



Международная группа SAACKE

Модернизация котлов горелками с низким NOx

SAACKE

О компании



SAACKE
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
ОФИС
БРЕМЕН, ГЕРМАНИЯ

Более чем в 50 странах
Дочерними компаниями
Дистрибьюторами и
сервисными партнерами
Сервисными центрами



1.100 СОТРУДНИКОВ ПО
ВСЕМУ МИРУ



ПРЕДСТАВЛЕНА ВО ВСЕМ МИРЕ



More than
450 ИНЖЕНЕРОВ

SAACKE GROUP

СЕМЕЙНАЯ КОМПАНИЯ



1. Поколение

КАРЛ ЗАКЕ,
ОСНОВАТЕЛЬ (1931 – 1945)

1931



2. Поколение

ДОКТОР ГЕРБЕРТ
ЗАКЕ (1945 – 1964)

1945



3. Поколение

ГАНС-ГЕРБЕРТ ЗАКЕ
(1964 – 2005)

1964



4. Поколение

ГЕННИНГ ЗАКЕ, АНГЕЛИКА
ЗАКЕ-ЛУМПЕР, БЕТТИНА
ЗАКЕ

сегодня



SAACKE GROUP



Организационная структура

Наблюдательный совет (представители акционеров)

SAACKE GmbH – S A A C K E Group центр. офис– S A A C K E управление

SAACKE дочерние компании	Центральные функции поддержки	SAACKE Судовые системы (SMS)	SAACKE Промышленные решения (SIS)	SAACKE Производство
<ul style="list-style-type: none"> SAACKE VKK MB GmbH SAACKE Austria SAACKE Switzerland SAACKE Benelux SAACKE France SAACKE Great Britain SAACKE Poland SAACKE Finland SAACKE Russia SAACKE Serbia SAACKE Croatia SAACKE Romania SAACKE Turkey SAACKE India SAACKE Saudi Arabia SAACKE China SAACKE Korea SAACKE South Africa SAACKE USA SAACKE Argentina SAACKE Australia SAACKE Brazil 	<ul style="list-style-type: none"> • Финансы&Контроллинг • Исследования и разработки • Отдел кадров • Org. / IT / ERP • Стратегическое снабжение • Управление качеством • Маркетинг • Другое ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Продажи • Послепрод. обслуживание • Экспертно-консульт. центр • Поддержка продаж • Закупки • Проектирование под заказ • QM/ QS • Central BU Admin • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Продажи • Послепрод. обслуживание • Центр тех. поддержки • Поддержка продаж • Закупки • Проектирование под заказ • QM / QS • Central BU Admin • ... 	<p>Производство горелок</p> <ul style="list-style-type: none"> • + SAACKE GmbH Bremen • + SAACKE Rossplet, Buenos Aires <p>Производство котлов и металлоконструкций</p> <ul style="list-style-type: none"> • + TPK Nova d.o.o. Zagreb / Croatia • + SQMBC Qingdao / China

Механизмы образования NOx

NOx — собирательное название оксидов азота NO и NO2

Они образуются в результате реакции между азотом, кислородом и даже углеводородами во время горения, особенно при высоких температурах ...

NOx газы образуются, когда сгорание происходит в присутствии азота

Модернизация котлов горелками с низким NOx **SAACKE**

Механизмы образования NOx

Механизм образования	Источник азота	Значимость	Реакция
терм. NO	N ₂ из воздуха для горения	для температур горения > 1 300 ° C!	$\text{atmospheric N}_2 \xrightarrow{\text{Zeldovich mechanism}} \text{thermal NO} \approx 20\%$
топливный NO	топливный азот напр. C ₅ H ₅ N	только для нефти (и для некоторых нестандартных газов)	<pre> graph LR FN[fuel N] --> VN[volatile N] FN --> CN[char N] VN -- oxidising --> FNO[fuel NO ≈ 75%] VN -- reducing --> N2_1[N2] CN -- oxidising --> FNO CN -- reducing --> N2_2[N2] </pre>
Быстрый NO	N ₂ из воздуха для горения	в основном незначительна/не имеет значения	$\text{fuel radicals CH}_n + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{Fenimore mechanism}} \text{prompt NO} \approx 5\%$

Модернизация котлов горелками с низким NOx **SAACKE**

Механизмы образования NOx

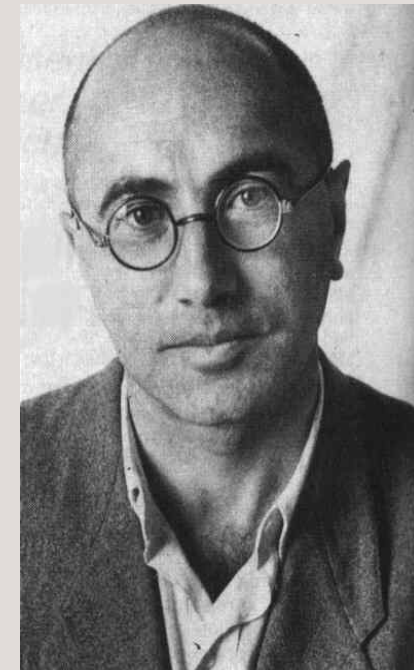
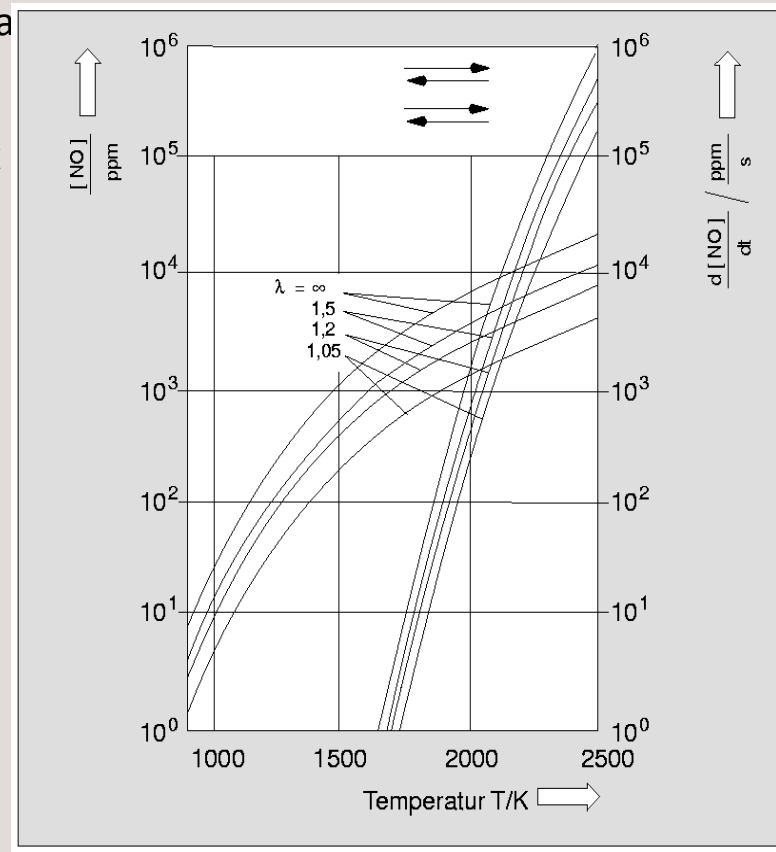
Formation mechanism	Nitrogen source	Relevance	Reaction
терм. NO	N ₂ из воздуха для гор-я	для температур горения > 1 300 ° C!	<p>atmospheric N₂ $\xrightarrow{\text{Zeldovich mechanism}}$ thermal NO $\approx 20\%$</p> <p>fuel N $\begin{cases} \xrightarrow{\text{reducing}} \text{N}_2 \\ \xrightarrow{\text{oxidising}} \text{fuel NO} \approx 75\% \\ \xrightarrow{\text{oxidising}} \text{fuel NO} \approx 75\% \\ \xrightarrow{\text{reducing}} \text{N}_2 \end{cases}$</p> <p>fuel radicals CH_n + N₂ $\xrightarrow{\text{Fenimore mechanism}}$ prompt NO $\approx 5\%$</p>
топливный NO	топливный азот e.g. C ₅ H ₅ N	только для нефти (и для некоторых нестандартных газов)	
Быстрый NO	N ₂ из воздуха для горения	в основном незначительна/не имеет значения	

Модернизация котлов горелками с низким NOx SAACKE

Механизмы образования NOx

Основные факторы термического образования NOx

- температура факела
- время пребывания
- избыточный воздух (лямбда)



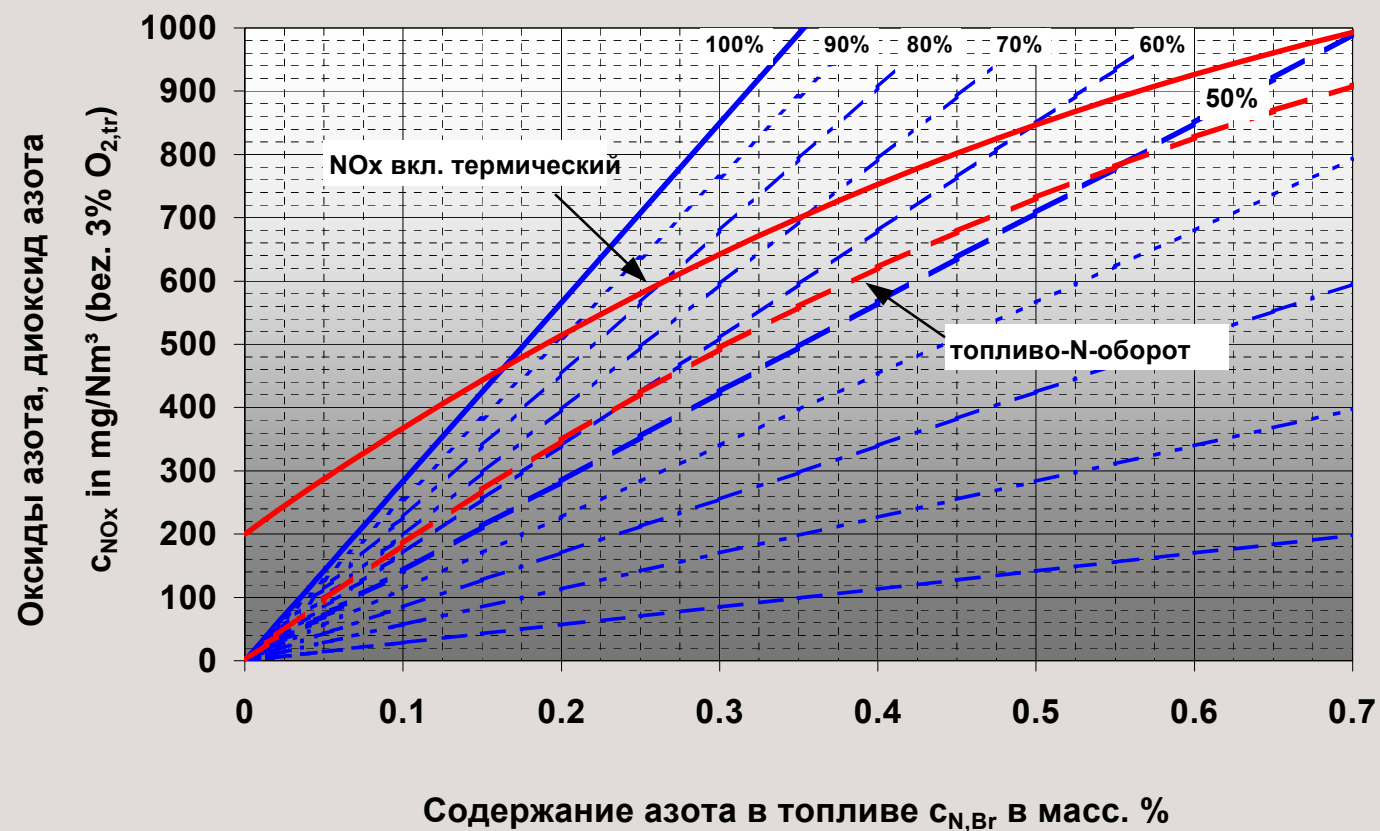
Яков Борисович Зельдович 1946

Модернизация котлов горелками с низким NOx **SAACKE**

Механизмы образования NOx

Основные факторы топливного образования NOx

- содержание азота

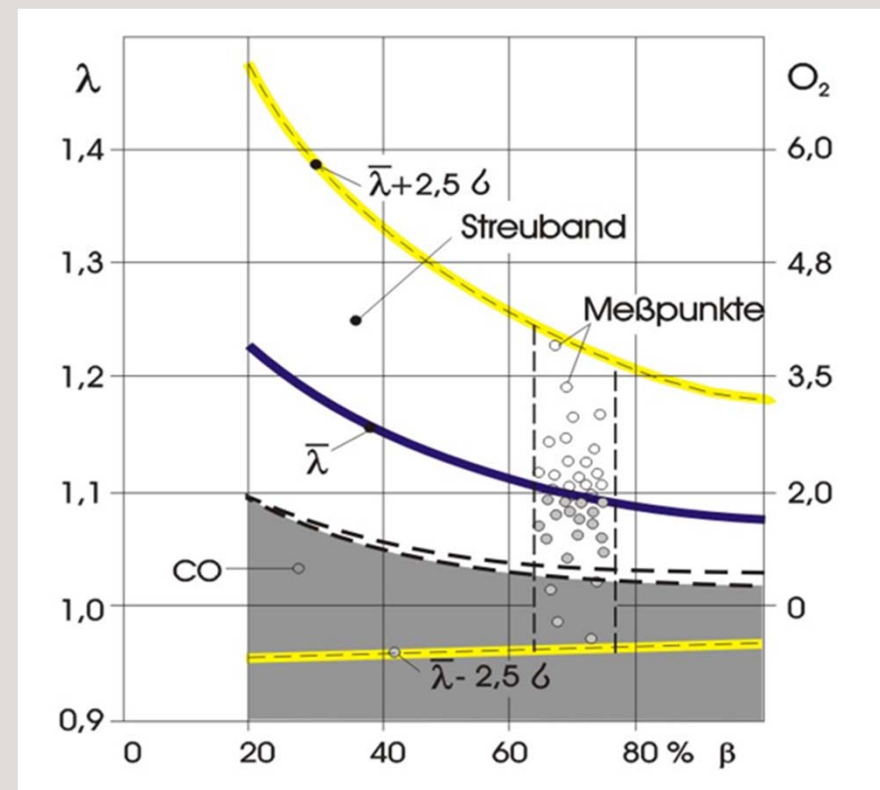


Модернизация котлов горелками с низким NOx **SAACKE**

Механизмы образования NOx

Основные факторы топливного образования NOx – топливовоздушные соединения

- длительное поле рассеивания, O₂
- сжигание газа
- механическое соединение топливо-воздух (4МВт)

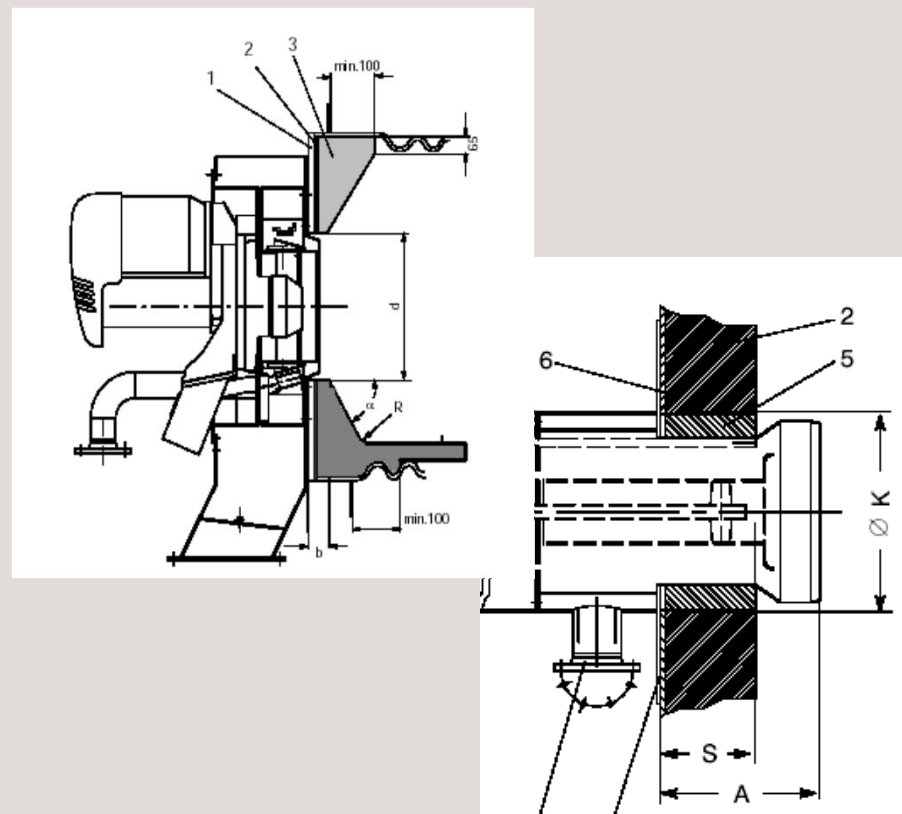


Модернизация котлов горелками с низким NOx **SAACKE**

Механизмы образования NOx

Основные факторы термического образования NOx – обмуровка котла с лицевой стороны и в топке

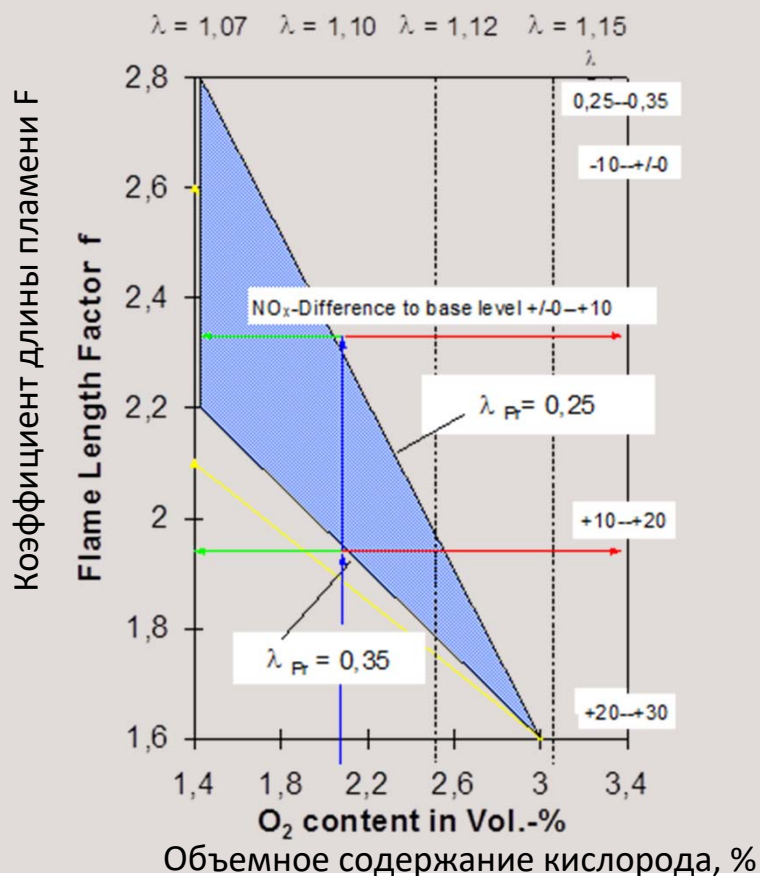
- Излучение тепла в корне пламени
- Время пребывания в большом диапазоне температур



Модернизация котлов горелками с низким NOx **SAACKE**

Механизмы образования NOx

Основные факторы термического образования NOx - геометрия факела/Время пребывания в большом диапазоне температур



$$L_{Fl} = f \cdot \sqrt[3]{P_{Br}}$$

$$b \geq \sqrt[3]{P_{Br}}$$

$$h \geq b$$

P_{Br} – Мощность горелки, МВт

b – Ширина котла, м

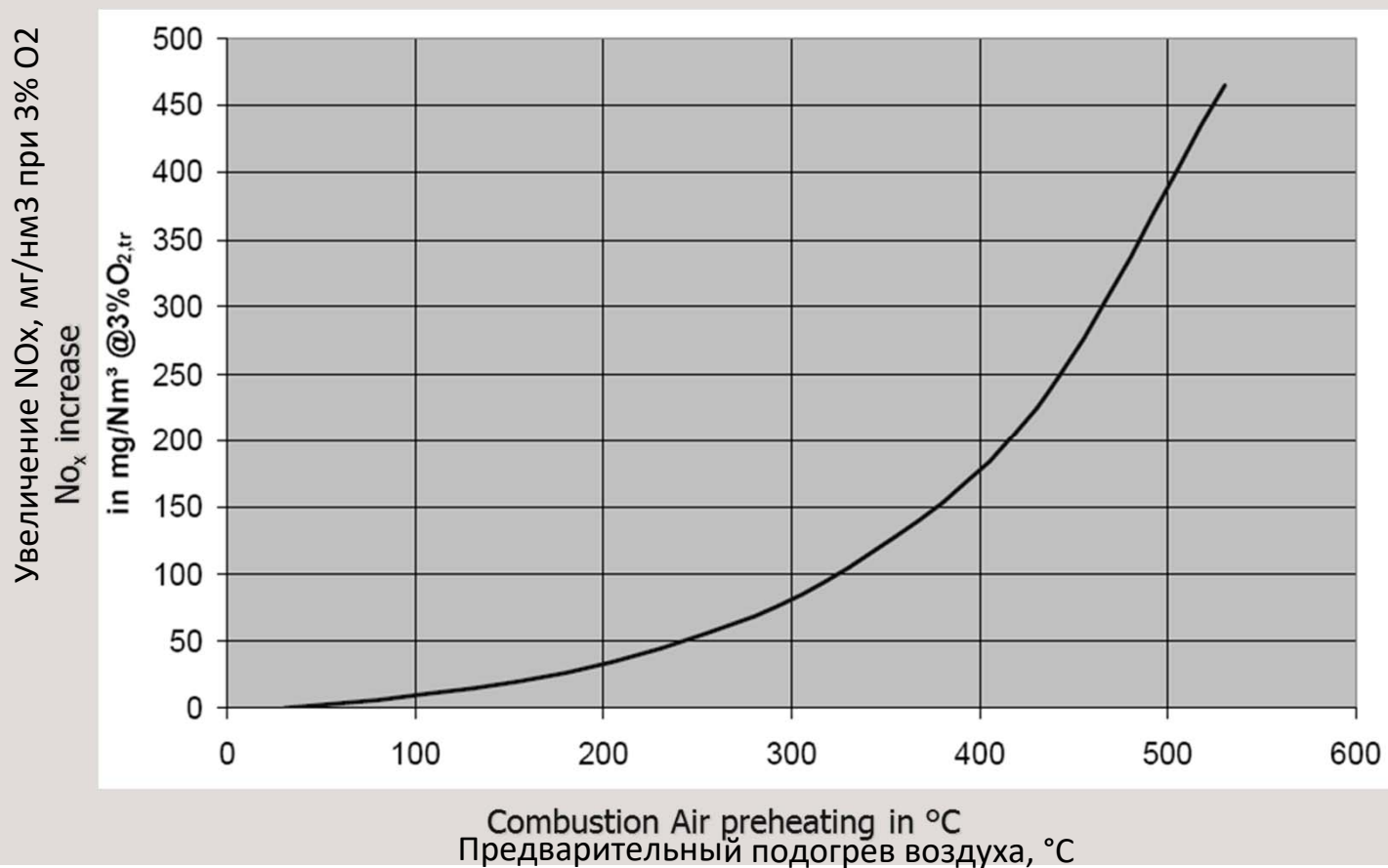
h – Высота котла, м

λ – Избыток воздуха

Модернизация котлов горелками с низким NOx **SAACKE**

Механизмы образования NOx

Основные факторы термического образования NOx - предварительный подогрев воздуха



Модернизация котлов горелками с низким NOx



Меры сокращения NOx

Основные параметры и как на них повлиять

Парциальное давление кислорода	Температура горения	Время пребывания в условиях высокой температуры
рециркуляция дымовых газов	рециркуляции дымовых газов	Оптимизация конструкции горелки
закачка в зону горения воды/пара	впрыск в зону горения воды/пара	Оптимизация конструкции топки
снижение лямбда	Снижение подогрева воздуха	
подача воздуха	Однородная смесь воздух-топливо	
подача топлива	Ограничение скорости тепловыделения топки	

Модернизация котлов горелками с низким NOx



Меры сокращения NOx

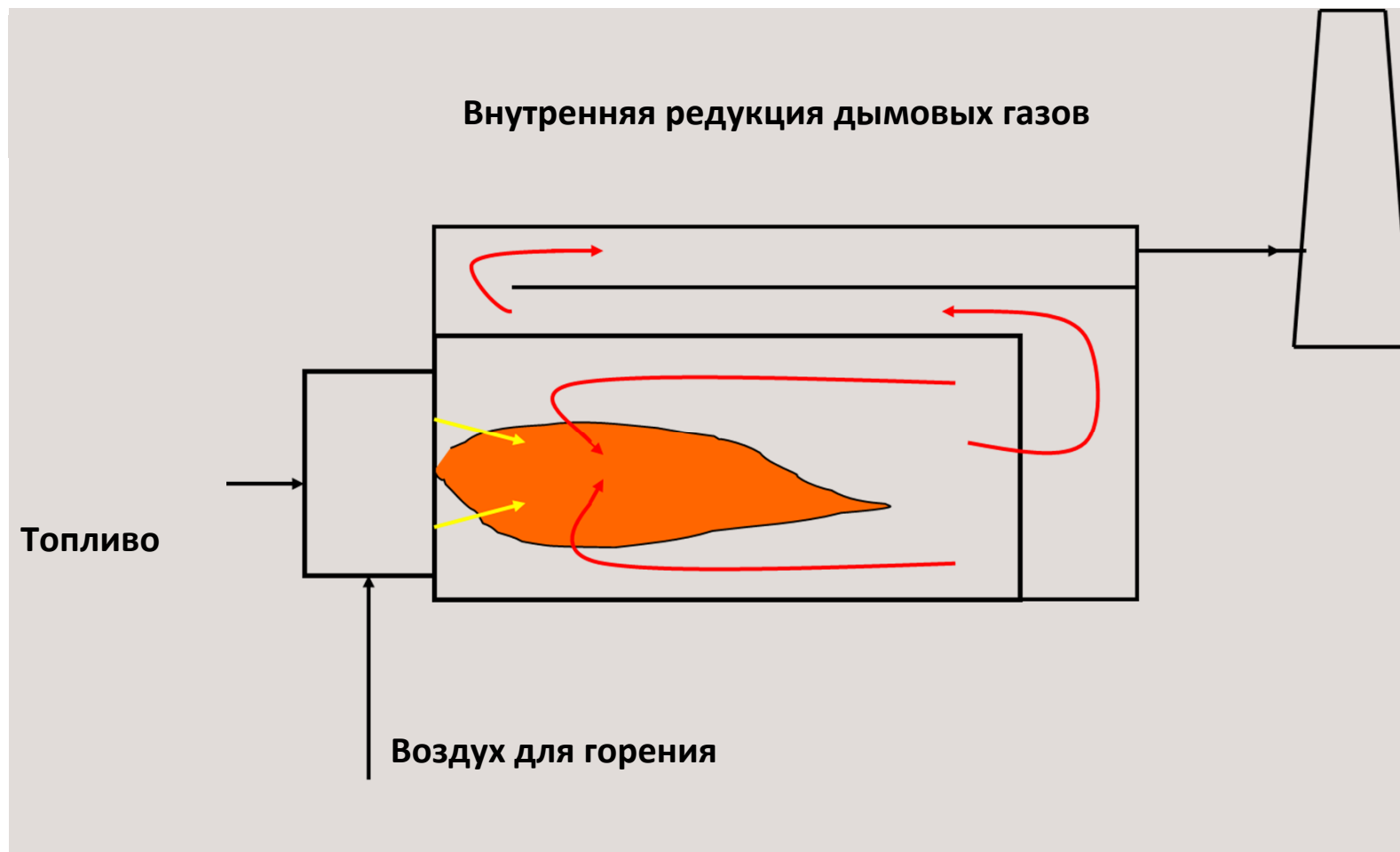
Основные параметры и влияние на них

Первичные меры	Вторичные меры
Рециркуляция внутренних дымовых газов	Рециркуляция внешних дымовых газов
Подача воздуха	Впрыск воды/пара в зону горения неселективное
Подача топлива	каталитическое восстановление оксидов азота
Оптимизация конструкции горелки (Low-NOx)	каталитический метод денитрификации дымовых
Оптимизация топки	газов

Модернизация котлов горелками с низким NOx

SAACKE

Меры сокращения NOx

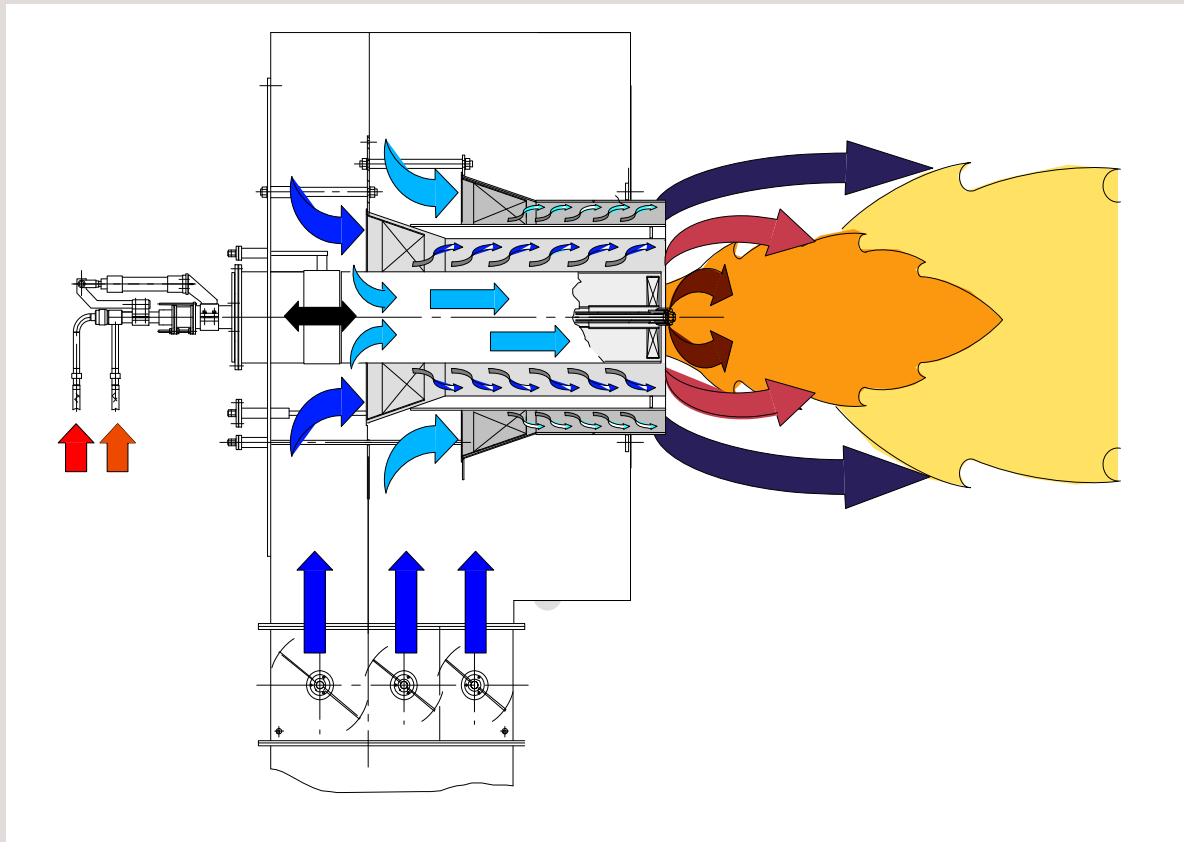


Модернизация котлов горелками с низким NOx



Меры сокращения NOx

Подача воздуха

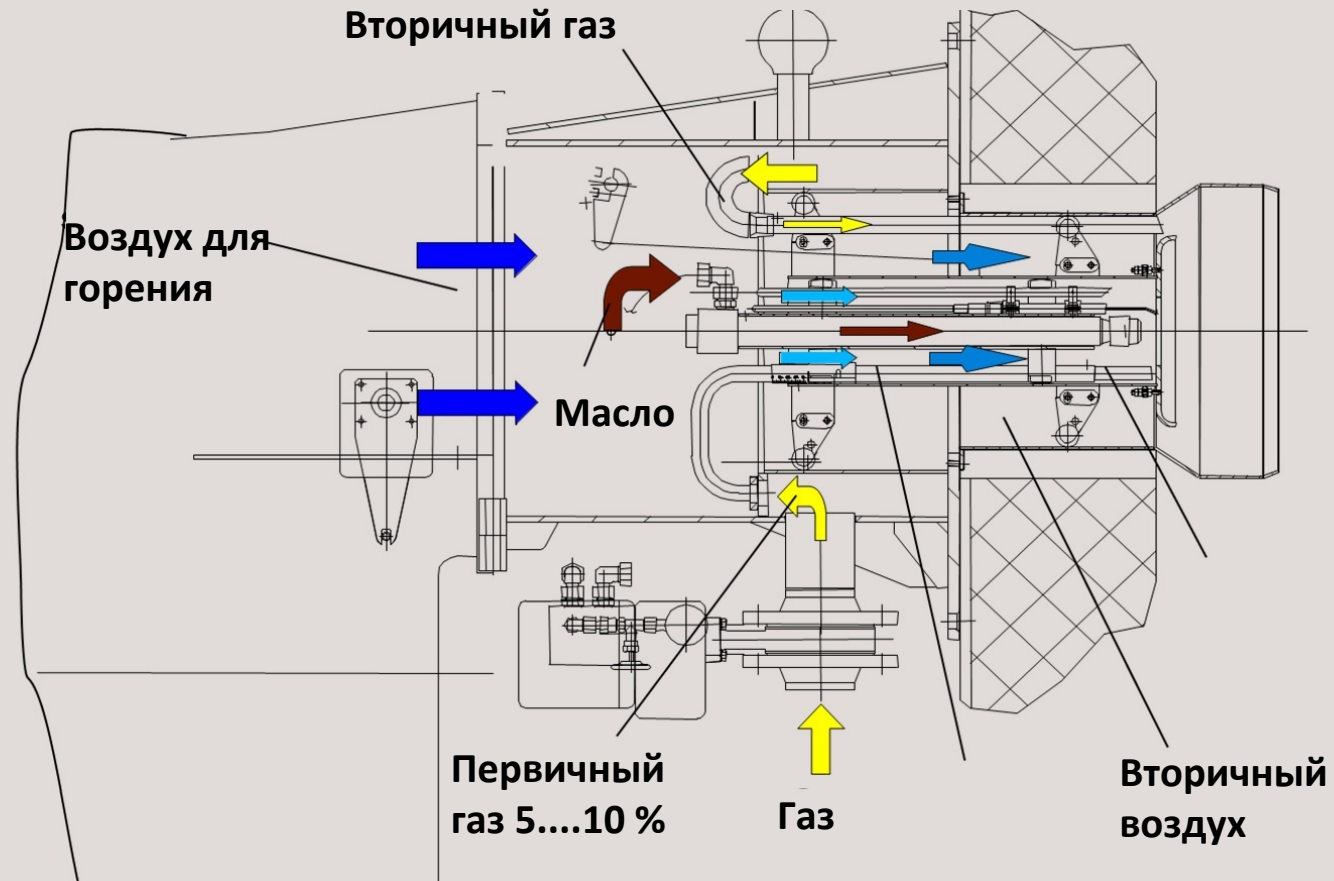


Модернизация котлов горелками с низким NOx



Меры сокращения NOx

Подача воздуха и топлива

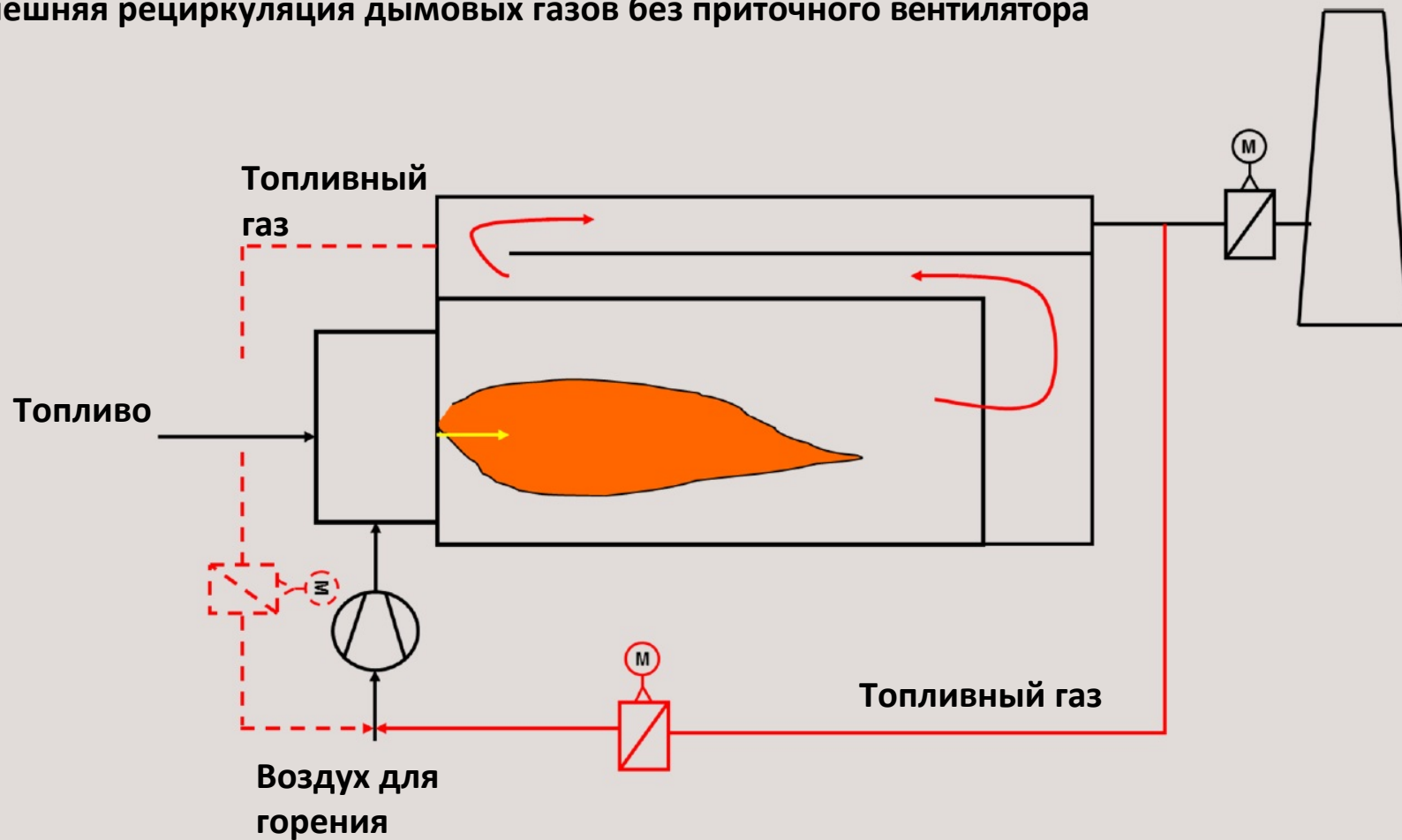


Модернизация котлов горелками с низким NOx



Меры сокращения NOx

Внешняя рециркуляция дымовых газов без приточного вентилятора

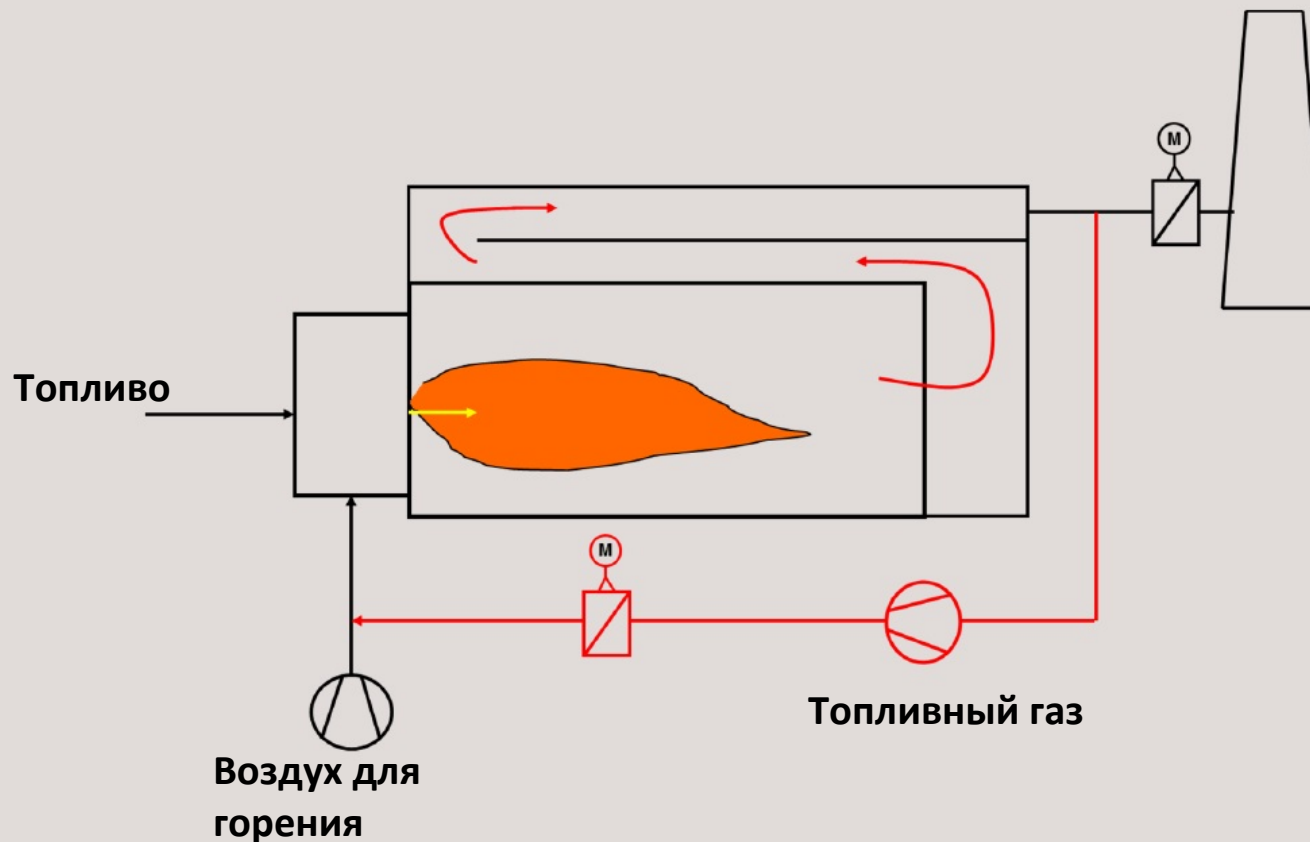


Модернизация котлов горелками с низким NOx



Меры сокращения NOx

Внешняя рециркуляция дымовых газов без приточного вентилятора

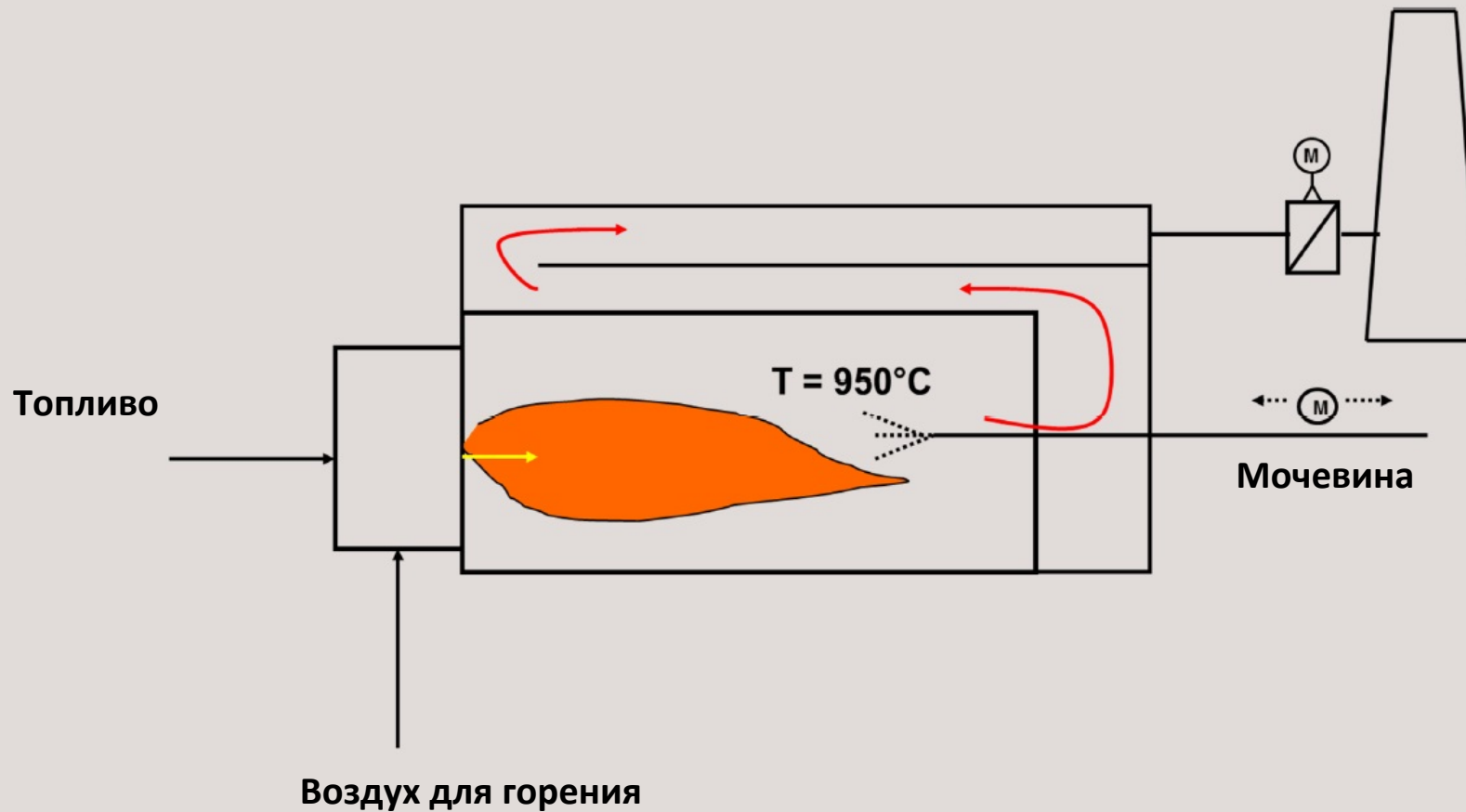


Модернизация котлов горелками с низким NOx



Меры сокращения NOx

Неселективное каталитическое восстановление оксидов азота (с впрыском мочевины)



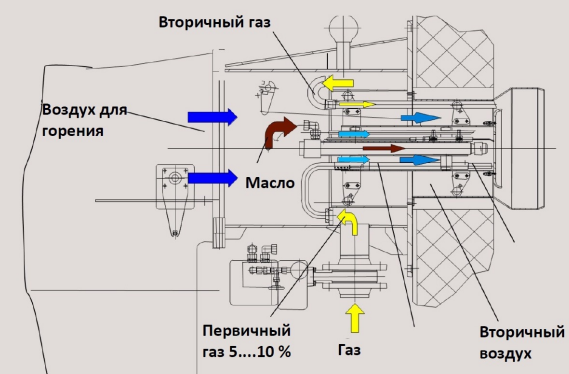
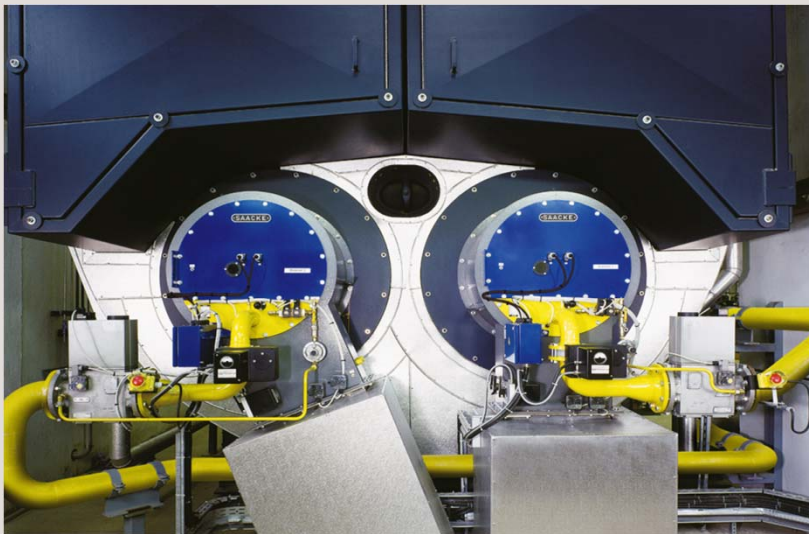
Модернизация котлов горелками с низким NOx



Меры сокращения NOx

TEMINOX GLS – сопло высокого давления +
Горелка с газовым факелом

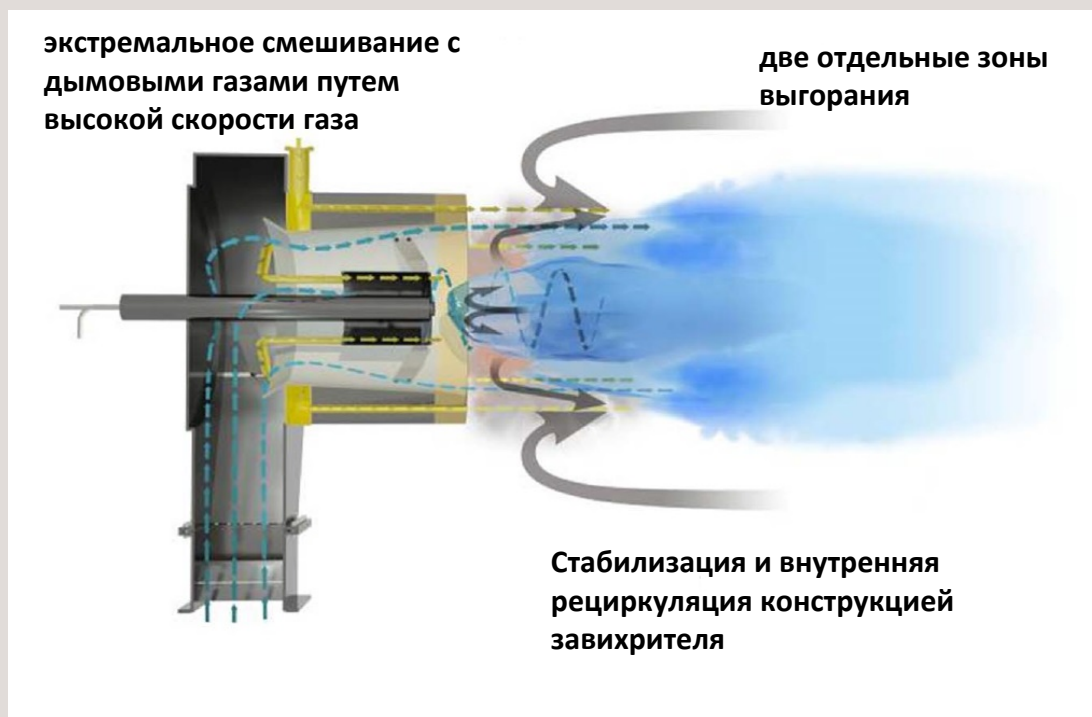
- подача воздуха
- подача топлива
- внутренняя рециркуляция дымовых газов
- мощность 3.5 – 25 MW



Меры сокращения NOx

DDZG EN/LN – Сопло высокого давления с исп. воздушной/паровой среды + Горелка с газовым факелом

- подача воздуха
- подача топлива
- рециркуляция внутренних дымовых газов
- мощность 10 – 80 MW

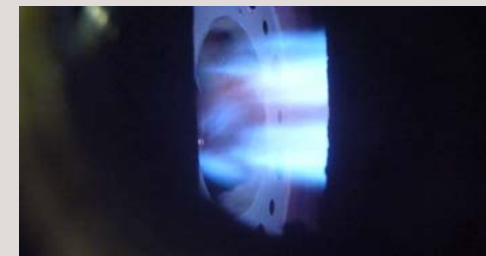
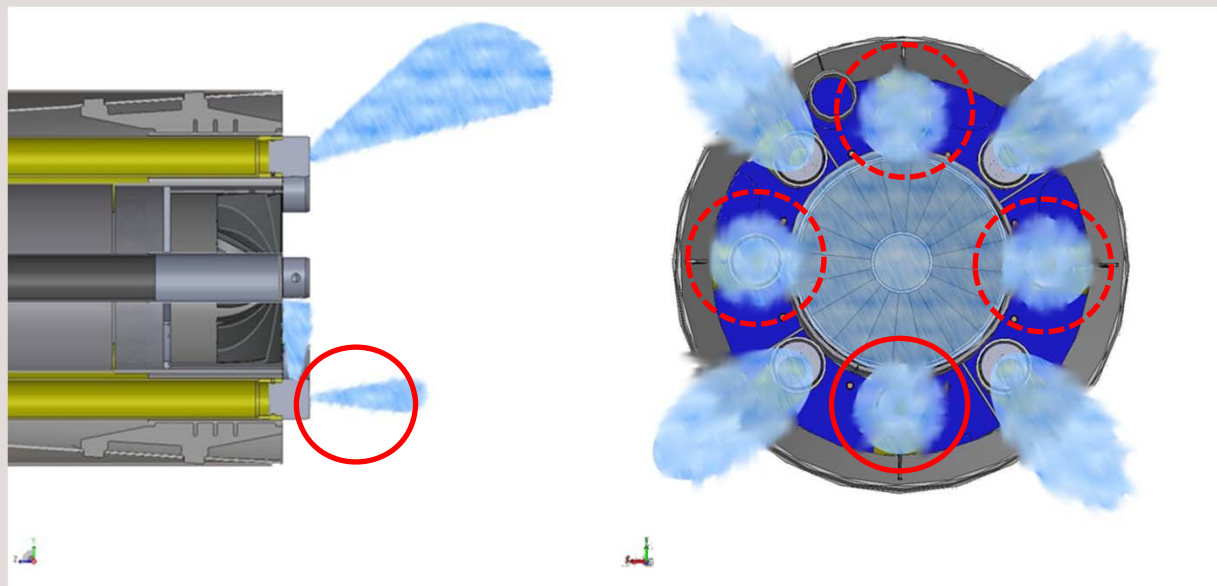


Модернизация котлов горелками с низким NOx

Меры сокращения NOx



DDZG EN/LN – Первичное газовое пламя (~30%)

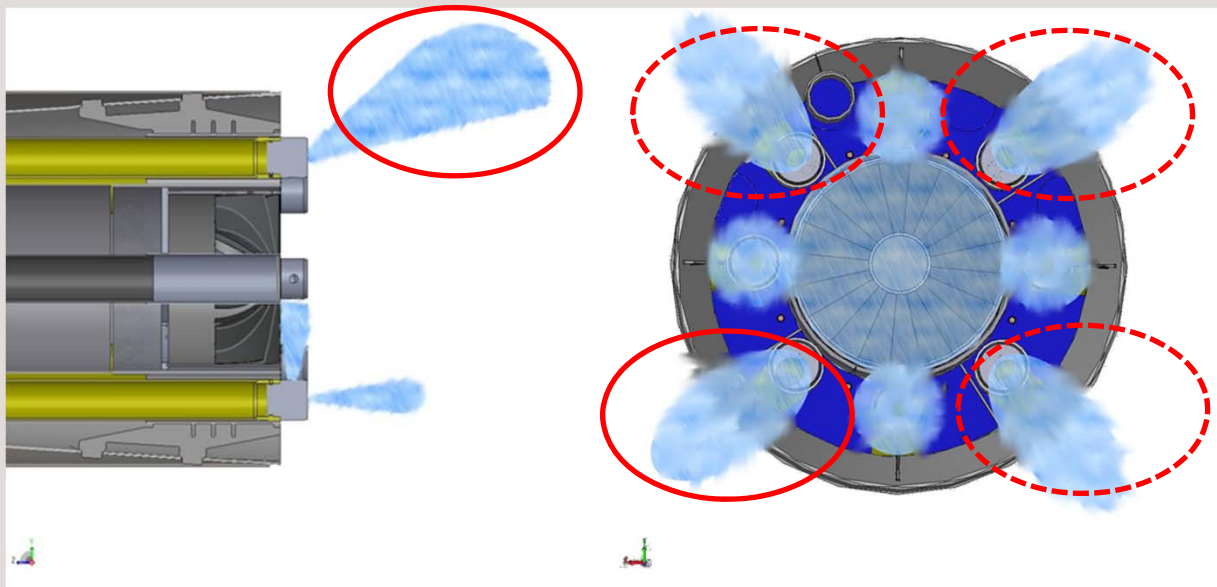


Модернизация котлов горелками с низким NOx

Меры сокращения NOx



DDZG EN/LN – Вторичное газовое пламя



Модернизация котлов горелками с низким NOx



Меры сокращения NOx

Модернизация горелками Saacke с низким NOx

- Топливо: природный газ
- Низшая теплотворная способность: 34,4 МДж/Нм³ (0°C)
- Выбросы NOx: <100мг/Нм³
- Указанные значения выбросов рассматриваются в качестве описания мощности при условии что оценка данных о выбросах произведена в соответствии с EN 676 и EN 267 с учетом следующих условий:
 - сухие дымовые газы
 - содержание кислорода в дымовых газах 3 %
 - содержание влаги в воздухе для горения 10 г/кг
 - температура воздуха для горения 20 °C

Модернизация котлов горелками с низким NOx **SAACKE**

Меры сокращения NOx

Модернизация горелками SAACKE с низким NOx

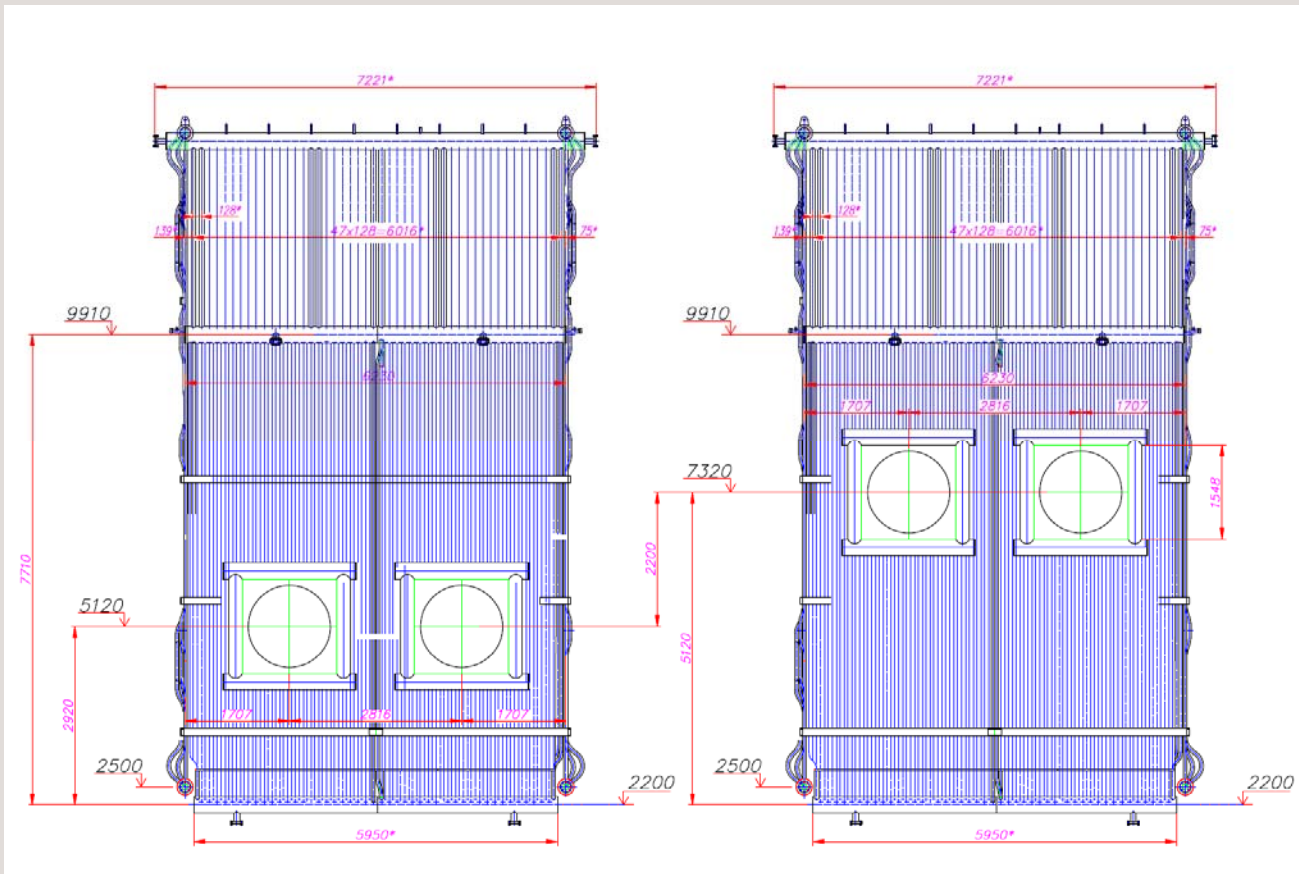
1 Гкал/ч = 1.16 MBT

№	Тип котла	Мощность	Горелки (старые)	Топка (ШхВхГ мм)	Тепловая мощность MW/м ³	Горелка (новая)	Тип горелки	Расположение горелок	Примечание
1	DE-25/14	25т/ч	1	1770x2400x6960	0.55	1	TEMINOX	Фронт.	
2	DKWR-10/13	10 т/ч	2	2680x5200x2650	0.22	1 1 2	TEMINOX SSBGL DDZG	Пол Фронт. Фронт.	Рециркуляция Рециркуляция
3	DKWR-20/13	20 т/ч	3	2680x5200x4900	0.22	1	TEMINOX GLS	Фронт.	
4	KWGM-50	50 Гкал/ч	2	5568x4160x8020	0.34	2	DDZG EN/LN	Фронт.	
5	KWGM-100	100 Гкал/ч	3	5568x6208x7920	0.46	3	DDZGEN/LN	Фронт.	
6	PTWM-30m-4	35 Гкал/ч	6	2240x7000x4500	0.62	2	DDZGEN/LN	Пол	
7	PTWM-50	50 Гкал/ч	12	4160x7250x4180	0.50	6	DDZG EN/LN	Фронт./задн.	
8	PTWM-100	100 Гкал/ч	16	6230x7710x6208	0.42	4	DDZG EN/LN	Фронт./задн.	
9	PTW-100	100 Гкал/ч	18	6230x7710x6208	0.42	4	DDZG EN/LN	Фронт./задн.	

Модернизация котлов горелками с низким NOx

Меры сокращения NOx

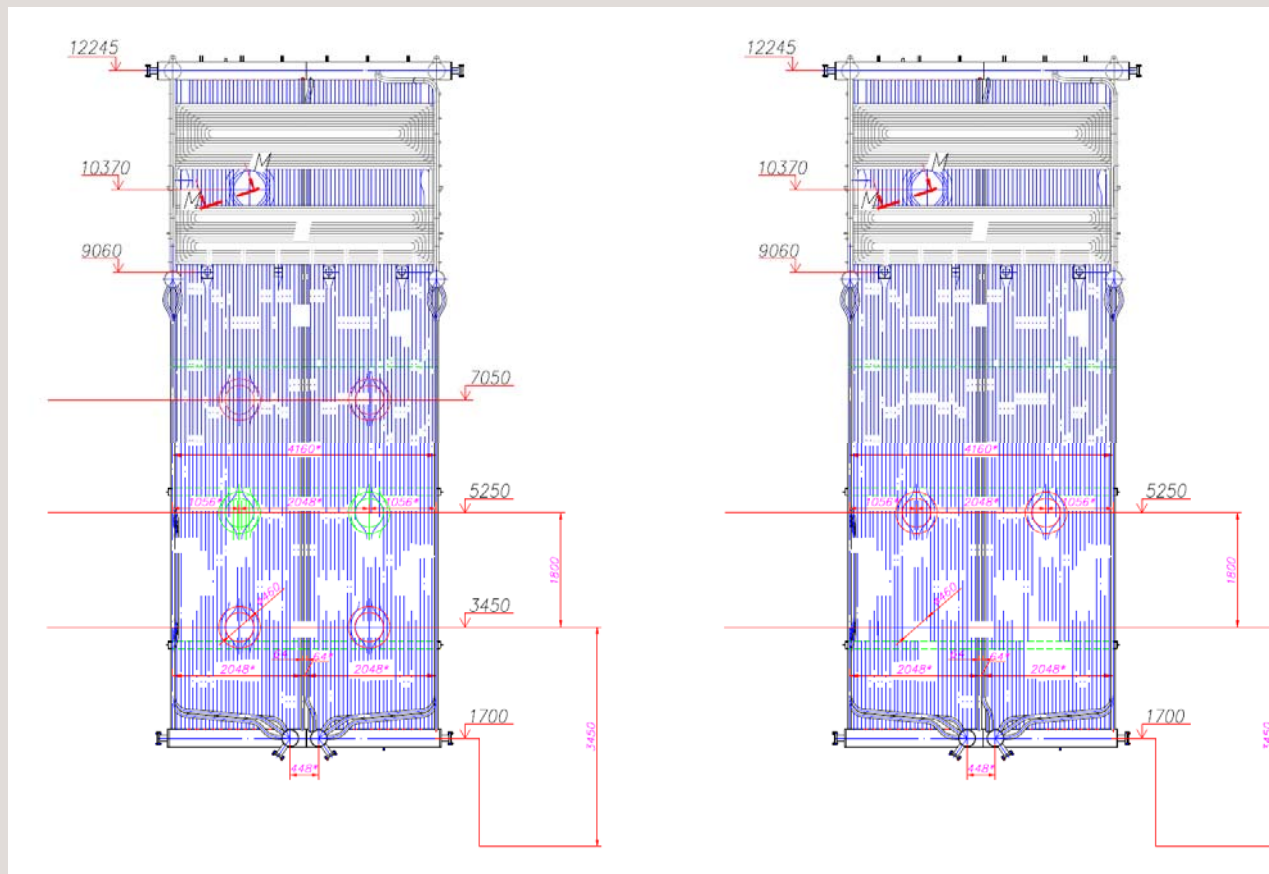
Пример модернизации ПТВМ 100



Модернизация котлов горелками с низким NOx **SAACKE**

Меры сокращения NOx

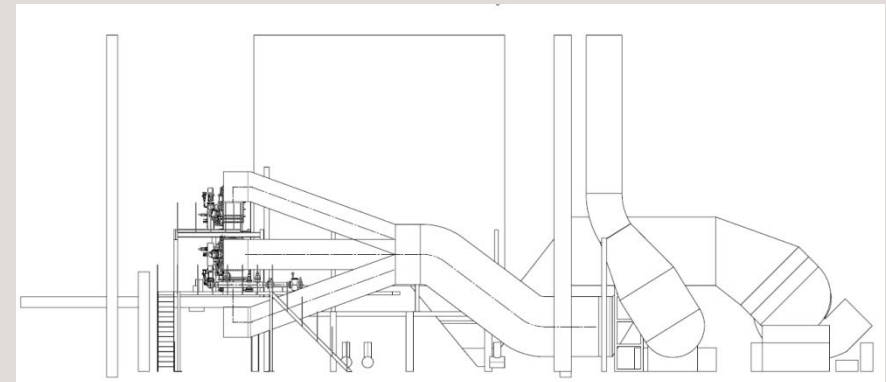
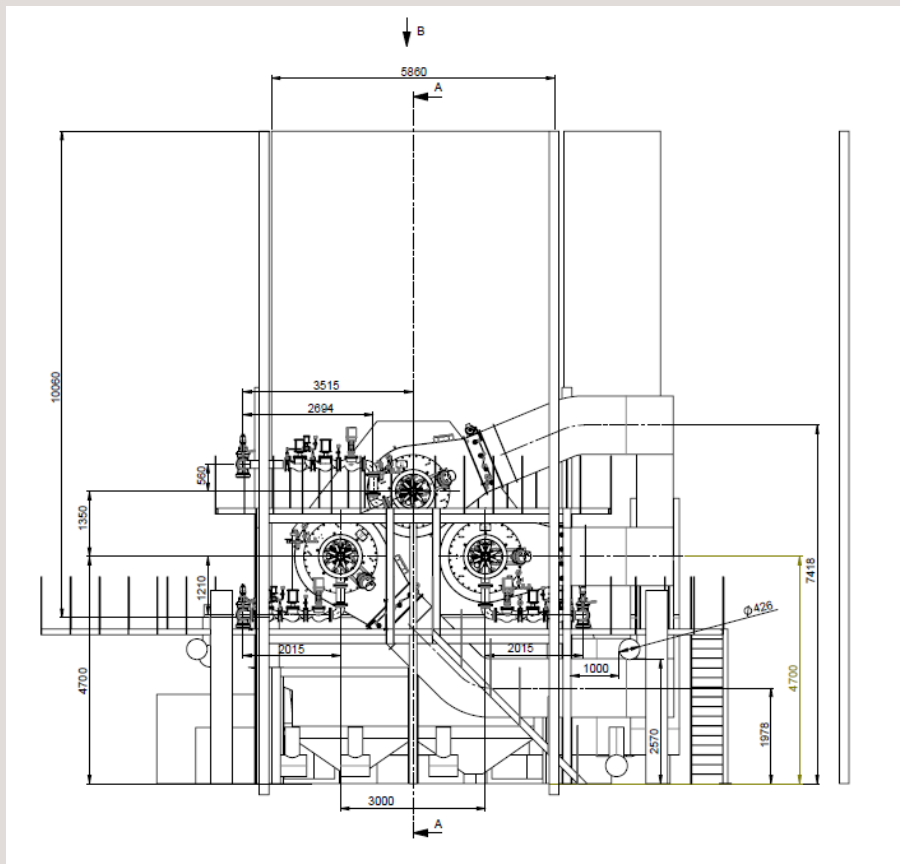
Пример модернизации ПТВМ 50



Модернизация котлов горелками с низким NOx **SAACKE**

Меры сокращения NOx

Пример модернизации КВГМ 100



Модернизация котлов горелками с низким NOx **SAACKE**

Меры сокращения NOx

Пример модернизации КВГМ 50



SAACKE

Глобальные и локальные

С помощью сервисных станций в более чем 20 странах по всему миру, более 70 международных агентов и ряда сервисных центров во всех ключевых портах, нас можно найти там, где наши клиенты нуждаются в нас.

*Мы
интернациональны,
как и наши клиенты.*

Благодарим за внимание

SAACKE

Представительство в Украине

“ “
03150,
Киев, ул. К. Малевича, 86Д
Тел.: +38 044 451 84 48
Факс: +38 044 537 23 56
e-mail: empire@saacke.kiev.ua
www.empireltd.com.ua