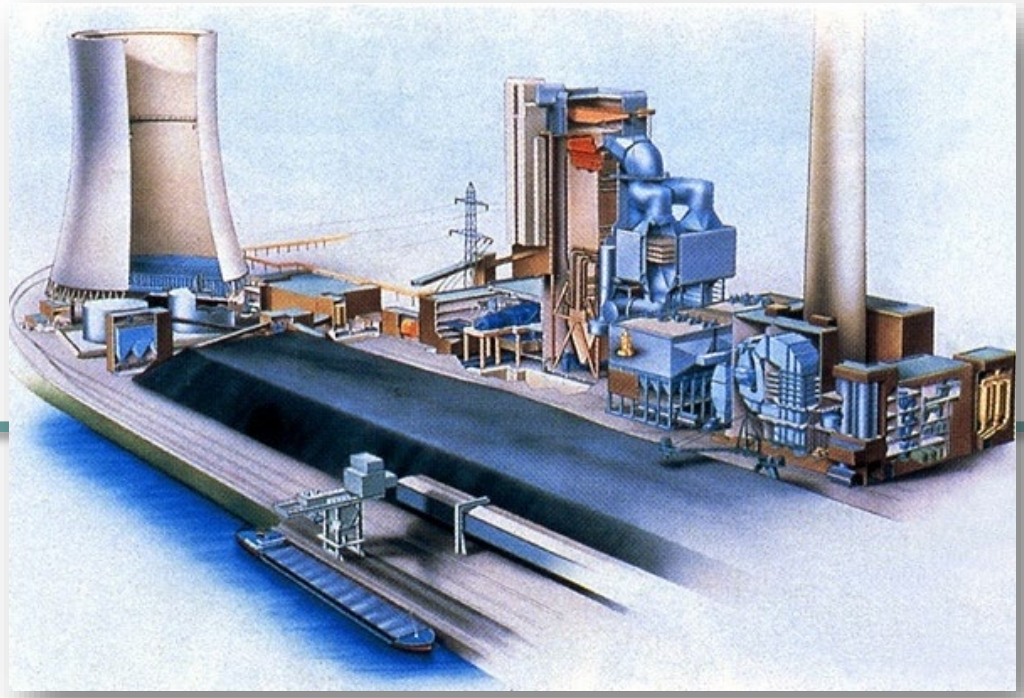
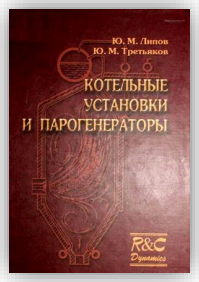
«Междисциплинарный проект" (Проектирование энергетических котлов)



Рекомендуемая литература

Ковалев А.П., Лелеев Н.С., Виленский Т.В. **Парогенераторы: Учебник для вузов** / Под общ. ред. А.П. Ковалева. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 376 с.



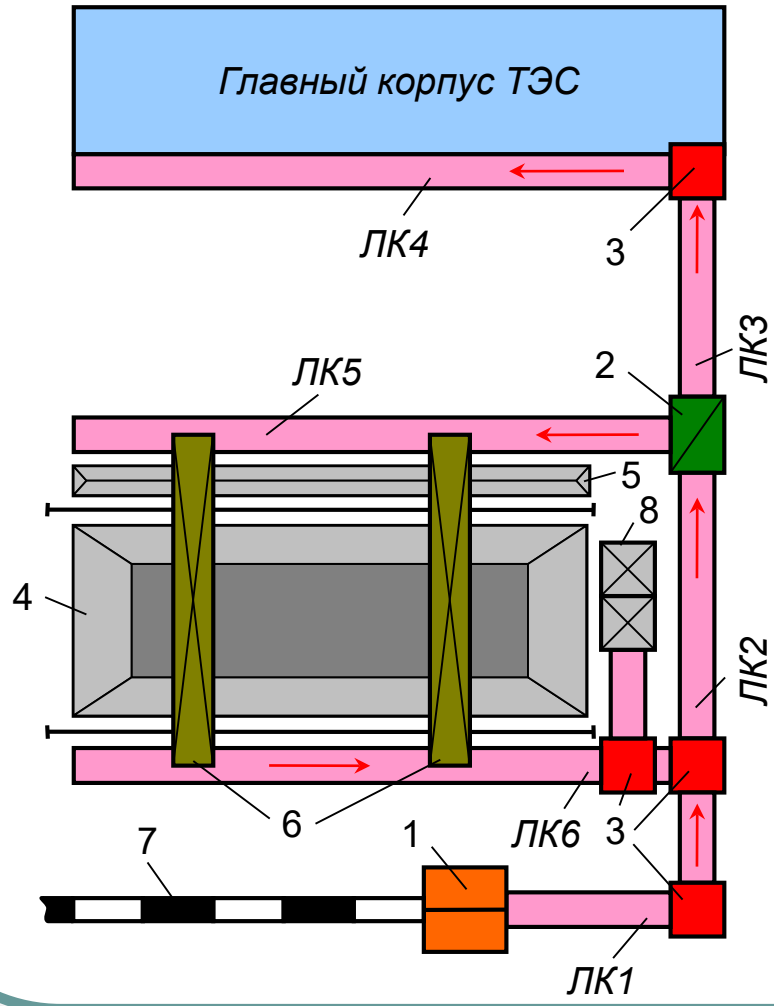
Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. **Котельные установки и парогенераторы.** – Мосва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2003. – 592 с.

Тепловой расчет котлов (Нормативный метод) – СПб.: Изд-во НПО ЦКТИ, 1998. – 256 с.

Подготовка топлива к сжиганию

Система топливоподачи

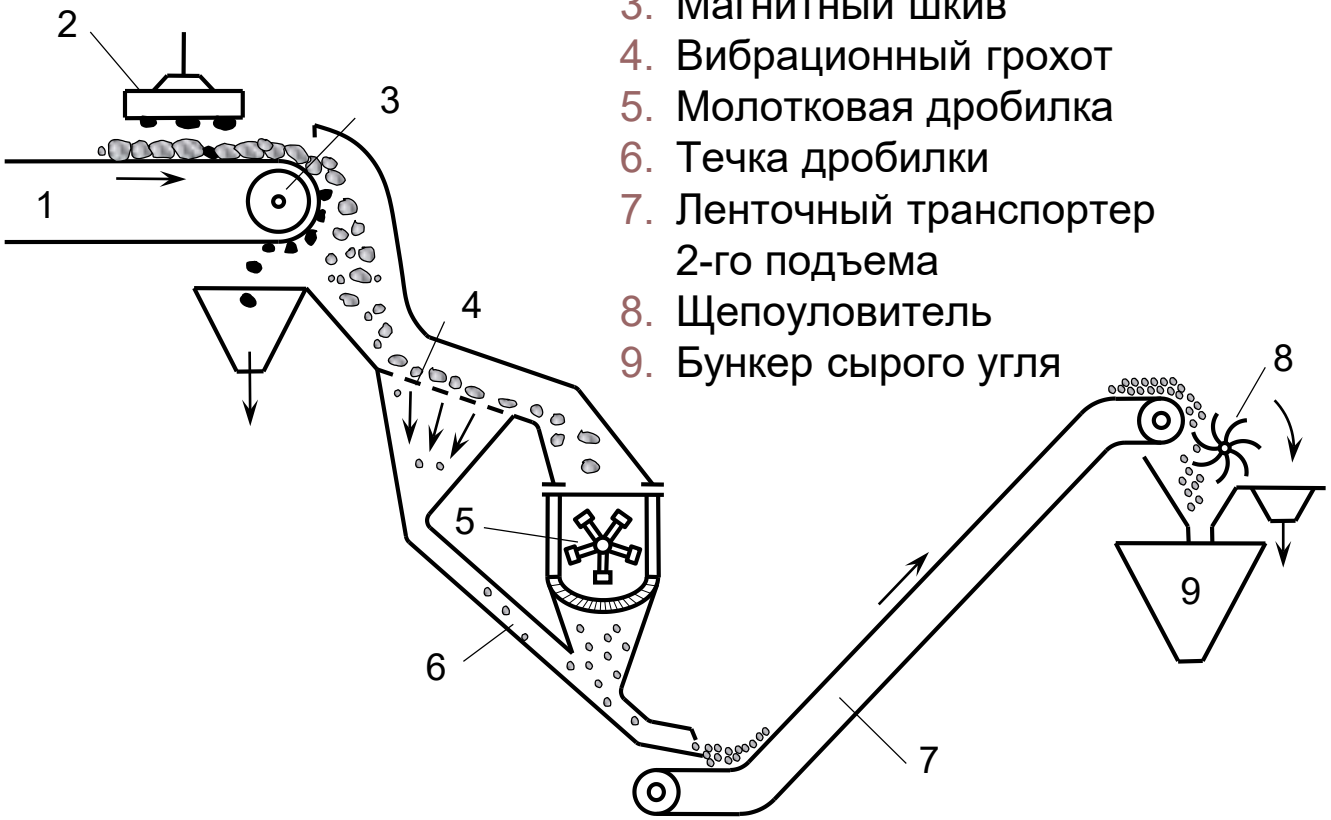
Технологическая схема топливоподачи



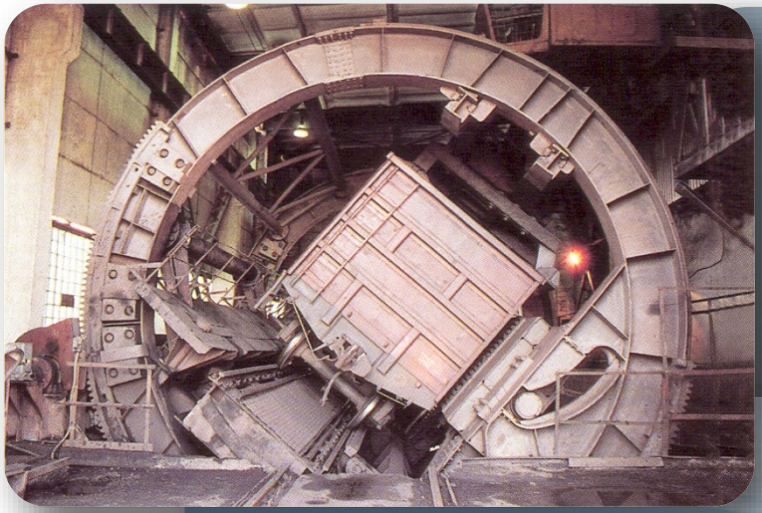
1. Здание вагоноопрокидывателей
2. Дробильный корпус
3. Узел пересыпки топлива
4. Угольный склад
5. Приемная траншея
6. Кран-перегружатель
7. Железнодорожная ветка
8. Подземный бункер топлива

Тракт топливоподачи

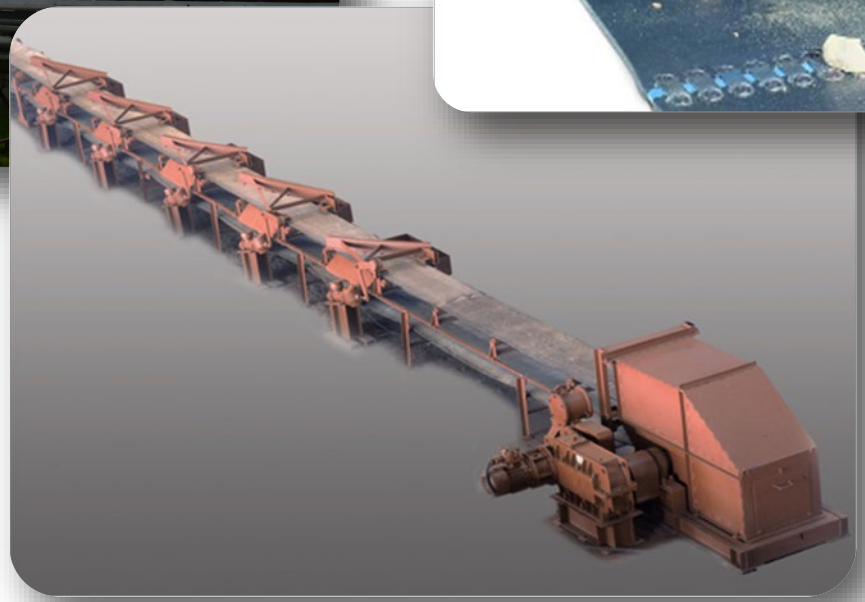
1. Ленточный транспортер 1-го подъема
2. Подвесной электромагнит
3. Магнитный шкив
4. Вибрационный грохот
5. Молотковая дробилка
6. Течка дробилки
7. Ленточный транспортер 2-го подъема
8. Щепоуловитель
9. Бункер сырого угля



Оборудование системы топливоподачи



Оборудование системы топливоподачи



Оборудование системы топливоподачи

Углеразмольные мельницы

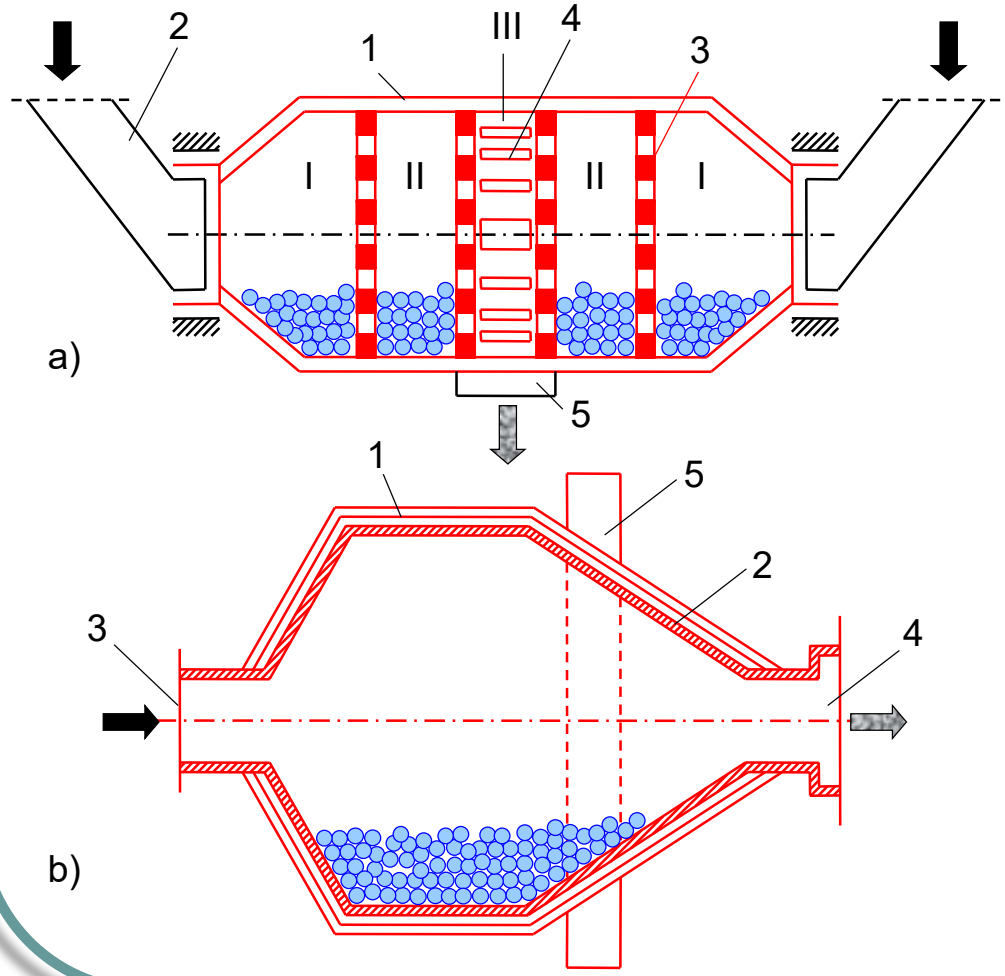
По способу измельчения топлива

- Удар
- Раздавливание
- Истирание

По частоте вращения подвижной части

- Тихоходные
- Среднеходные
- Быстроходные

Шаровые барабанные мельницы



a) Невентилируемая мельница

I,II Размольные отсеки

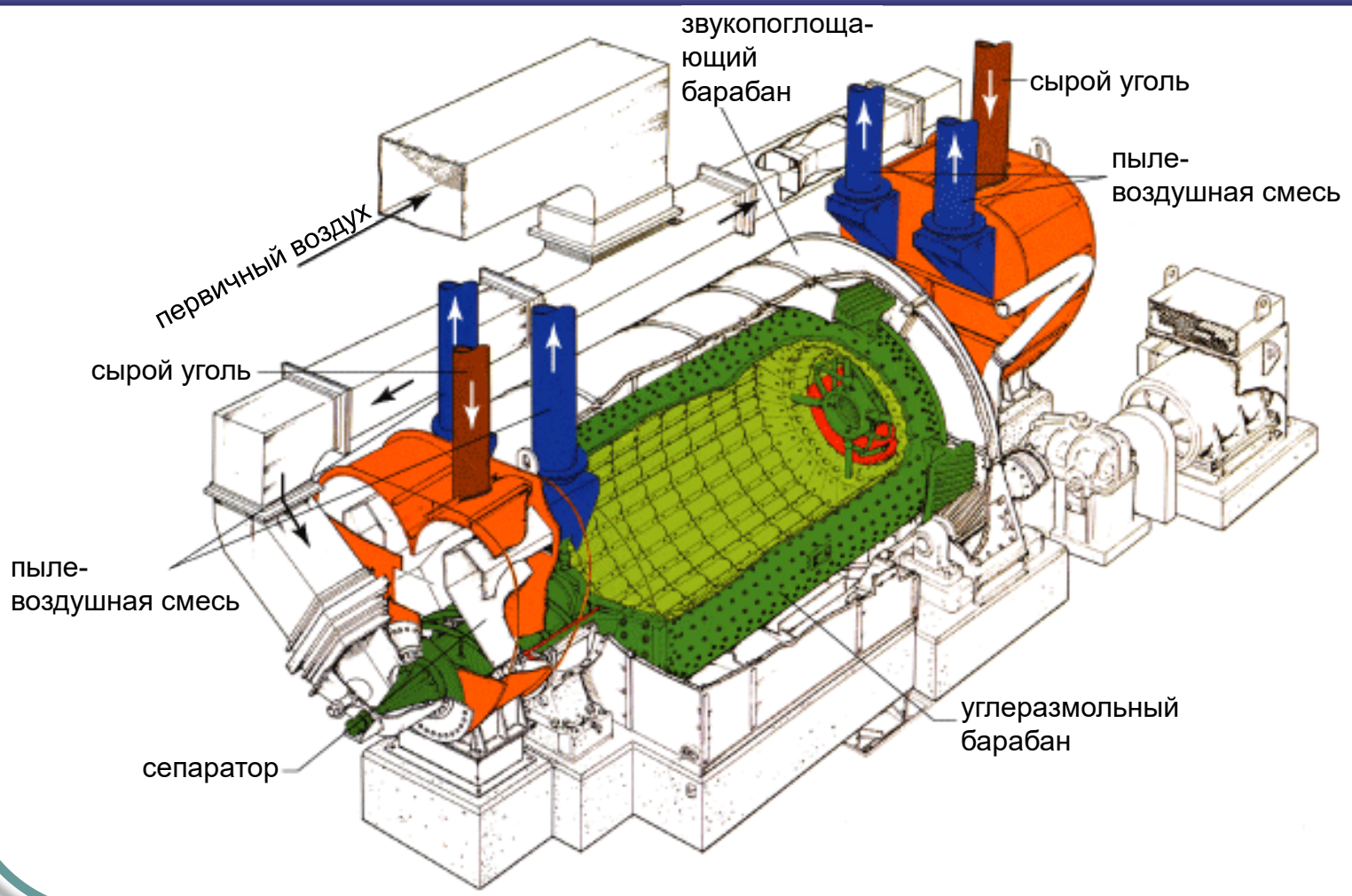
III Отсек готовой пыли

1. Корпус
2. Патрубки, подающие уголь
3. Перегородки с отверстиями
4. Шлицы для отвода пыли
5. Сборник пыли

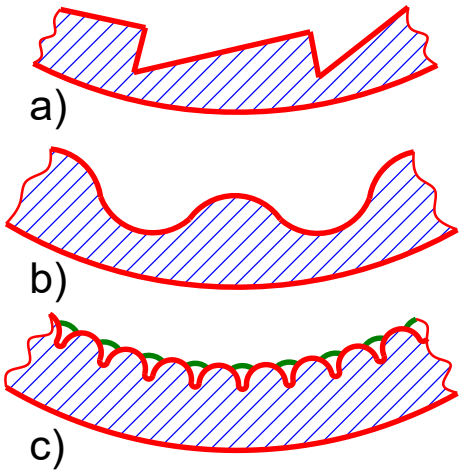
b) Вентилируемая биконическая мельница

1. Стальной барабан
2. Броня
3. Патрубок для подачи горячего воздуха и топлива
4. Пылевыдающий патрубок
5. Зубчатый венец

Шаровые барабанные мельницы

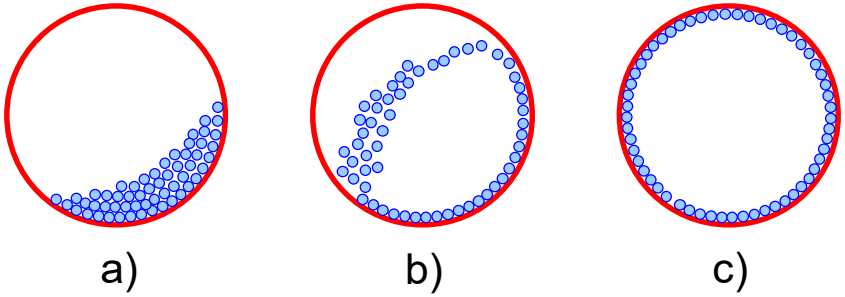


Шаровые барабанные мельницы



Форма броневых плит

a) Ступенчатая
b) Волнистая
c) Каблучковая



Движение шаров при различной скорости вращения

a) $n_б << n_{кр}$
b) $n_б = n_{опт}$
c) $n_б = n_{кр}$

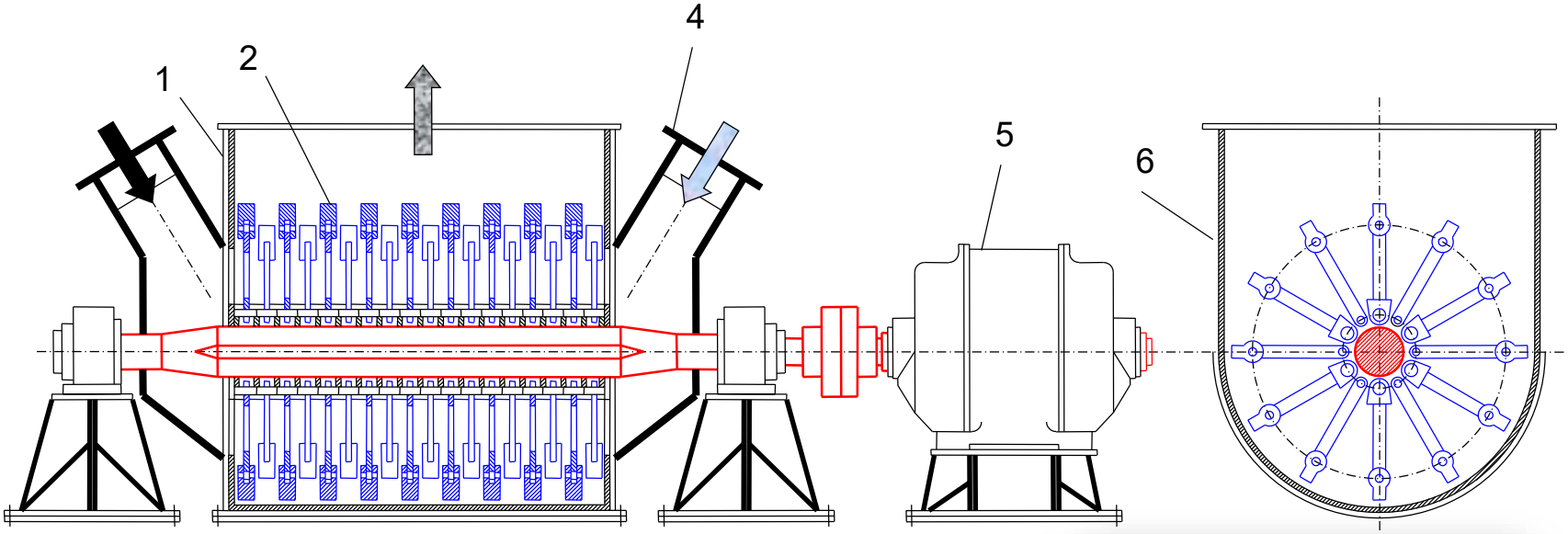
- Критическое число оборотов мельницы, об/мин

$$n_{кр} = \frac{42,3}{\sqrt{D_б}}$$

- Оптимальная производительность мельницы получается при числе оборотов, об/мин

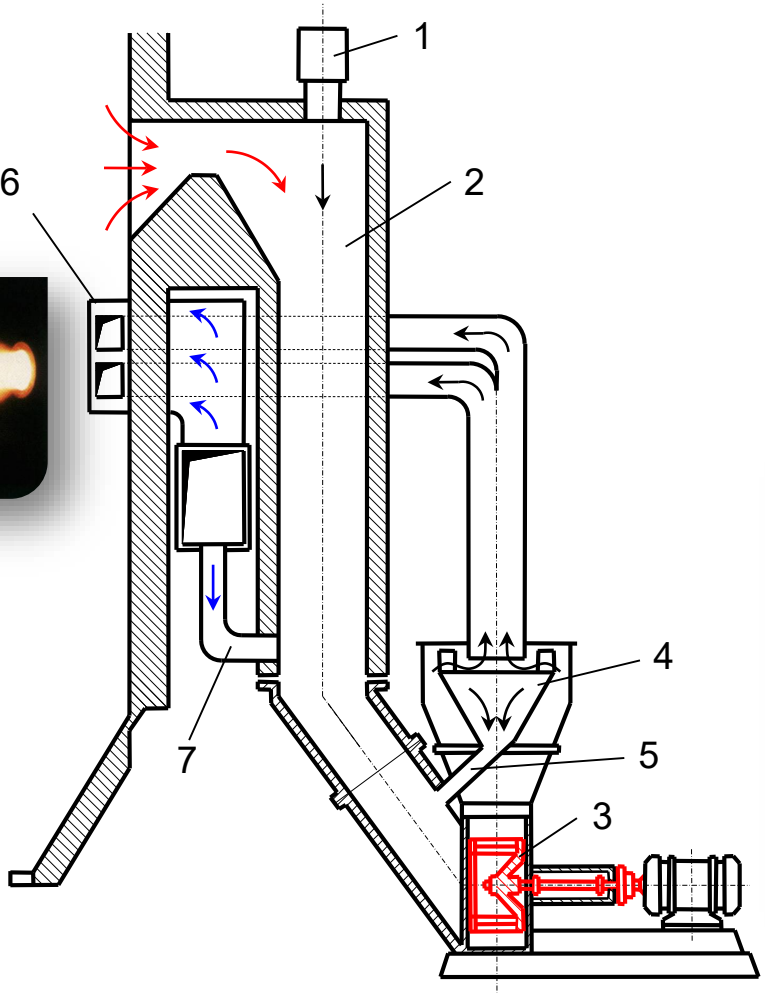
$$n_{опт} = (0,75 \ldots 0,8) n_{кр}$$

Молотковая мельница с аксиальным подводом воздуха



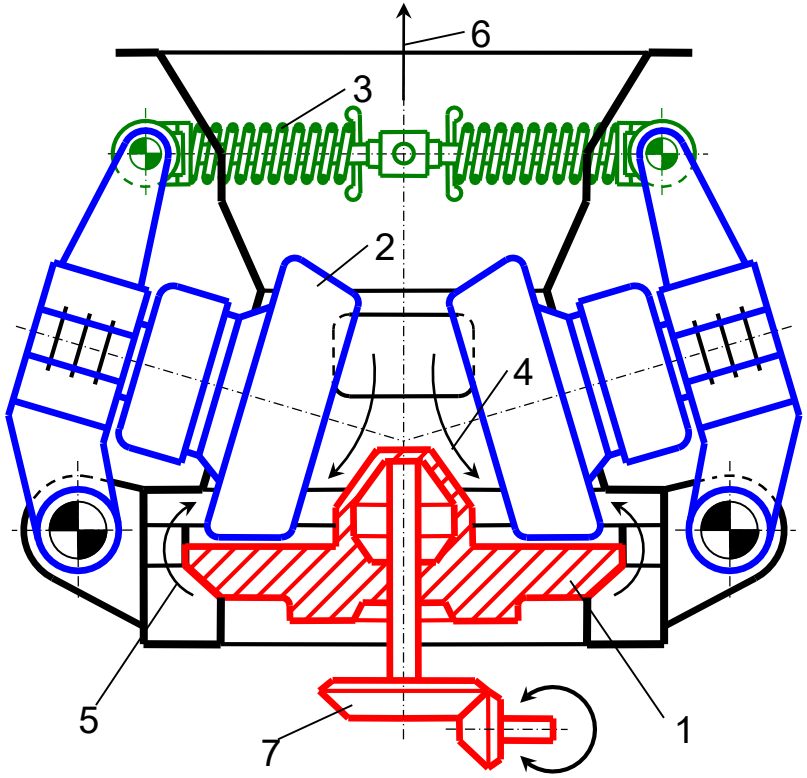
1. Корпус
2. Била
3. Ротор
4. Патрубок для подвода воздуха
5. Электродвигатель
6. Внутренняя броня

Углеразмольная установка с мельницей-вентилятором



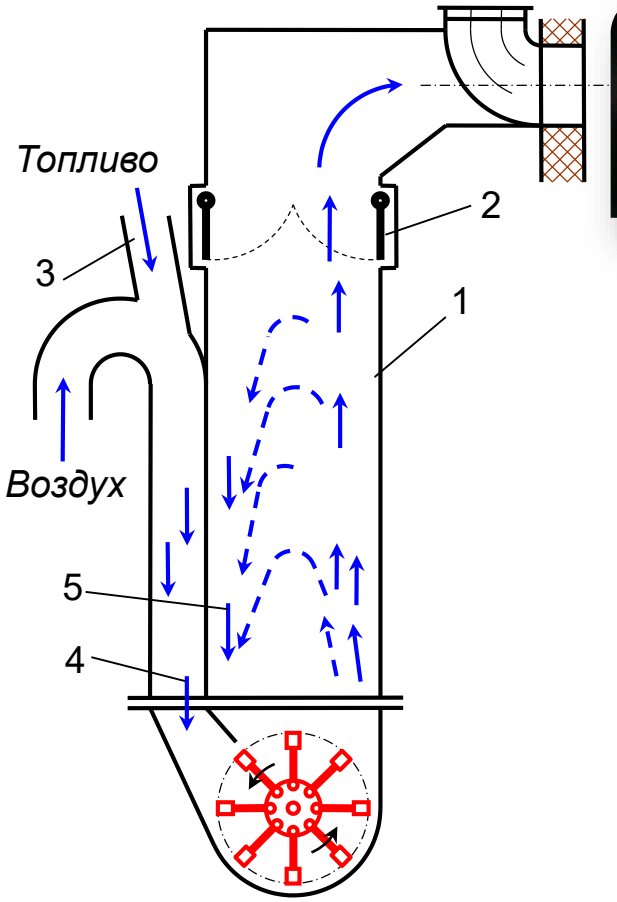
1. Ввод сырого топлива
2. Подсушивающая шахта
3. Мелющий вентилятор
4. Центробежный сепаратор
5. Течка возврата грубой пыли
6. Горелки
7. Короб горячего воздуха

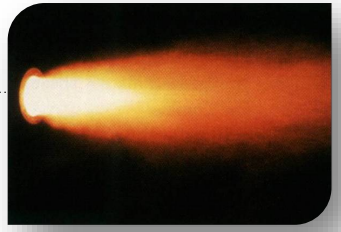
Валковая среднеходная мельница



1. Вращающийся горизонтальный размольный стол; 2. Стационарные конические валки; 3. Пружины; 4. Подача топлива на размольный стол; 5. Подача горячего воздуха; 6. Подача пыли в сепаратор; 7. Редуктор

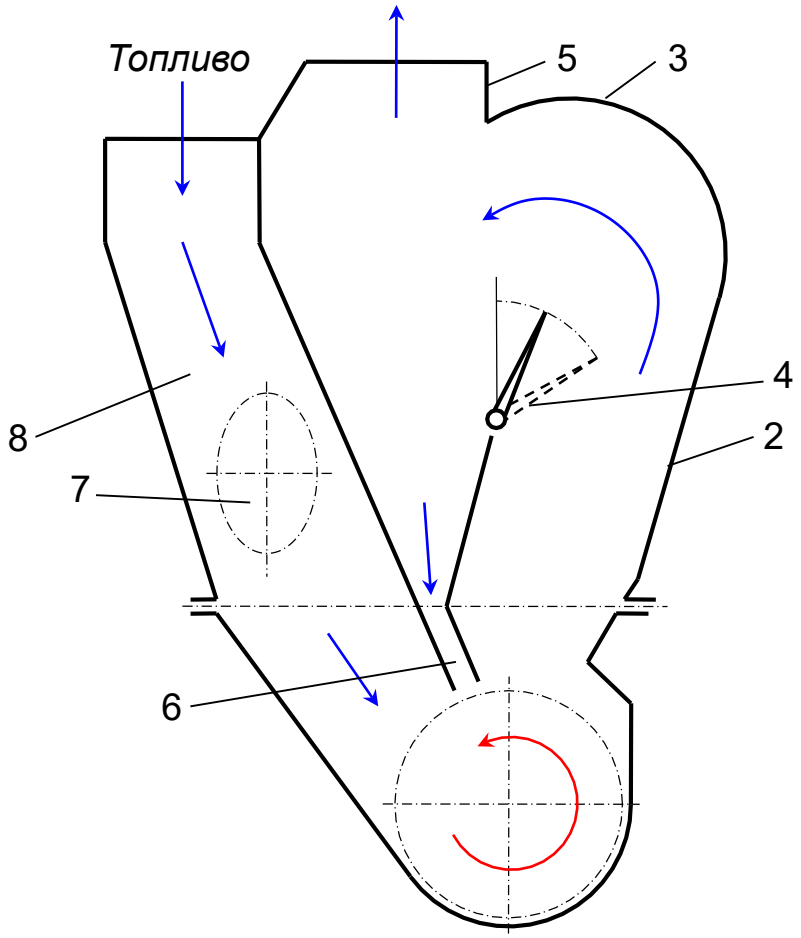
Гравитационный сепаратор пыли





1. Гравитационная шахта
2. Шибер
3. Подача сырого топлива
4. Вход подсушенного топлива
5. Возврат крупных частиц в мельницу

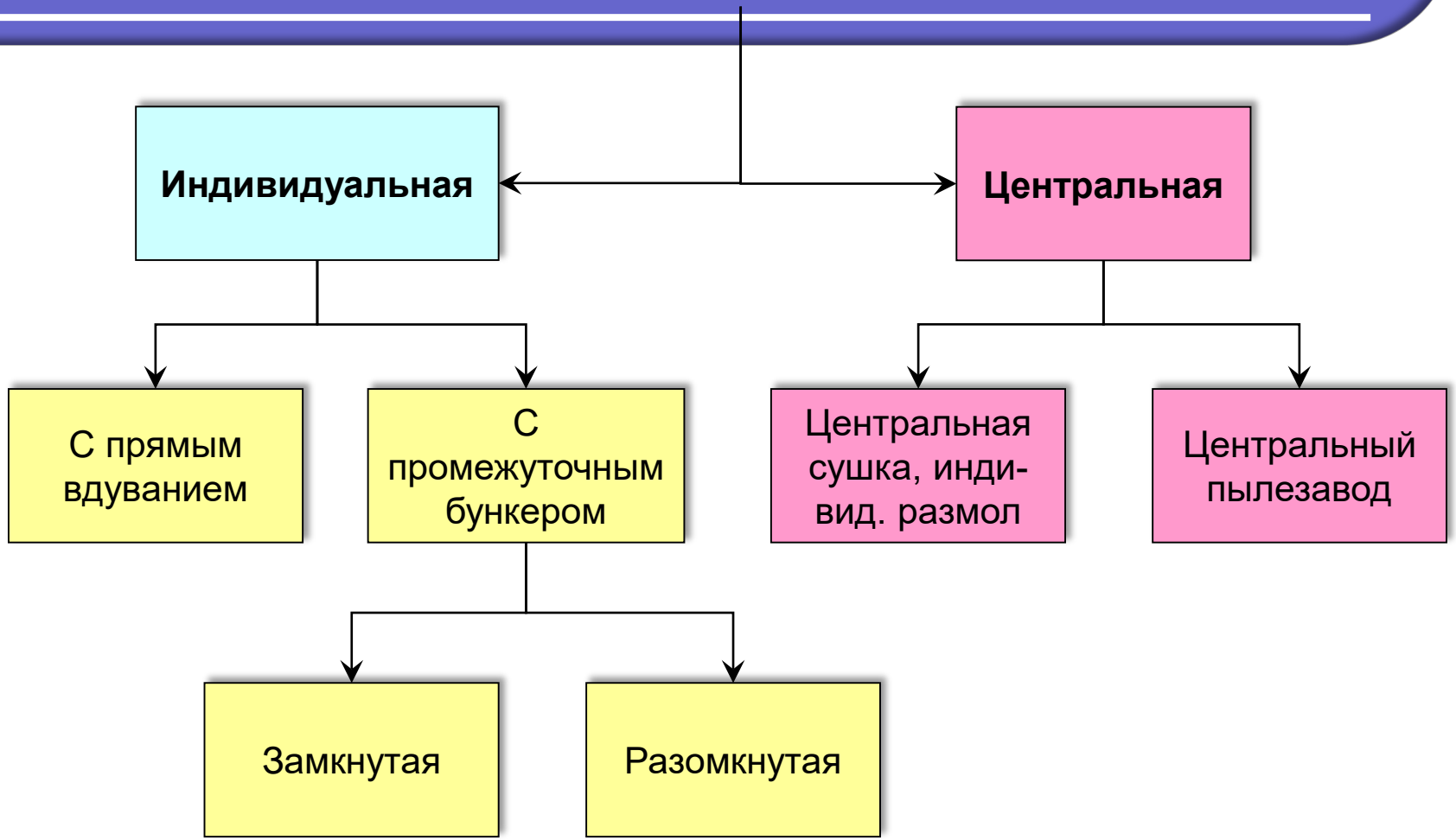
Инерционный сепаратор пыли



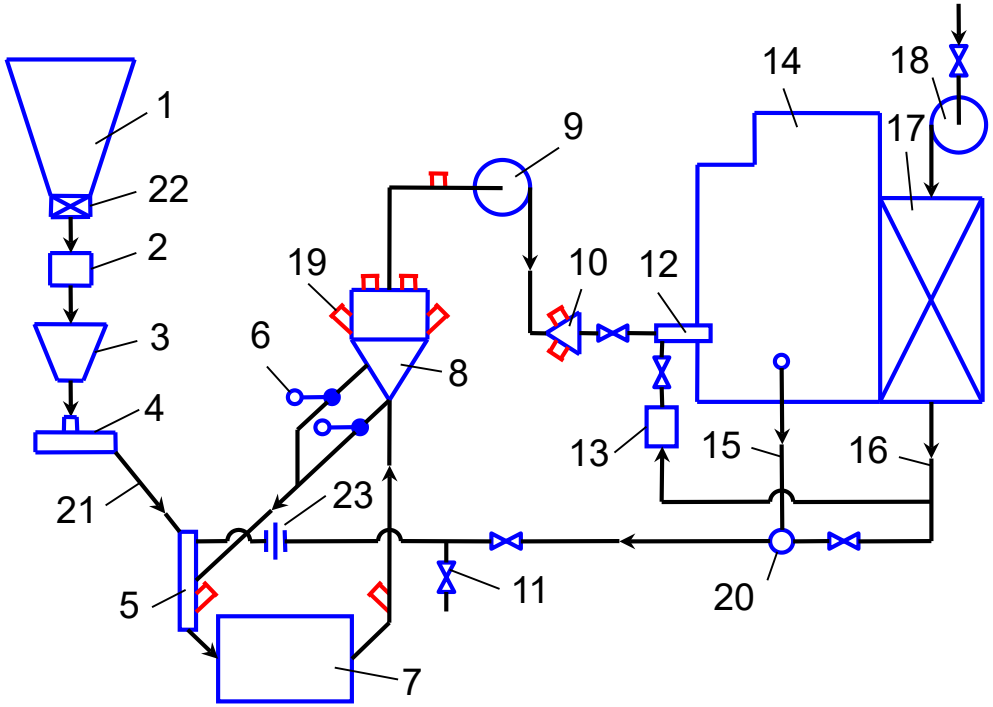
1. Входная часть сепаратора
2. Корпус сепаратора
3. Криволинейный участок сепаратора
4. Регулирующий шибер
5. Выходной патрубок
6. Течка возврата
7. Взрывной клапан
8. Течка основного топлива

Системы пылеприготовления

Системы пылеприготовления

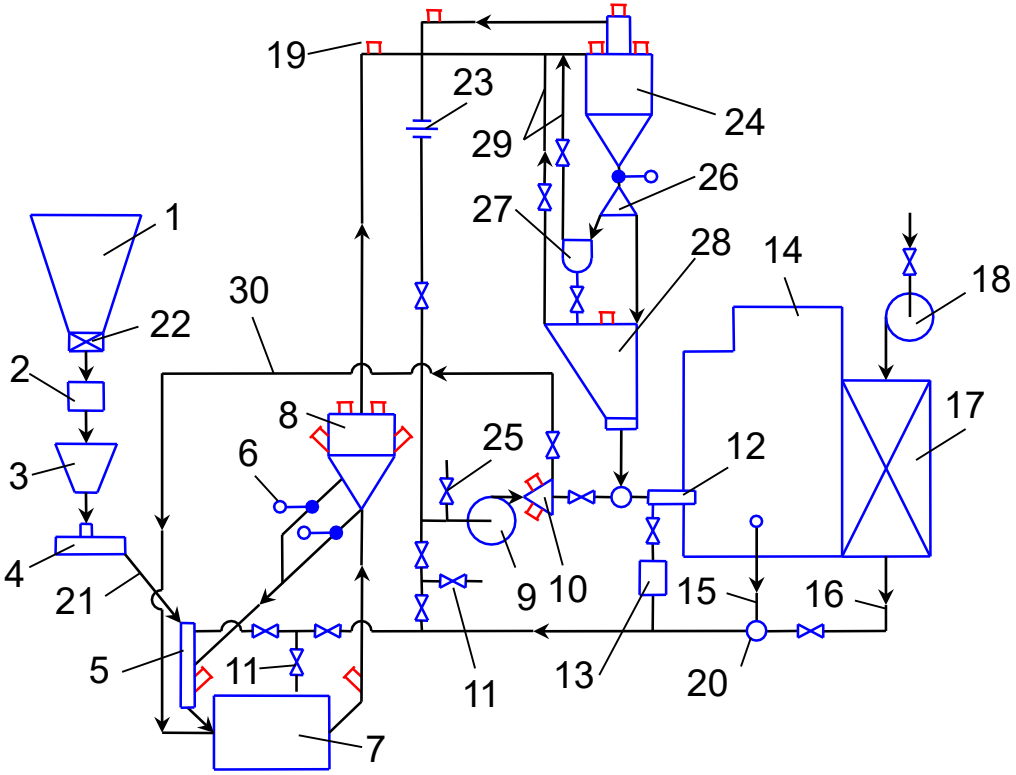


Система пылеприготовления с прямым вдуванием с ШБМ



1 – бункер угля; 2 – автовесы; 3 – весовой бункер; 4 – питатель угля; 5 – устройство для исходящей сушки; 6 – мигалка; 7 – мельница; 8 – сепаратор; 9 – мельничный вентилятор; 10 – короб первичного воздуха; 11 – клапан присадки холодного воздуха; 12 – горелка; 13 – короб вторичного воздуха; 14 – парогенератор; 15 – газопровод; 16 – воздухопровод горячего воздуха; 17 – воздухоподогреватель; 18 – дутьевой вентилятор; 19 – взрывной клапан; 20 – смесительная камера; 21 – течка сырого угля; 22 – отсекающий шибер; 23 – расходомер

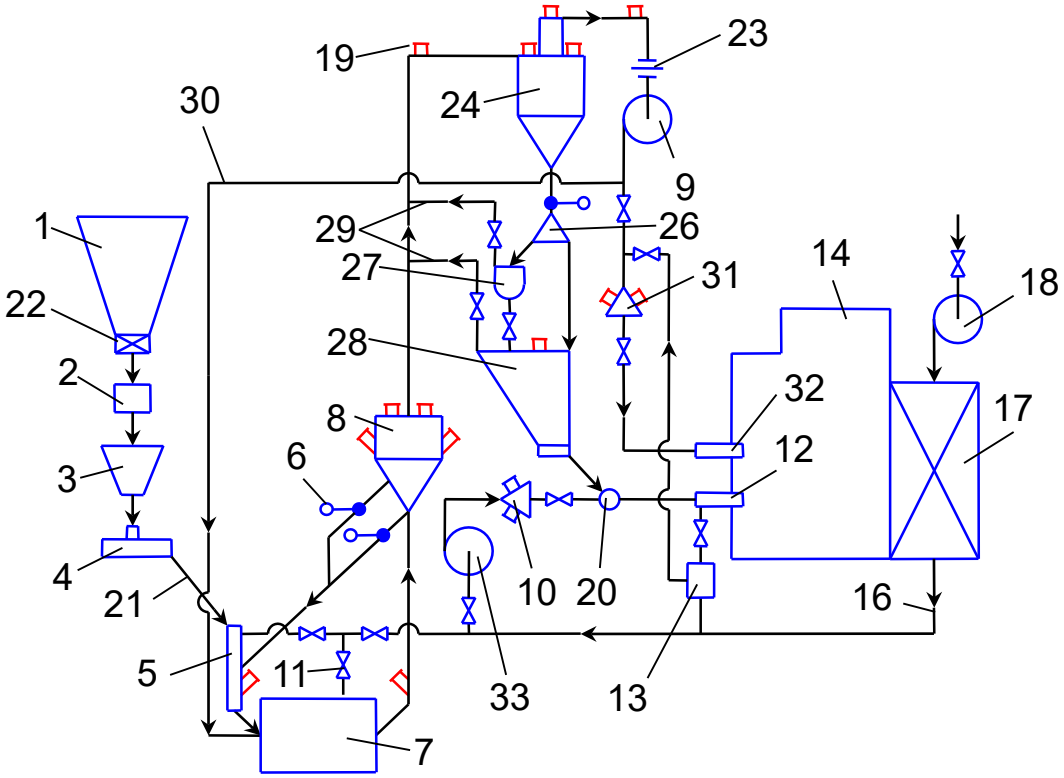
Замкнутая система пылеприготовления с промежуточным бункером



Подача пыли отработанным сушильным агентом

24 – циклон; 25 – атмосферный клапан; 26 – перекидной шибер; 27 – шнек; 28 – бункер пыли; 29 – трубопровод влагоотсоса; 30 – трубопровод рециркуляции

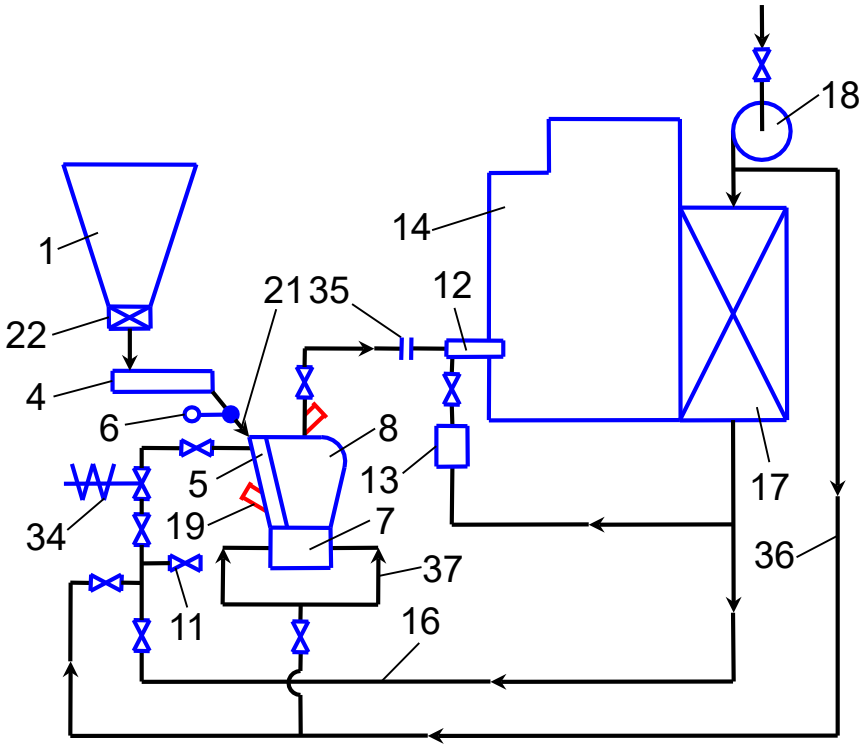
Замкнутая система пылеприготовления с промежуточным бункером



Подача пыли горячим воздухом специальным вентилятором

31 – короб сбросного воздуха; 32 – сбросная горелка; 33 – вентилятор горячего воздуха

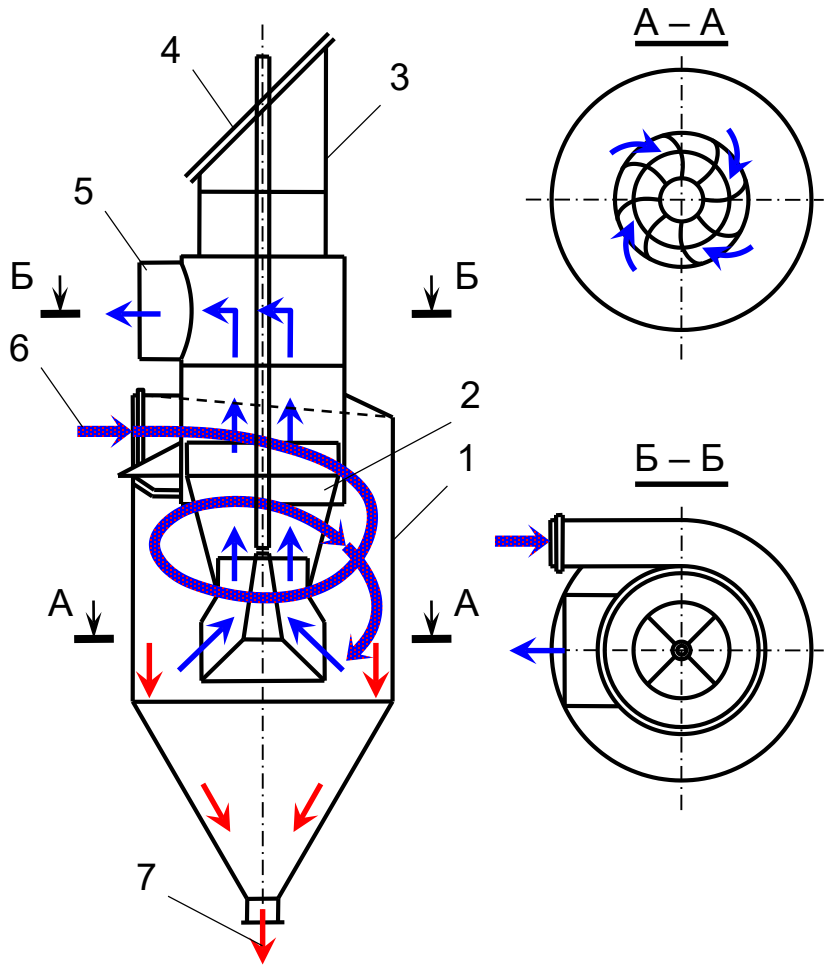
Замкнутая система пылеприготовления с молотковыми мельницами



С прямым вдуванием пыли

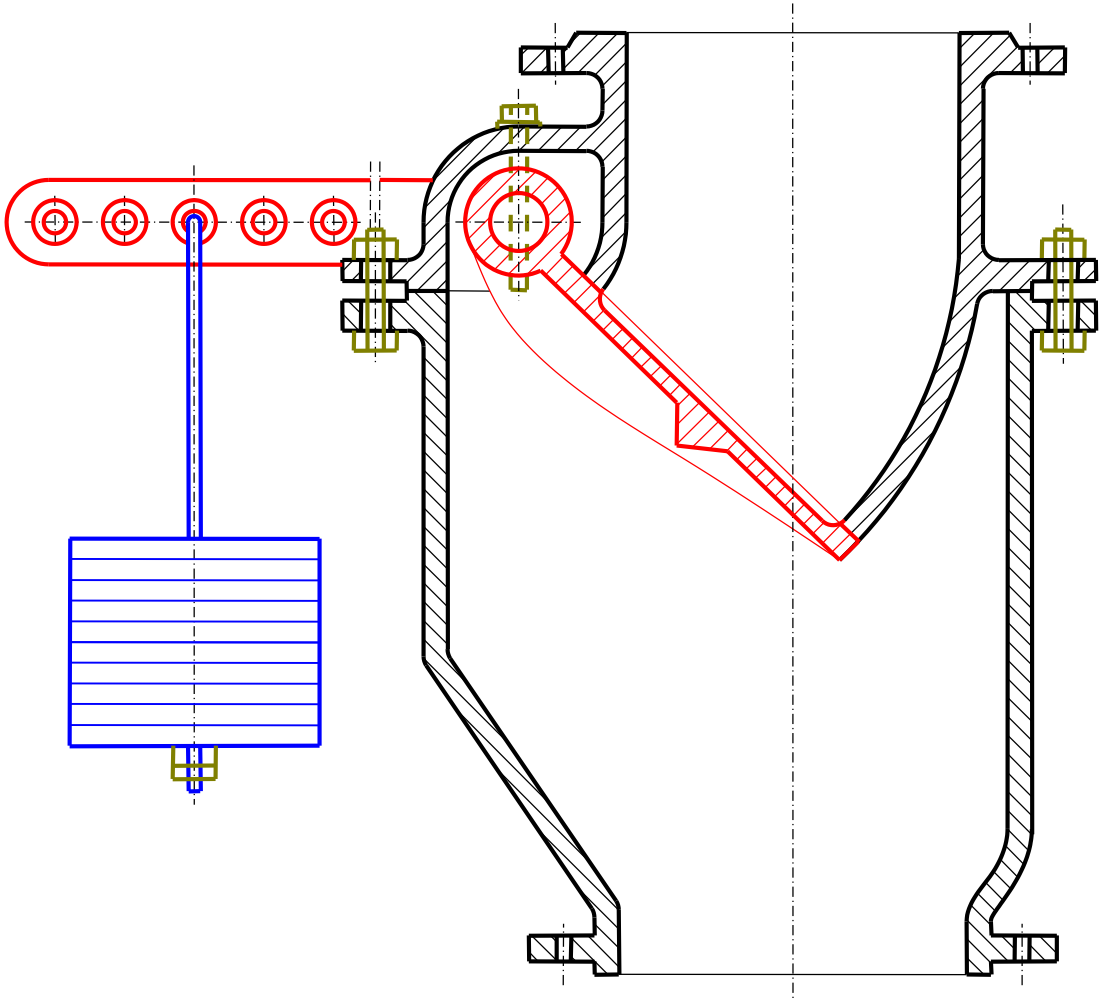
34 – шибер с быстрозакрывающимся устройством; 35 – заглушка; 36 – трубопровод аварийной присадки холодного воздуха; 37 – трубопровод холодного воздуха для уплотнения вала мельницы

Пылевой циклон



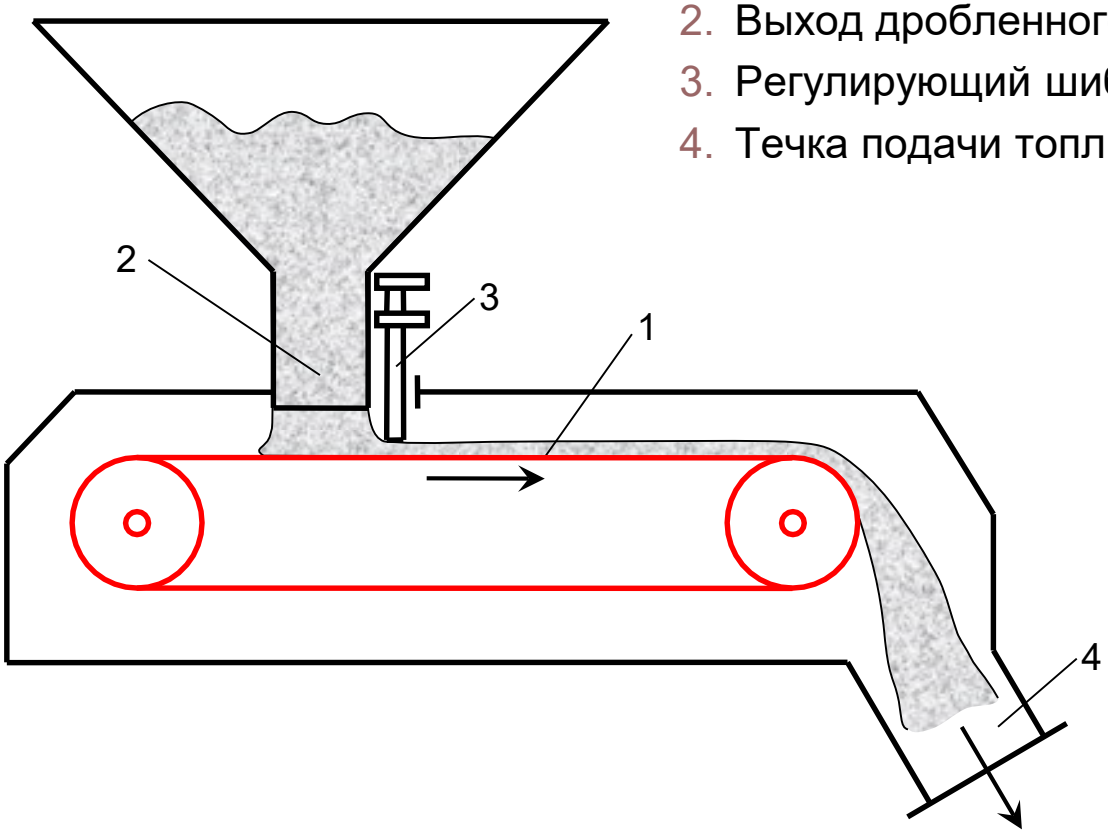
1. Корпус
2. Регулирующий патрубок
3. Верхний патрубок
4. Взрывной предохранительный клапан
5. Выход воздуха
6. Подвод аэропыли
7. Отвод готовой пыли

Клапан-мигалка

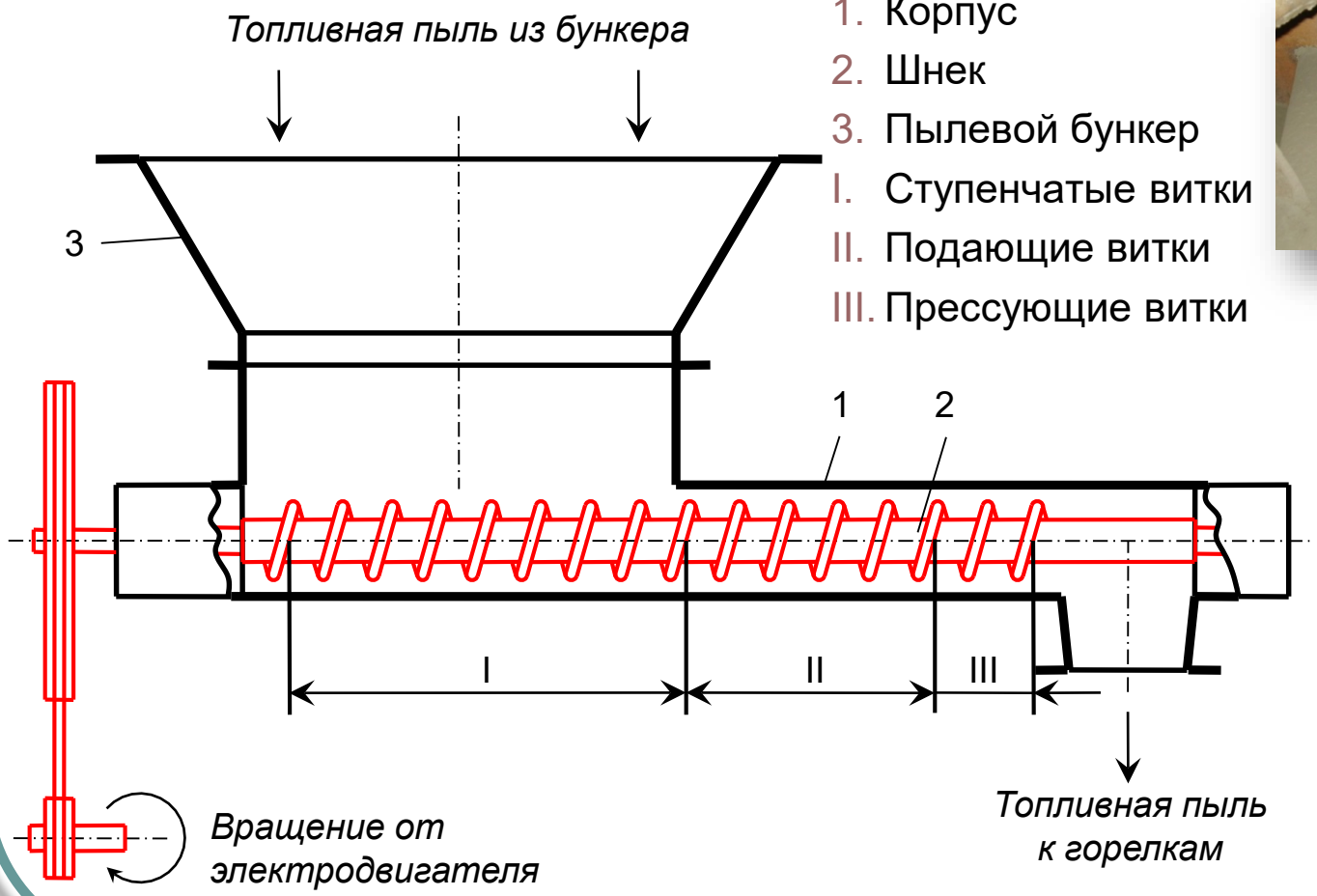


Ленточный питатель сырого угля

1. Ленточный транспортер
2. Выход дробленного топлива из бункера
3. Регулирующий шибер
4. Течка подачи топлива в мельницу

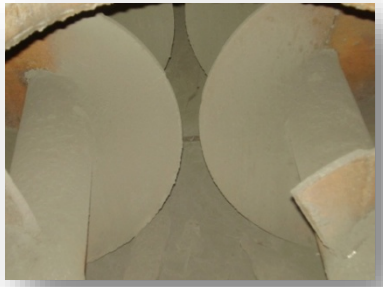


Шнековый питатель пыли МЭИ-Мосэнерго

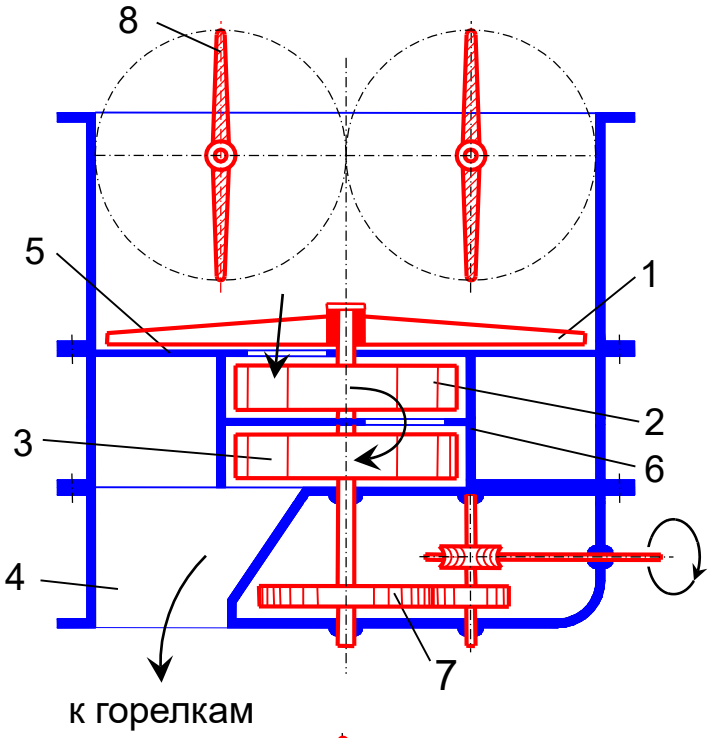


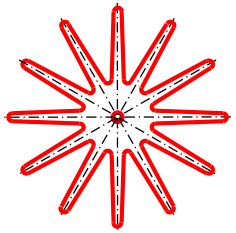
1. Корпус
2. Шнек
3. Пылевой бункер

I. Ступенчатые витки
II. Подающие витки
III. Прессующие витки



Лопастной питатель пыли

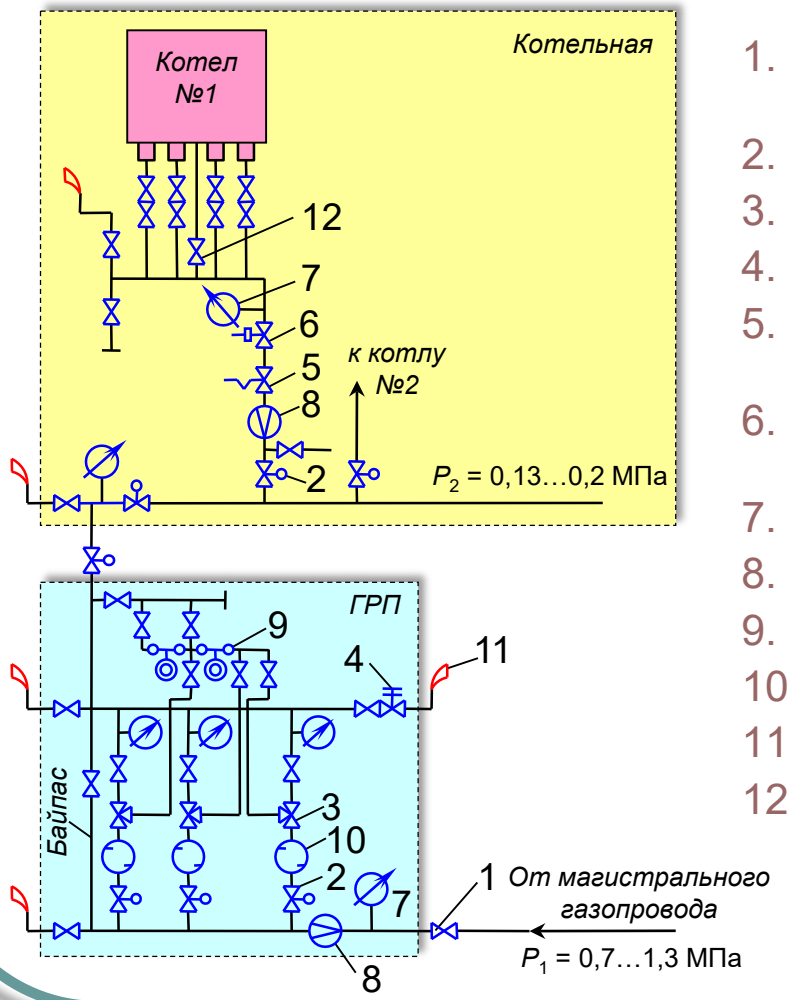




вид на звёздочки сверху

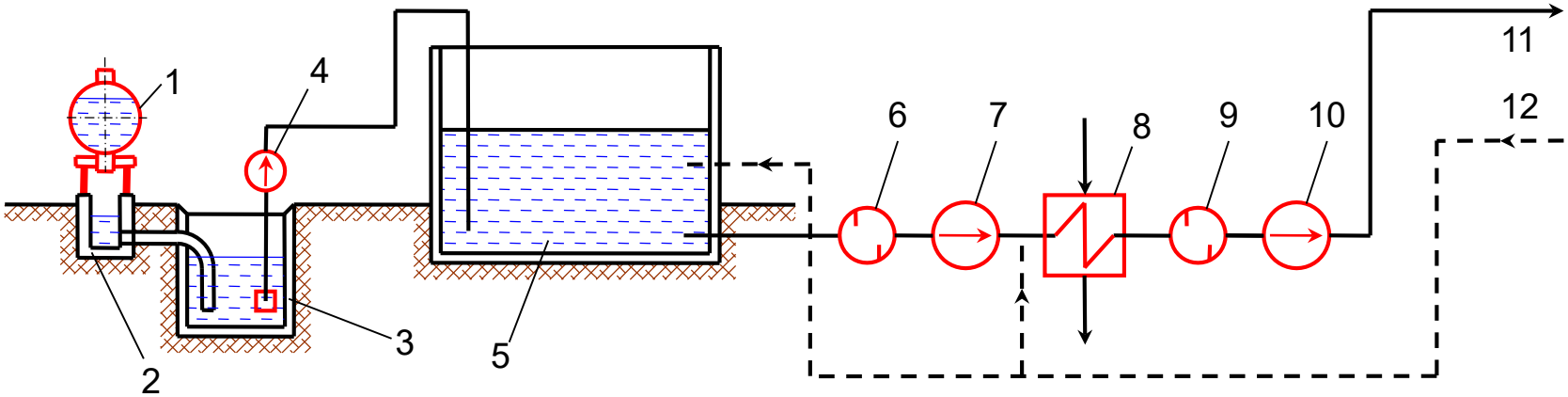
1 Ворошитель
2, 3 Звёздочки
4 Пылевыдающий патрубок
5, 6 Диски с окнами
7 Редуктор
8 Регулирующие шиберы

Схема газоснабжения электростанции



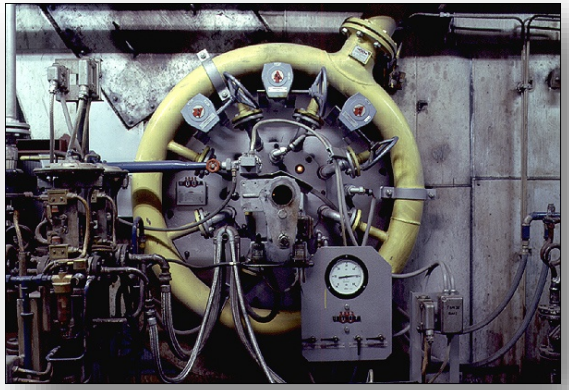
1. Магистральная задвижка с ручным управлением
2. Задвижка с электрическим приводом
3. Регулятор давления газа
4. Предохранительный клапан
5. Автоматический регулятор расхода газа (АРР)
6. Отсекающий быстродействующий клапан (БК)
7. Манометр
8. Расходомер
9. Задатчики регуляторов давления
10. Фильтр
11. Продувочная «свеча»
12. Подвод газа к запальнику горелок

Схема подачи и подготовки мазута к сжиганию

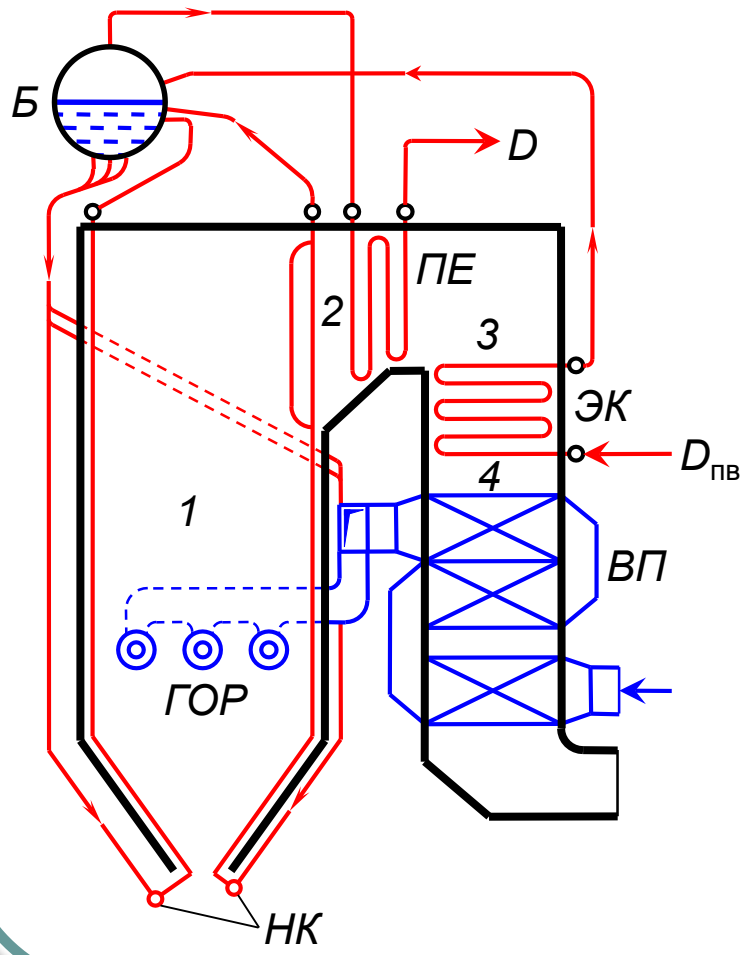


1 – железнодорожная цистерна; 2 – сливной лоток; 3 – приёмная ёмкость; 4 – перекачивающий погружной насос; 5 – расходный резервуар; 6 – грубый фильтр; 7 – насос низкого давления; 8 – подогреватель мазута; 9 – фильтр тонкой очистки; 10 – насос высокого давления; 11 – мазут к топкам; 12 – рециркуляционная мазутная линия

Горелочные устройства

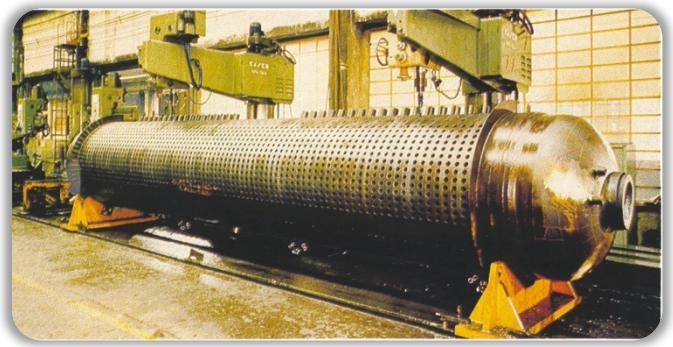


Принципиальная схема барабанного парогенератора

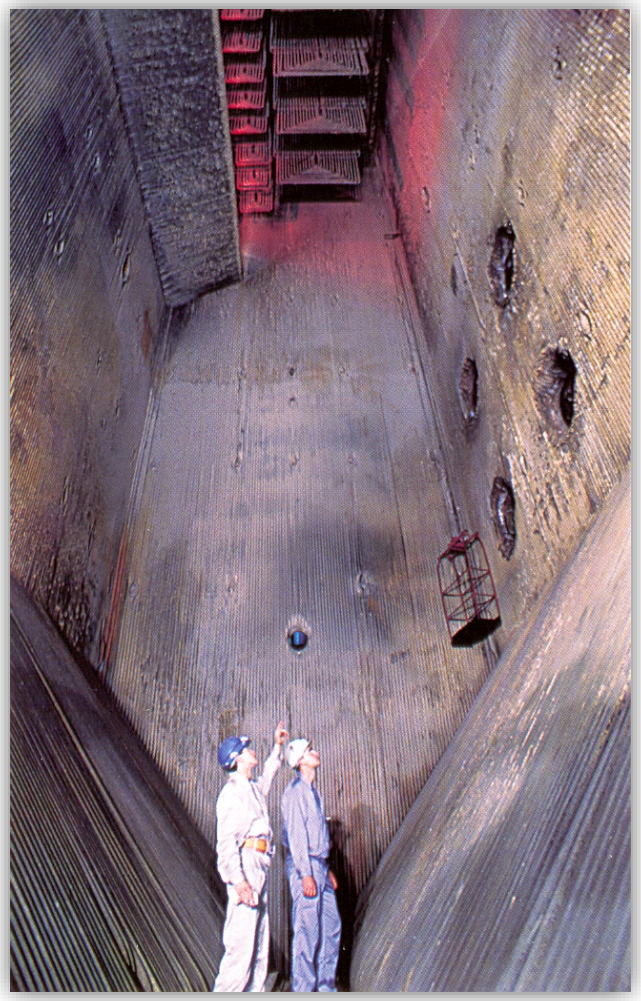


1. Топочная камера
2. Горизонтальный газоход
3. Поворотная камера
4. Конвективная шахта

- ЭК – экономайзер
- Б – барабан
- НК – нижние коллектора
- ПЕ – пароперегреватель
- ВП – воздухоподогреватель
- ГОР – горелки

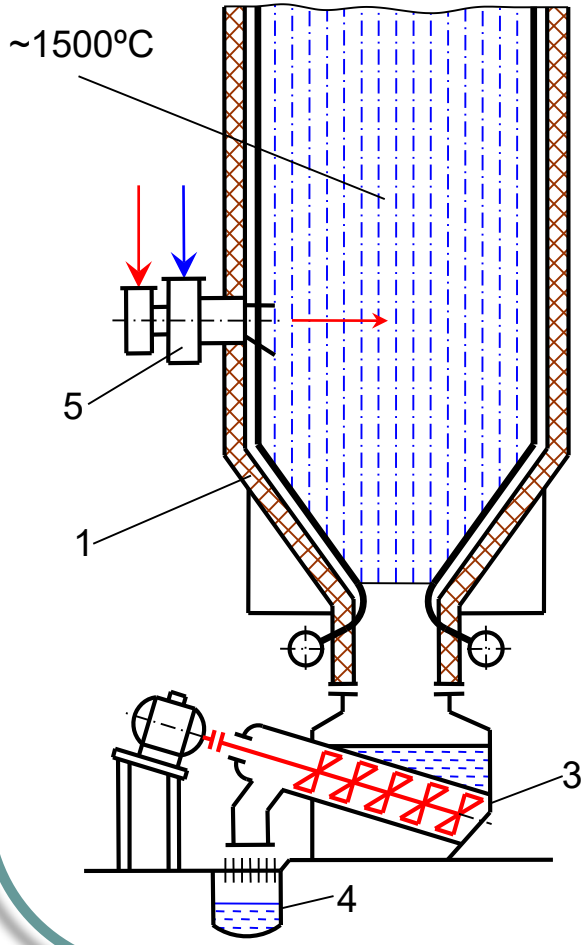


Установка горелочных устройств

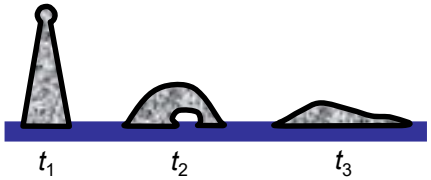


Способы сжигания пыли

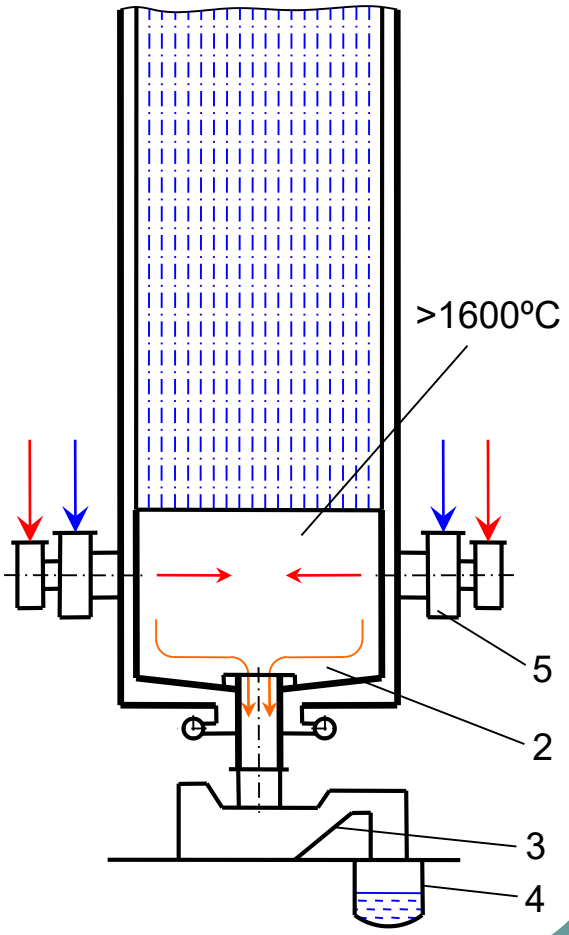
Твердое шлакоудаление



1. Холодная воронка
2. Шлаковая ванна
3. Механизированное устройство
4. Шлаковый канал
5. Горелки

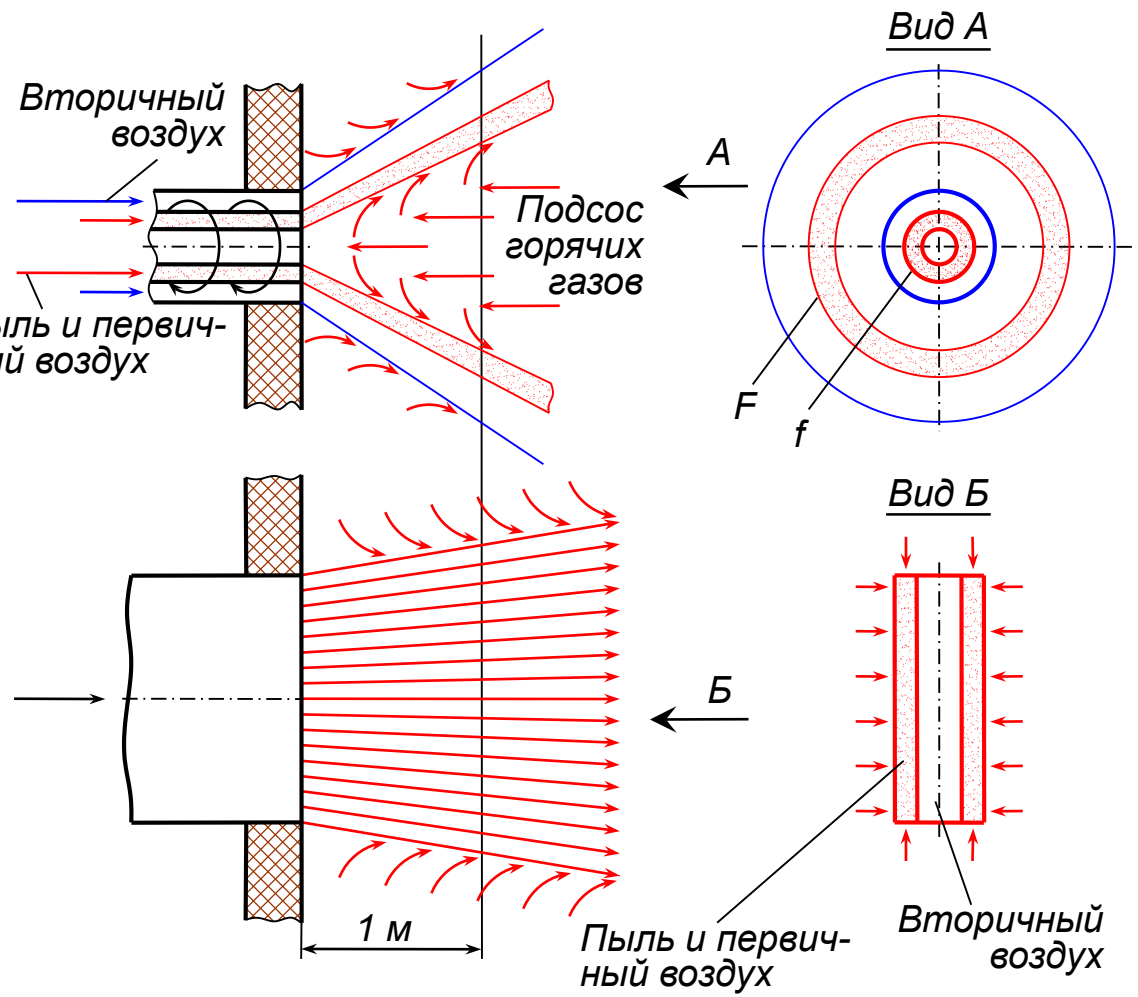


Жидкое шлакоудаление

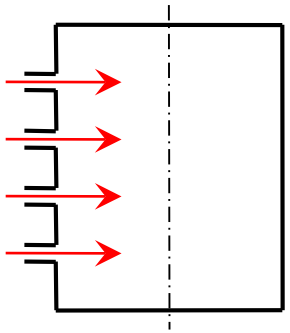


Смесеобразование и зажигание в вихревой и прямоточной горелках

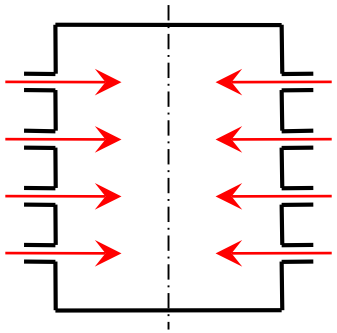
$$K = \frac{F}{f}$$



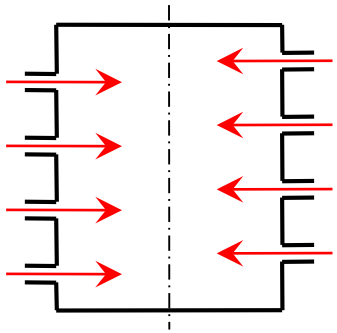
Компоновка горелочных устройств. Форма топочной камеры



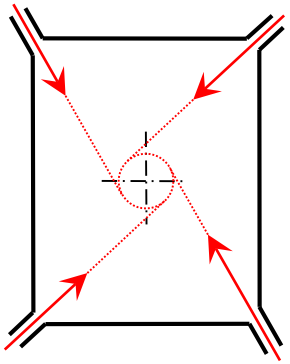
Фронтальная компоновка горелок

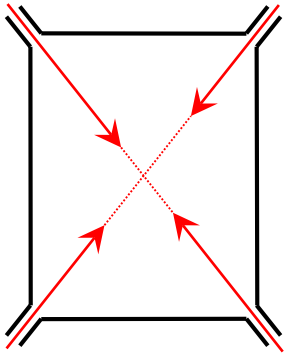


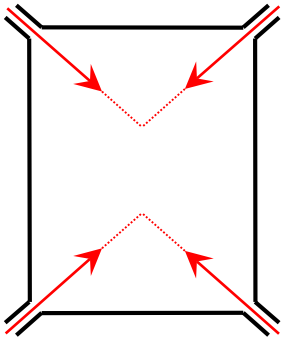
Встречно-лобовое расположение горелок



Встречно-смещенное расположение горелок

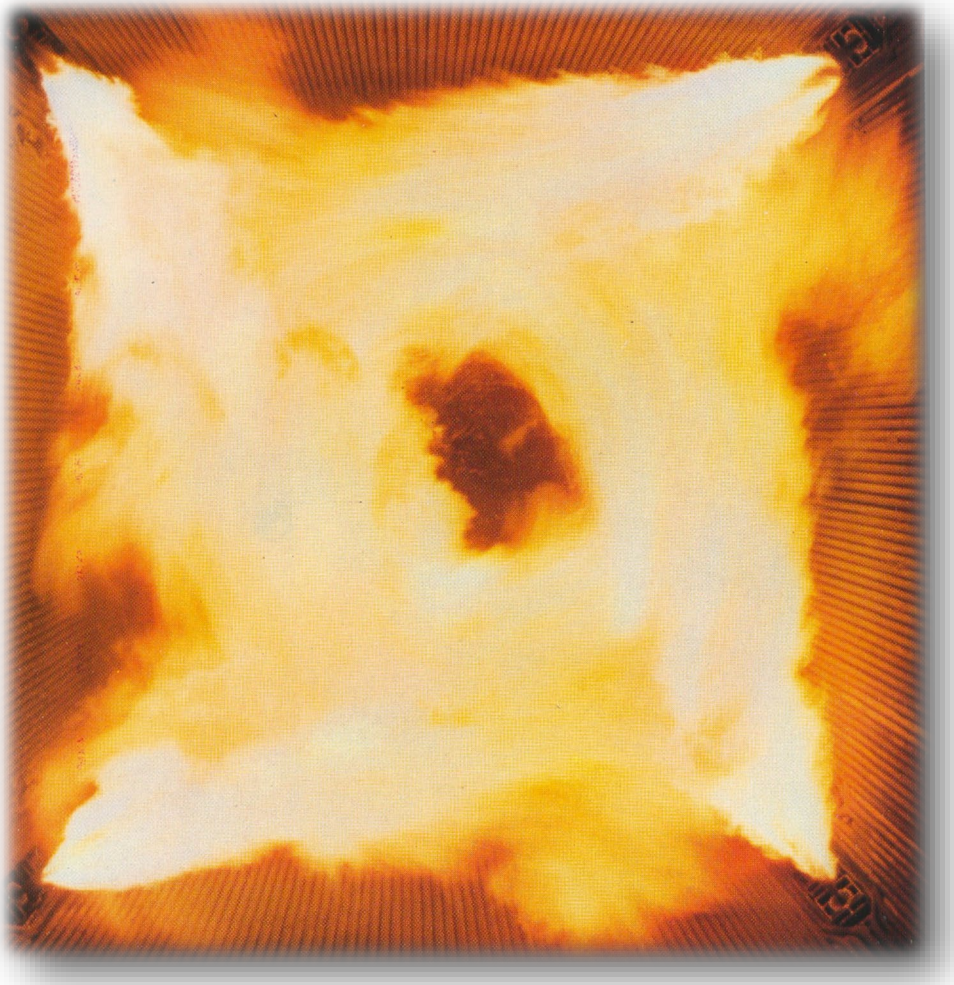




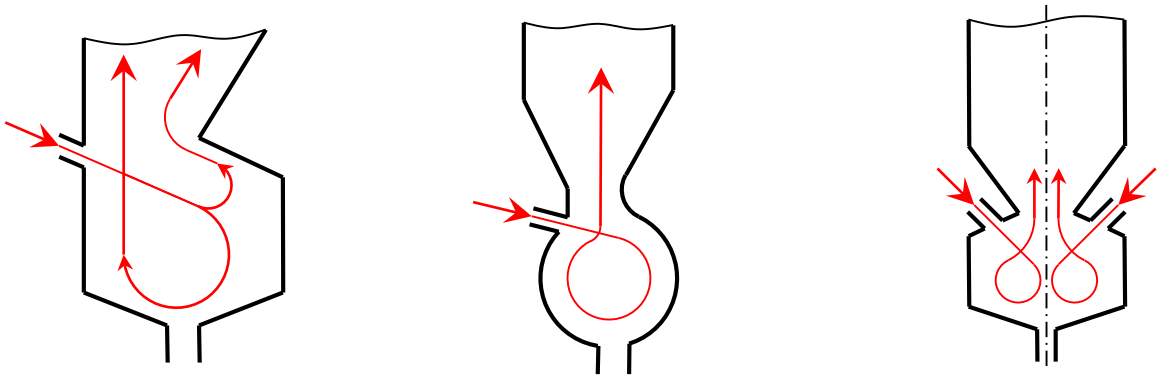


Топки с угловой компоновкой горелок

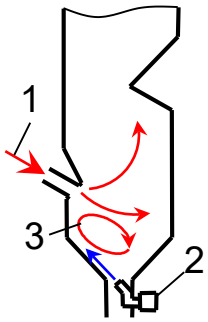
Угловая компоновка горелок. Вид факела



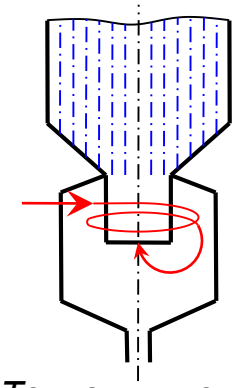
Компоновка горелочных устройств. Форма топочной камеры



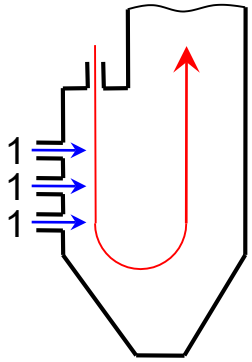
Вихревые компоновки горелок с пересекающимися струями



Вихревая топка

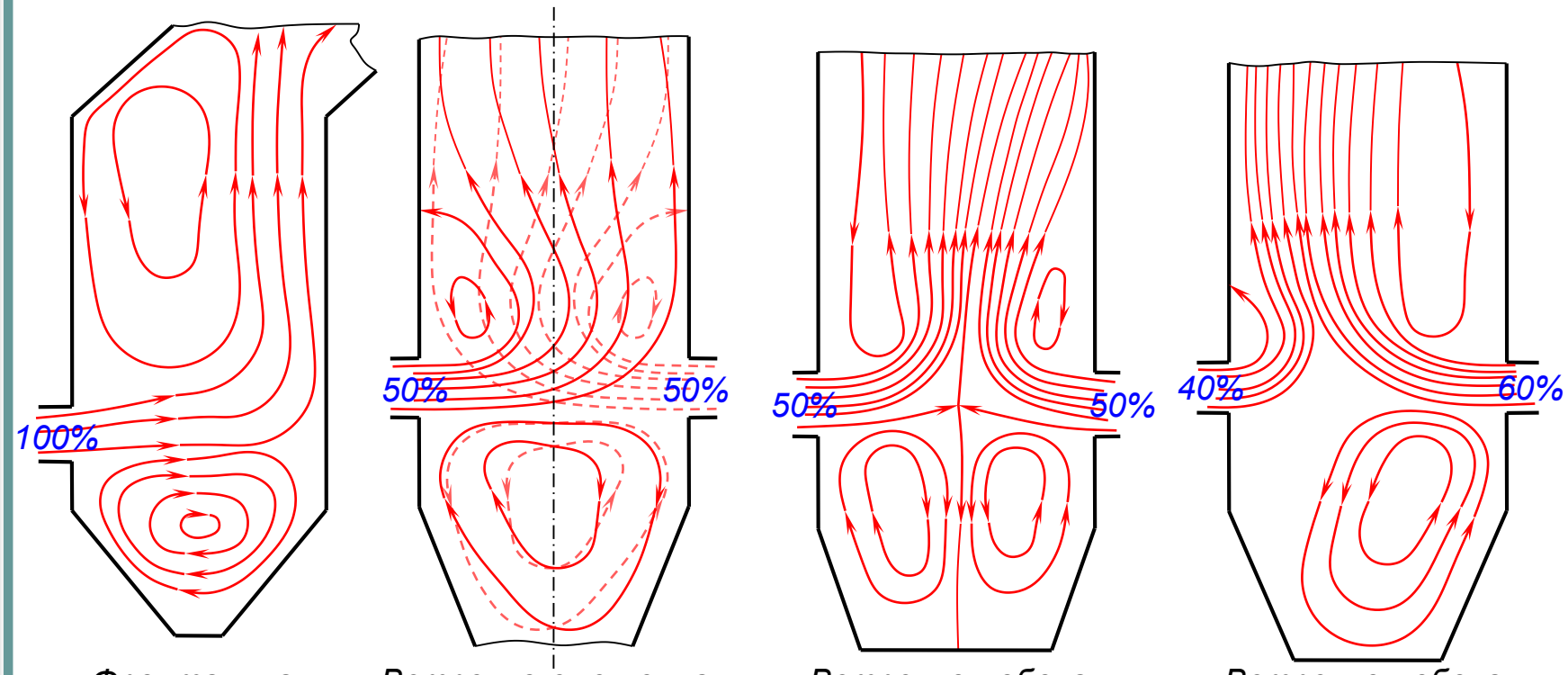


Топка-циклон



Инвертная топка

Аэродинамика топок



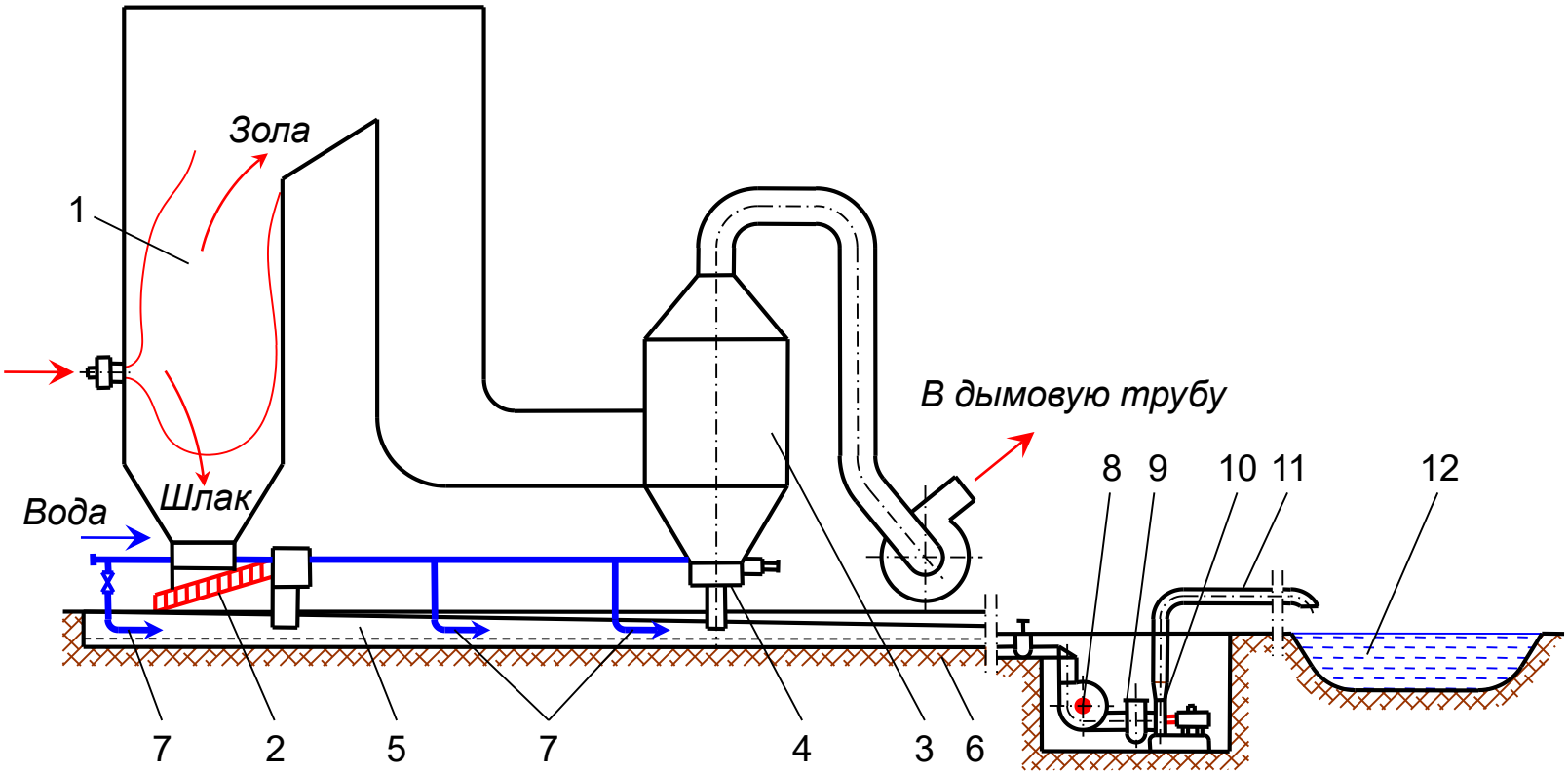
Фронтальная компоновка

Встречно-смещенная компоновка

Встречно-лобовая компоновка

Встречно-лобовая компоновка

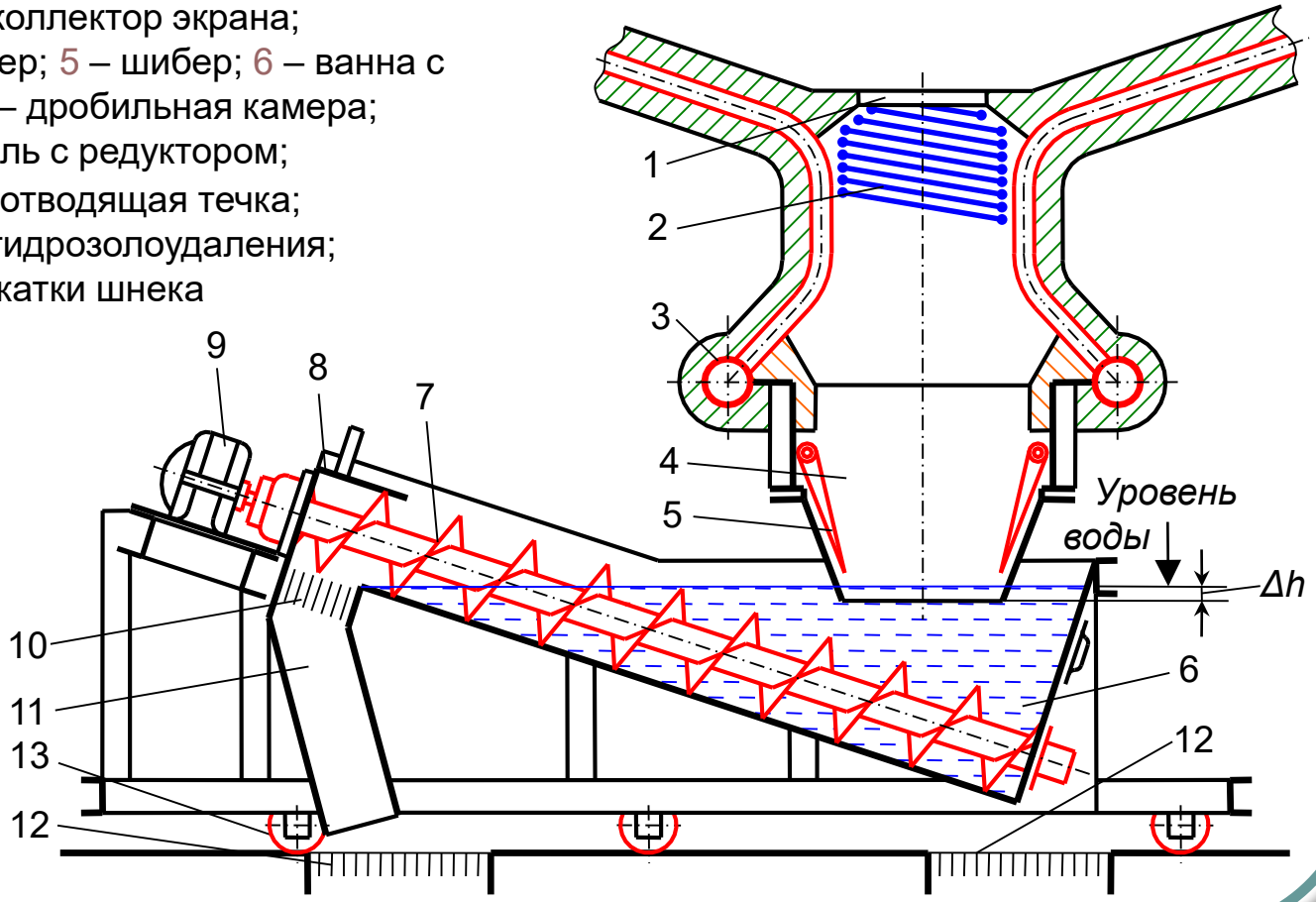
Гидромеханическая оборотная система шлакозолоудаления



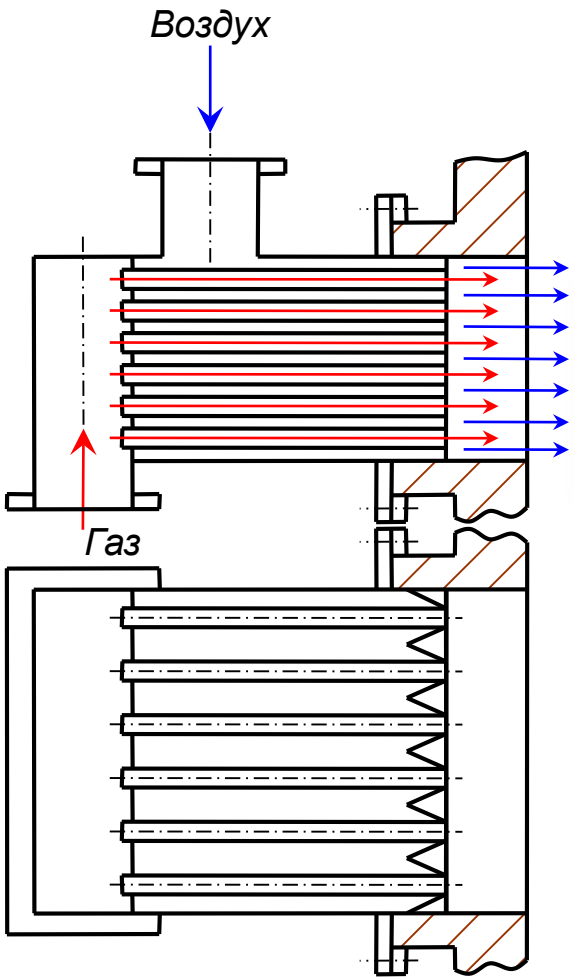
1 – топка; 2 – шнек с шлакодробилкой; 3 – золоуловитель; 4 – золосмывной аппарат; 5 – шлаковый канал; 6 – диабазовая эрозионная защита канала; 7 – побудительные сопла; 8 – шлакодробилка; 9 – железоуловитель; 10 – багерный насос; 11 – шлакозолопровод; 12 – золоотстойник

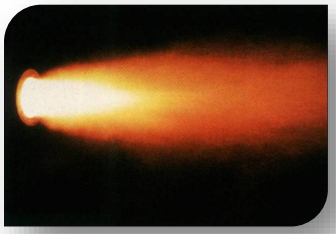
Шнековое шлакоудаление непрерывного действия

1 – летка; 2 – охлаждаемый водой змеевик летки; 3 – нижний коллектор экрана; 4 – шлаковый бункер; 5 – шибер; 6 – ванна с водой; 7 – шнек; 8 – дробильная камера; 9 – электродвигатель с редуктором; 10 – решетка; 11 – отводящая течка; 12 – течка канала гидрозолоудаления; 13 – ролики для откатки шнека

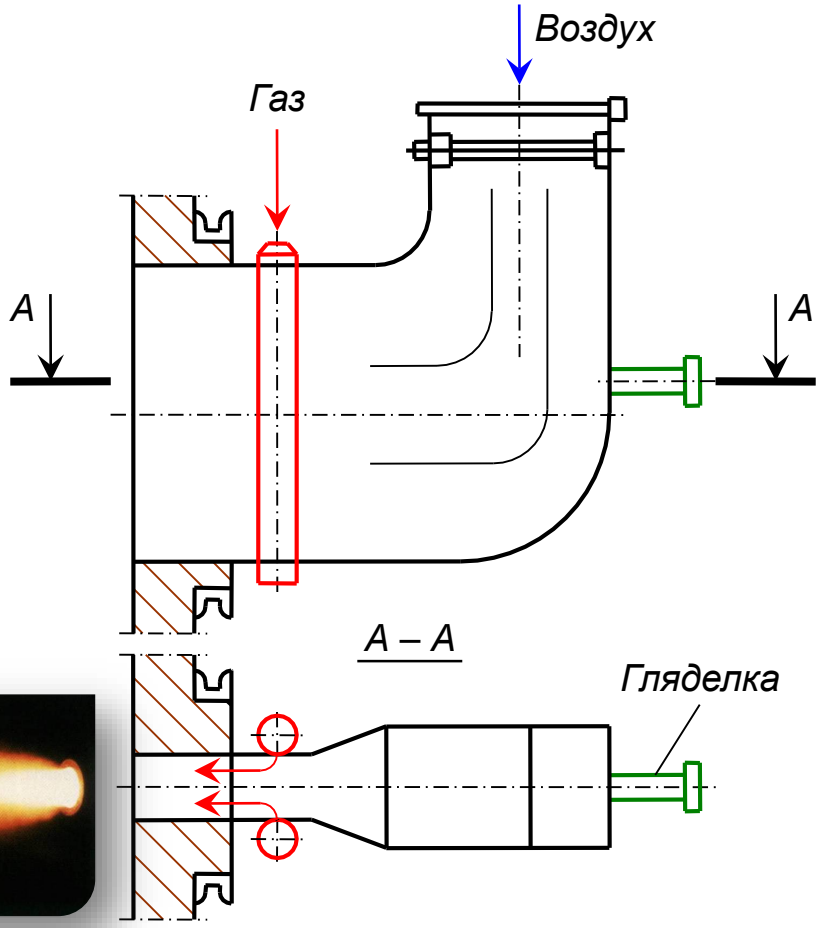


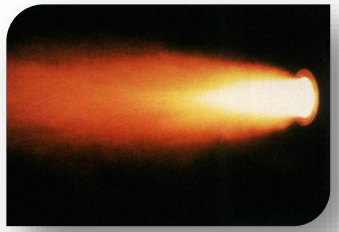
Трубчатая горелка без предварительного смешения



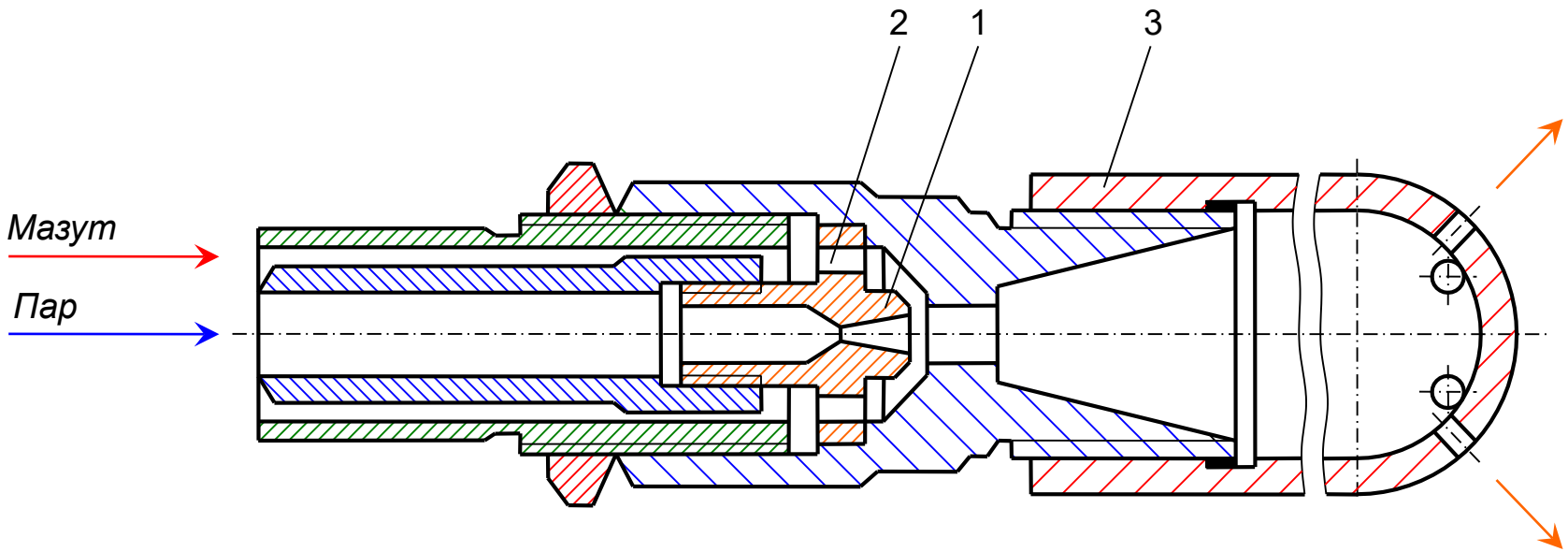


Прямоточная щелевая горелка



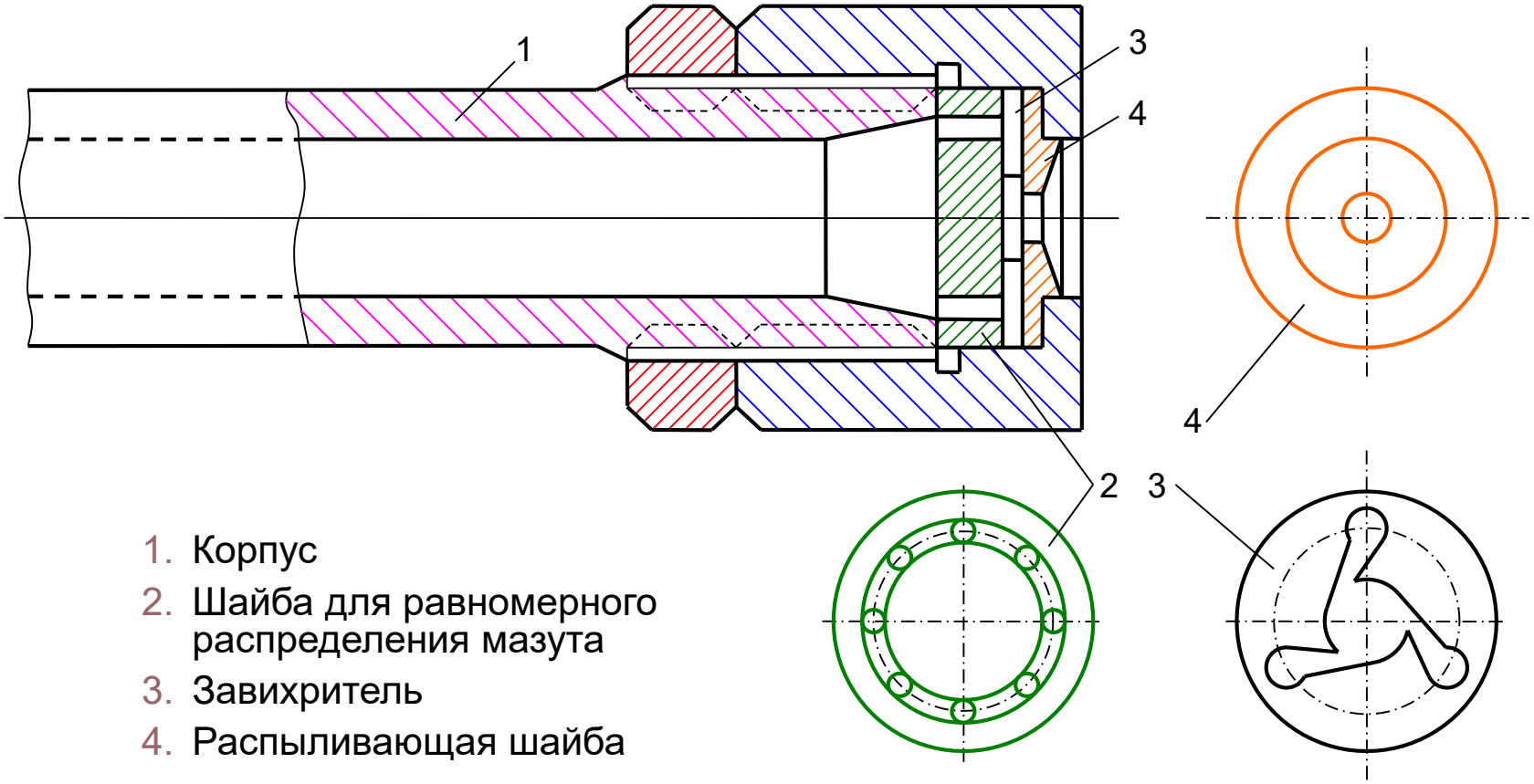


Форсунка с паровым распыливанием и насадкой



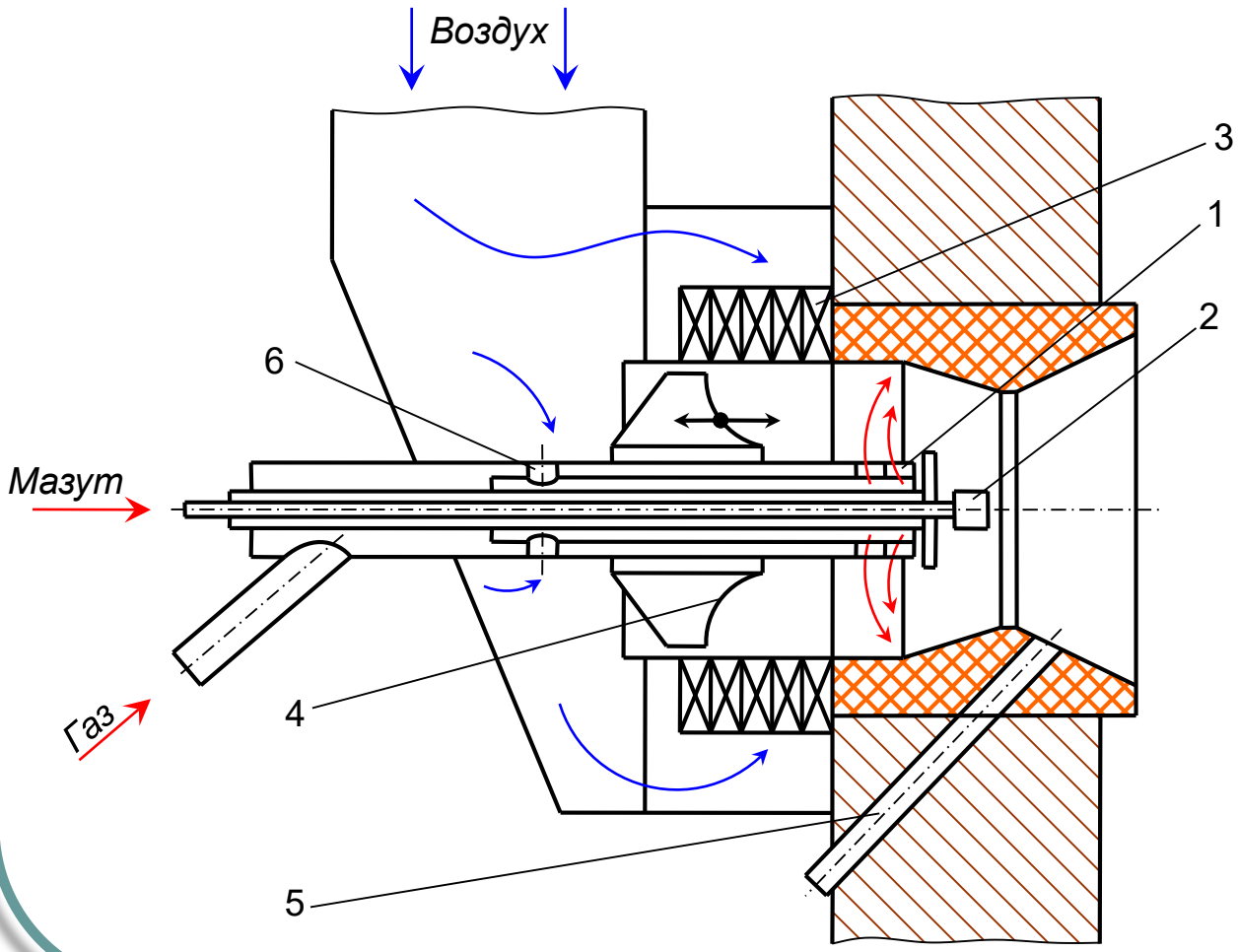
1. Сопло
2. Шайба для равномерного распределения мазута
3. Насадка для укорочения длины факела

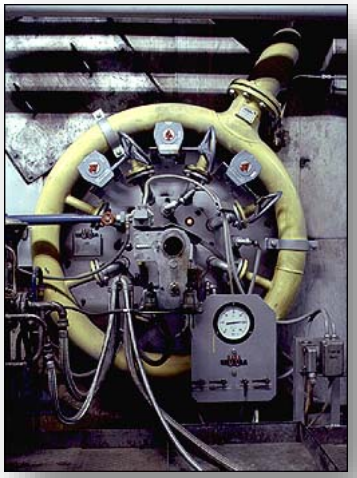
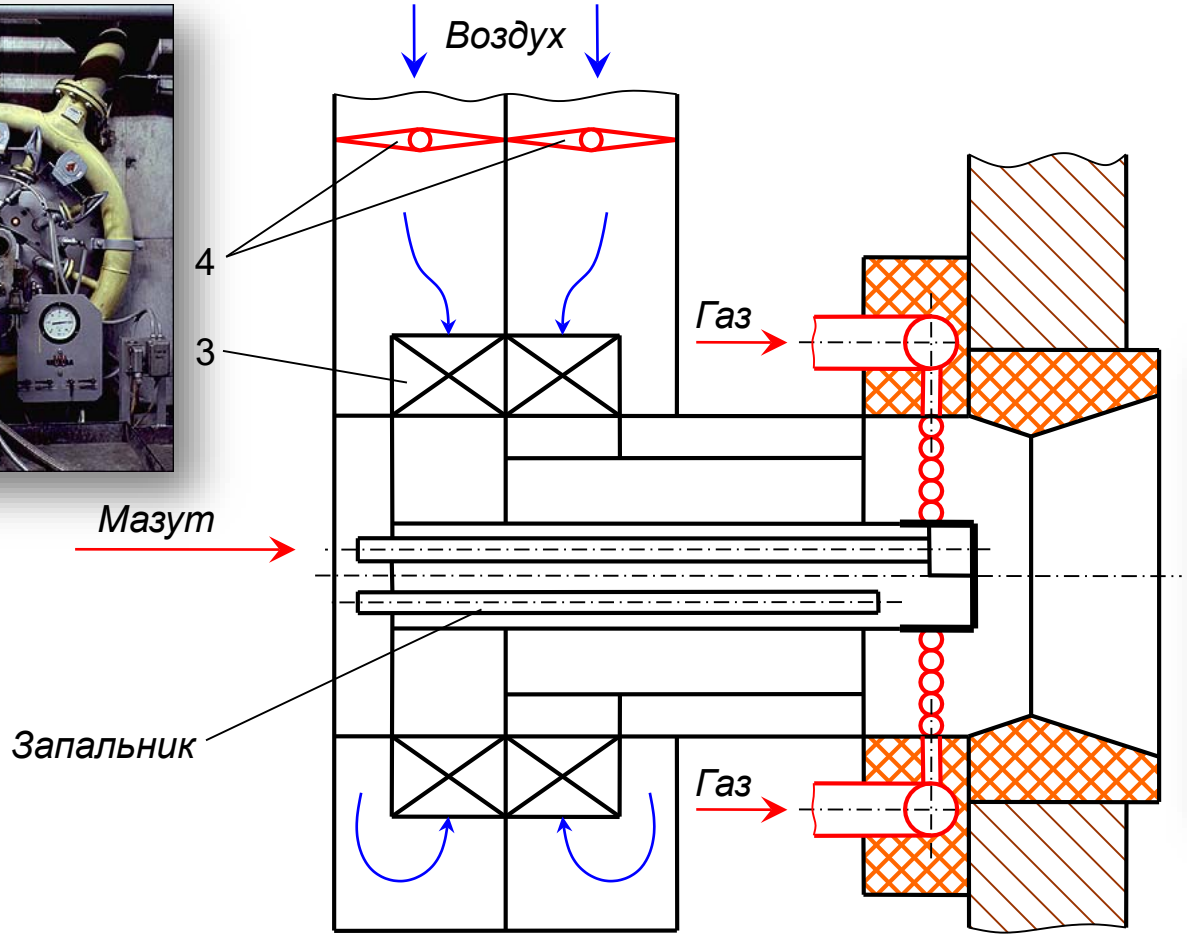
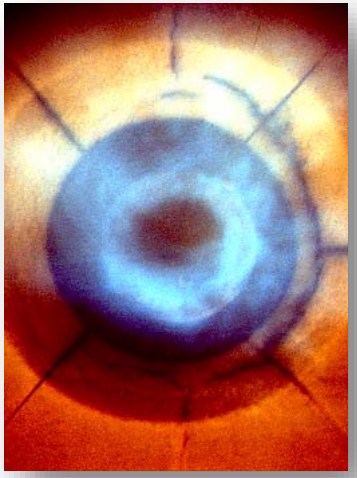
Форсунка с механическим распыливанием



1. Корпус
2. Шайба для равномерного распределения мазута
3. Завихритель
4. Распыливающая шайба

Газомазутная коаксиальная горелка с центральным подводом природного газа



1. Кольцевой газовый коллектор
2. Мазутная форсунка
3. Тангенциальный лопаточный аппарат
4. Регулирующий подачу воздуха шибер
5. Подвод воздуха для охлаждения деталей горелки
6. Канал для запальника

Газомазутная горелка с периферийным подводом природного газа