

# ∴ PROVYKO

Котлы  
и теплообменники  
для теплоснабжения  
и энергетики



# Профиль компании

«Provyko s.r.o.» является поставщиком оборудования по выработке энергии и предоставлению услуг в области котлов и теплообменников.

В настоящее время в компании работает 42 сотрудника, владеющих солидными знаниями и опытом в области проектов, конструирования и реализации проектов котлов.

Наша работа основана на инновационном подходе к каждому проекту и открытой коммуникации с заказчиком.

Наши услуги включают комплексный уход за широким спектром энергетического оборудования.

## К нашим основным изделиям и услугам принадлежат

- Системы сжигания топлива котлов
- Новые котлы и реконструкция котлов
- Денитрификация установок для сжигания топлива
  - меры, принимаемые для снижения эмиссии окиси азота
  - Первичные меры
  - Вторичные меры: селективное некаталитическое восстановление - СНКВ, селективное каталитическое восстановление - СКВ
- Мельничные установки
- Теплообменники, теплообменные установки
- Технические услуги – ТЭО проектов или технических решений, консультационная и консалтинговая деятельность
- Сервисные услуги «под ключ» - начиная проектом, продолжая реализацией и заканчивая регулярным сервисным обслуживанием

От имени компании

**Томаш Главачек**

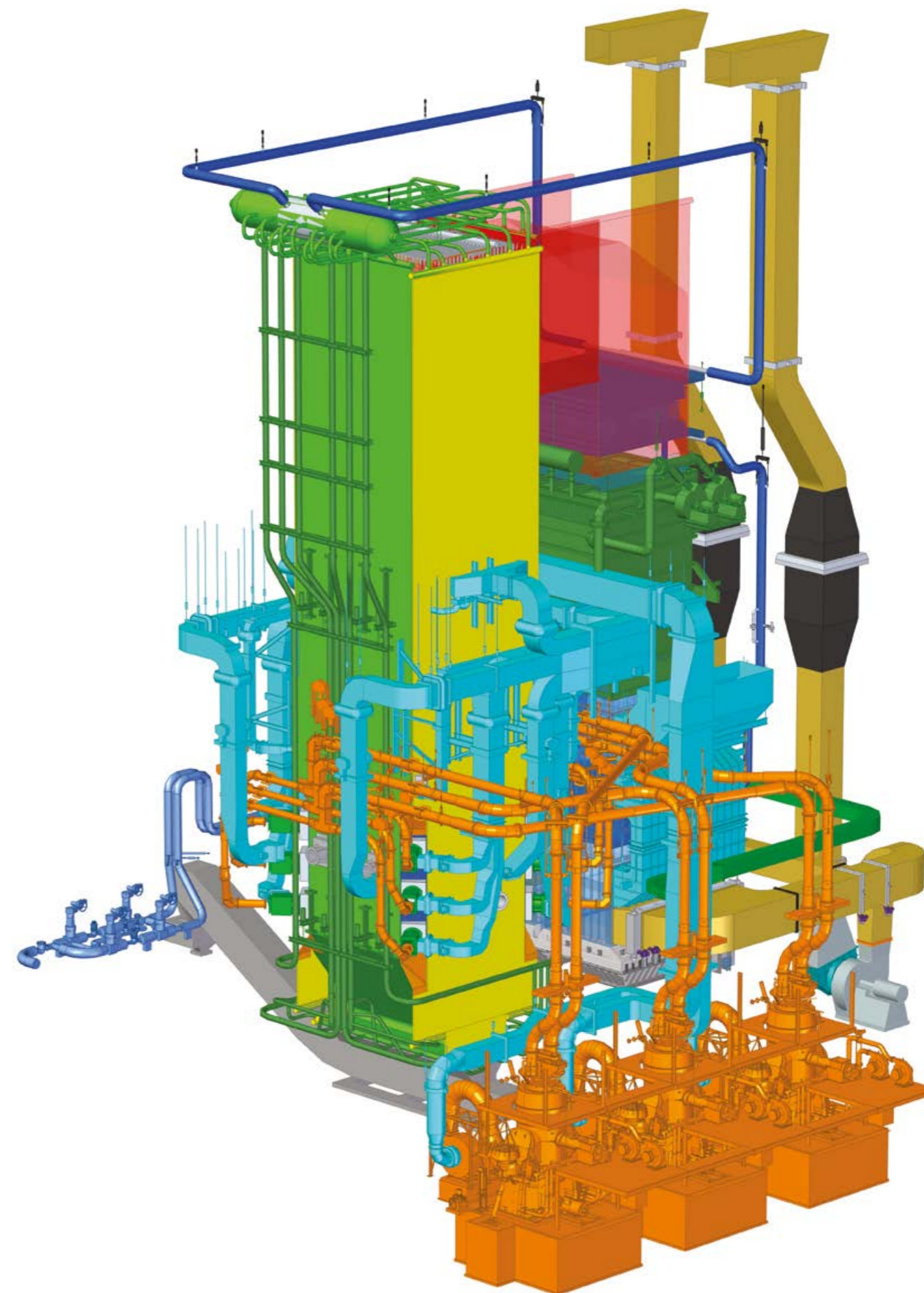
Уполномоченный в делах компании

**Алойз Боко**

Уполномоченный в делах компании

# Содержание

1	Новые котлы	6–17
2	Системы сжигания	18–29
3	Денитрификация установок для сжигания топлива	30–37
4	Мельничные установки	38–41
5	Теплообменники	42–45
6	Измерение воздухо-дымоходных каналов котла, отбор угольного порошка	46–49
7	CFD анализ	50–53
8	Расчеты прочности	54–57
9	Экооптим	58–61



# Новые котлы

Наше предложение включает котлы, работающие на твердом, жидком и газообразном топливе, а также котлы, использующие тепло из дымовых газов. Решение конструкции котлов, включая принадлежности, исполнено в соответствии с действующими нормами и правилами ЕС или ASME. Кроме того, котлы удовлетворяют эмиссионным требованиям актуальных чешских и европейских законов об охране атмосферы или конкретным требованиям заказчика.

Техническое решение каждого предлагаемого котла отвечает заданному топливу и требованиям к параметрам пара или воды для обогрева. В то же время обеспечивается максимальная эксплуатационная надежность котла при минимальных требованиях к его обслуживанию и текущему уходу.

На основании требований заказчика мы способны всегда предложить оптимальное решение в кратчайшие сроки поставки.

## Наше предложение включает следующие основные типы котлов

### В зависимости от теплоносителя

- Котлы, работающие на топочный мазут и газ
- Котлы, работающие на порошковый уголь
- Котлы, работающие на твердое восстановленное топливо (RDF) и шлам
- Котлы-утилизаторы

### В зависимости от нагреваемой среды

- Паровые котлы
- Водогрейные котлы

### В зависимости от параметров нагреваемой среды

- Котлы низкого давления
- Котлы среднего давления
- Котлы высокого давления



# Котлы, работающие на топочный мазут и газ

Котлы имеют несколько стандартных исполнений конструкции, отличающихся параметрами и компоновкой.

## По сожженному топливу

### Газообразное топливо

природный газ, водород, колошниковый газ, коксовый газ, ацетиленовый отбросный газ, ...

### Жидкое топливо

легкий топочный мазут, тяжелый топочный мазут, отработанное масло, ...

## По нагреву носителя котлы имеют две основные категории

**Паровые котлы с паропроизводительностью до 420 т/час**

**Водогрейные котлы теплопроизводительностью до 210 МВт**

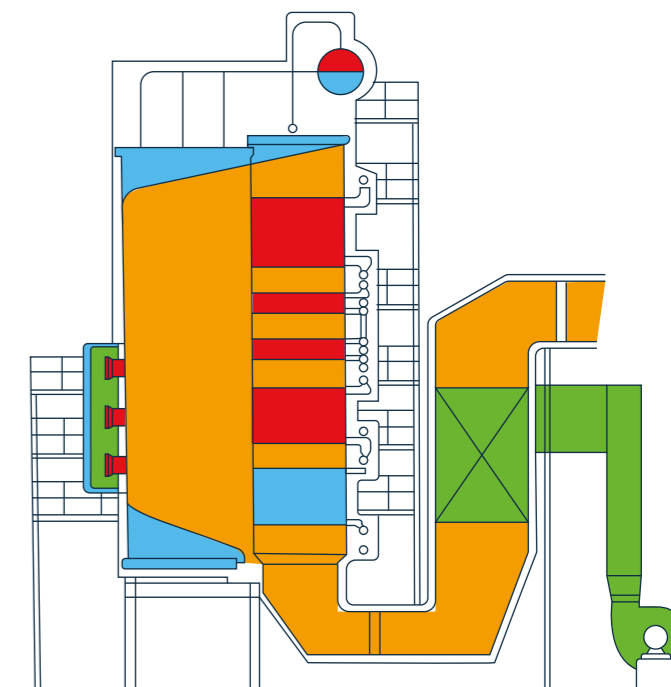
## Основные характеристики конструкции котлов

- Самонесущее или подвесное исполнение
- Исполнение с одним или несколькими проходами
- Высокий КПД
- Настенные или потолочные низкоэмиссионные горелки
- Газонепроницаемое исполнение с использованием мембранных стенок
- Однопроходное или двухпроходное исполнение с естественной или принудительной циркуляцией
- Пучки из гладких или оребренных труб
- Трубчатый или регенеративный (РВП) воздухоподогреватель
- Возможность очистки поверхностей нагрева
- Точное регулирование температуры перегретого пара
- Компактное и экономное решение
- Оптимизация решения для данного пространства

## Параметры паровых котлов

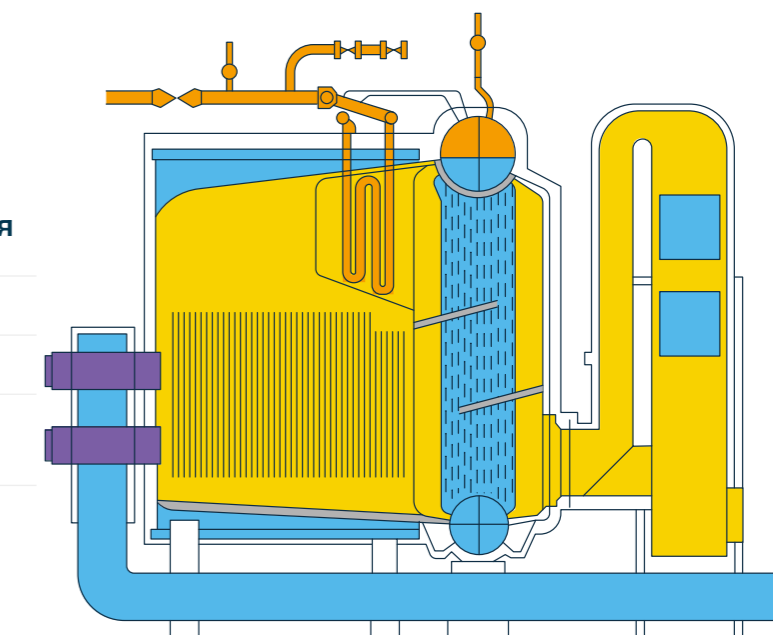
### Паровые котлы высокого давления

Паропроизводительность	80-420т/ч
Давление перегретого пара	60-175 бар
Температура перегретого пара	до 500 °C



### Паровые котлы среднего давления

Паропроизводительность	50-120 т/ч
Давление перегретого пара	30-70 бар
Температура перегретого пара	до 500 °C



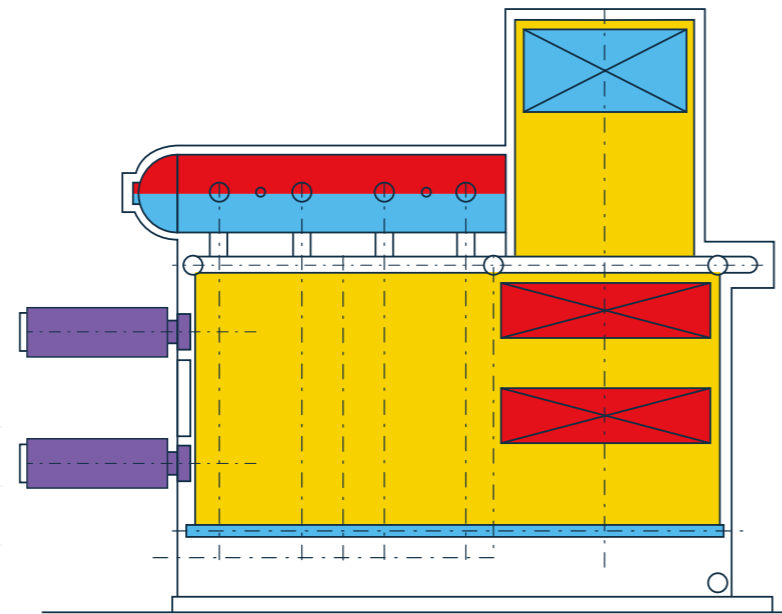
Параметры паровых котлов

Паровые котлы низкого давления

Паропроизводительность	50-130 т/ч
Давление перегретого пара	13-45 бар
Температура перегретого пара	до 450 °C

Однobarабанные паровые котлы низкого давления

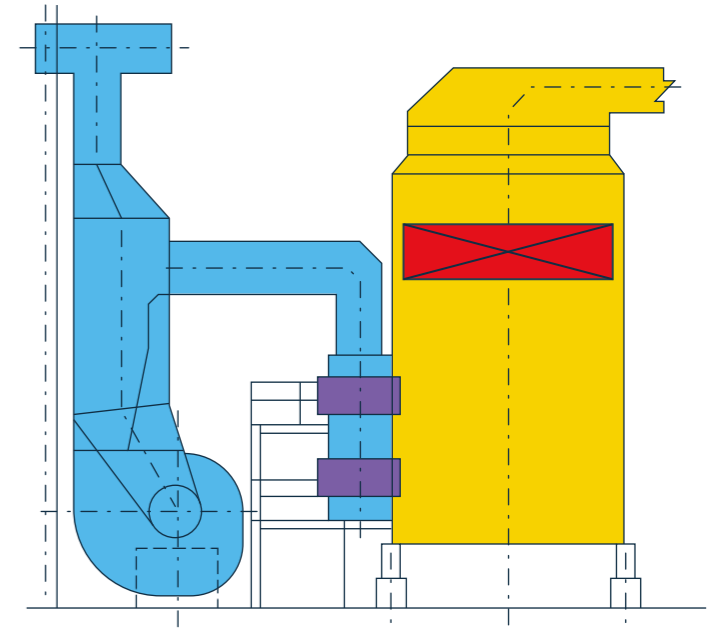
Паропроизводительность	20-80 т/ч
Давление перегретого пара	13-60 бар
Температура перегретого пара	до 500 °C



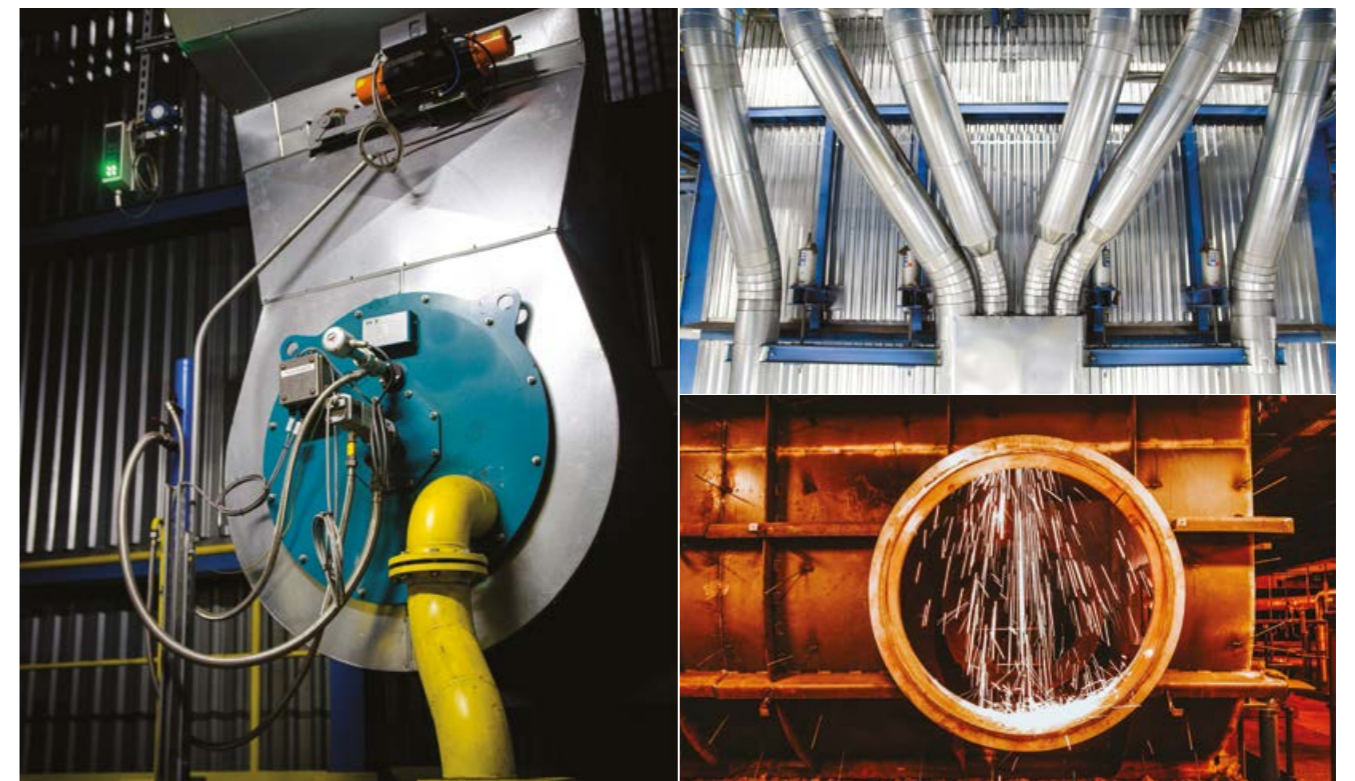
Параметры водогрейных котлов

Водогрейные котлы для нагрева сетевой воды

Теплопроизводительность	max. 210 МВт
Давление воды	14-25 бар
Температура воды	до 180 °C



↑ Газовый водогрейный котел 116 МВт



↑ Фотодокументация реализаций газовых и угольных котлов

# Пылеугольные котлы

Конструкция данных котлов основана на опыте сжигания широкого спектра различных видов угля и других видов твердого топлива. Это каменный уголь с высоким и низким содержанием летучих веществ в горючих веществах, различные виды бурого угля и лигнита. В качестве дополнительного топлива в этих котлах может также применяться биомасса, твердое восстановленное топливо а также другое газообразное топливо.

## Основные характеристики исполнения конструкции котлов

- Самонесущая или подвесная конструкция
- Газонепроницаемая конструкция с использованием мембранных стенок
- Решение с удалением твердого или жидкого шлака из камеры сгорания котла
- Полная система подготовки и подачи топлива к горелкам
- Система сжигания топлива с низким уровнем выбросов порошковыми горелками
- Горелка зажигания и стабилизационные газовые или масляные горелки
- Первичный или вторичный метод для снижения выбросов NO<sub>x</sub>
- Высокое КПД котла
- Однопроходное или двухпроходное исполнение с естественной циркуляцией
- Возможен вариант с пароподогревателем или ППТО бифлюксом
- Трубчатый или регенеративный (РВП) воздухоподогреватель
- Очистка поверхностей нагрева воздухоподувкой
- Точное регулирование температуры перегретого пара
- Компактное и экономичное решение
- Оптимизация решения для заданного пространства



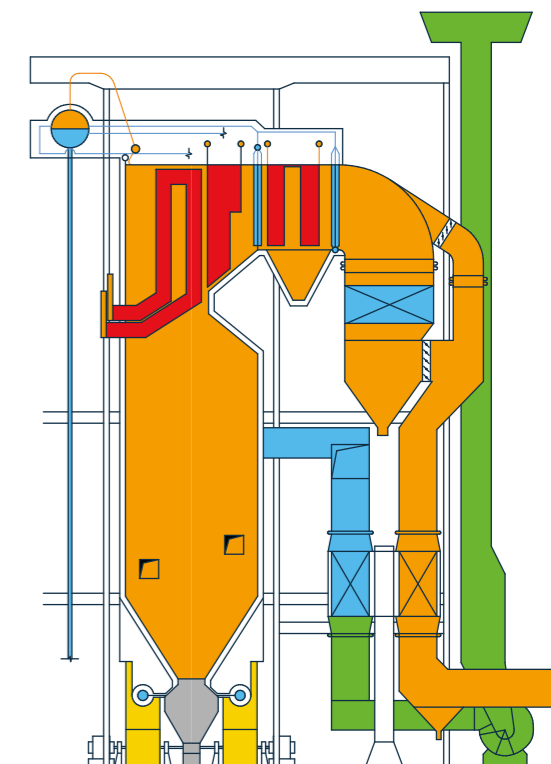
## Параметры паровых котлов

### Паровые котлы высокого давления

Паропроизводительность	80–420 т/ч
Давление перегретого пара	94–175 бар
Температура перегретого пара	до 570 °С

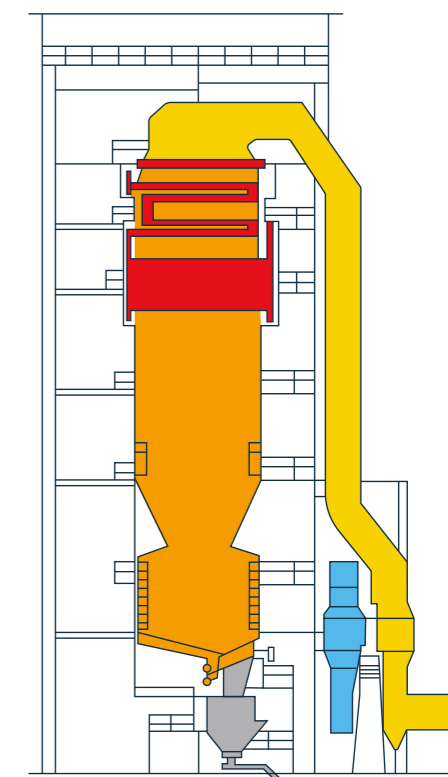
### Паровые котлы низкого давления

Паропроизводительность	75-115 т/ч
Давление перегретого пара	13–38 бар
Температура перегретого пара	до 450 °С



### Водогрейные прямоточные котлы для нагрева водопроводной воды

Паропроизводительность	50-120 т/ч
Давление перегретого пара	30–70 бар
Температура перегретого пара	до 500 °С



# Котлы-утилизаторы

Котлы-утилизаторы используют тепловую энергию, содержащуюся в различных видах отводимых продуктов сгорания для производства пара или воды для обогрева. Они применяются, в первую очередь, в когенерационных установках, где в соединении с газовыми и паровыми турбинами создают электрическую и тепловую энергию. Кроме того, они используются в пиковых установках с двигателями внутреннего сгорания, на нефтезаводах, на металлургических заводах и компрессорных станциях.

Конструкция котлов-утилизаторов решена таким образом, чтобы в максимальной степени удовлетворить заданные требования как с точки зрения параметров, так и планировочного решения.

## Основные характеристики исполнения конструкции котлов-утилизаторов

- Пучки из оребренных труб
- Газонепроницаемое исполнение с наддувом
- Дымовые каналы котла с внутренней изоляцией с покрытием, возможно с внешней изоляцией
- Возможность решения с канальной горелкой во впускном дымоходе
- Возможность решения с байпас-дымовой трубой или дымовым каналом с клапаном управления
- Возможность установки катализатора в целях снижения выбросов
- Возможность установки шумоглушителя
- Точное регулирование температуры перегретого пара
- Компактное и экономное решение
- Поставка на объект в передвижных модулях – минимизация времени монтажа
- Оптимизация решения для данного пространства

## Параметры котлов-утилизаторов

Котлы-утилизаторы имеют одного давления, двух давлений и нескольких давлений с подогревателем отопительной воды или конденсата, или же с интегрированным деаэратором питательной воды.

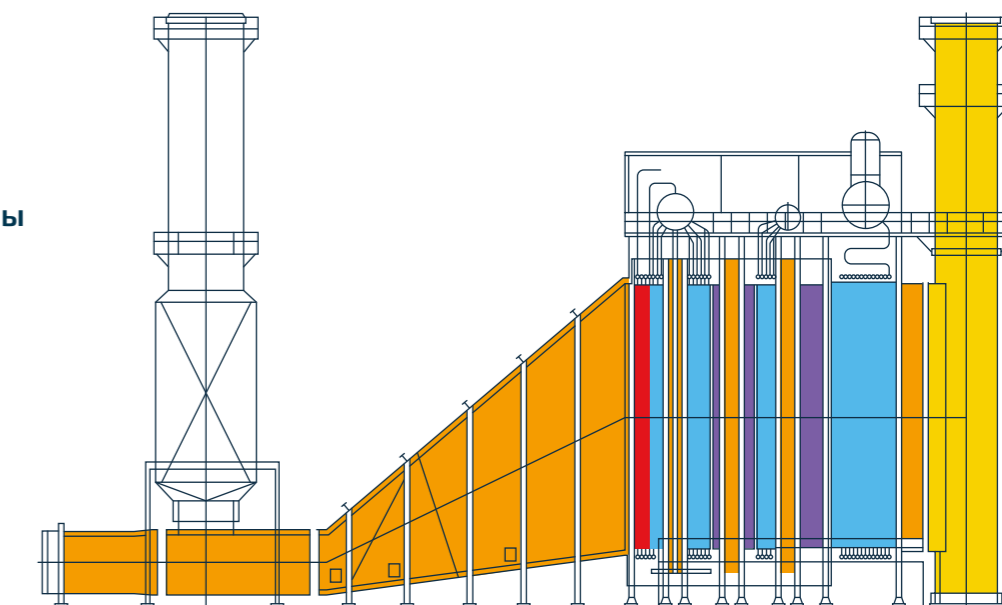
## Параметры паровой части котла-утилизатора обычно находятся в пределах

Теплопроизводительность	до 200 МВт
Давление	5–120 бар
Температура перегретого пара	190–540 °C

## Два основных варианта стандартного исполнения котла в зависимости от движения дымовых газов

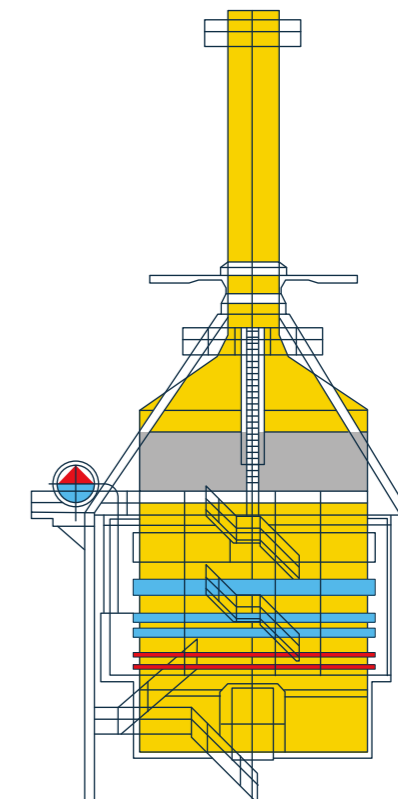
### Горизонтальные котлы

Самонесущие, с естественной циркуляцией



### Вертикальные котлы

Подвешенные в несущей конструкции, с естественной или принужденной циркуляцией (с помощью циркуляционных насосов)





# Котлы для сжигания твердого восстановленного топлива (RDF)

## Данные котлы предназначены для сжигания

- Твердого восстановленного топлива (RDF)
- Биомассы
- Шлама из станций очистки сточных вод
- Угля
- Опасных отходов
- Различной комбинации вышеуказанного топлива

## Исполнение конструкции котлов

Котлы со стационарным кипящим слоем

Котлы со сжиганием топлива на решетке

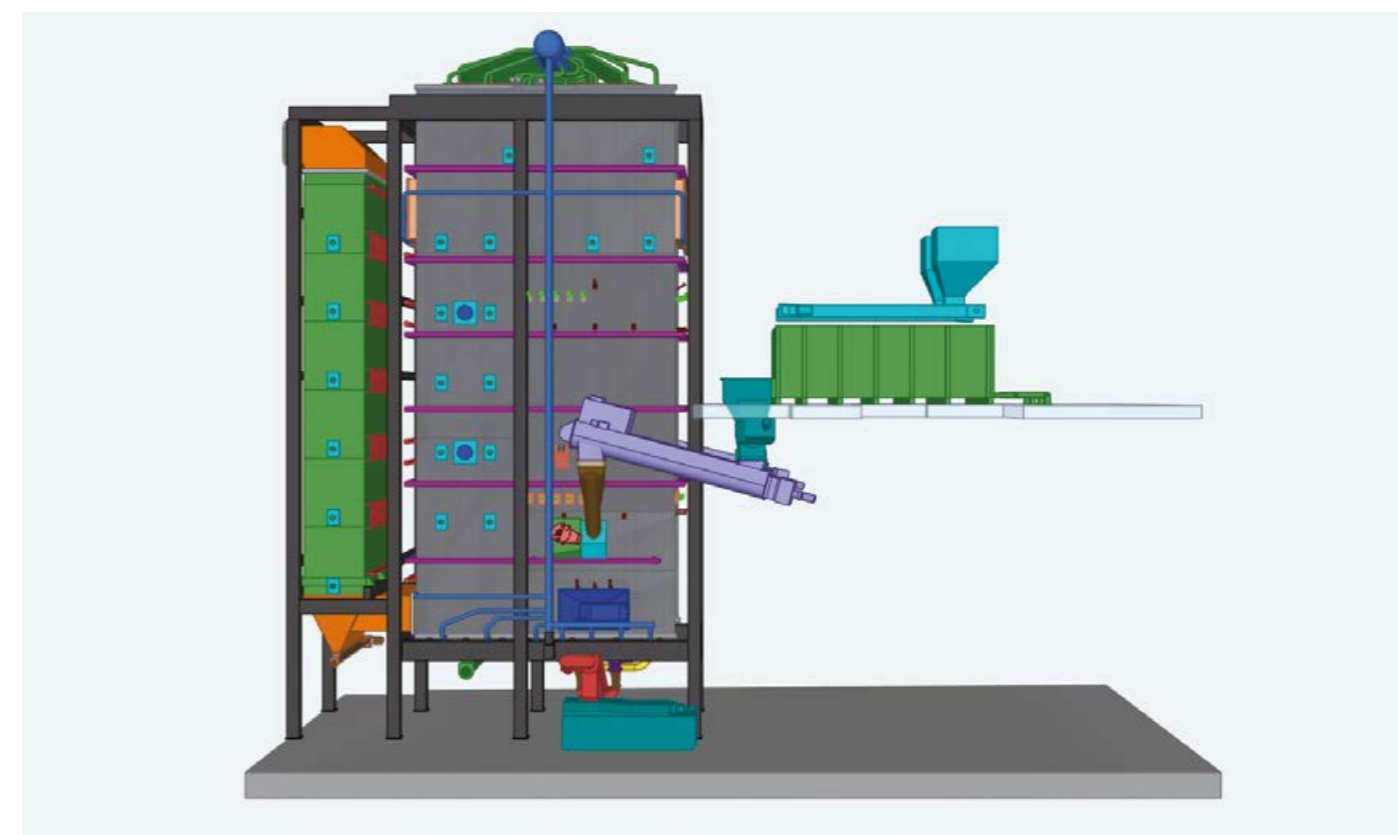
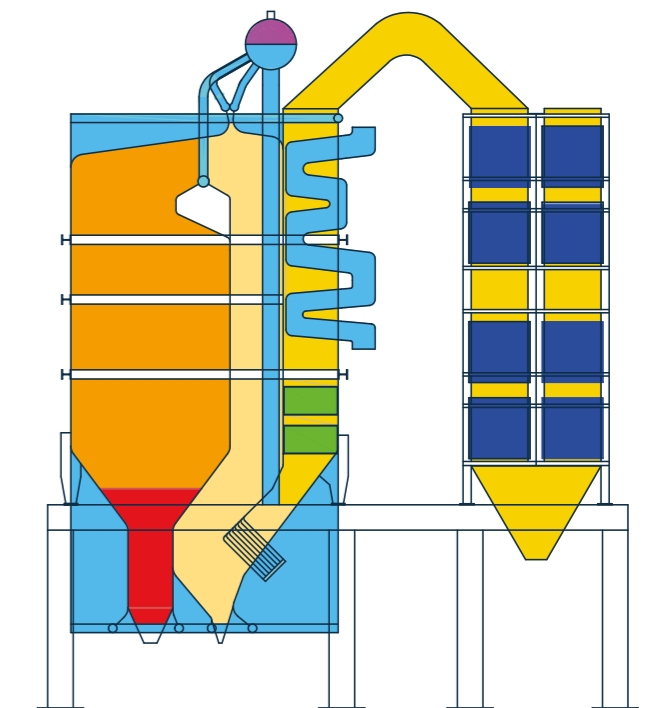
В стандартном исполнении котлы имеют несколько ходов, с мембранными стенками, барабанные с естественной циркуляцией



## Типичные параметры котлов

Паропроизводительность	прибл. 5-50 т/ч
Давление перегретого пара	40 бар
Температура перегретого пара	приблизительно 250-420 °C

К котлам, работающим на данном топливе, мы предлагаем также системы очистки дымовых газов (выбросы летучей золы, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, HCl, HF, PCDD/F, тяжелые металлы) для удовлетворения актуальных и будущих эмиссионных лимитов.



↑ Проектная модель котла, работающего на твердом восстановленном топливе (RDF), 40 МВт



## Системы сжигания

Мы предлагаем проекты и реализацию новых систем сжигания, а также проекты и реализацию реконструкции и модификации имеющихся систем сжигания для котлов в электроэнергетике, теплоснабжении и промышленные котлы, работающие на твердое, жидкое и газообразное топливо.

Вся деятельность в рамках систем сжигания направлена на снижение эмиссии  $\text{NO}_x$  в соответствии с актуальным законодательством, повышение КПД котла, расширение рабочего диапазона мощности без стабилизации, удаление ошлакования, повышение срока службы отдельных частей системы сжигания, и повышение комфорта обслуживающего персонала.

К основным факторам, влияющим на образование  $\text{NO}_x$  принадлежат, главным образом, скорость горения, температура пламени, длина пламени, избыток воздуха и тонкость помола угольного порошка.

К технологиям снижения эмиссии  $\text{NO}_x$  в рамках процесса сжигания принадлежит применение первичных методов. Данные методы включают установку низкоэмиссионных горелок, то есть Low  $\text{NO}_x$  Burners (LNB), дожигания, зон воздуха догорания, рециркуляция дымовых газов и других компонентов, поддерживающих оптимизацию и сжигание с учетом снижения  $\text{NO}_x$ .



## Предлагаемые деятельности в системах сжигания

**Комплексные предложения, проекты и реализация новых систем сжигания, а также оценка, реконструкция и реализация имеющихся систем сжигания**

- Системы сжигания для сжигания бурого угля
- Системы сжигания для сжигания каменного угля
- Системы сжигания для сжигания RDF и шлама
- Системы сжигания для сжигания жидкого и газообразного топлива
- Системы сжигания комбинированного топлива

**Технические решения, проекты и реализация новых, реконструированных или модифицированных узлов систем сжигания**

- Горелки для всех видов топлива
- Трубопроводные линии для угольного порошка и отработанного пара
- Трубопроводные линии для воздуха и переработанных дымовых газов
- Трубопроводные линии зоны воздуха догорания, включая форсунки воздуха догорания
- Применение системы дожигания
- Проект, реализация и отладка системы измерения и регулирования в рамках системы сжигания
- Органы регулирования расхода носителя по отдельным линиям трубопровода, включая проект применения и типа сервоприводов управления
- Приборы для измерения расхода носителей по отдельным линиям трубопровода
- Оценка и проектирование изменений мельничных установок с точки зрения работы системы сжигания
- Расчет и оценка потерь давления отдельных линий трубопровода включая проект изменений
- Обеспечение моделирования CFD в рамках системы сжигания и ее отдельных узлов

**Настройка, отладка и оптимизация работы систем сжигания**

## Системы сжигания каменного угля

Предлагаются проекты и реализация новых систем сжигания каменного угля, а также проектирование и реализация реконструкции и модификации имеющихся систем сжигания каменного угля. Предлагаются системы с прямым и косвенным задувом порошка в котел.

Системы сжигания обеспечивают сжигание каменного угля при соблюдении высокого КПД котла, требуемых эмиссионных параметров и других параметров и требований заказчика.

Для снижения эмиссии  $NO_x$  запроектован и применен первичный метод снижения  $NO_x$ . Первичный метод основан на принципе подстехиометрического сжигания топлива в горелках и последующей редукции  $NO_x$ . Редукция CO и сжигание оставшегося угля решены одним или несколькими зонами форсунок воздуха догорания OFA.



↑ вихревая угольная горелка

**Составной частью проекта системы сжигания каменного угля обычно является следующее**

- Установка новых или реконструкция имеющихся вихревых или прямоочных низкоэмиссионных горелок
- Установка новых или реконструкция имеющихся ролико кольцевых, барабанных или молотковых мельниц
- Установка новых или реконструкция имеющихся сортировочных устройств
- Установка трубопроводных линий и форсунок воздуха догорания OFA
- Установка трубопроводных линий для рециркулированных дымовых газов
- Установка ступенчатой системы подачи топлива ребуриинг
- Установка новой или преобразование имеющейся системы измерения и регулирования в рамках системы сжигания
- Применение системы контроля стабильности сжигания
- Контрольные измерения, регулировка и настройка системы сжигания котла

**Выгоды для заказчиков**

- ⊕ Удовлетворение эмиссионных лимитов  $NO_x$  и CO в соответствии с требованиями имеющегося или же будущего законодательства
- ⊕ Повышение КПД котла, уменьшение расходов эксплуатации
- ⊕ Расширение диапазона мощности котла без применения стабилизации горения
- ⊕ Редукция шлакообразования



↑ Сепаратор летучей золы дымовом канале

↑ Трубопровод для отработанного пара с каркоровой вставкой

## Системы сжигания бурого угля

предлагается проектирование и реализация систем сжигания бурого угля, а также проекты, реконструкции и модификации имеющихся систем сжигания бурого угля.

Предлагаются системы с прямым вдуванием порошка в котел.

Системы сжигания обеспечивают сжигание бурого угля при соблюдении высокого КПД котла, требуемых эмиссионных параметров и других параметров и требований заказчика.

Для снижения эмиссии NO<sub>x</sub> спроектирован и применяется первичный метод снижения эмиссии NO<sub>x</sub>.

Первичный метод основан на принципе подстехиометрического сжигания топлива в горелках и последующей редукции NO<sub>x</sub>. Редукция CO и сжигание оставшегося угля решены одним или несколькими зонами форсунок воздуха догорания OFA.

### Составной частью проекта системы сжигания бурого угля обычно является следующее

- Установка новых или реконструкция имеющихся прямооточных низкоэмиссионных горелок
- Установка новых или реконструкция имеющихся вентиляторных или бильных мельниц
- Установка новых или реконструкция имеющихся сортировочных устройств
- Установка линий трубопровода и форсунок воздуха догорания OFA
- Установка линий трубопровода рециркуляционных дымовых газов
- Установка системы ступенчатой подачи топлива ребурнинг
- Установка новой или преобразование имеющейся системы измерения и регулирования в рамках системы сжигания
- Применение системы контроля стабильности сжигания
- Контрольные измерения, настройка и регулирование системы сжигания

### Выгоды для заказчиков

- ⊕ Удовлетворение эмиссионных лимитов NO<sub>x</sub> и CO требованиям имеющегося или же будущего законодательства
- ⊕ Повышение КПД котла, уменьшение расходов эксплуатации
- ⊕ Расширение диапазона мощности котла без использования стабилизации
- ⊕ Редукция шлакообразования

## Системы сжигания альтернативного топлива

Предлагается проектирование и реализация систем сжигания твердого восстановленного топлива (RDF), шлама из станций очистки сточных вод или биогазовых станций или разных видов биомассы, возможен тоже вариант сжигания выше указанных топлив в комбинации.

Система сжигания обеспечивает сжигание альтернативного топлива при соблюдении высокого КПД котла с учетом защиты системы сжигания от неблагоприятного воздействия горения. Сжигание альтернативного топлива происходит учетом либо в пузырьковом кипящем слое или же на решетке. При сжигании в пузырьковом кипящем слое есть возможность совместного сжигания опасных отходов. Соблюдаются, само собой, требуемые эмиссионные и другие параметры и требования по выбору заказчика.

### В рамках решения и реализации системы сжигания альтернативного топлива осуществляется

- Оценка свойств топлива, выбор наиболее пригодной системы сжигания, разработка проектного решения и его реализация с учетом инвестиционных и эксплуатационных расходов
- Проектирование и реализация топливного хозяйства
- Проектирование и реализация системы очистки дымовых газов
- Установка и подключение оборудования
- Ввод в эксплуатацию и настройка

### Выгоды для заказчиков

- ⊕ Комплексная поставка системы сжигания, включая подачу топлива и очистку дымовых газов в виде поставки «под ключ»
- ⊕ Безопасное сжигание альтернативных видов топлива с высокой надежностью эксплуатации
- ⊕ Возможность сжигания топлива с широким диапазоном теплотворности
- ⊕ Приспособление параметров производительности котла желаниям заказчика



↑ Твердое восстановленное топливо (RDF)

## Системы сжигания газовых и жидких топлив

предлагается проектирование и реализация новых систем сжигания газообразных и жидких топлив, а также проектирование и реализация реконструкции и модификации имеющихся систем сжигания газообразных и жидких топлив.

Системы сжигания обеспечивают сжигание газообразных и жидких топлив при соблюдении высокого КПД котла, установленных эмиссионных параметров и других параметров и требований заказчика.

**Составной частью проекта системы сжигания газообразного и жидкого топлива обычно является следующее**

- Разработка проектного решения и размещения горелок в топочном устройстве котла, определение мощности и типа горелок
- Сотрудничество с поставщиком горелок для газообразного и жидкого топлива до стадии реализации
- Проектирование и реализация топливного хозяйства газообразного и жидкого топлива
- Проектирование и установка линий трубопровода для воздуха и переработанных дымовых газов
- Проектирование и установка системы управления BMS (Burner Management System) – обеспечивающей безопасную эксплуатацию горелок в соответствии с действующим законодательством
- Установка новой или преобразование имеющейся системы измерения и регулирования в рамках системы сжигания
- Контрольное измерение, настройка и наладка системы сжигания котла

### Выгоды для заказчиков

- + Удовлетворение эмиссионных лимитов  $NO_x$  и CO согласно требованиям имеющегося или будущего законодательства
- + Повышение КПД котла, уменьшение расходов эксплуатации



↑ Запальная и стабилизационная газовая горелка

## Вихревые угольные низкоэмиссионные горелки

Вихревые угольные горелки, поставляемые нашей компанией, отличаются высоким техническим уровнем и качеством обработки. Это в большой степени содействует оптимальной эксплуатационной деятельности и достижению низких величин  $NO_x$ . Турбулентные горелки используются, прежде всего, при сжигании угля с низким содержанием летучей составной топлива. Это касается, прежде всего, каменного или бурого с высокой теплотворной способностью.

Для удовлетворения требуемых гарантируемых параметров можно поставить новые горелки, или же, если это позволяет техническое исполнение новых горелок, можно имеющиеся горелки приспособить оптимизированному исполнению.

### В рамках технического решения турбулентной горелки достигается

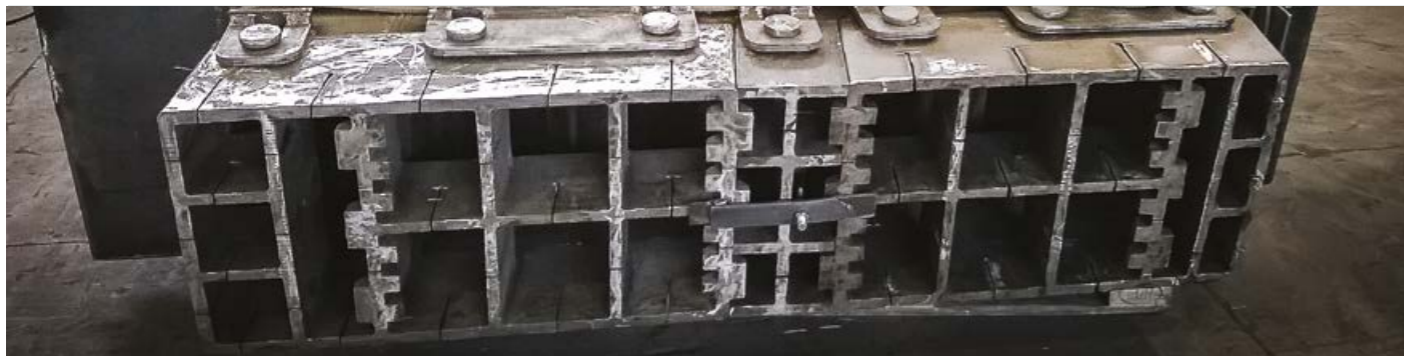
- Уменьшения образования  $NO_x$  под воздействием оптимальных соотношений смешивания и сжигания при требуемой управляемой подстехиометрии воздуха сжигания
- Отличного смешивания, что достигается оптимальным завихрением смеси угольного порошка и воздуха сжигания, которое еще и поддерживается специальной конструкцией взвихряющей концевой части форсунок горелки. У форсунок для воздуха можно настроить интенсивность взвихривания
- Плавного управляемого распределения воздуха сжигания по всему диапазону мощности котла. Это значительно влияет на работу горелки с точки зрения образования  $NO_x$  и на подавление образования несгоревших частиц в летучей золе и в шлаке
- Сниженной абразии напрягаемых частей горелки. Подвергаемые абразии части горелки, в которых циркулирует угольная смесь, исполнены из антиабразивного материала
- Повышенного срока службы концевой части форсунок горелки для угля и воздуха, которые могут быть изготовлены из термостойкого материала или в качестве отливок, которые сопротивляются температурной деформации и содействуют повышенному сроку службы подвергаемого высоким температурам отверстия горелки



↑ Вихревая угольная горелка

### Выгоды для заказчиков

- + Сниженная величина эмиссии  $NO_x$
- + Повышение КПД котла, уменьшение расходов эксплуатации
- + Расширение диапазона мощности котла без использования стабилизации
- + Более длительный срок службы отверстия горелки
- + Оптимизация шлакообразования



↑ Повышение КПД котла, снижение расходов эксплуатации

## Прямоточные угольные горелки с низким уровнем выбросов

Прямоточные угольные горелки, поставляемые нашей компанией, характеризуются высоким техническим уровнем и качеством оборудования. Это в значительной степени способствует их оптимальной работе и достижению низких значений  $NO_x$ . Прямоточные угольные горелки используются главным образом при сжигании бурого угля или каменного угля с низкой теплотворной способностью с повышенным содержанием летучих компонентов.

Для соответствия требованиям и гарантированным параметрам, горелки могут поставляться либо новыми или, если это позволяют технические параметры имеющихся горелок, они могут модифицироваться и оптимизироваться.

### Выгоды для заказчиков

- ⊕ Сниженная величина эмиссии  $NO_x$
- ⊕ Повышение КПД котла, уменьшение эксплуатационных расходов
- ⊕ Расширение диапазона мощности котла без использования стабилизации
- ⊕ Более длительный срок службы отверстия горелки
- ⊕ Оптимизация шлакообразования

### В рамках технического решения прямоточной горелки, впоследствии достигается следующее

- Снижение образования  $NO_x$  благодаря оптимизации соотношений смешивания и сжигания при требуемой контролируемой подстехиометрии сжигаемого воздуха
- Отличное смешивание и быстрое сжигание смеси, что обеспечивается равномерной концентрацией угольного порошка в устье горелки и специальной конструкцией устья сопел горелки
- Возможность постоянно контролируемого распределения воздуха для горения по высоте горелки во всем диапазоне мощности котла, что оказывает существенное влияние на оптимизированное соотношение смешивания угольного порошка и воздуха, а также положительное влияние на подавление образования несгоревших частиц в летучей золе и шлаке
- Сниженная абразия напрягаемых частей горелки. Части горелки, подверженные абразии, в которых течет угольная смесь, изготовлены из антиабразивного материала
- Увеличение срока службы концевых частей воздушных и угольных сопел горелки, которые могут быть произведены из теплоустойчивого материала или выполнены в виде отливок, которые более устойчивы к термической деформации и способствуют увеличению срока службы устья горелки

## Литые устья горелок

Литые устья горелки используются на всех типах угольных горелок с низким уровнем выбросов и для широкого спектра сжигаемого угля.

Литые концевые части горелок предназначены для горелок с повышенной тепловой нагрузкой. Их использование, в отличие от концевых частей полностью сварных, значительно уменьшает деформацию геометрии концевых частей горелки, продлевает срок их службы и на долгое время позволяет поддерживать качество перемешивающей функции горелки.

### В рамках технического решения достигается следующее

- Каждая отлитая концевая часть горелки изготавливается в соответствии с конструктивными требованиями конкретной горелки
- Проведение подключения концевой части к горелке выполняется стандартно или после консультации в соответствии с требованиями заказчика
- Решение тепловой дилатации между отлитой концевой частью и корпусом горелки исключает их взаимную деформацию

### Выгоды для заказчиков

- ⊕ Увеличение срока службы концевой части
- ⊕ Сокращение трудоемкости и времени замены концевой части
- ⊕ Сопоставимая цена со свариваемым устьем
- ⊕ Снижение вероятности деформации концевой части



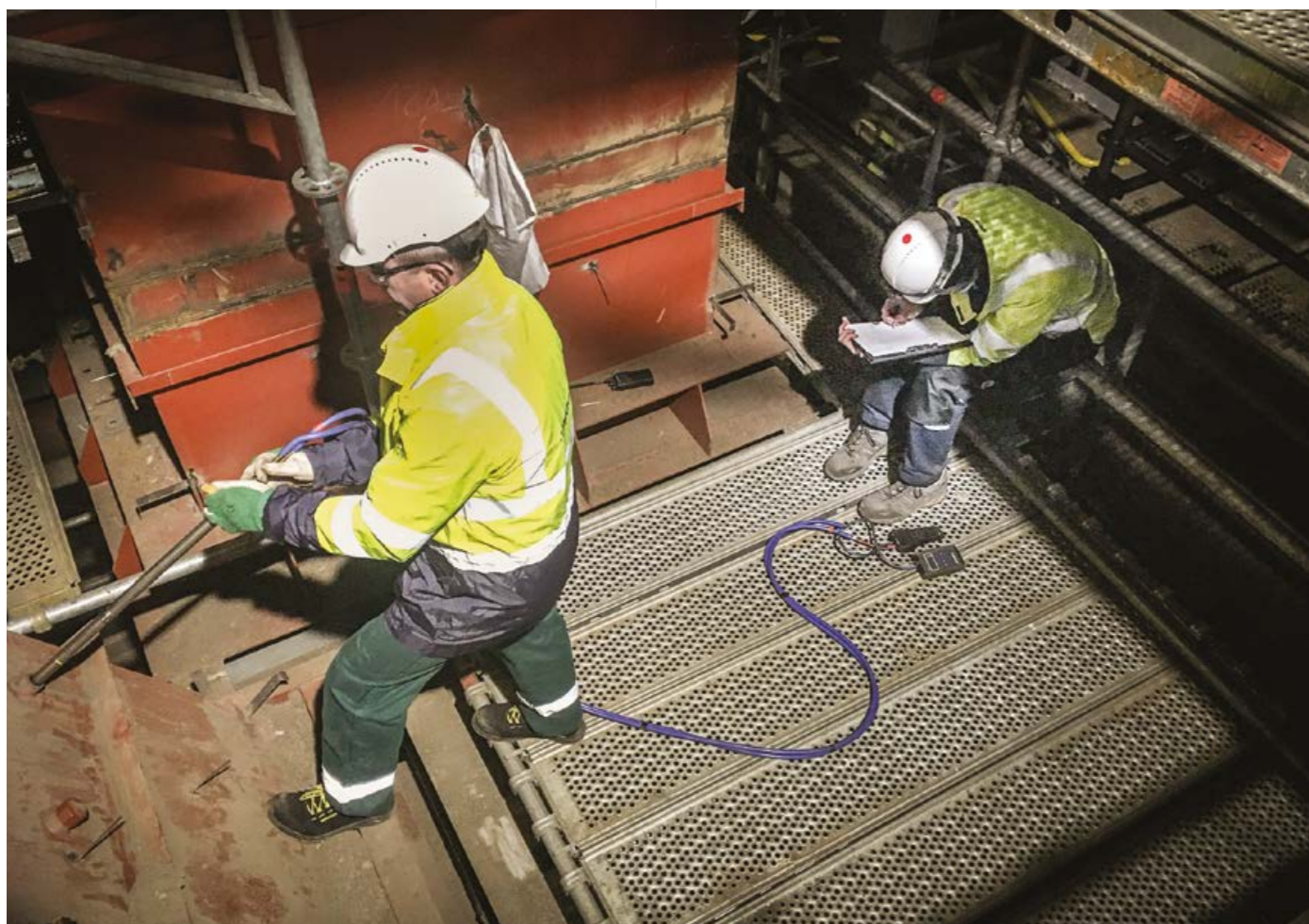
↑ Литые устья прямоточных горелок

# Настройка, наладка и оптимизация работы системы сжигания

Настройка и оптимизация работы системы сгорания является конечной деятельностью в рамках реализации и введения в эксплуатацию системы сжигания.

## В рамках этой деятельности мы осуществляем

- Контрольные измерения при помощи трубок Прандтля в потоке вещества в трубопроводе на установленных датчиках потока воздуха и их последующую калибровку
- Ввод в эксплуатацию системы сжигания, отдельные функциональные генераторы настроены в соответствии с прогнозируемым балансом сжигания газов
- Настройка системы сжигания во всем диапазоне мощности котла на требуемые параметры
- Проведение корректировки эксплуатационных кривых отдельных функциональных генераторов
- Реализация гарантийных испытаний



↑ Контрольные измерения воздушного тракта

# Система мониторинга качества пламени FLAMMON

Система FLAMMON – это комплексная система, которая включает в себя как мониторинг и анализ качества горения, так и систему обеспечения пылеугольного котла. Она основана на оптических сенсорах, которые проводят мониторинг общего излучения пламени в камере сгорания в широком спектре и анализаторов, которые отслеживают процесс колебания пламени для целей контроля защиты котла.

Комбинирование мониторинга пламени с анализом общего качества горения пламени в камере сгорания позволяет получить информацию для более тщательной двухступенчатой защиты котла и безопасной подачи стабилизирующего топлива, что, помимо прочего, позволяет сэкономить значительное количество стабилизирующего топлива без какой-либо опасности отключения котла.

Информация, передаваемая системой FLAMMON, позволяет принимать более эффективные решения относительно стабилизации горения в котле в начале работы котла и непосредственно в процессе его работы, например, при нарушении подачи топлива, мельниц и распределения воздуха или нарушениях в системе давления.

Одновременно система обеспечивает улучшенную защиту котла, включая безопасное отключение котла, если этого нельзя избежать, что позволяет обеспечить защиту как котлу, так и работающему там персоналу. Она обеспечивает двухступенчатую защиту котла при значительном снижении качества горения.

## 1. уровень

Заблокирует старт стабилизации при возможном воспламенении несгоревшего топлива, взрыве и повреждении котла

## 2. уровень

При фатальном снижении качества пламени проведет безопасное отключение котла до полного погашения пламени, в результате чего не произойдет повреждение системы давления котла.

Система FLAMMON также позволяет автоматический запуск стабилизирующих горелок при анализируемой более низкой стабильности сжигания угля. Эта функция позволяет предотвратить отключение, например, при недостаточной быстрой реакции обслуживающего персонала или при изменениях при подаче угольного топлива.

## FLAMMON соответствует следующим требованиям по обеспечению безопасности

- Оборудование по обеспечению безопасности котлов – EN 12952-9
- SIL 3 в соответствии с EN 61 508
- Защита котла от взрыва несгоревшей части пылевидного топлива
- Соответствует американскому стандарту NFPA 85

## Предлагаемые услуги

- Консалтинг, анализ, исследования
- Проектно-конструкторские услуги, включая проект и реализацию защиты
- Поставка комплексной системы, включая аппаратное и программное обеспечение
- Установка и подключение оборудования
- Ввод в эксплуатацию и настройка

## Выгоды для заказчиков

- ⊕ Повышение безопасности работы
- ⊕ Повышение надежности котла
- ⊕ Увеличение диапазона мощности котла
- ⊕ Экономия расходов на стабилизирующее топливо
- ⊕ Автоматический запуск стабилизирующих горелок



↑ Оптический сенсор требует только 15 мм зазор к камере сгорания



↑ Модули процессоров отдельных оптических датчиков и центрального процессора

# Денитрификация установок для сжигания

## Предлагаемые услуги

- Комплексные и инновационные решения для удаления и снижения количества азота в установках для сжигания
- Интеграция первичных и вторичных технологий, разработанных и предназначенных для конкретных проектов с учетом инвестиционных и эксплуатационных расходов
- Оптимизация процессов и повышение эффективности для минимального возможного воздействия на окружающую среду
- Консультации и услуги, ориентированные на текущие и будущие требования законодательства

## Денитрификация - Первичные методы

- Первичные методы в рамках системы сгорания

## Денитрификация - Вторичные методы

- СКВ - селективное каталитическое восстановление
- СНКВ - селективное некаталитическое восстановление





# Денитрификация

## Первичный метод снижения эмиссий NO<sub>x</sub>

Первичный метод снижения эмиссий NO<sub>x</sub> на протяжении процесса сжигания.

Сжигание происходит при управляемом балансе воздуха и дымовых газов в отдельных зонах высоты топки котла.

Для снижения эмиссии NO<sub>x</sub> используется подстехиометрическое соотношение воздуха в области порошковых горелок и управляемое добавление воздуха установкой других воздушных или же угольных форсунок по зонам высоты топки, которые принимают участие в последовательном снижении NO<sub>x</sub> и финальном снижении CO.

В соответствии с данным требованием разработаны отдельные элементы системы сжигания котла – низкоэмиссионные горелки, форсунки третичного воздуха и воздуха догорания, форсунки бокового воздуха и возможные самостоятельные угольные форсунки (так наз. ребурнинг).

В рамках нашей многолетней деятельности первичный метод был успешно применен для ряда различных типов котлов – как новых, так и реконструированных.

Речь идет о котлах для сжигания бурого и каменного угля, или же с совместным сжиганием газообразного топлива или биомассы.

## В рамках установки первичного метода решено

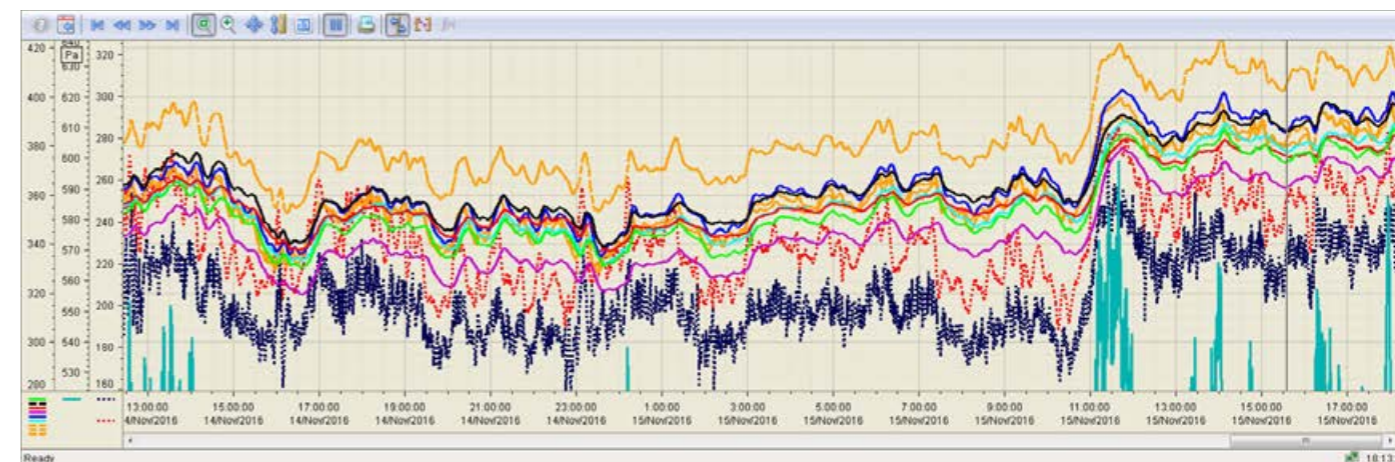
- Комплексное решение первичного метода в увязке с мельничными установками и концепцией котла с учетом соблюдения параметров котла
- Техническое решение и поставка низкоэмиссионных вихревых или прямоточных горелок
- Техническое решение и поставка порошковода
- Техническое решение и поставка форсунок третичного воздуха, воздуха догорания или бокового воздуха
- Техническое решение и поставка сепаратных форсунок для угольной смеси (ребурнинг «reburning»)
- Новое решение или приспособление системы измерения и регулирования, включая поставку элементов измерения и регулирования
- Решение и поставка новых или приспособление имеющихся линий воздухопроводов или же для трубопроводов рециркулированных дымовых газов

## Выгоды для заказчиков

- ⊕ Применение первичного метода не требует для своей работы какие-либо другие дополнительные носители, которые повысят расходы эксплуатации всего процесса денитрификации
- ⊕ Первичный метод способен обеспечить максимальное возможное снижение NO<sub>x</sub> в рамках процесса сжигания, что снижает требования к снижению NO<sub>x</sub> вторичными мерами, и таким образом, редуцирует их цену и расходы эксплуатации
- ⊕ При оптимальном решении первичного метода можно сохранить и имеющийся КПД котла
- ⊕ Применение первичного метода поставляется в форме «под ключ»



↑ Реализация порошковой горелки



↑ Запись настройки системы сжигания

# DeNO<sub>x</sub> СНКВ

## селективное некаталитическое восстановление

- Селективное некаталитическое восстановление представляет собой обычно доступную технологию для устранения окиси азота из дымовых газов энергетических установок
- В рамках проектов денитрификации дымовых газов мы предлагаем дизайн и комплексные поставки системы СНКВ с использованием самых современных технологий

## Проектирование и поставка оборудования

- Поставка комплексных систем селективного восстановления, включая хранение и подготовку реагента
- Возможность интегрирования впрыскивающих сопел в форсунки догорания OFA
- Поставка адаптивных впрыскивающих сопел
- Системы измерения температуры в камере сжигания
- Гибридное оборудование системы селективного восстановления в комбинации с катализаторами улавливания остаточного аммиака в дымовых газах
- Поставка приборов для измерения эмиссии

## Предлагаемые услуги

- Консультации и консалтинг
- Технико-экономическое обоснование
- Оптимизацию имеющихся систем сжигания для применения СНКВ
- Проектные работы и инжиниринг
- CFD моделирование
- Поставка комплексных систем, включая хранение и подготовку реагентов
- Монтаж и приспособление, а также ввод в эксплуатацию
- Сервисные работы

## Выгоды системы СНКВ

- ⊕ Низкие инвестиционные расходы
- ⊕ Отличные результаты для частичного редуцирования эмиссий NO<sub>x</sub>
- ⊕ Простая и быстрая установка

## DeNOx СКВ

селективное каталитическое восстановление

- Селективное каталитическое восстановление представляет собой самую эффективную, обычно доступную технологию устранения окисей азота из дымовых газов энергетических устройств
- Best Available Technology (BAT) – прогрессивная технология, которая является самой бережной с точки зрения защиты окружающей среды
- Обеспечит надежное удовлетворение эмиссионным лимитам в соответствии с имеющимися и будущими директивами, включая устранение ртути из дымовых газов
- Позволяет сжигать топливо с высоким содержанием азота и достичь лучших экономических и технических результатов при оптимальной настройке системы сжигания
- В рамках проектов денитрификации дымовых газов мы предлагаем комплексный и инновационный дизайн прогрессивных систем селективного каталитического восстановления с использованием самых современных технологий

## Комплексное проектирование и поставка оборудования

Преобразования и модификации установок для сжигания для встройки селективного каталитического восстановления

- Преобразование имеющейся проходов для дымовых газов
- Строительство новых реакторов для селективного каталитического восстановления
- Преобразование поверхностей нагрева котлов для обеспечения температурного окна катализатора
- Обеспечение восстановления и нагрева дымовых газов для технологии Tail End

Комплексный и инновационный дизайн прогрессивных систем селективного каталитического восстановления (СКВ) с использованием самых современных технологий

- High Dust системы для имеющейся проходов дымовых газов
- High Dust системы для новых реакторов СКВ
- Low Dust системы за золоуловителем
- Tail End системы, размещенные за десульфурацией в качестве общей установки для нескольких котлов

Поставки систем для хранения и подготовки реагента на основе аммиачной воды или мочевины

Поставка приборов для измерения эмиссии



↑ Установка модулей в реактор селективного каталитического восстановления



↑ Ввод систем СКВ в эксплуатацию ↗ Деталь СКВ модуля

### Предлагаемые услуги

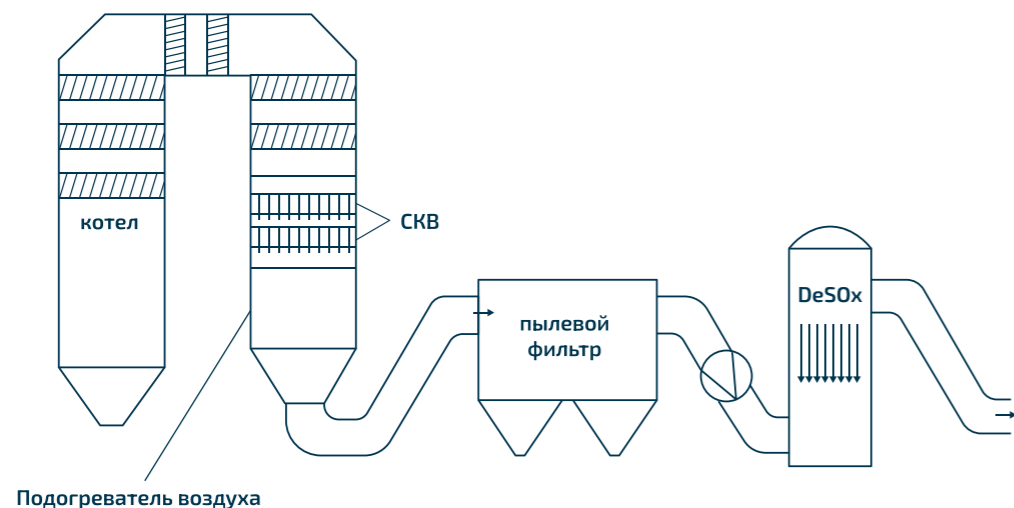
- Консультации и консалтинг
- Оптимизация
- Технично-экономическое обоснование
- Проектные работы и инжиниринг
- Обеспечение температурного окна для катализатора
- CFD моделирование
- Поставка комплексных систем, включая хранение и подготовку реагентов
- Монтаж и приспособление, а также ввод в эксплуатацию
- Сервисные работы

### Выгода систем SCR

- ⊕ Обеспечит надежное и значительное снижение эмиссии NO<sub>x</sub> вместе с соблюдением аммиачных спусков
- ⊕ Позволяет выполнение эмиссий даже после ужесточения лимитов в соответствии с новой подготавливаемой директивой
- ⊕ Сохранение высокого качества зольного остатка с возможностью их дальнейшего использования в преемственных отраслях промышленности
- ⊕ Позволяет оптимально и независимо отрегулировать систему сжигания с достижением лучших технических и экономических результатов
- ⊕ Очень выгодные затраты с точки зрения долгосрочной оценки эксплуатации

## High Dust системы

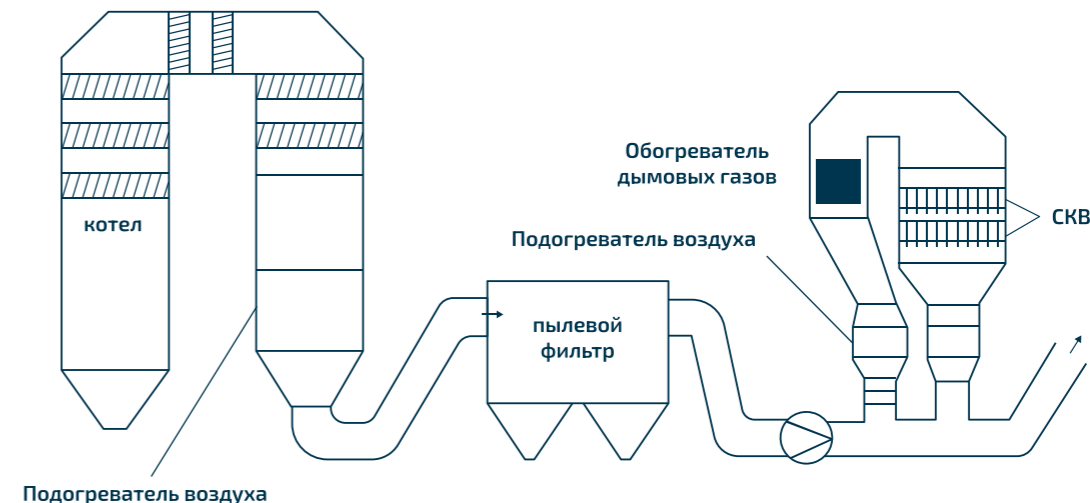
Встройка СКВ в имеющиеся проходы котлов



HIGH DUST – размещение в имеющемся 2-ом проходе котла

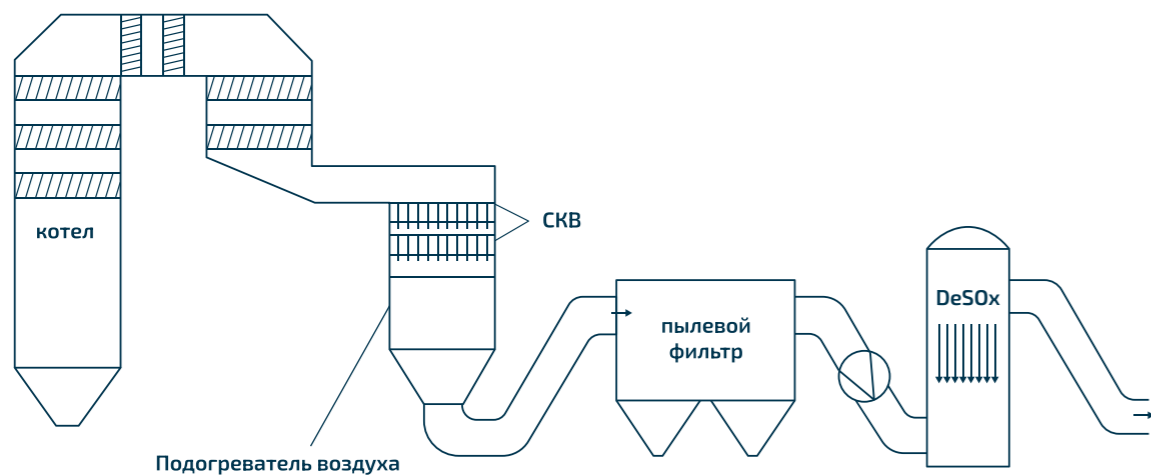
## Low Dust системы

Встройка СКВ за золоуловителем



LOW DUST – размещение за золоуловителем

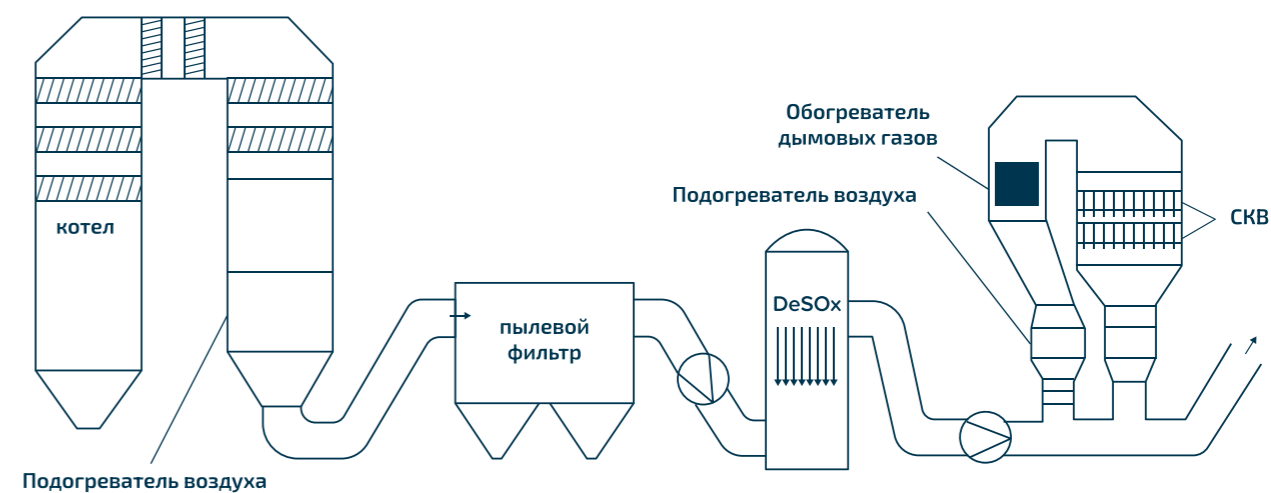
Встройка СКВ в новый отдельно стоящий реактор



HIGH DUST – размещение на новом, отдельно стоящем реакторе

## Tail End системы

Встройка СКВ за системами десульфурации FGD



TAIL END – размещение за десульфурацией

# Мельничные установки

Наша компания занимается пылеприготовительными установками (мельницами) для подготовки угольного порошка котлоагрегатов с сухим шлакоудалением и котлоагрегатов с жидким шлакоудалением. Проектирование установок мельниц вместе с процессом сжигания и проектированием котла создает идеальную совокупность, и является гарантией комплексного решения, начиная бункерами сырого топлива и заканчивая подачей пара на турбину. Технические решения направлены, главным образом, на пылеприготовительные установки с вентиляторными, бильными, вертикальными и барабанными мельницами. Команда наших специалистов способна найти решение даже для установок мельниц старого типа и приспособить их параметры новым требованиям заказчика.

## Предлагаемые услуги

- Подготовка мельниц к изменению вида топлива
- Повышение мощности мельниц
- Повышение тонкости угольного порошка
- Расширение диапазона регуляции мельниц
- Оптимизация процесса помола
- Тепловой расчет мельниц
- Моделирование потока с помощью КП FLUENT
- Расчеты прочности с помощью КП ANSYS
- Измерение мельничных установок, включая тонкость помола порошка



# Проектирование новых установок мельницы и транспортных путей

Мы предлагаем проектирование и реализацию нового мельничного оборудования для сжигания бурого и каменного угля. Используем, прежде всего, наиболее применимые типы мельниц, такие как вентиляторные и бильные для измельчения бурого угля, а вертикальные и барабанные мельницы для измельчения каменного угля. В проекте измельчающего устройства и транспортных путей всегда учитываются требования всей системы сжигания с учетом образования эмиссий NOx и недожога. При проектировании наиболее уместного решения большое внимание уделяется общему сроку службы оборудования и будущим расходам, связанным с уходом и эксплуатацией оборудования. Особое внимание также уделяется противопожарным и противозрывным мерам, которые являются неотъемлемой составной частью каждого измельчающего устройства и транспортных линий.

## Предлагаемые услуги

- Консультации и консалтинг
- Техничко-экономическое обоснование
- Оптимизация имеющегося оборудования
- Проектные работы и инжиниринг
- Поставка комплексных систем
- Монтаж и приспособление, а также ввод в эксплуатацию
- Сервисные работы

## Выгоды для заказчиков

- + Повышение КПД котла
- + Улучшение эксплуатационных параметров
- + Повышение надежности оборудования
- + Снижение издержек производства



↑ Вертикальные валковые мельницы с опрокидными бегунами. Установка энергетического источника на производстве

Мельничные установки

С вентиляторной мельницей

С бильной мельницей

С барабанной мельницей

С вертикальной мельницей

# Приспособление имеющихся мельничных установок новым требованиям

При приспособлении имеющихся мельниц новым требованиям часто используется вариант, который в максимальной степени использует потенциал имеющегося решения конструкции и таким образом, становится более экономичной альтернативой. Каждому конкретному случаю предшествует технический анализ исходного оборудования, который обязателен для правильного выбора нового решения. После этого на выходе имеем анализ проводимости со сравнением нескольких технических вариантов, включая прикидку инвестиционных затрат.



↑ Применение износостойких материалов в вентиляторе

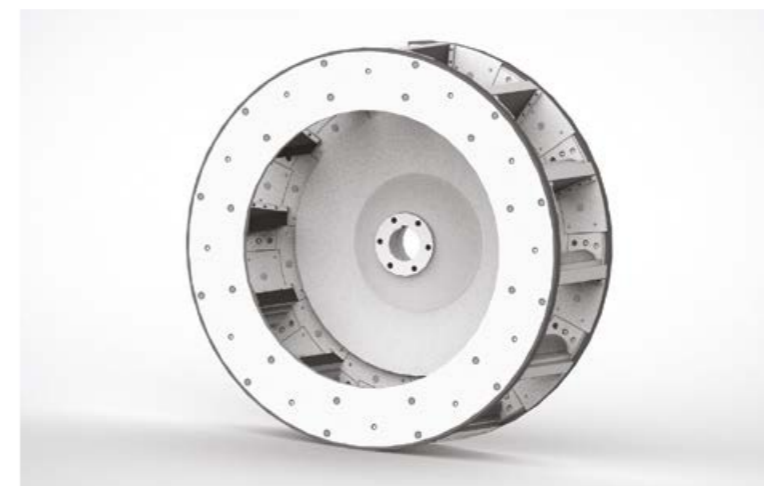
# Инженерные методы

Новое решение создано всегда на основании мощностных и температурных расчетов всего мельничного контура и учитывает местные условия эксплуатации. Проектирование измельчающих устройств тесно связано с моделированием CFD потока. С помощью данного инструмента можно оптимизировать процессы измельчения, особенно сортировку в сортировочном устройстве. Техническое решение всегда проектируется с учетом наиболее пригодных используемых материалов и потребностей заказчика. Неотъемлемой составной частью инжиниринга является также измерение эксплуатационных параметров, включая отбор угольного порошка изокINETическим зондом.

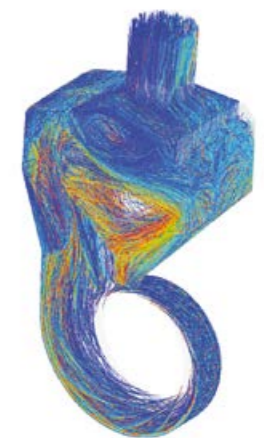
## Выгоды для заказчика

- + Более низкие расходы эксплуатации
- + Индивидуальный подход
- + Повышение мощностей мельниц
- + Расширение зоны регулирования
- + Улучшение тонкости помола
- + Снижение недожогов

- ① Техническая проблема ▶ ② Измерение ▶ ③ Предложение по решению ▶ ④ Изучение проводимости ▶ ⑤ Реализация



↑ Проект мельничного колеса



↑ CFD моделирование мельницы с сортировочным устройством



# Теплообменники

Мы предоставляем комплексные услуги в области трубчатых теплообменников, используемых в энергетике и промышленности.

- Проверочный и проектный расчет тепловой части и гидравлической части
- Проект
- Конструктивная обработка
- Расчет прочности в соответствии со стандартами и методом окончательных элементов

Мы обеспечиваем производство, включая контроль и одобрение.



# Теплообменники

Поставляются трубчатые теплообменники для энергетики и промышленности согласно собственным конструктивным проектам или на основании заданного «basic design» заказчика. Конструкция наших теплообменников основана на термодинамических расчётах и признанных во всем мире стандартах. К каждому проекту оборудования мы подходим индивидуально, в зависимости от потребностей эксплуатанта.

Проектирование теплообменников мы проводим в соответствии с HEI стандартом и собственным опытом. Конструкция и прочность теплообменников создается в соответствии с нормами EN13445, ASME VIII div.1, DIN-AD2000M, ČSN 690010. Максимальные подбираемые параметры прочности - до 300 бар/500 °С. Само собой, применяется также директива 2014/68/EU (PED).

Для расчета прочности нестандартных узлов мы применяем метод окончателных элементов (FEA). Инжиниринг включает также пересчет внешней нагрузки аппаратов, напр сейсмической нагрузки.

## Предлагаемые услуги

- Консультации и консалтинг
- Теплопроект теплообменников
- Проект конструкции и прочности теплообменника
- Производственная документация и инжиниринг
- Поставка комплексных систем
- Координирование производства, включая одобрение и соблюдение уполномоченного органа
- Монтаж и приспособление, а также ввод в эксплуатацию
- Сервисные работы

## Выгоды для заказчика

- + Повышение эффективности цикла
- + Улучшение производственных параметров
- + Рекуперация отработанного тепла
- + Снижение расходов эксплуатации



↑ Тепловой подогреватель низкого давления

# Стандартное исполнение

## Подогреватели низкого давления

Многоходовые, со шпильками или с прямыми трубами, со съёмной водяной камерой, встроенным охладителем конденсата. В горизонтальном или вертикальном исполнении, с учетом ограничений планировки или пожеланий заказчика.

## Подогреватели высокого давления

Обычно двухходовые, со шпильками, в вертикальном или горизонтальном исполнении, цельносварная конструкция, водяная камера с самоуплотняющимся затвором. Со встроенными охладителями и конденсатоотводчиком.

## Поверхностные конденсаторы, тепловые подогреватели

Поверхностные конденсаторы с мощностью турбины до 100 МВт, т.е. конденсаторы прилб. до 100 т и в диаметре 3,5 м. С акциальным или горизонтальным входом пара. Конструкция конденсаторов позволяет проводить непрерывную очистку теплопередающих труб. Теплопередающие трубы изготовлены из нержавеющей стали, латуни или титана.

Подогреватели работают при избыточном давлении или же при частичном вакууме. Многоходовые, со шпильками или прямыми трубами, в горизонтальном или вертикальном исполнении. С встроенными охладителями конденсата и паровоздушной смеси.

## Специальные теплообменники, напорные баки, ненапорные баки

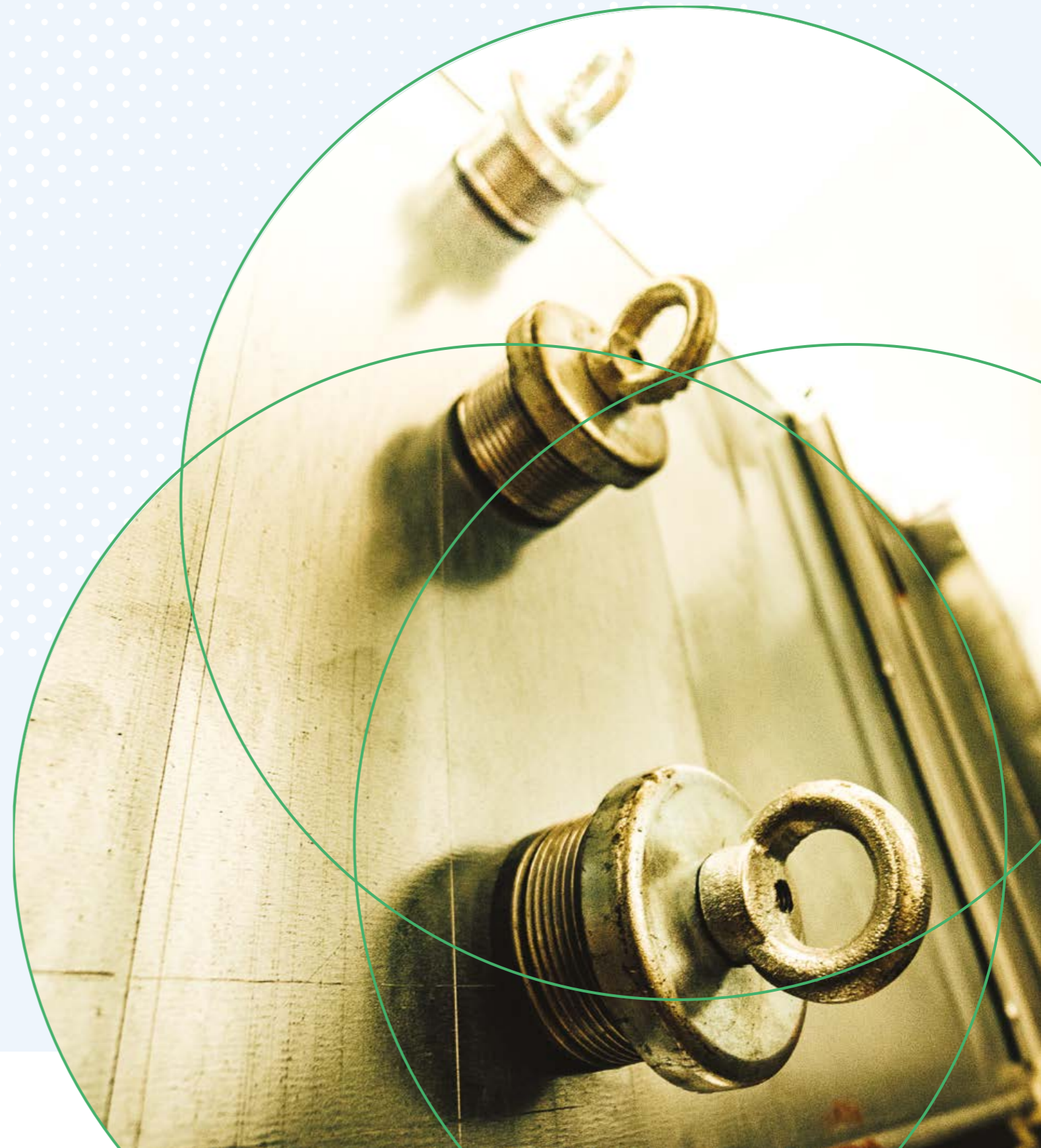
К другим теплообменникам принадлежат, например, подогреватели воздуха, охладители, напорные и ненапорные баки.



↑ Фотодокументация реализации теплообменников

## ∴ Измерение воздушно-дымоходных каналов котла, отбор угольного порошка

Мы реализуем измерение воздушно-дымовых линий котлов до температуры носителя 500°C с помощью скоростных зондов. Мы также реализуем отбор угольного порошка для котлов, работающих на порошке из бурого и каменного угля с помощью изокINETического отборного зонда. В то же время мы можем провести немедленный гранулометрический анализ отобранного угольного порошка с помощью аналитического сита.





## Измерение воздухо-дымоходных линий котла

Реализуется измерение воздушно-дымовых линий котлов до температуры носителя 500°C с помощью скоростных зондов. Также мы располагаем приборами для измерения выбросов напр. NO<sub>x</sub> и CO.

### Измерением мы можем определить:

- Скоростной профиль в в поперечном профиле трубопровода в месте сетевого измерения
- Фактический расход носителя в месте измерения
- Вентиляция мельничных установок на выходе из сортировачных устройств
- Поправочный коэффициент, которым можно калибровать рабочие измерения

### Для измерения используются скоростные зонды типа:

- Трубка Прандтля длиной 0,5 м, 1,0 м, 1,5 м, 2,0 м и 2,5 м
- Прямой зонд (S-образный щуп) длиной 1,0 м и 1,5 м

Для считывания значений используем микроманометры и манометры компании AIRFLOW.

### Для измерения эмиссии выходящих дымовых газов используем:

- Переносной анализатор эмиссий NOVA PLUS компании MRU



↑ Анализатор дымовых газов



↑ Промышленный эндоскоп

## Отбор угольного порошка изокинетическим зондом и определение гранулометрии угольного порошка

Мы производим отбор угольного порошка бурого угольных и каменноугольных порошковых котлов с помощью изокинетического зонда для отбора.

В то же время, мы можем произвести мгновенный гранулометрический анализ отобранного угольного порошка с помощью аналитического ситового устройства.

### При отборе мы можем определить:

- Распределение угольного порошка по массе в сечении трубопроводной линии для порошка в месте отбора
- Гранулометрический анализ угольного порошка

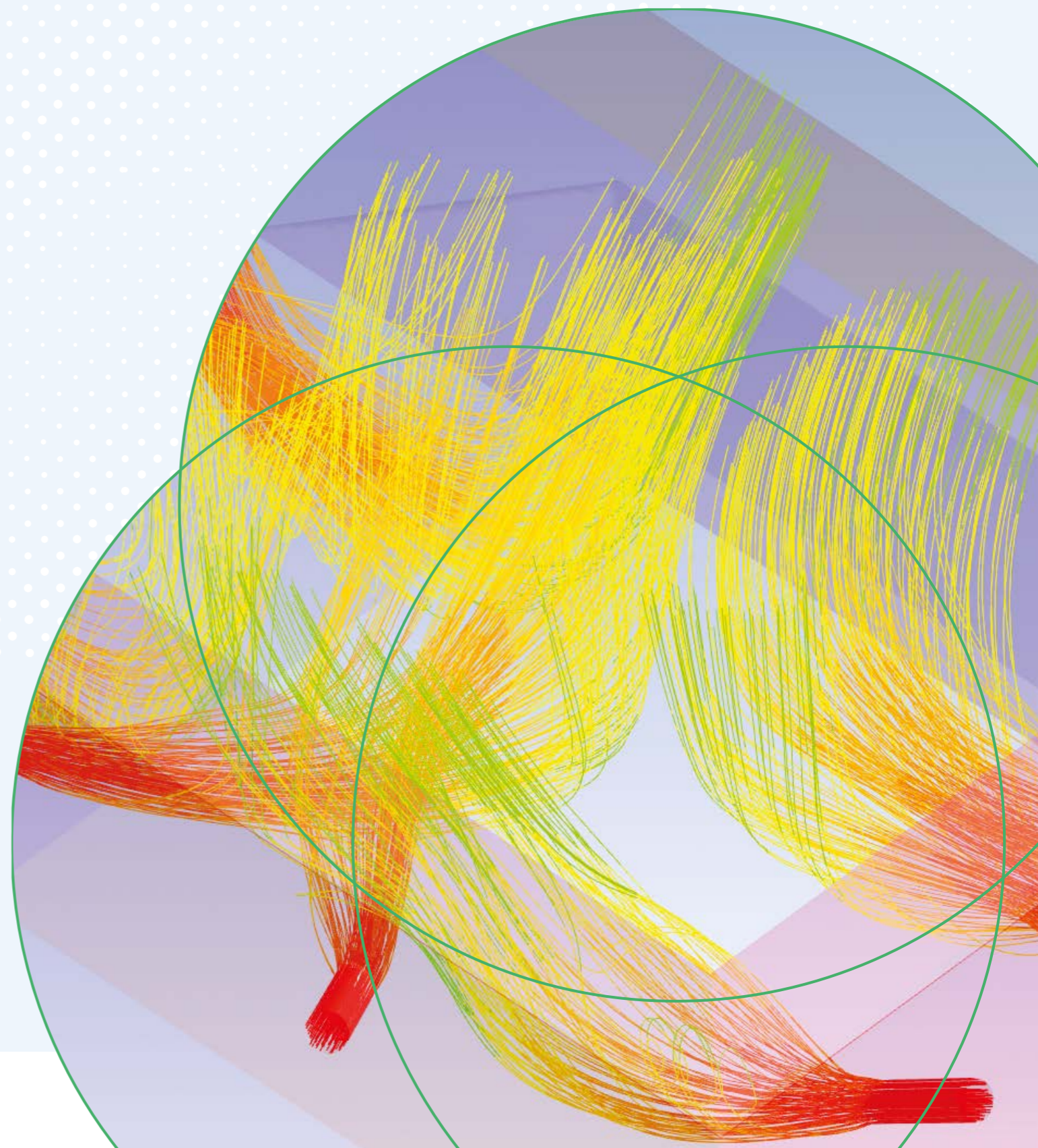
### Для отбора угольного порошка используем в гранулометрическом анализе:

- Изокинетический зонд для отбора
- Аналитическую машину-сетку AS 200 control
- Весы KERN KB 3600-2N



## Анализ CFD

Анализ CFD включает, главным образом, движение, передачу тепла, а химические реакции становятся инструментом, который может помочь как улучшению параметров оборудования, так и правильному пониманию работы оборудования. Очень эффективна и часто необходима комбинация цифровых методов с классическим аналитическим расчётом и экспериментами. В некоторых случаях данные методы расчета могут снизить частоту экспериментов или даже заменить их в случае, когда проведение экспериментов или измерение проблематично или невозможно.



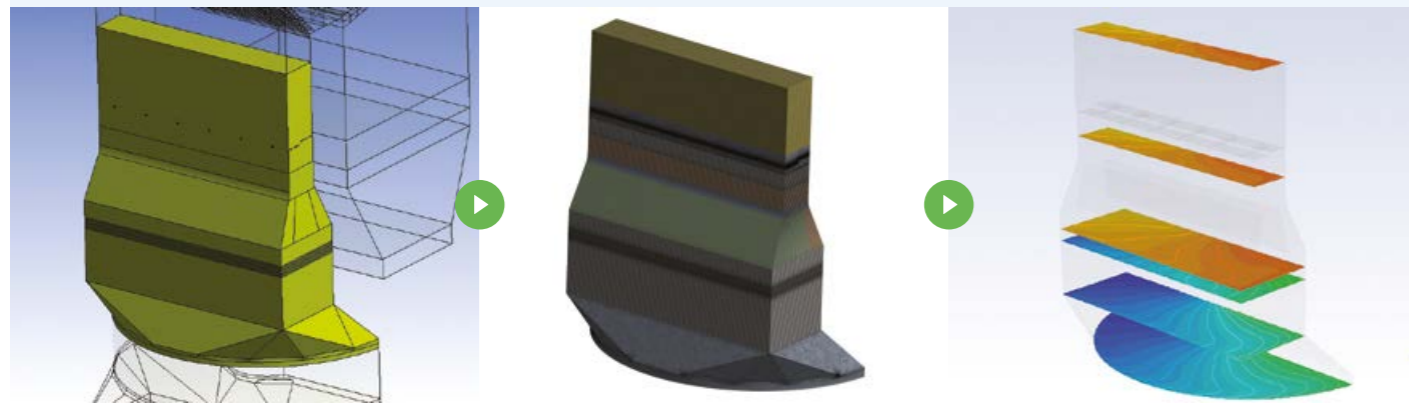
**Проведение анализа CFD включает, главным образом, нижеприведенные шаги (некоторые из них повторяются)**

- |  |  |
|--|--|
| ① Создание геометрии расчетной домены                    | ⑤ Спецификация граничных условий       |
| ② Создание сети  | ⑥ Настройка анализатора                |
| ③ Выбор моделированных физических и химических процессов | ⑦ Расчет                               |
| ④ Определение рабочих носителей и их свойств             | ⑧ Визуализация результатов и их оценка |

**В рамках цифровых исследований мы сосредотачиваемся, главным образом, на следующие сферы**

- Однофазный поток в каналах
- Дымовые каналы и их части (изгибы с встройкой, распределение потоков, и т.д.)
- Воздухопроводы и их части (изгибы с встройкой, распределение потоков, и т.д.)
- Двухфазный поток: газ – угольный порошок в мельничном контуре
- Поток в дымовых каналах
- Измерение воздушной массы
- Процессы в камере сжигания порошковых котлов
- Другие применения

Для проведения CFD изучения имеющегося оборудования также необходимо участие заказчика с точки зрения предоставления достаточных исходных данных геометрии расчетного домена (чертежная документация), спецификация граничных условий, таких как, например, температуры, давления (данные взятые при измерениях), рабочих параметров (газовый состав, качество порошка и т.д.) и др. Очень часто случается, что предоставленные данные не консистентны, как по причине некалиброванных измерительных приборов, так и из-за их использования в непригодном месте, или же все величины измерялись в одно и то же время. Качество и количество измеренных рабочих величин в значительной степени подписывается на качестве результата.

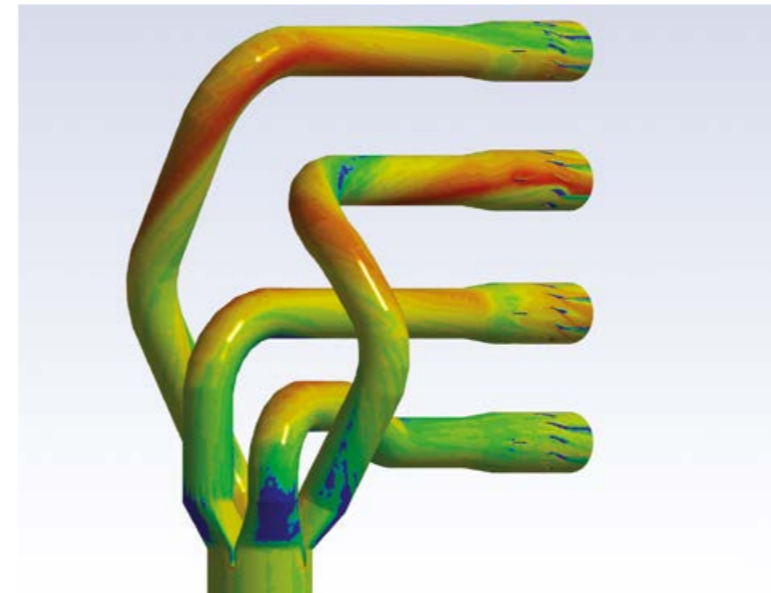


↑ Геометрия

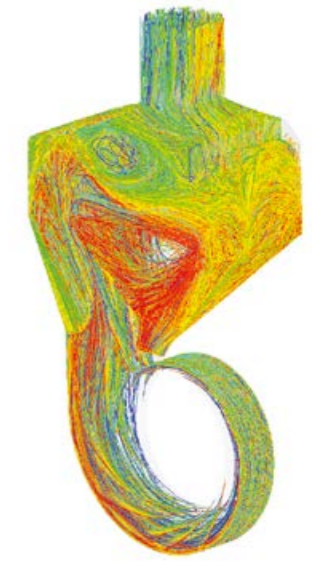
↑ Сеть

↑ Показать результаты

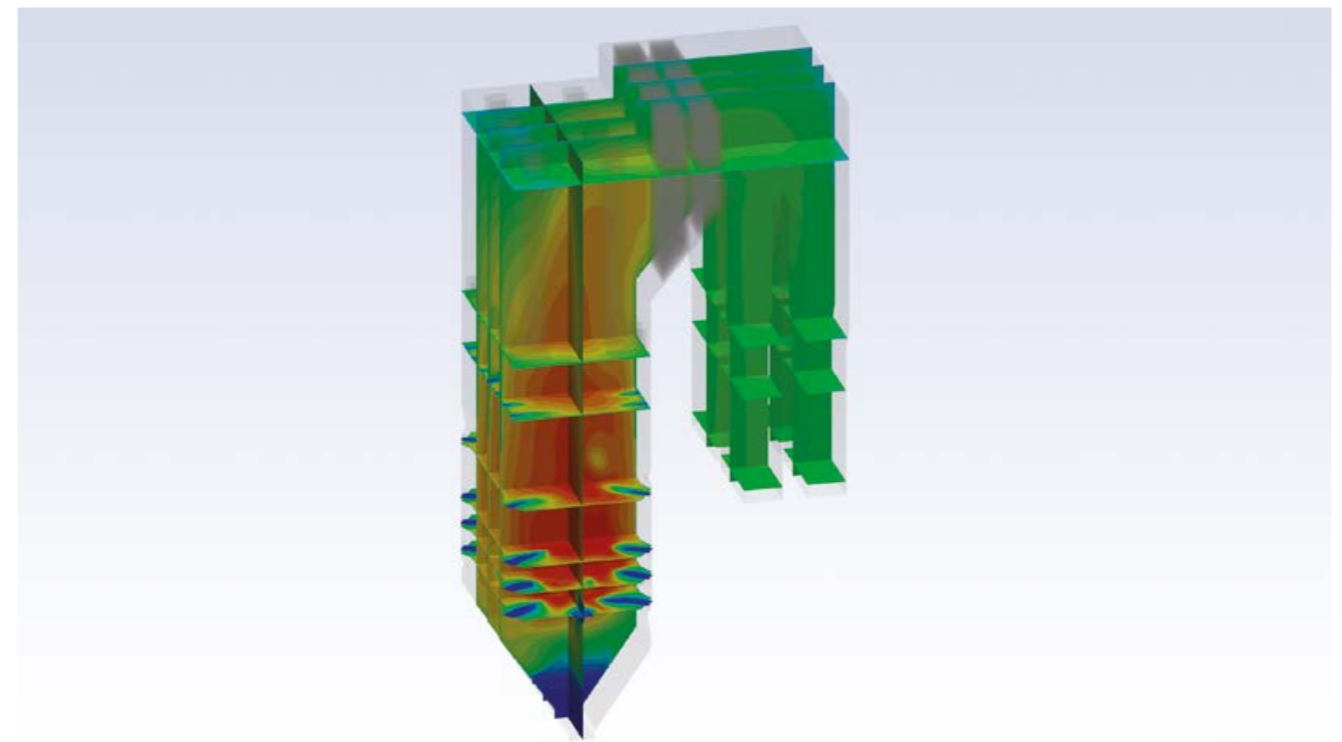
**Примеры моделей**



↑ Двухфазная смесь в трубопроводе для порошка



↑ Двухфазная смесь в сортировочном устройстве за мельницей



↑ Температурное поле в котле



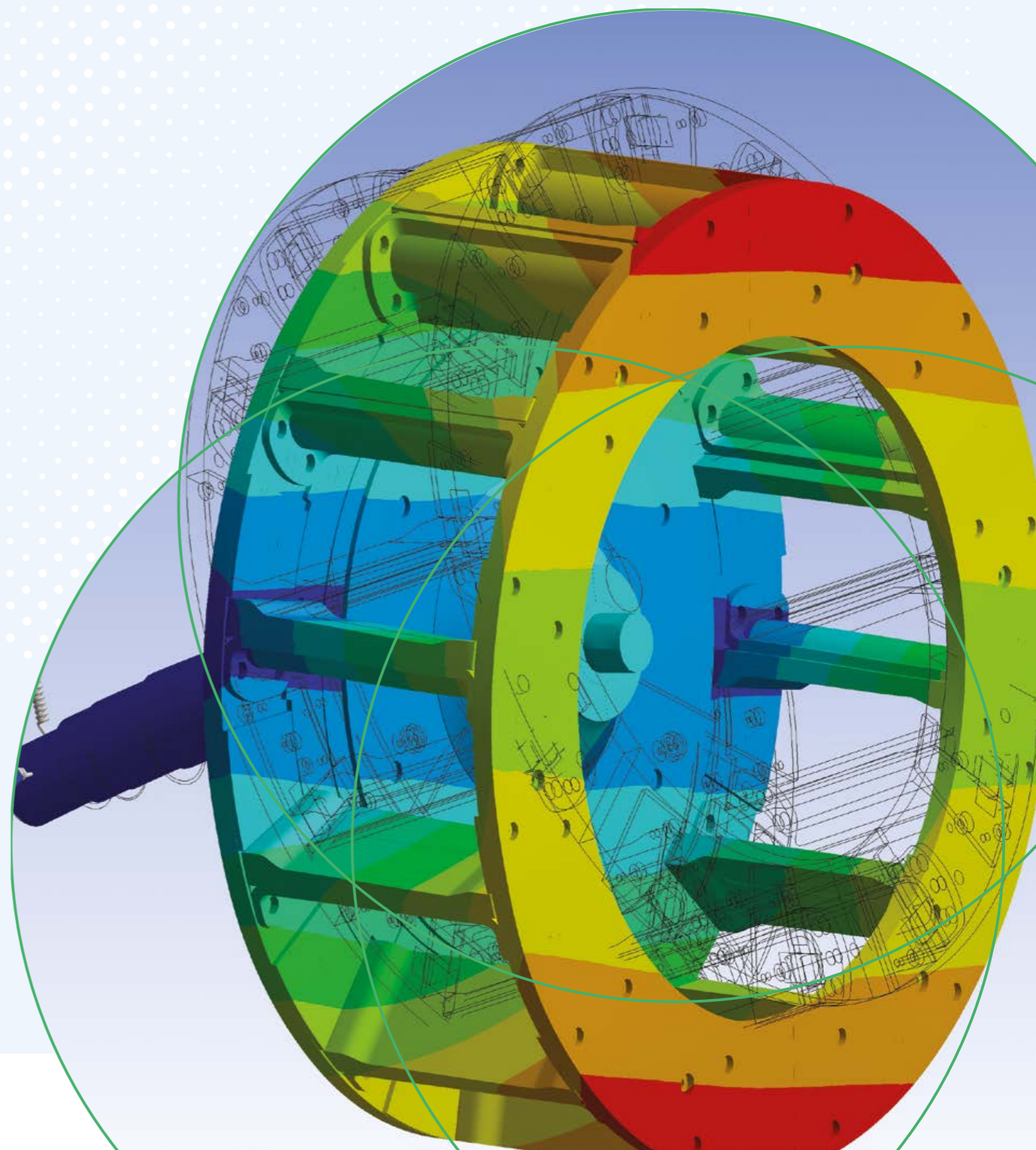
Время, необходимое для решения, может сильно отличаться: начиная несколькими днями и неделями у отдельных задач и заканчивая несколькими месяцами для комплексного изучения. Кроме того, часто невозможно напрямую ввести, например, граничные условия, поэтому необходимо провести дополнительные аналитические расчеты или провести измерения величин.

## Расчеты прочности

Расчеты прочности котлов, теплообменников и других энергетических комплексов, которые мы проводим, включают широкую гамму анализов прочности узлов энергетического оборудования с высокой нагрузкой. В первую очередь – это расчеты узлов под напором, которые требуют нормы. Сюда входит и расчет ожидаемого срока службы узлов под напором, повреждаемых как течением, так и износом материала. Напорные узлы, которые формой или нагрузкой не покрыты расчетами в соответствии с нормами, анализируются методом конечных элементов. К ним принадлежат и расчеты расширения трубопроводных линий.

Следующей областью, которая подвергается анализу прочности, являются мельничные контуры, которые включают расчет каналов трубопроводов сортировочных устройств, а также колес вентиляторных дробилок. Это необходимо анализировать как с точки зрения статистического анализа прочности, так и износа материала в результате циклической нагрузки, а также динамической нагрузки вращения колеса, которое может вызвать опасное поперечные и крутильные колебания.

Третья область расчета прочности энергетического оборудования принадлежит к категории стальных конструкций. К данной области принадлежат расчеты бандажей котлов, дымовых каналов, воздухопроводов, шкаф реакторов селективного каталитического восстановления, бункеров, дымовых труб и эстакад под трубопровод.



# Проведение расчетов прочности

## Расчеты узлов под напором проводим в соответствии с нормами

- EN 12952, EN 13480, ASME Sec.I, ASME B31.1 программа PROBAD
- EN 13445 программа Sant'Ambrogio
- ČSN 690010 программа Mathcad

## Расчеты расширения трубопровода

Эти расчеты мы проводим в соответствии с нормами EN 13480, ASME B31.1 в программе Bentley AutoPipe. Позволяет комплексно решать всю область трубопроводных линий. Содержит гибкие модели трубопровода, обширные библиотеки элементов трубопровода, опор и пружинных подвесок. Различные возможности нагрузки трубопровода позволяют проводить как статический, так и динамический анализ трубопровода. Результаты решения с помощью модуля Stress Isometric имеются в формате dwg чертежей с изометрией линии и результатами решения.

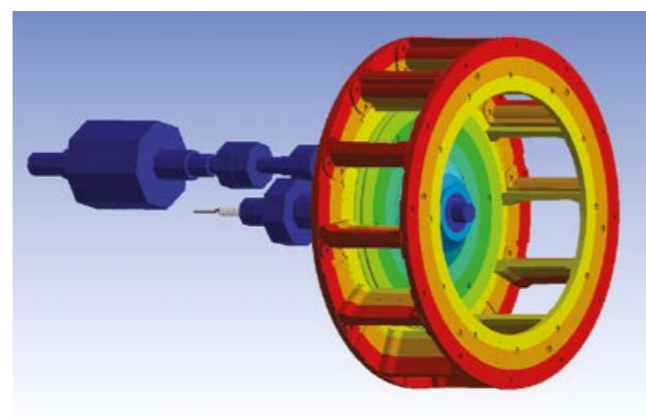
## МКЭ анализ

С помощью программы ANSYS готовятся всегда согласно требованиям рассматриваемой области. Включают структурный статистический анализ, температурный анализ, решение опорной стабильности, оценку стойкости к износу, использование нелинейных моделей пластичности и большую гамму динамических анализов. Позволяют, например, проводить оценку моделей согласно требованиям так наз. «Проекта на основании анализа» в соответствии с нормой EN 13445-3 или ASME Sec.VIII. Модель расчета можно создать или импортировать и изменить среду 3D модели программы Space Claim. Последующие работы с моделью проводятся в программе ANSYS Workbench, где проводится также оценка результатов.

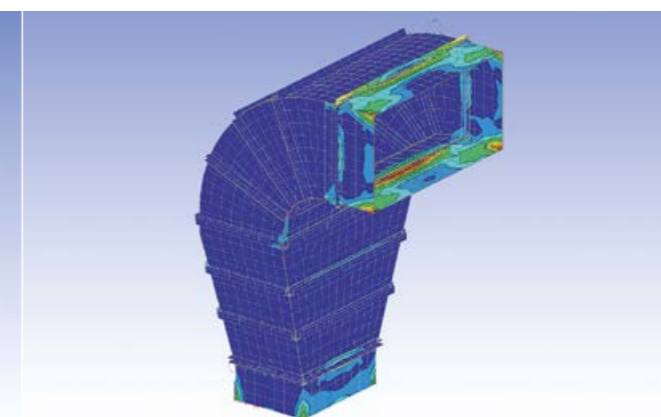
## Стальные конструкции

В соответствии с евро-кодом производим расчет с помощью программы SCIA Engineer. Это программа МКЭ для решения стержневых конструкций и конструкций типа оболочки. Позволяет проводить статический линейный и геометрически нелинейный анализ, решение стабильности конструкции и динамический анализ конструкции. Основные преимущества программы заключаются в оценке конструкции в соответствии с требованиями евро-кодов.

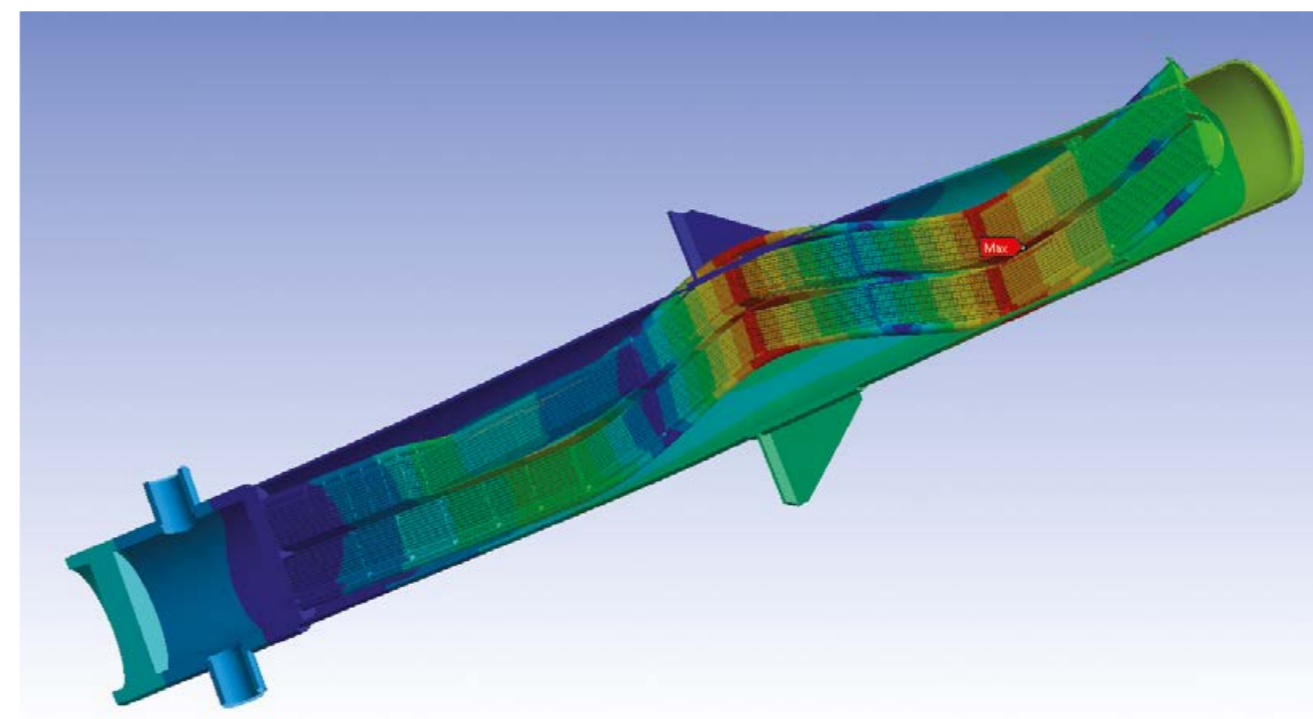
### Примеры моделей



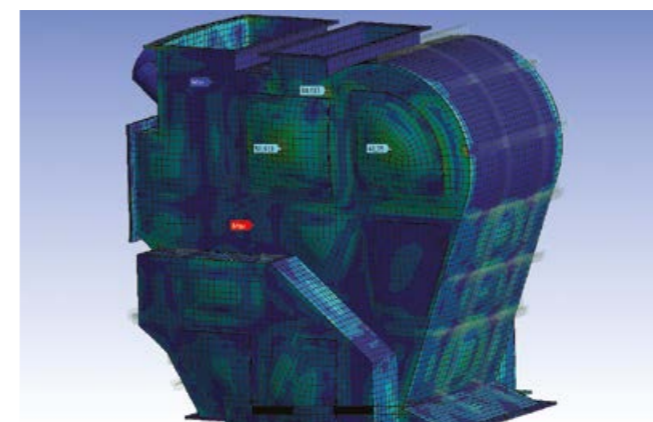
↑ Расчет крутильного колебания агрегата



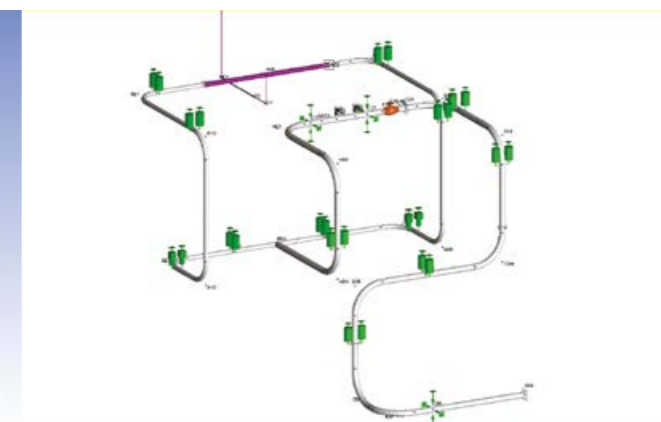
↑ Расчет на прочность воздушной шахты



↑ Модальный анализ подогревателя высокого давления



↑ Расчет прочности сортировочного устройства



↑ Анализ гибкости паропроводов

## Экооптим

Электростанции, теплоцентрали и промышленные энергетические комплексы, эксплуатируемые в настоящее время, имеют большой потенциал для значительного улучшения своей хозяйственной деятельности и дополнительного дохода благодаря преобразованию и модернизации своего оборудования. Данные инвестиции могут быть настолько выгодными, что их срок окупаемости исчисляется в порядке нескольких мало лет. ЭКООПТИМ – это технико-экономический инструмент, предназначенный для достижения измеримого, доказуемого и быстро окупаемого дополнительного возвратного экономического бенефита при эксплуатации энергетического оборудования по сравнению с предыдущим состоянием.



# Экооптим

Определяет и оценивает возможности увеличения экономической стоимости энергетических установок путем технических решений

**Цель:** достижение экономической выгоды с коротким сроком окупаемости

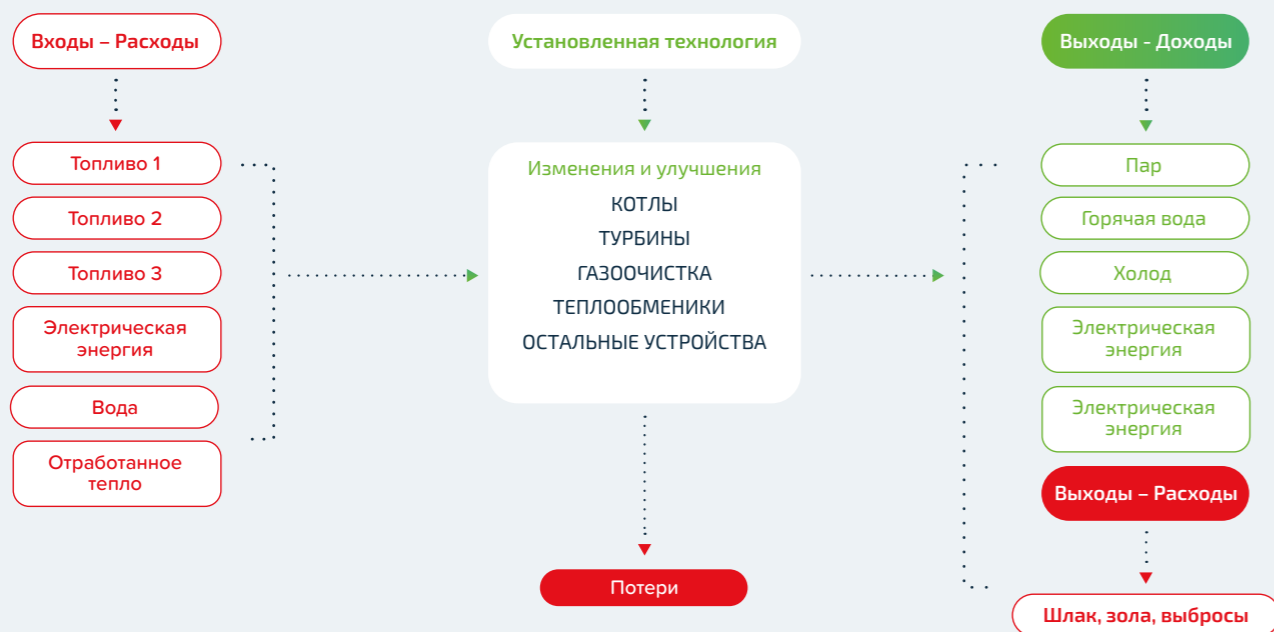
### Входы и выходы

- Подробное инспектирование энергетического оборудования на месте
- Доступная техническая документация
- Информация о режиме работы
- Основные экономические данные о предприятии

Данные, характеристики и информация, полученные во время инспекции, используются для изменения технико-экономической модели так, чтобы его можно было приспособить заказчику точно «под заказ».

### Выгоды для заказчиков

- + Нахождение технических решений, модификаций и инвестиций с очень коротким сроком окупаемости
- + Оценка дополнительного экономического потенциала электростанций, теплоцентралей и промышленных энергетических комплексов, которые не использовались до сих пор
- + Скачковое повышение доходов небольших старых энергетических комплексов
- + Идентификация скрытых возможностей при улучшении
- + Повышение КПД теплового цикла, снижение расхода комплектующих и оборудования, повышение производительности, повышение работоспособности и гибкости во время работы
- + Влияние изменений входных условий, качества и вида топлива, внешней экономической среды на экономику предприятия, меры для выравнивания возможных негативных влияний изменений



## 1 ЭКООПТИМ – 1-й этап

- Высокий уровень сотрудничества между руководством заказчика и его техническим персоналом и лицом предлагающим решение
- Тесное сотрудничество с руководством владельца энергетического оборудования
- Комплексная проверка объекта в сотрудничестве с субъектом, проводящим эксплуатацию
- Сбор основных технических и экономических данных
- Оценка актуального состояния оборудования и хода эксплуатации
- Разработка предварительного заключения о возможных изменениях, технических решениях и бенефитах
- Разработка возможного класса модификаций, решений и инвестиций
- Совместная оценка 1-го этапа на основе предварительного отчета
- Принятие решения заказчиком о продолжении применения ЭКООПТИМ
- Определение целей для 2-го этапа: например, ожидаемый срок окупаемости, лимит и особые условия

## 2 ЭКООПТИМ – 2-й этап

- Более детальная техническая проработка выбранных технических решений и их параметров
- Модификация и отладка технико-экономической модели режима эксплуатации при существующем режиме эксплуатации
- Моделирование предлагаемых технических изменений и экономических целей
- Оценка технического решения с точки зрения технической осуществимости, технико-экономического обоснования (ТЭО) и финансовых доходов
- Взаимное сравнение и модификация технических решений и их влияний, основанное на достигаемых результатах моделирования
- Включение расходов и доходов отдельных модификаций, суммы первоначальных инвестиций, вызванных изменений в эксплуатационных расходах и расходах, связанных с обслуживанием
- Тесты на чувствительность и устойчивость к изменению входов
- Усилия по достижению максимально возможной окупаемости предлагаемых решений

