

БЕСШАХТНЫЕ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛИ КАЛУГИНА

НОВАЯ ПЕРСПЕКТИВНАЯ КОНСТРУКЦИЯ



Россия, Екатеринбург





КАЛУГИН ЯКОВ ПРОКОПЬЕВИЧ

**Основатель и первый
генеральный директор ЗАО «Калугин»
доктор технических наук,
академик АИН им. А.М.Прохорова**

Компания **ЗАО «Калугин»** создана в 2000 году в Екатеринбурге (РФ, Свердловская область) и в настоящий момент входит в число мировых лидеров по разработке технологии нагрева доменного дутья, создания высоко-температурных воздухонагревателей для доменных печей, которые применяются на металлургических предприятиях в России и за рубежом.

Мировую известность ЗАО «Калугин» получило благодаря применению авторской технологии, разработанной основателем компании, доктором технических наук, Яковом Прокопьевичем Калугиным.

Направление нашей деятельности – теплообменные аппараты, горелочные устройства.

Основное направление деятельности в настоящее время – высокотемпературные воздухонагреватели дутья для доменных печей.

Мы выполняем:

- Научные и научно-технические разработки;
- Исследовательские работы на лабораторных установках, аэродинамических и огневых стендах;
- Математическое и компьютерное моделирование, точные компьютерные расчеты, дающие хорошее совпадение с результатами промышленных исследований;
- Конструкторские и проектные разработки, рабочее проектирование, генеральное проектирование по блоку доменных воздухонагревателей;
- Исследования и наладочные работы на промышленных аппаратах;
- Строительство, монтаж, пуск в эксплуатацию блоков доменных воздухонагревателей.

Компания постоянно совершенствует конструкцию воздухонагревателей, улучшает их технические, экономические и экологические показатели, осуществляет проектирование, строительство и обслуживание построенных воздухонагревателей. Такой подход отвечает интересам многочисленных заказчиков и создает условия для дальнейшего взаимовыгодного сотрудничества.

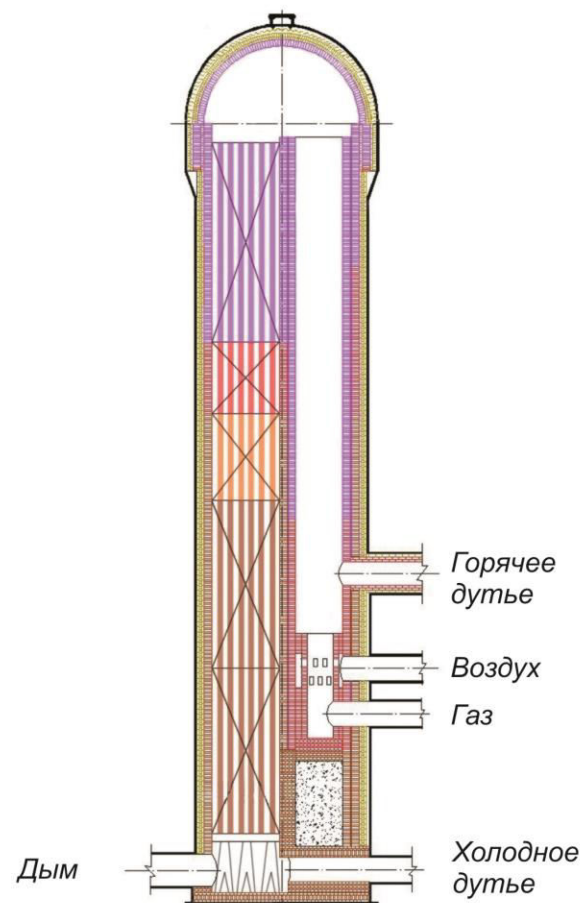
Воздухонагреватели с внутренней камерой горения

Основной тип существующих воздухонагревателей в мировой практике. В одном кожухе, параллельно размещены и камера горения и камера насадки.

Наиболее слабый элемент-камера горения. Требуется частых ремонтов.

Имеет 6 основных недостатков:

- “Короткое замыкание” или прямые перетоки газов между камерой горения и камерой насадки, приводящие к выбросам несгоревшего газа в атмосферу и снижению температуры горячего дутья;
- “Эффект банана” или наклон камеры горения в сторону насадки, это приводит к их взаимным повреждениям;
- Деформация и обрушение кладки нижней части камеры горения вследствие ползучести (крипа) огнеупоров;
- Неравномерное распределение продуктов горения по насадке (до $\pm 15\%$) вследствие бокового положения камеры горения;
- Растрескивание огнеупоров по условиям термической стойкости при резких колебаниях температуры во время смены газового и дутьевого периодов;
- Пульсирующее горение, связанное с акустическим возбуждением высокой камеры горения



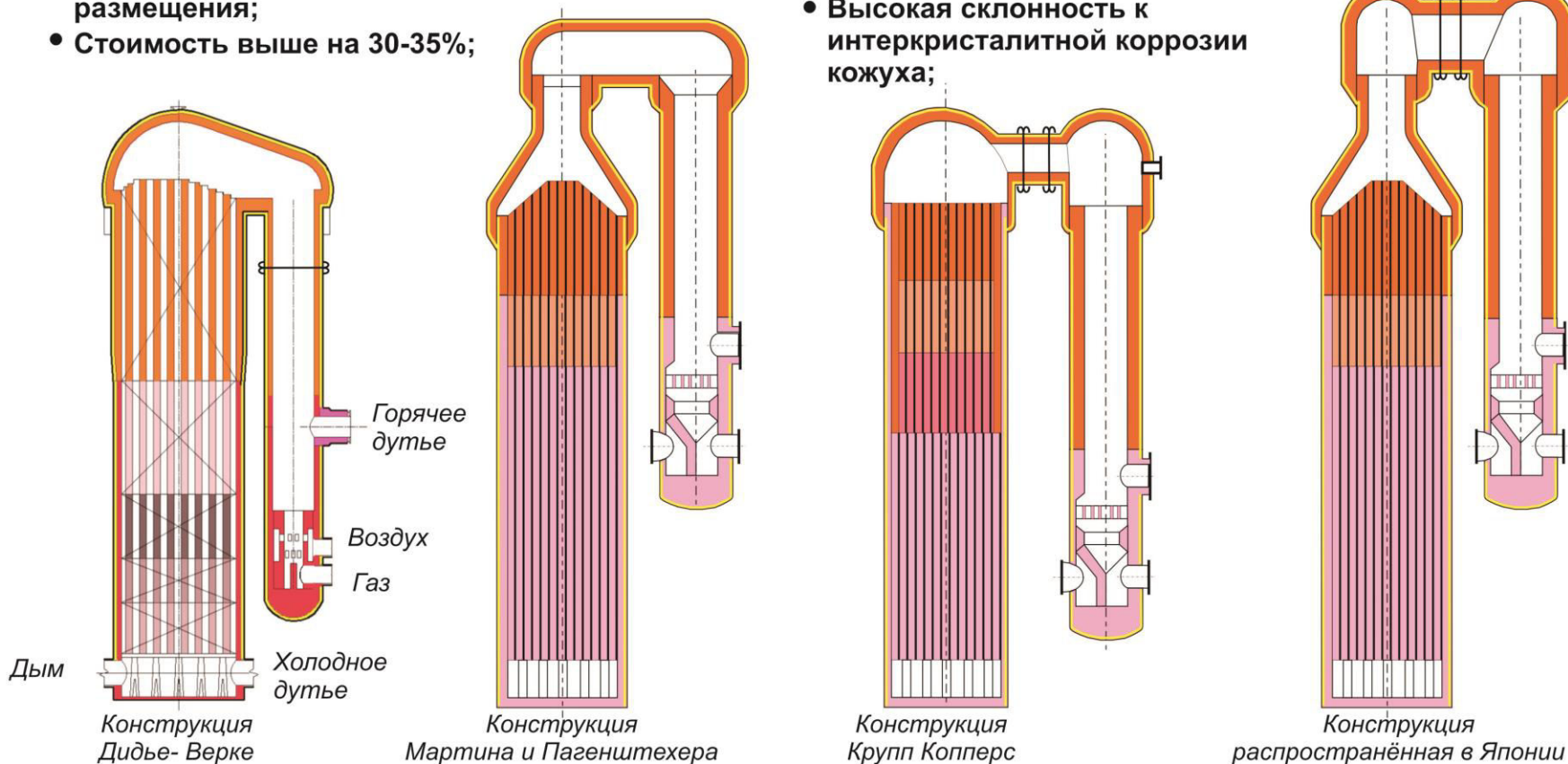
Температура горячего дутья при длительной эксплуатации - до 1200°C

Воздухонагреватели с наружной камерой горения

Устраняются только два недостатка: “короткое замыкание” и “эффект банана”;

- Значительно усложняется конструкция купола;
- Требуется больше места для размещения;
- Стоимость выше на 30-35%;

- Требуется сложная система компенсации температурных расширений кожухов воздухонагревателя и камеры горения;
- Высокая склонность к интеркристаллитной коррозии кожуха;



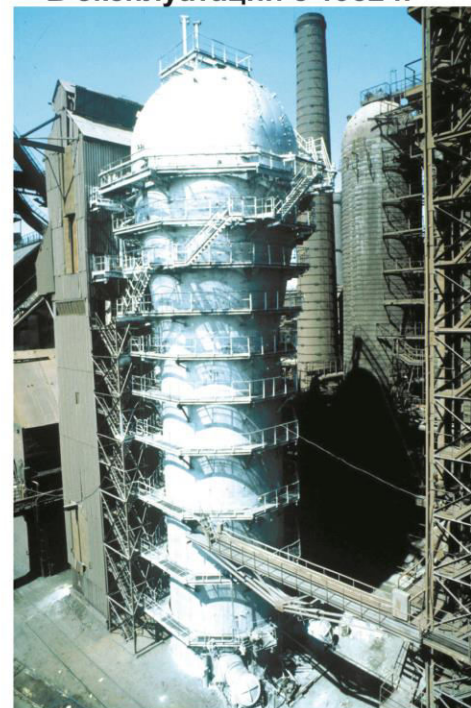
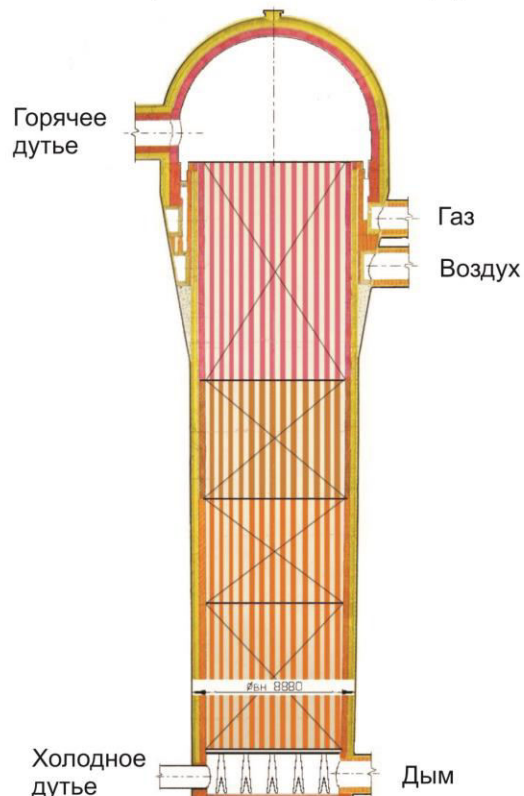
Максимальная температура горячего дутья при длительной эксплуатации - 1250°C

Бесшахтные воздухонагреватели.

Не имеют камеры горения и связанных с ней недостатков.

Наш первый опыт сооружения бесшахтного воздухонагревателя в России.

Россия. Нижний Тагил. ОАО "НТМК". ДП объемом 1500м³
 Бесшахтный воздухонагреватель с кольцевой форкамерой.
 В эксплуатации с 1982 г.



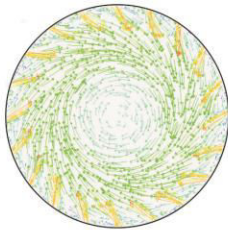
В основании купола расположена короткая (1м) кольцевая форкамера, в нижней части которой установлено несколько десятков керамических горелок малого калибра. Воздухонагреватель имеет расширенный купол. Кольцевые коллекторы газа и воздуха расположены внутри кожуха, применяется такое же оборудование, что и при керамических горелках.

Эксплуатируется без ремонтов 27 года и находится в хорошем состоянии.

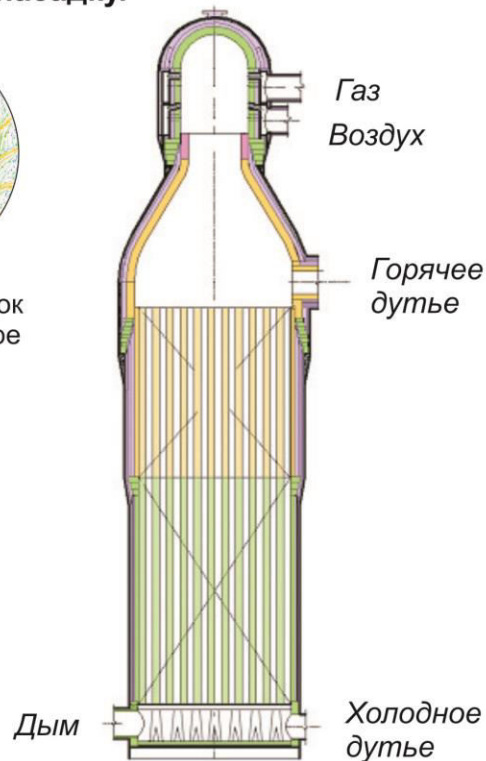
Температура горячего дутья - 1200 °С, опробован на температуру горячего дутья - 1350 °С.

Наша основная конструкция сегодня.
Бесшахтный воздухонагреватель Калугина (ВНК)

Горелка форкамерного типа со струйно-вихревой подачей газа и воздуха, установлена на верху купола и обеспечивает очень хорошее сжигание газа до входа в насадку.

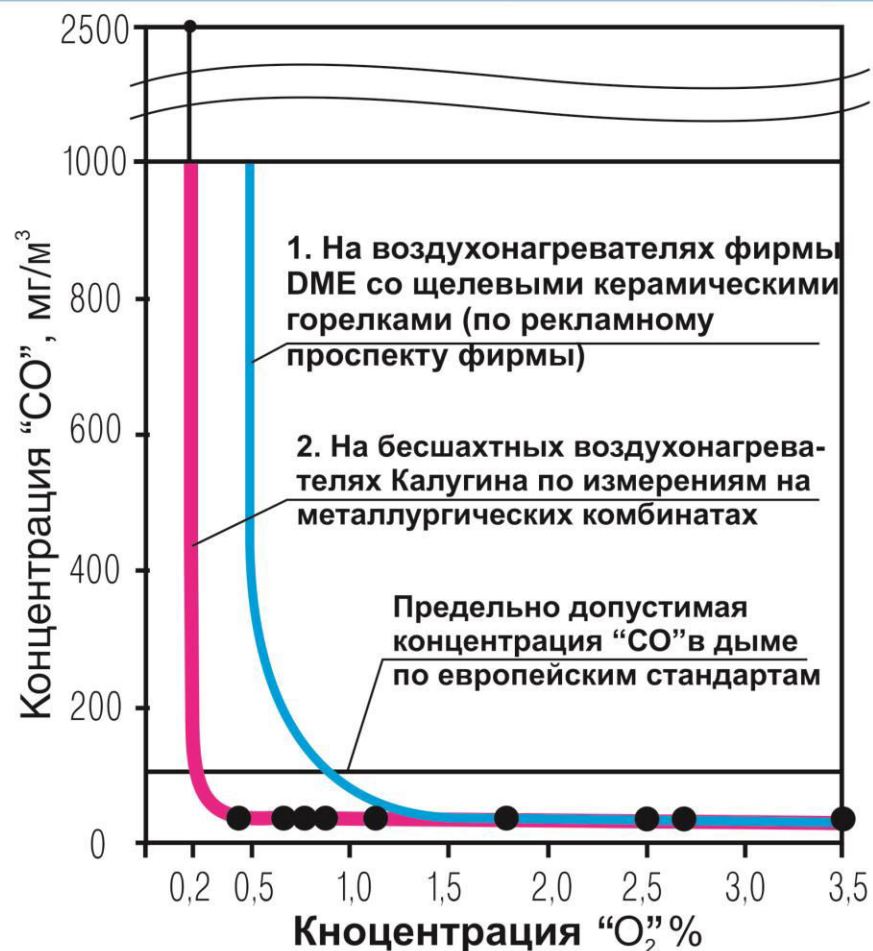


Закрученный поток газов в форкамере



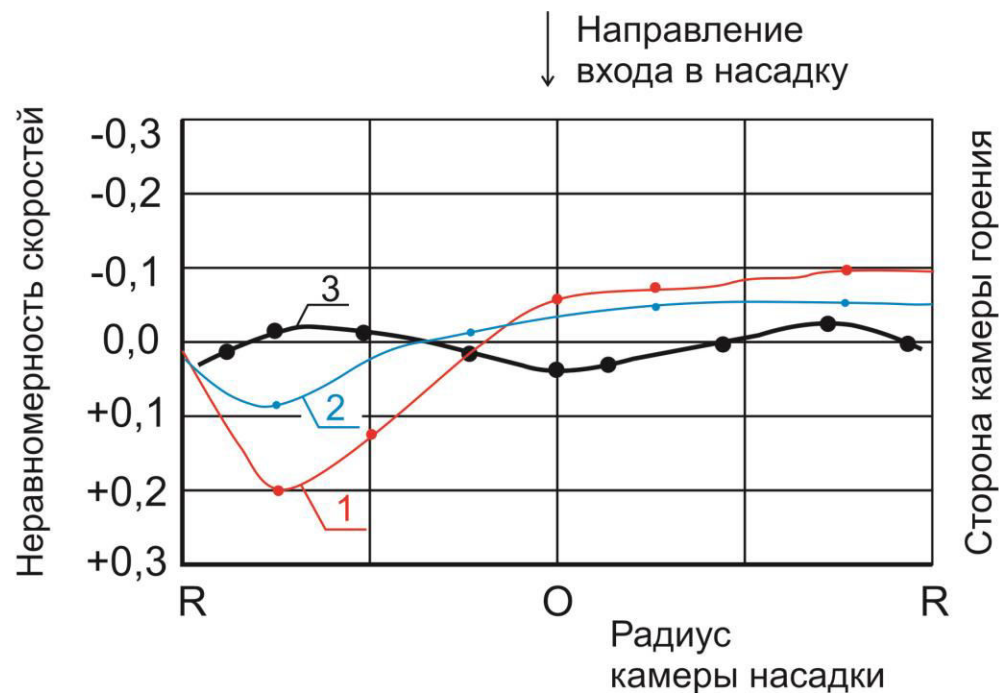
Первый воздухонагреватель эксплуатируется без проблем с 1992 года.

- Воздухонагреватели хорошо вписываются в существующие габариты блока при реконструкции;
- Применяется обычное оборудование;
- “Короткое замыкание” в этих воздухонагревателях исключено;
- Пульсирующее горение полностью отсутствует на всех режимах работы;
- Сопротивление воздухонагревателя с горелкой невелико и достаточно существующих давлений газа;
- Имеется весьма равномерное распределение продуктов горения по насадке (95-97%);
- Возможно работать с подогревом газа и воздуха горения до 600°C;
- Поднасадочное устройство безбалочной конструкции позволяет работать с максимальной температурой дыма 500°C;
- Применяется блочная шестигранная насадка с поверхностью нагрева 48 м²/м³ и 64 м²/м³;
- Достигнутая температура горячего дутья - 1300 °С. Возможно достижение температуры горячего дутья 1400°C при использовании рядовых огнеупорных материалов (динас, муллитокорунд, шамот);
- Срок службы без капитального ремонта - 30 лет;
- Малые габариты, экономия огнеупорных материалов при строительстве 30-50%;
- Конструкция запатентована.



Зависимость концентрации монооксида углерода "CO" от концентрации кислорода "O₂" в отходящем дыме воздухонагревателей при работе на полной тепловой мощности.

Лучшее сгорание газа в бесшахтных воздухонагревателях Калугина обеспечивается специальным закручиванием струй газа и воздуха в форкамере.



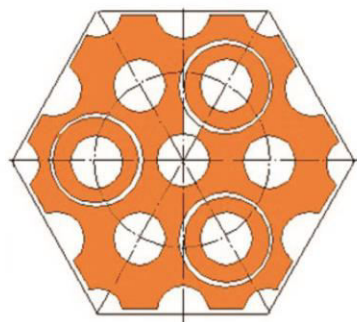
Распределение скоростей продуктов горения на входе в насадку

1- воздухонагреватель с внутренней камерой горения;

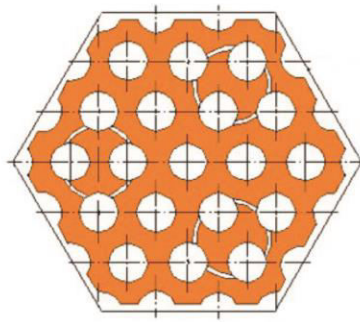
**2- воздухонагреватель с наружной камерой горения
(типа "Didier-Werke");**

3- воздухонагреватель Калугина

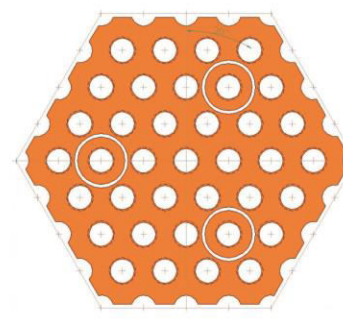
Симметричное и более равномерное распределение продуктов горения по насадке в воздухонагревателях Калугина достигается специальной закруткой потоков в форкамере.



a)



b)



c)

Кирпич насадочный шестигранный

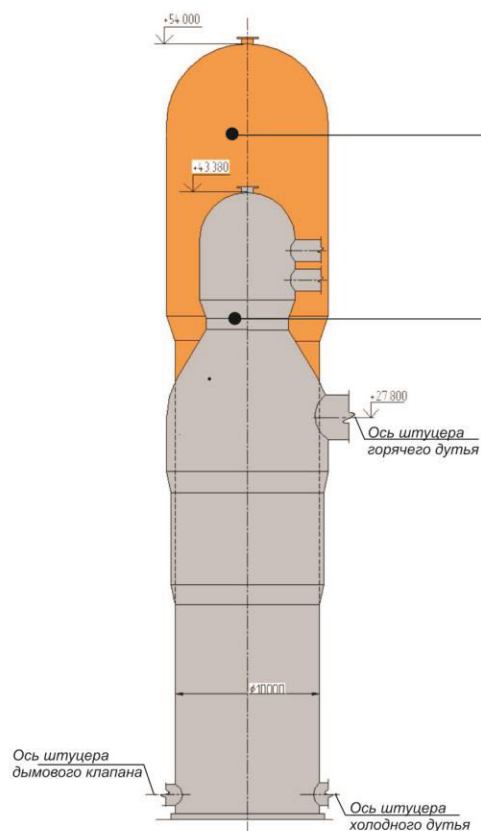
a) с каналами диаметром 40 мм, с поверхностью нагрева $32.7 \text{ м}^2/\text{м}^3$ - стандартный блок в Росси;

b) с каналами диаметром 30 мм, с поверхностью нагрева $48 \text{ м}^2/\text{м}^3$ или $48,7 \text{ м}^2/\text{м}^3$ - используется в ВНК;

c) с каналами диаметром 20 мм, с поверхностью нагрева $64 \text{ м}^2/\text{м}^3$ - начал использоваться в ВНК;

Испытанное на практике распределение разных марок огнеупора по высоте насадки гарантирует работу насадки без забивания пылью и шлаком в течение 30 лет

Сравнение габаритов воздухонагревателей

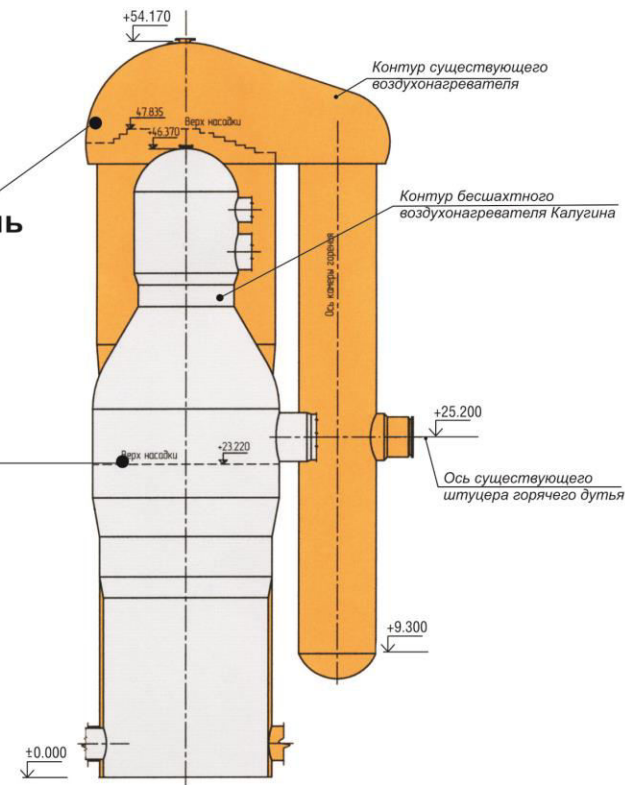


Существующий воздухонагреватель с внутренней камерой горения доменной печи объемом 3 000 м³ Западно-Сибирского металлургического комбината (г. Новокузнецк, Россия)

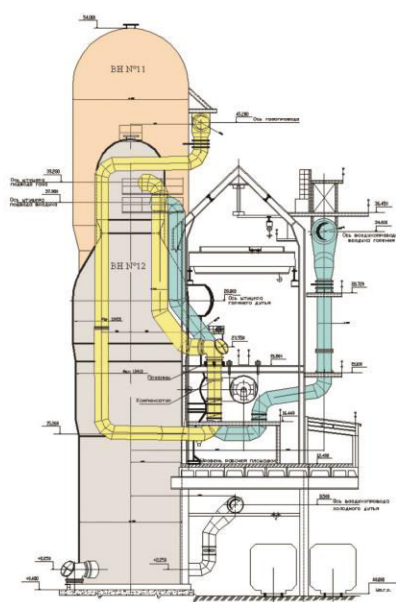
Воздуонагреватель Калугина такой же тепловой мощности

Существующий воздухонагреватель с наружной камерой горения доменной печи объемом 5 500 м³ Череповецкого металлургического комбината "Северсталь" (г. Череповец, Россия)

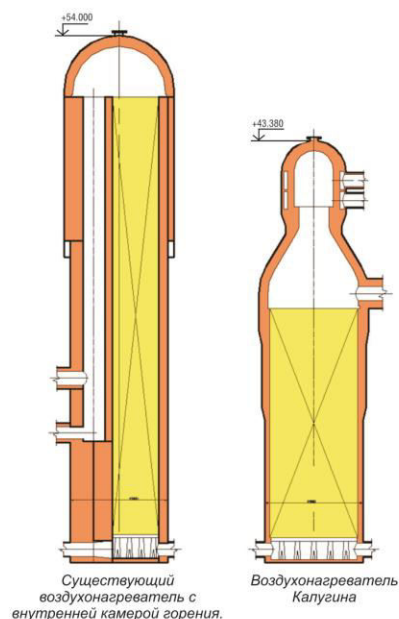
Воздуонагреватель Калугина такой же тепловой мощности



Расположение воздухонагревателя Калугина в существующем блоке воздухонагревателей с внутренней камерой горения на доменной печи объемом 3 000 м³



Расположение воздухонагревателя Калугина в существующем блоке



Сравнительные размеры воздухонагревателей одной тепловой мощности



**Россия. г. Новокузнецк. ОАО "ЗСМК". ДП №3 объемом 3000 м³.
Справа - бесшахтный воздухонагреватель Калугина, в эксплуатации с 2002г.
Слева - 3 воздухонагревателя с внутренней камерой горения.**



Россия. г. Новокузнецк. ОАО “ЗСМК”.
 ДП №1 объемом 3000 м³.
 Бесшахтный воздухонагреватель
 Калугина в центре. В эксплуатации с
 2005г. На этой печипостроены еще два
 воздухонагревателя Калугина



Россия. г. Череповец. ОАО “Северсталь”. ДП №4 объемом 2700 м³.
 Блок воздухонагревателей Калугина, в эксплуатации с 2005г.



Россия. г. Нижний тагил. ОАО “НТМК”. ДП №6 объемом 2200 м³.
 Справа - один из оставшихся аппаратов старого блока,
 имевшего 5 воздухонагревателей с внутренней камерой горения.
 Слева - новый блок из 3 бесшахтных воздухонагревателей
 Калугина, в эксплуатации с 2004г.
 Достигнутая температура горячего дутья - 1300 °С.



Россия. г. Нижний тагил. ОАО “НТМК”. ДП №5 объемом 2200 м³.
 Блок воздухонагревателей Калугина, в эксплуатации с 2006г.



Украина. г. Запорожье. ОАО "Запорожсталь". ДП объемом 1500м^3
Блок воздухонагревателей Калугина, в эксплуатации с ноября 2004 г.
Первый блок бесшахтных воздухонагревателей Калугина на Украине.



Украина. г. Енакиево. Енакиевский металлургический завод. ДП объемом 1500м^3 .
Блок воздухонагревателей Калугина в эксплуатации с 2007г.



**КИТАЙ. Лайуский меткомбинат. ДП объемом 750м^3
Блок воздухонагревателей Калугина, в эксплуатации с 2002 г.
Первый блок бесшахтных воздухонагревателей Калугина в Китае.**



**КИТАЙ. Лайуский меткомбинат. ДП объемом 2200м^3 .
Блок воздухонагревателей Калугина,
в эксплуатации с июня 2004**



**КИТАЙ. Цзинаньский меткомбинат. ДП объемом 1750 м³.
 Блок воздухонагревателей Калугина, в эксплуатации с 2003г.
 На этом комбинате введены в эксплуатацию блоки
 воздухонагревателей Калугина ещё на двух печах такого же
 объема.**



**КИТАЙ. Шоугангский меткомбинат. ДП объемом 1160 м³.
 Блок воздухонагревателей Калугина, в эксплуатации с 2004г.
 Слева - малые воздухонагреватели Калугина, подогревающие
 воздух горения до 450 °С**



**КИТАЙ. Шоугангский меткомбинат. ДП объемом 1780 м³.
 Блок воздухонагревателей Калугина, в эксплуатации с мая 2006г.
 Подогрев воздуха горения в малых ВНК (стоят справа) до 600 °С.
 Работает с температурой горячего дутья - 1250 °С и расходом
 пылеугольного топлива 200 кг/т чугуна.**



**Индия. Метзавод "Сан Флаг" . ДП объемом 350 м³.
 Блок воздухонагревателей Калугина в эксплуатации с 2007г.
 Первый блок воздухонагревателей Калугина подстроенный в
 Индии.**



КИТАЙ. Хуайгангский меткомбинат. Две ДП объемом 450 м³ каждая. Блоки воздухонагревателей Калугина, в эксплуатации с 2004г.



КИТАЙ. Тяньзиньский меткомбинат. ДП объемом 3200 м³. Блок воздухонагревателей Калугина, в эксплуатации с мая 2006г.

Общее количество ВНК на 15.05.2013

В эксплуатации	- 160 ВНК
В процессе строительства	- 28 ВНК
Проектируются	- 22 ВНК
<hr/>	
Всего в работе	- 210 ВНК

Количество ВНК в эксплуатации по странам:
Россия - 32, Китай - 91, Украина - 9, Казахстан - 2,
Индия - 18, Япония - 5, Сирия - 3

По всем вопросам разработки технических предложений, расчетов, проектирования, строительства и пуска в эксплуатацию бесшахтных воздухонагревателей просим обращаться:

ЗАО “КАЛУГИН”

6200078, г. Екатеринбург, ул. Мира, 33

тел.: +7(343) 216-50-53, 216-50-54

факс: +7 (343) 216-50-56

mail@kalugin.biz

www.kalugin.biz