



Общество с ограниченной ответственностью  
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
«ЭНЕРГОСТАЛЬ»

## ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ИТЦ «ЭНЕРГОСТАЛЬ»



### Сравнение и особенности основных промышленных методов сероочистки отходящих газов агломерационных машин

*Россия, 308009, Белгородская обл., г. Белгород, ул. Харьковская, д. 3, секция 15  
т.: (4722) 52-27-78, (4722) 52-27-81 [rosenergostal@list.ru](mailto:rosenergostal@list.ru) [www.rosenergostal.ru](http://www.rosenergostal.ru)*



## Сферы деятельности:



- Горно-металлургический комплекс



- Машиностроение и энергетика



- Экология и энергосбережение



- Решения для автоматизации



# Предоставляемые работы и услуги:

- Разработка технологий
- Проектирование
- Изготовление и поставка оборудования
- Строительно-монтажные и пусконаладочные работы
- Обучение специалистов Заказчика, гарантийное и послегарантийное обслуживание

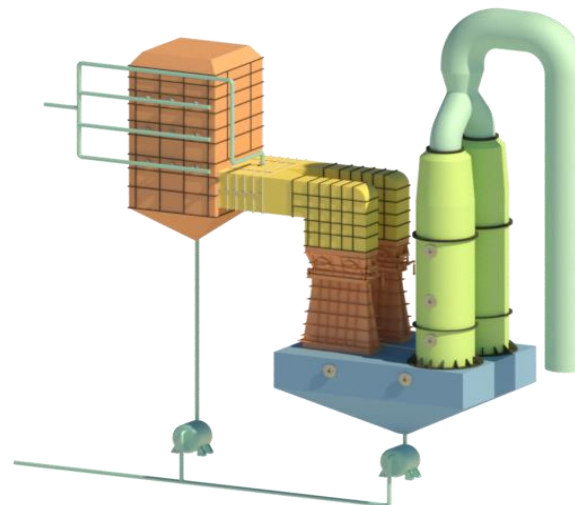
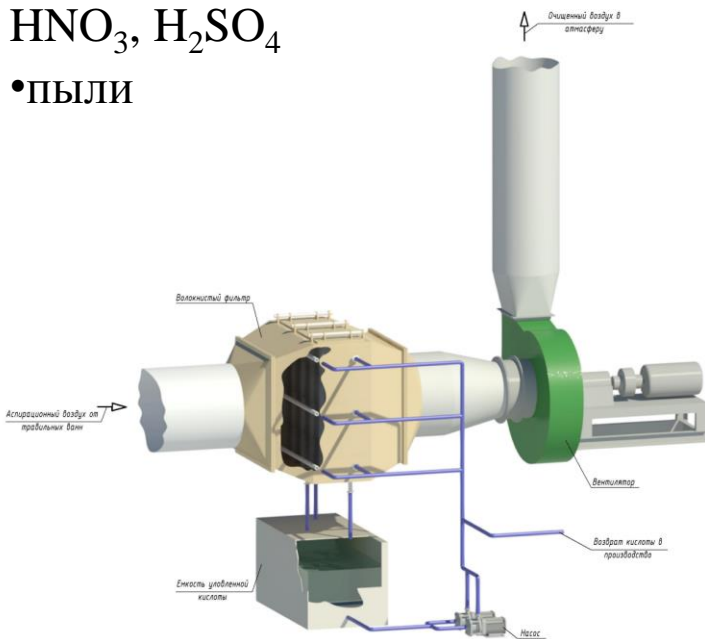




# Системы очистки газовых выбросов

Очистка от загрязняющих  
веществ:

- $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$
- паров  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  
 $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- ПЫЛИ



Применяемое газоочистное  
оборудование:

- Рукавные и электрофильтры
- Каталитические реакторы
- Трубы Вентури
- Полые и насадочные скруббера
- Волокнистые фильтры и др.



# Системы сероочистки

Самые эффективные и апробированные способы сероочистки представлены в справочниках:

- BAT (Best Available Techniques, Industrial Emissions Directive 2010/75/EU)
- Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС-22-2016 «Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях»





## Способы сероочистки



Сухой

Мокро-сухой

Полусухой

Мокрый

## Наиболее распространенные реагенты



Сода  
 $\text{NaHCO}_3$

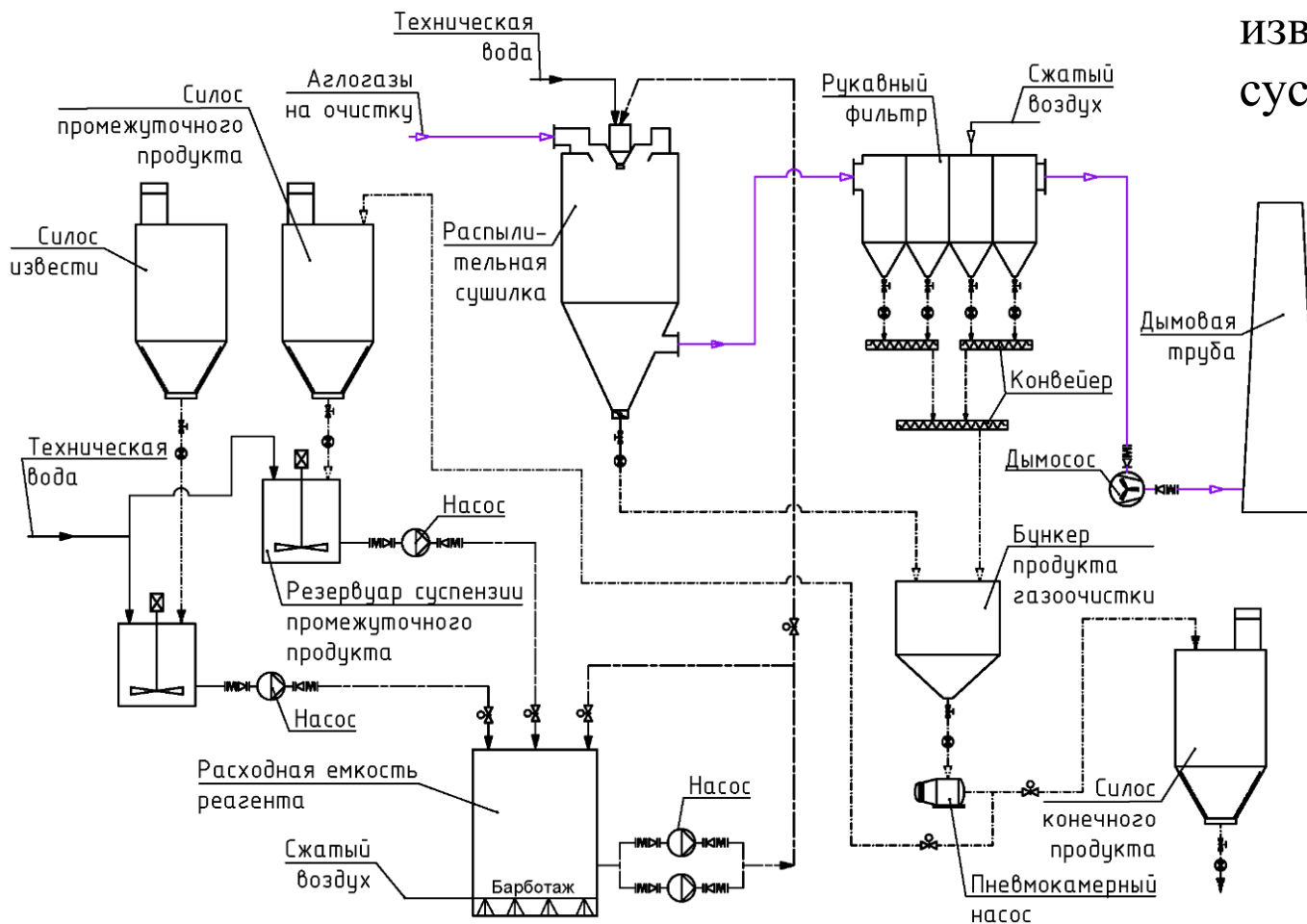
Известняк  
 $\text{CaCO}_3$

Известь  
 $\text{Ca(OH)}_2$



# Принципиальная схема мокро-сухого способа сероочистки

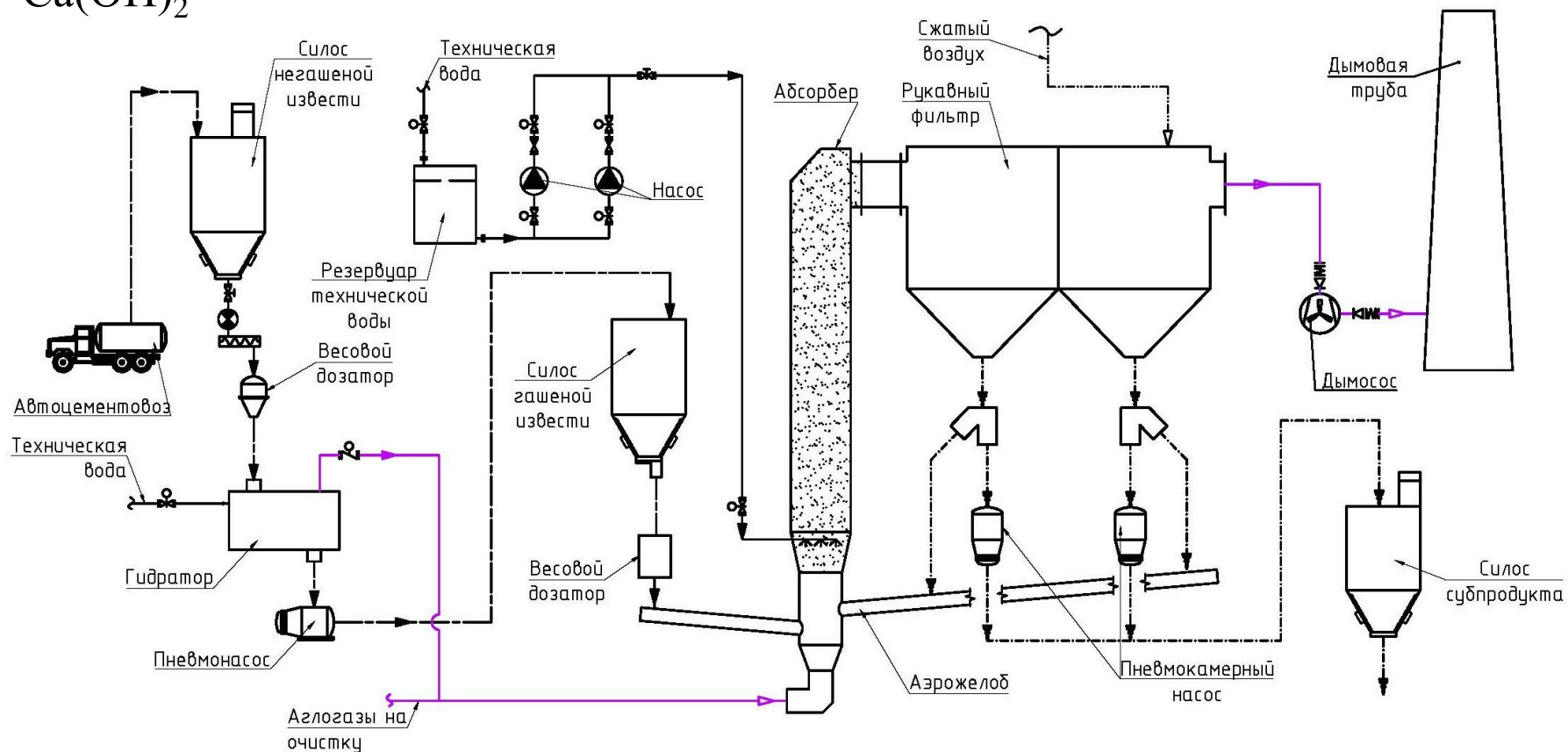
Реагент —  
известковая  
суспензия





# Принципиальная схема полусухого способа сероочистки

Реагент – известь  
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$

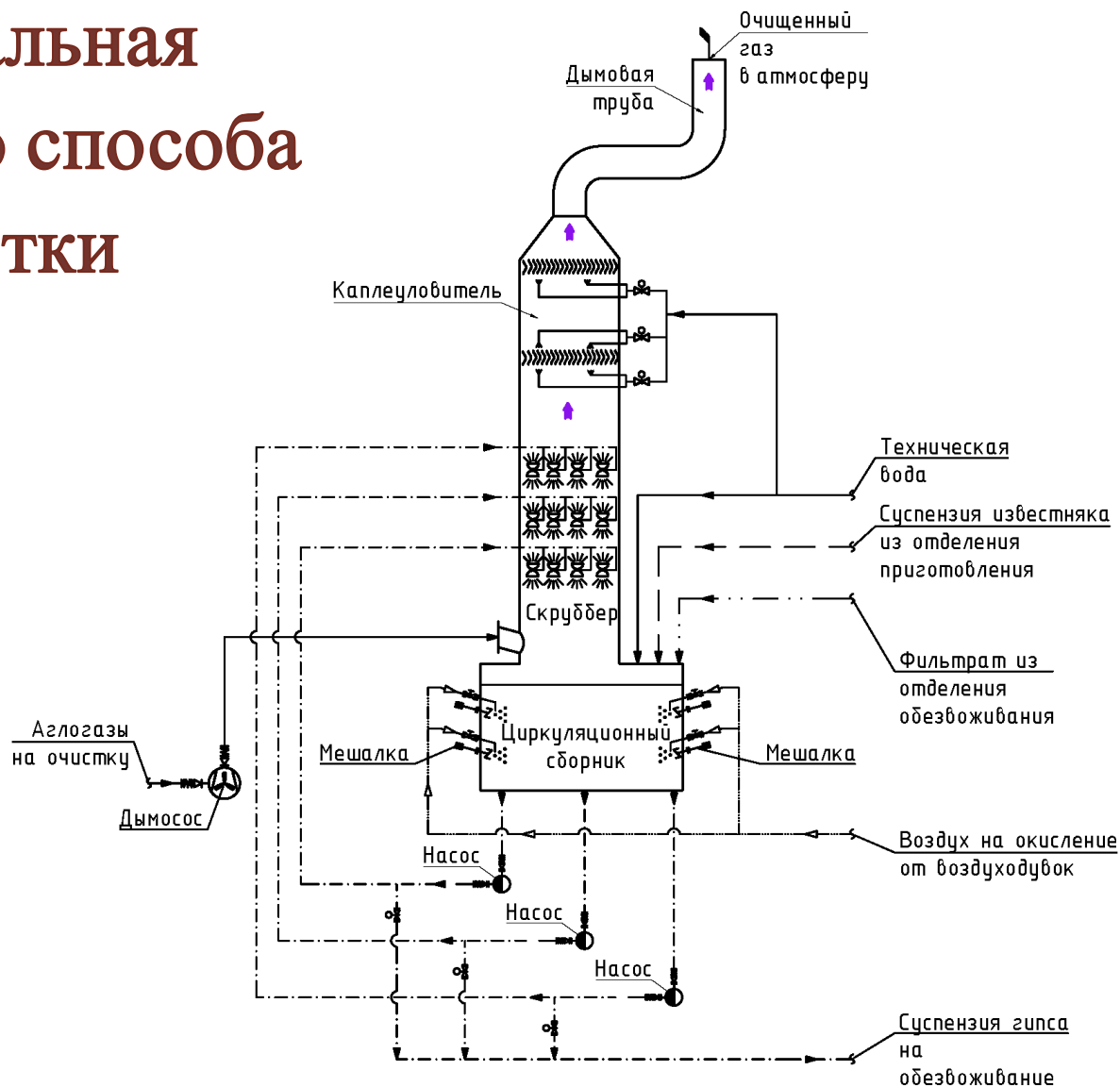






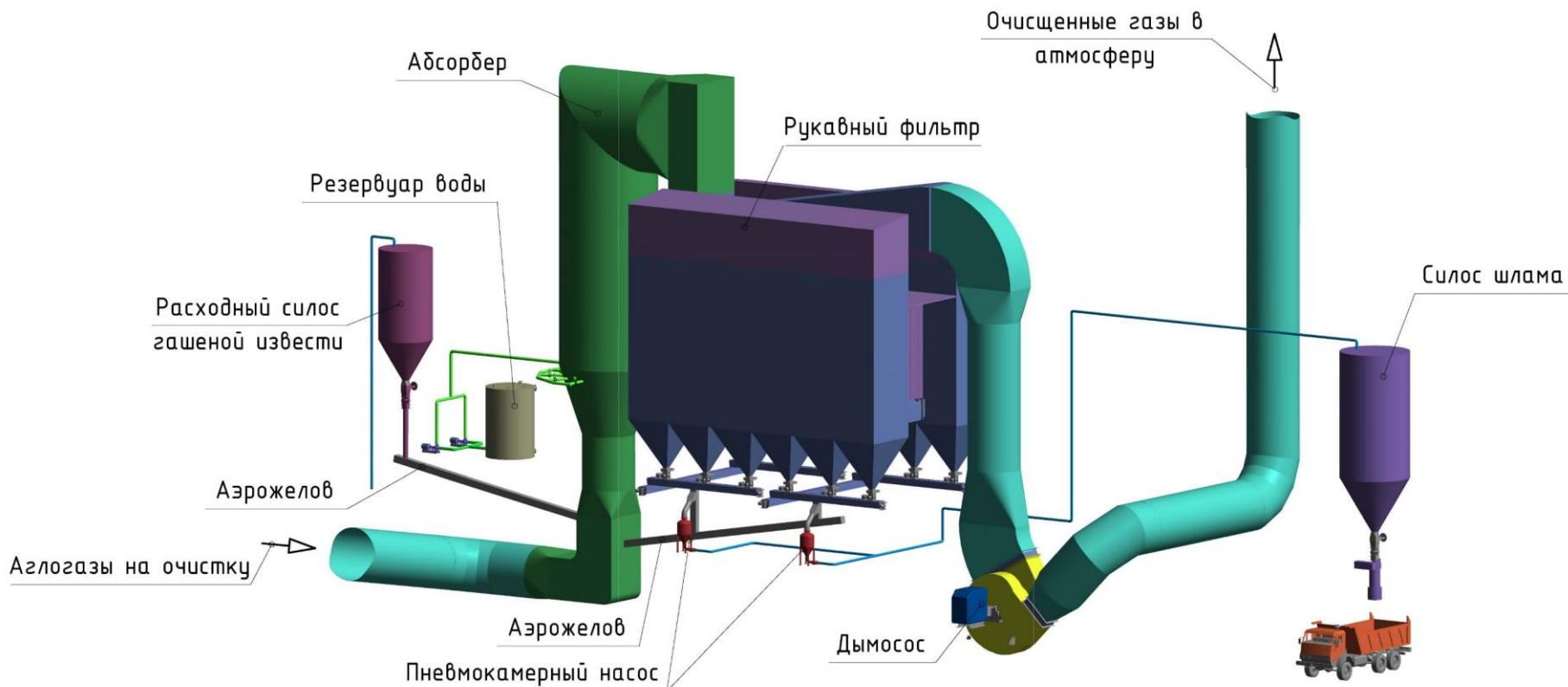
# Принципиальная схема мокрого способа сероочистки

Реагент -  
суспензия  
известняка  
 $\text{CaCO}_3$





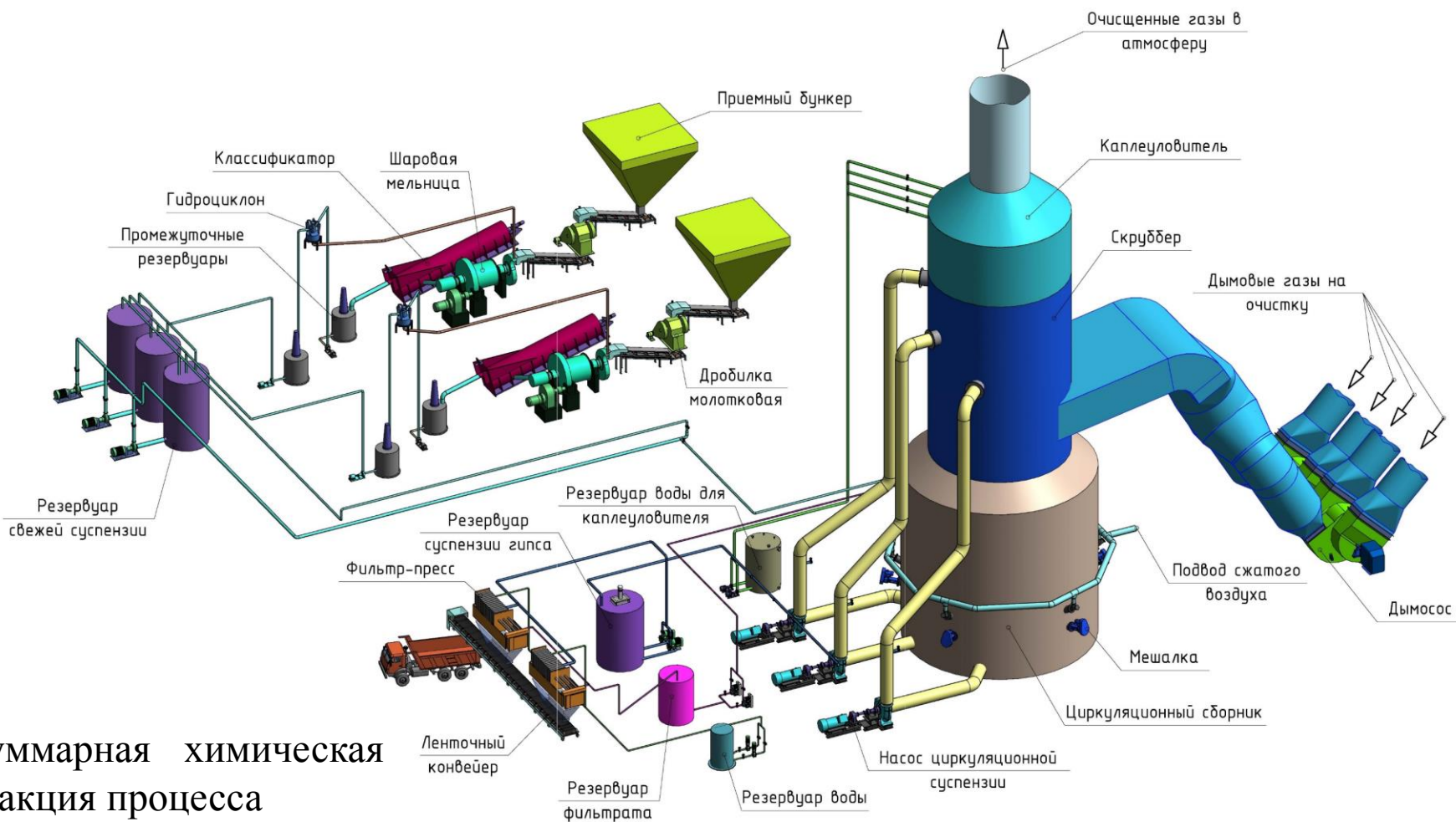
# Полусухой способ сероочистки



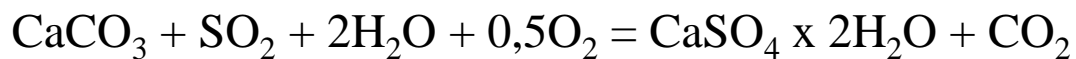
Суммарная химическая реакция процесса  
$$2\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{SO}_2 \rightarrow 2\text{CaSO}_3 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$$



# Мокрый способ сероочистки



Суммарная химическая реакция процесса





# Строительство системы газоочистки для ПАО «НМЗ»



ООО «ИТЦ «Энергосталь» выполнила комплекс проектных работ для системы газоочистки аглозавов агломашин №2 и №1. В данный момент на ПАО «НМЗ» проводятся строительно-монтажные работы. ООО «ИТЦ «Энергосталь» выполняет авторский надзор.

Система газоочистки включает:

- Отделение пылеочистки (рукавные фильтры)
- Отделение сероочистки (по мокрому способу)
- Отделение приготовления реагента





## Сравнение основных показателей полусухого и мокрого способов

Наименование параметров	Значение	
1 Производительность, тыс. м <sup>3</sup> /ч	700	700
2 Исходный материал для производства реагента	Известняк, содержание CaCO <sub>3</sub> не ниже 95%, крупность 8-25 мм	Известь негашеная, содержание CaO не ниже 82%, 0-1 мм
3 Расход исходного материала для приготовления реагента, кг/ч	900	1053
4 Потребление воды, м <sup>3</sup> /ч	~ 60	21 (max 34)
5 Потребление сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	35	16
6 Электропотребление, кВт	4300	3500



## Отходы технологии

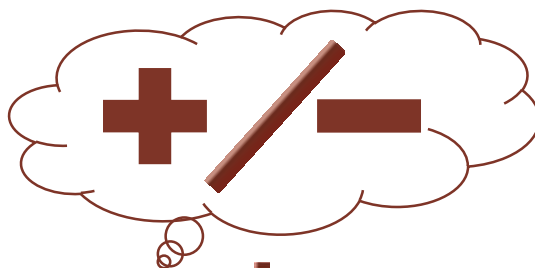
Наименование параметров`	Значение	
	«Мокрый» способ	«Полусухой» способ
7 Количество образующегося шлама, кг/ч	2050	2200
8 Состав шлама, %	H <sub>2</sub> O – 15 CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O – 95 CaSO <sub>3</sub> ·0,5H <sub>2</sub> O – 0,5 CaCO <sub>3</sub> – 1,5 Пыль агломерационная – 0,05 Другое – 2,95	H <sub>2</sub> O – 1 CaSO <sub>3</sub> – 35,8 CaCO <sub>3</sub> – 27,6 CaSO <sub>4</sub> – 10,1 Ca(OH) <sub>2</sub> – 5,1 Пыль агломерационная – 12,2 Другое – 9,2
9 Количество стоков, м3/ч	0,5	стоки отсутствуют
10 Характеристика стоков	- вода промывки гипса - Cl – 25 г/л - SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - 10 г/л - pH – 6,5 – 8,5 - следы агло. пыли	-



## Преимущества «полусухой» сероочистки

### Полусухой способ

- Абсорбер изготавливается из углеродистой стали
- В процессе задействовано меньше единиц оборудования
- Менее чувствительна к содержанию хлоридов в газе
- Не образуются стоки
- Возможность использовать существующую дымовую трубу
- Остаточная запыленность 5 – 10 мг/нм<sup>3</sup>



### Мокрый способ

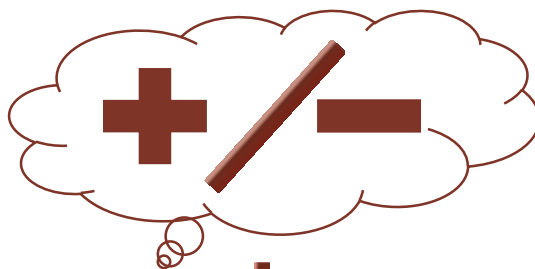
- Абсорбер из высоколегированной стали (например 10X17H13M2T)
- Более сложный процесс, требуется обезвоживание и др.
- Накопление хлоридов в оборотном цикле снижает эффективность
- Стоки продувки оборотного цикла
- Требуется строительство новой дымовой трубы
- Остаточная запыленность до 30 мг/нм<sup>3</sup>



# Преимущества «мокрой» сероочистки

## Мокрый способ

- Более дешевый реагент, суспензия известняка ( $\text{CaCO}_3$ )
- Более низкое аэродинамическое сопротивление, 2500 Па
- Коэффициент использования реагента до 98%
- Коэффициент избытка реагента 1,03
- Шлам – синтетический гипс, возможно дальнейшее использование
- Простота складирования шлама



## Полусухой способ

- Известь  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  более дорогой реагент по сравнению с известняком
- Общее сопротивление системы 6200 Па
- До 30 % активного реагента уходит в шлам
- Коэффициент избытка реагента до 1,8
- Шлам в основном состоит из сульфитов кальция, применение ограничено
- Мелкодисперсная пыль пылит и требует специальных мероприятий для хранения

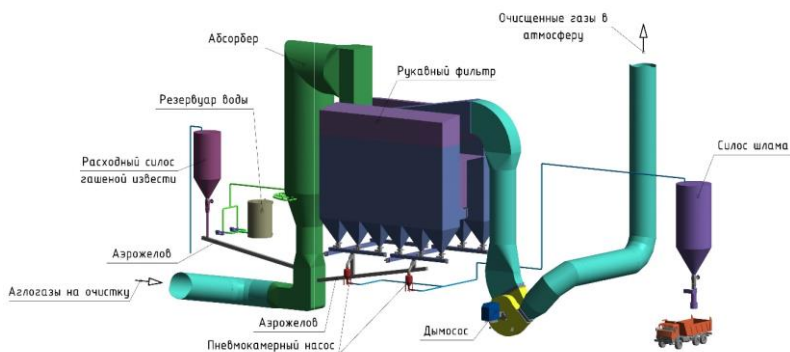




# Экономические показатели

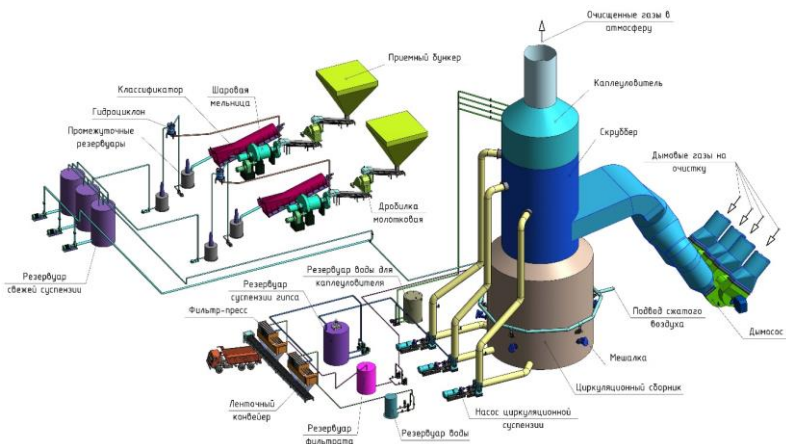
## Капитальные затраты:

- Стоимость строительства установки газоочистки по «мокрому» способу на 20 % выше чем по «полусухому» способу



## Эксплуатационные затраты:

- Стоимость эксплуатации установки по «полусухому» способу выше эксплуатационных затрат по «мокрому» способу на 35 %





Общество с ограниченной ответственностью  
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
«ЭНЕРГОСТАЛЬ»

---

# Спасибо за внимание!



---

*Россия, 308009, Белгородская обл., г. Белгород, ул. Харьковская, д. 3, секция 15  
т.: (4722) 52-27-78, (4722) 52-27-81 [rosenergostal@list.ru](mailto:rosenergostal@list.ru) [www.rosenergostal.ru](http://www.rosenergostal.ru)*