

Элементы конструкции трубчатой печи

Камера радиации

Камера, в которой происходит горение топлива, называется **радиантной**. В неё расположены радиантные трубы, которые принято называть экраном. Эти трубы закреплены на специальных подвесах, которые называют серьгами.

Камера радиации. Факела. Подовый экран



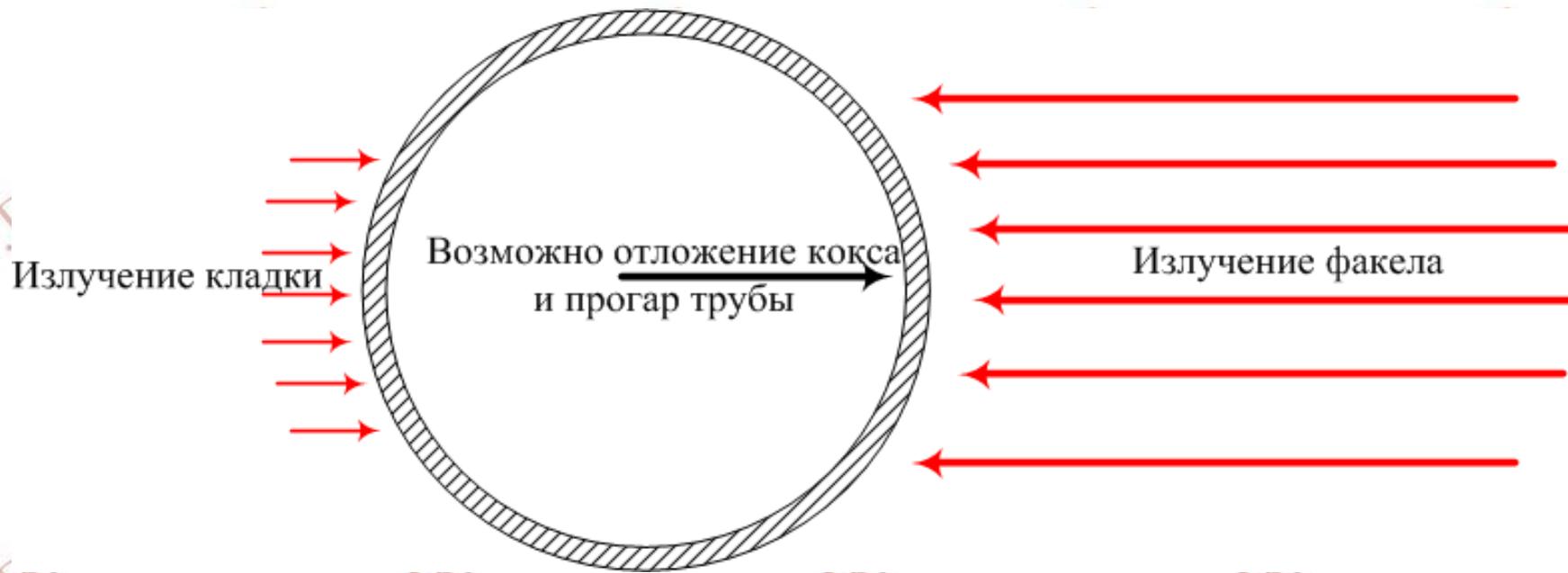
Камера радиации. Сводчатый экран. Подвеска труб.



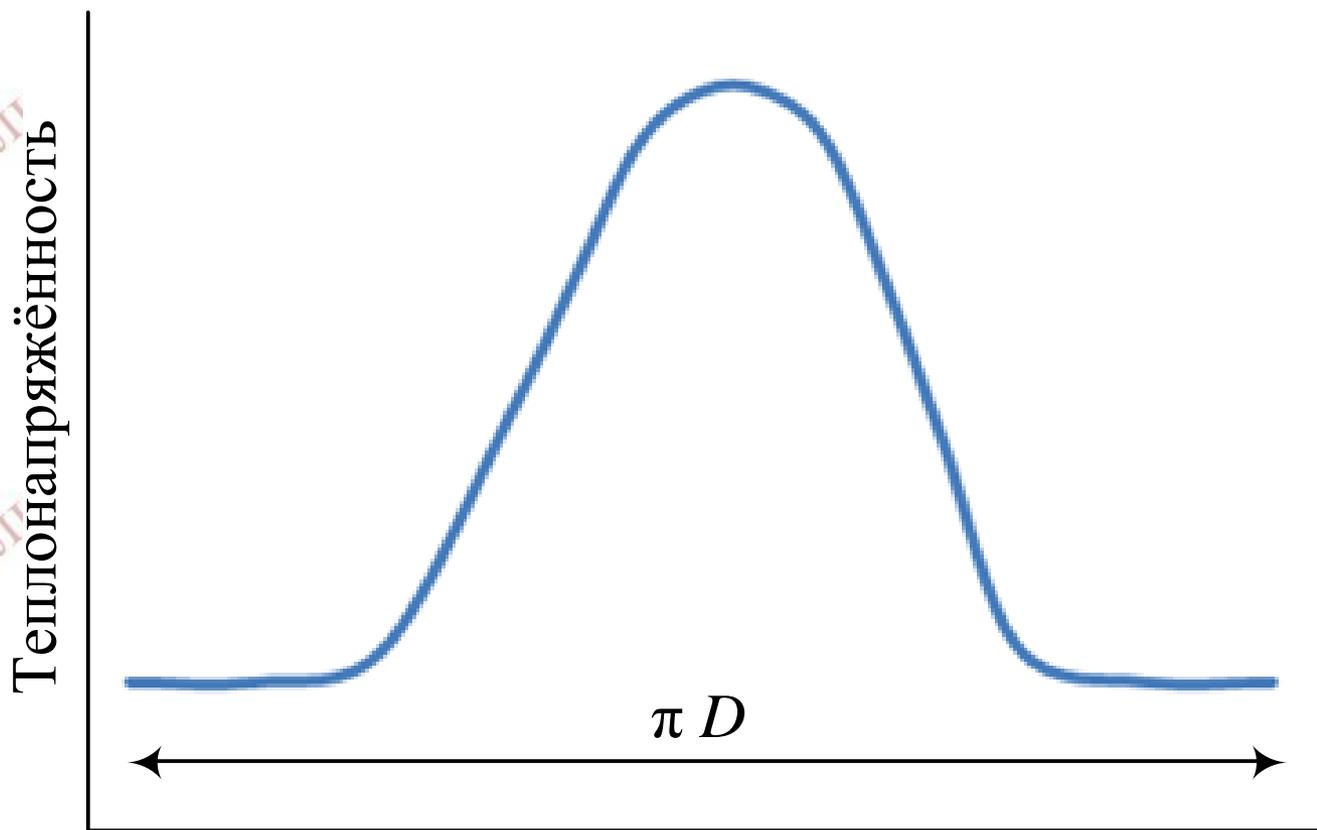
Теплота от факела к экрану радиантных труб передаётся в основном излучением.

Температура в радиантной камере примерно 1600-1800°C. Это очень плохо, так как при такой температуре азот начинает окисляться кислородом с образованием оксидов — очень вредных веществ.

Облучение одиночной трубы камеры радиации

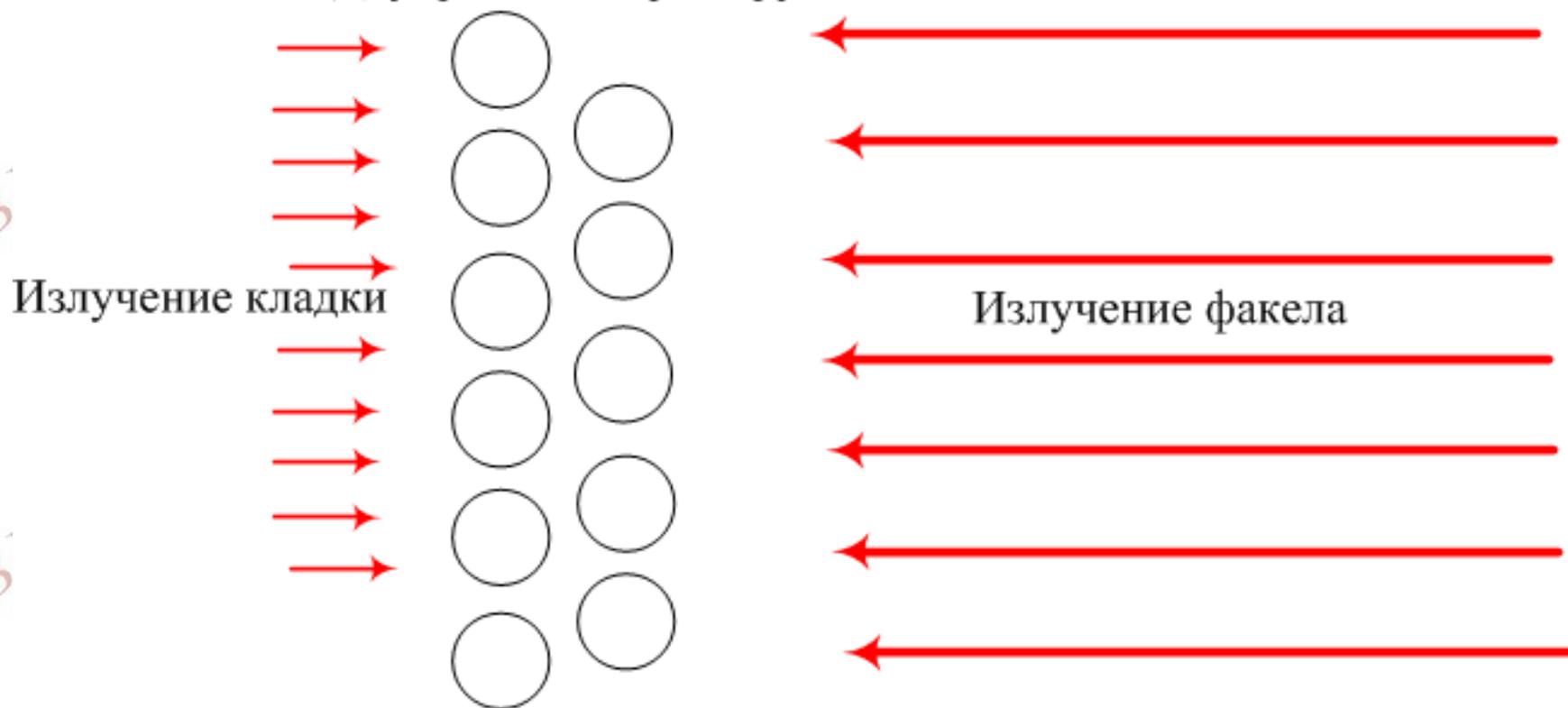


Теплонапряжённость одиночной трубы камеры радиации



Теплонапряжённость двухрядного экрана труб

Двухрядный экран труб



Второй ряд труб оказывается в тени первого. А так как основным способом передачи теплоты в камере радиации является тепловое излучение, то делаем вывод: **двухрядное расположение труб неэффективно.**

У труб радиантной камеры теплонапряжённость может достигать 70 кВт/м^2 – огромная величина!

Поэтому трубы радиантной камеры делают из очень дорогой стали, способной выдерживать длительное воздействие высоких температур.

Продукты сгорания (ПС) покидают радиантную камеру с температурой примерно $750-850^{\circ}\text{C}$. В шатровых печах они «переваливаются» в камеру конвекции через стенку, которую так и называют — **перевальная**. В камере **конвекции** передача теплоты осуществляется в основном конвекцией, так как ПС уже остыли и тепловое излучение ослабло (закон Стефана-Больцмана!)

В старых печах дымовые газы после камеры конвекции попадают в печной бор и направляются в дымовую трубу. Назначение дымовой трубы — создание тяги в печи (разрежения) и рассеивание продуктов сгорания.

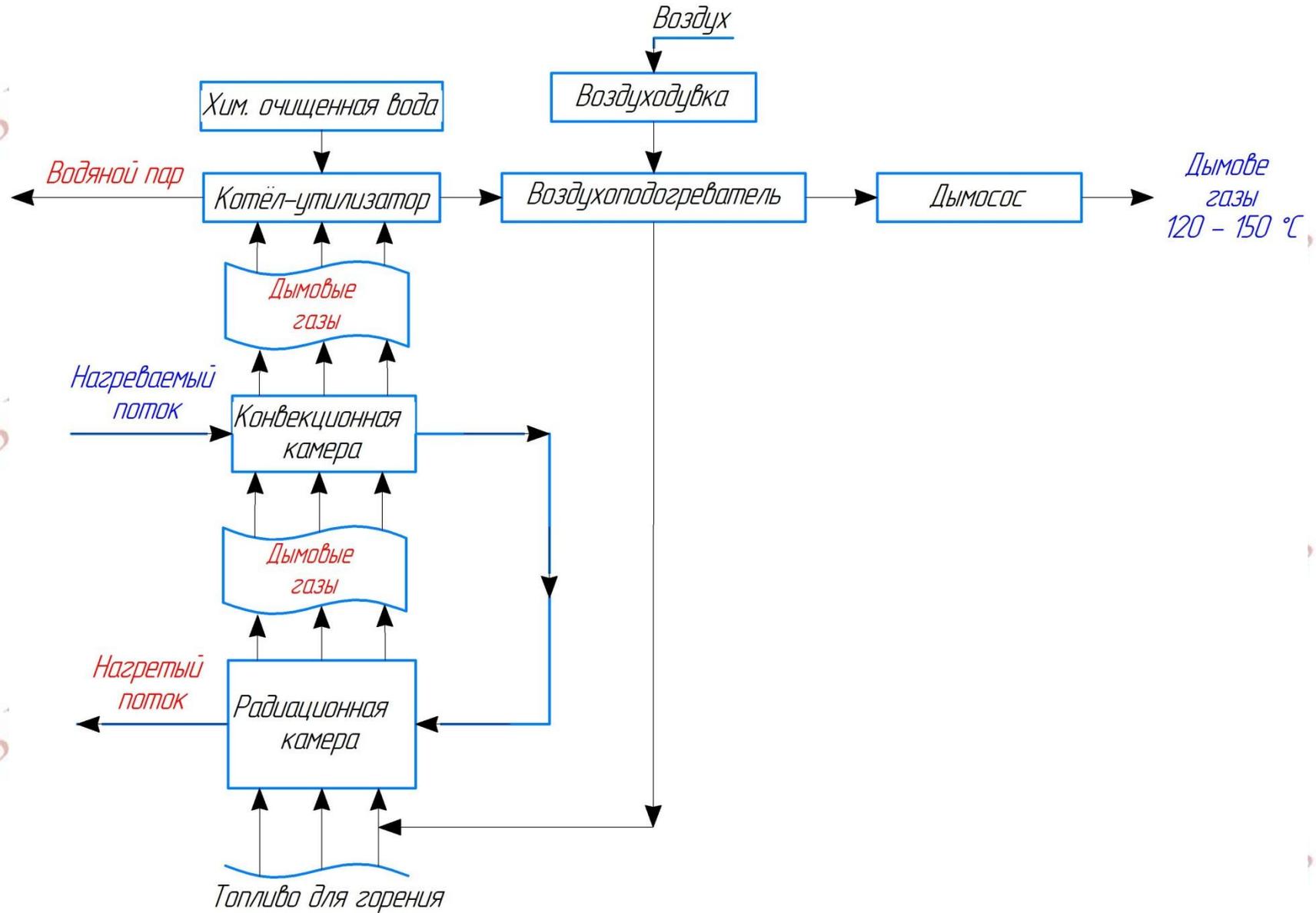
Температура продуктов сгорания после печи 420-450°C. Это очень высокая температура.

Много теплоты выбрасывается в окружающую среду. Но если температуру на выходе понизить, то пропадёт тяга.

В современных печах предполагается глубокая
утилизация теплоты продуктов сгорания
топлива. После камеры конвекции ПС
направляются в котёл-утилизатор (КУ) для
выработки НВП.

После КУ дымовые газы поступают в **воздухоподогреватель** для подогрева воздуха, поступающего на горение. В результате ПС охлаждаются до температуры 120-150°C. Это довольно низкая температура, тяги в печи не будет. Поэтому перед дымовой трубой устанавливается **дымосос**.

Печь с блоком утилизации тепла дымовых газов



Грелочные устройства трубчатой печи

Топливо будет гореть только в том случае, если есть окислитель. В качестве такового используется атмосферный воздух. Но его надо смешать с топливом. Полученная смесь должна устойчиво гореть.

Горелочные устройства предназначены для обеспечения устойчивого сгорания топлива и возможности регулирования процесса горения.

Все горелочные устройства можно разделить
на:

газовые;

жидкотопливные;

комбинированные.

Газовая горелка предназначена для сжигания газообразного топлива.

В обычной домашней газовой плите как раз и применяются газовые горелки, которые называют конфорками.

Жидкотопливная горелка предназначена для сжигания жидкого топлива.

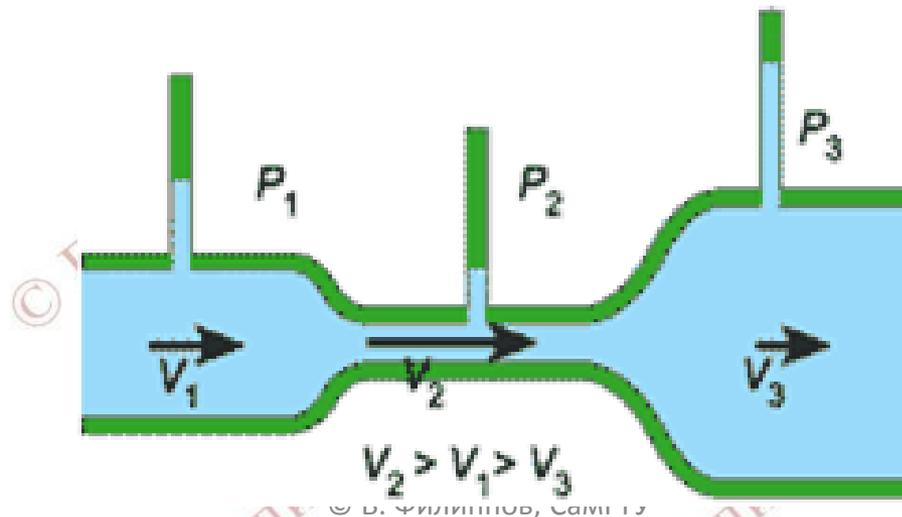
Комбинированная горелка предназначена для раздельного или совместного сжигания газообразного и жидкого топлива.

Способы подачи воздуха на горение

Для горения топлива необходимо подавать воздух. Организовать подачу можно двумя способами: подсосом из окружающей среды (инжекционные горелки) или с помощью специального дутьевого устройства.

Инжекция - процесс непрерывного смешения двух потоков веществ и передачи энергии инжектирующего (рабочего) потока инжектируемому потоку.

Эффект основан на уравнении Бернулли.



Следующая задача – как можно быстрее смешать воздух с топливом. Это также происходит в горелке.

По способу смешения топлива и воздуха горелки бывают следующих типов.

Горелка без предварительного смешения: в ней топливо и воздух смешиваются за выходными отверстиями горелки.

Горелка с полным предварительным смешением: в ней топливо смешивается с воздухом перед выходными отверстиями горелки или в которую подводится готовая горячая смесь.

Горелка с неполным предварительным смешением: в ней топливо не полностью смешивается с воздухом перед выходными отверстиями горелки.

Для розжига основной горелки применяются **запальные горелки.**

Запальные горелки бывают следующих типов.

Стационарная запальная горелка – жёстко соединена с основной горелкой.

Переносная запальная горелка: предназначена для поочередного розжига нескольких основных горелок.

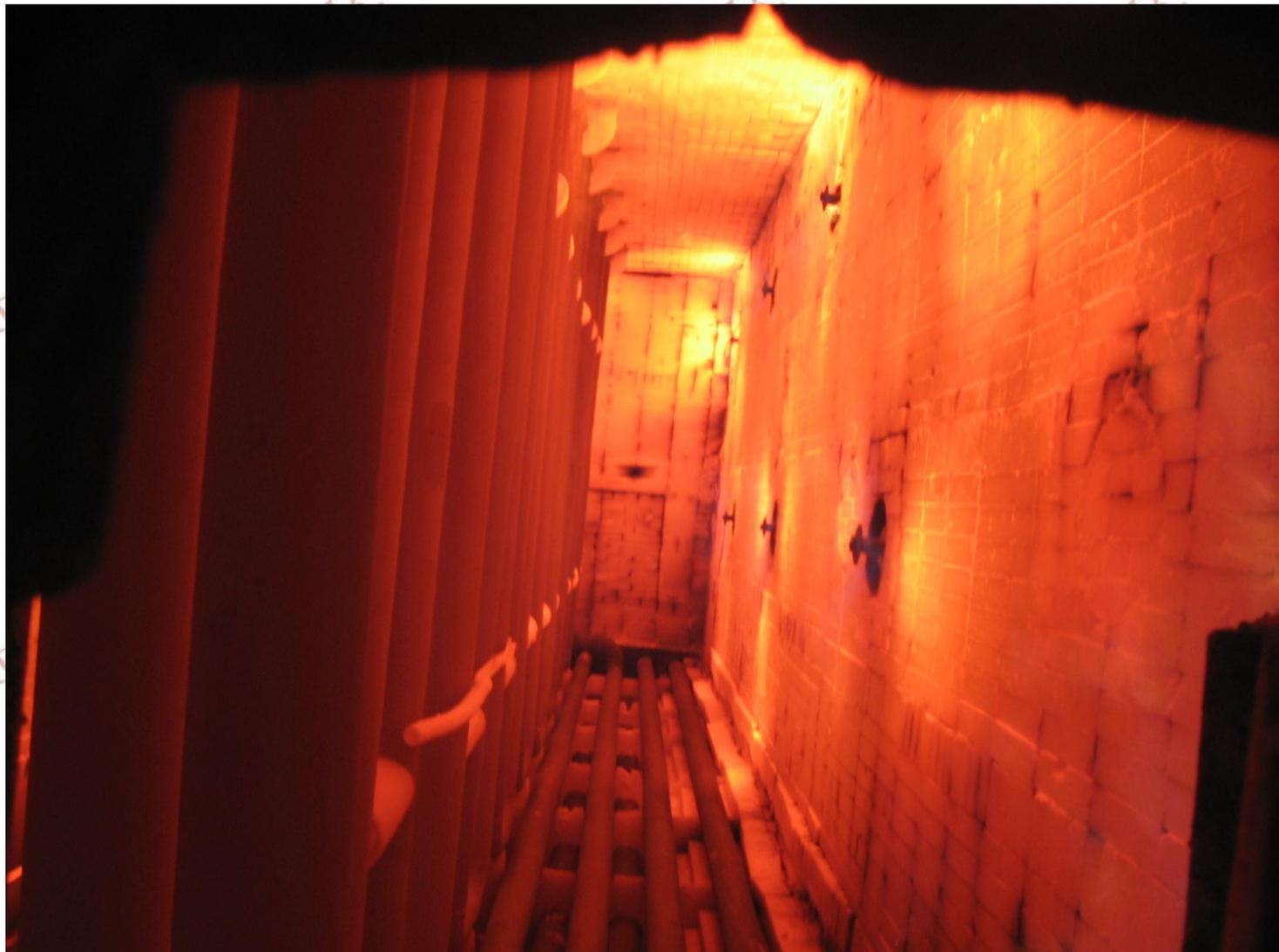
Пилотная горелка – это стационарная запальная горелка, снабженная устройством контроля пламени.

В газомазутных горелочных устройствах жидкое топливо сначала нужно перевести в мелкодисперсное состояние. Для этого используется НВП, который называют форсуночный пар. Он подаётся в мазут перед его смешением с воздухом.

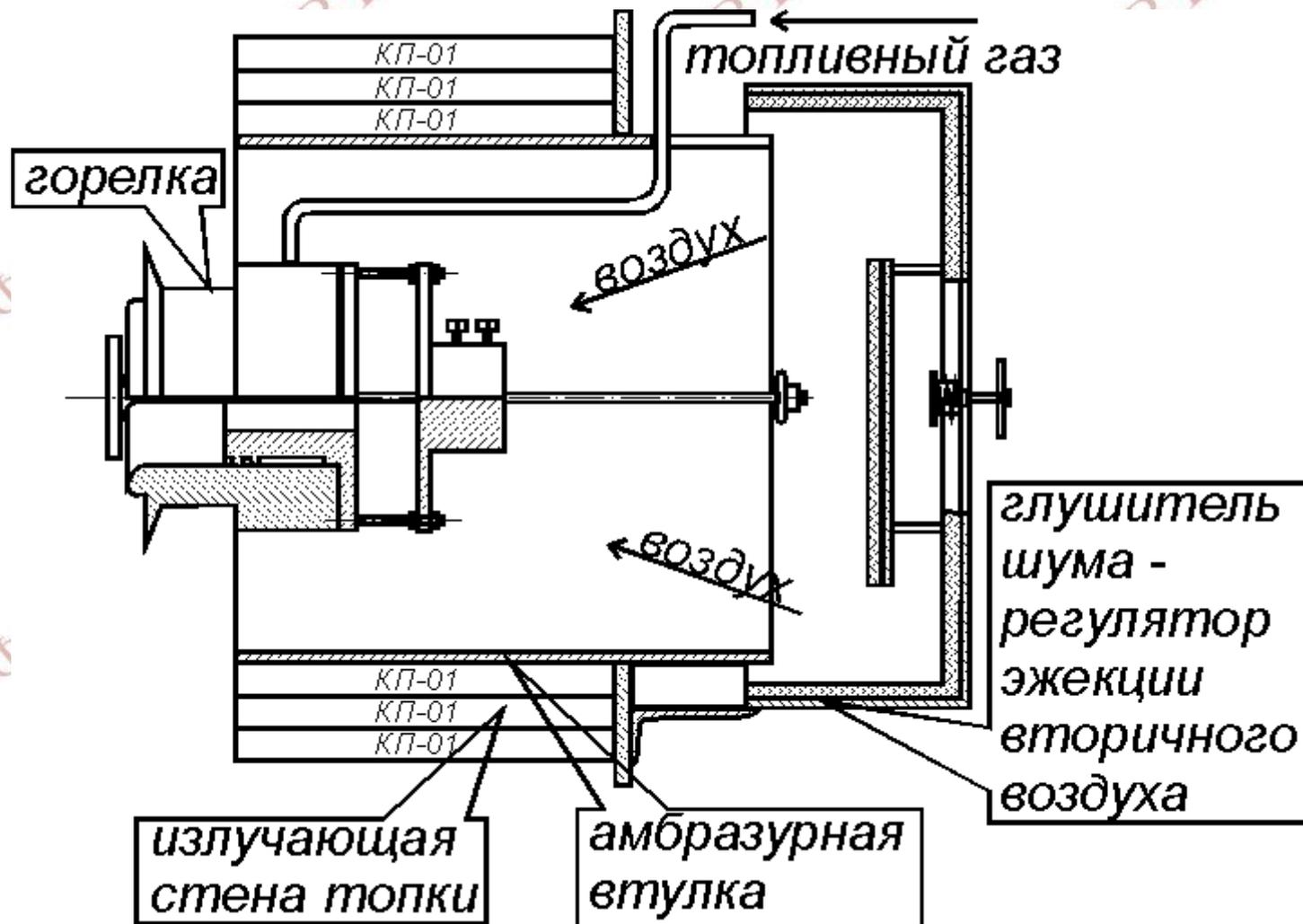
Факельные горелки шатровой печи КНПЗ



Горелки АГГ печи пиролиза этана ЗАО «Нефтехимия», разработка СамГТУ



Горелки АГГ печи пиролиза этана ЗАО «Нефтехимия», разработка СамГТУ



Для обеспечения длительной и эффективной работы трубчатой печи необходимо сделать температуру в радиантной камере по возможности **безградиентной**, т.е. выровнять её. А также **понижить максимальную температуру пламени** для предотвращения оксидов азота.

Для обеспечения длительной и эффективной работы трубчатой печи необходимо сделать температуру в радиантной камере по возможности **безградиентной**, т.е. выровнять её. А также **понижить максимальную температуру пламени** для предотвращения оксидов азота.