде и отсутствие в связи с этим сточных вод;
- отсутствие необходимости в подготовке газов;
- высокая степень использования реагента;
- высокая надежность и простота обслуживания;
- простота аппаратного выполнения;
- меньшие, чем при мокром способе, капитальные и эксплуатационные затраты (примерно на 25...30% при  $\eta_{\text{SO}_2}=75\text{...}80\%$ );
- высокий коэффициент готовности, примерно 93% (как и у котельного оборудования).

## Недостатки способа:

- применение в качестве сорбента в большом количестве более дорогой и дефицитной высококачественной извести;
- ограниченные возможности использования конечного продукта;
- большого размера абсорберы (трудно разместить вблизи котла).

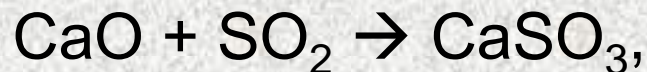
## Сухие методы сероочистки

### Сухой аддитивный метод

Суть метода - тонкоразмолотый известняк вводится в топку котла. При этом известняк обжигается (кальцинируется) с образованием окиси кальция и углекислоты:



При температуре дымовых газов 500...900 град. окись кальция взаимодействует с сернистым ангидридом с образованием сульфита кальция:



затем, за счет кислорода, содержащегося в дымовых газах, часть сульфита кальция доокисляется в сульфат:



После котла смесь сульфита и сульфата кальция вместе с золой и непрореагировавшей известью улавливается в золоуловителях.

Ввод аддитива в топку осуществлялся по различным схемам:

- путем добавки к топливу;
- вдуванием в надфакельное пространство;
- через горелки в периферийную область факела.