

УЛУЧШЕНИЕ РАБОТЫ КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗА СЧЕТ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ВСТАВКИ

Гусалов М.Р. вед. инженер, Чайка Т.Г. инженер I кат.

Институт Технической Теплофизики Национальной Академии Наук Украины, г. Киев

Приведены результаты исследований технологии вторичных излучателей с каталитическим покрытием для цели модернизации котлов малой и средней мощности, рассмотрены технические и экономические аспекты применения данного метода.

The results of studies of technology secondary emitters with catalytic coating for the modernization of small and medium power boilers, reviewed the technical and economic aspects of this method

Ключевые слова: котлы малой и средней мощности, энергетическая эффективность, интенсификация теплообмена.

В результате решения задачи сокращения потребления энергоресурсов, которая направлена на экономию топлива меняется состав топлива, что негативно отражается на экологии и приводит к снижению мощности КПД и сокращения сроков службы котельного оборудования. в связи с этим вопросы модернизации и адаптации существующего оборудования для работы на топливе с более низкой калорийностью, чем предполагалось при постройке котельной техники, и их экономии является достаточно актуальным заданием. Одним из способов повышения эффективности работы котлов – метод установки вторичных излучателей с каталитическим покрытием в топку котла. Установка излучателя меняется аэродинамические и кинетические процессы, протекающие в топке, так же интенсифицирует теплообменные процессы в топке. Результатом установки вторичного излучателя является снижение количества оксидов азота в продуктах сгорания, перераспределение температур и аэродинамических токов по топке, что позволяет устранить локальные перегревы, поднять КПД топки и продлить срок службы оборудования [1].

Вторичный излучатель с каталитическим покрытием представляет собой металлический цилиндр, изготовленный из нержавеющей стали с напылением на внутреннюю и внешнюю поверхность дополнительного металла, который устанавливается в топке котла по оси горелочного устройства. Оптимальные геометрические размеры вторичного излучателя определяются расчётным и эмпирическим путём на основании экспериментально обоснованных методик, разработанных в Институте технической теплофизики НАН Украины. Толщина стали определяется расчётными температурами и уточняется исходя из дополнительных замеров температуры в топке котла, которые необходимо провести в ходе проектно-конструкторских работ. Каталитическая вставка может быть изготовлена из листовой стали, либо из прокатной стали на металлическом каркасе из нержавеющей стали. Вставка имеет сборно-разборную конструкцию позволяющую осуществлять его монтаж-демонтаж на действующем котле, через амбразуру горелочного устройства.

Крепление вставки в топке осуществляется путём его опирания на стенки котла с помощью ребер, и фиксация в оптимальной точке благодаря удлиненному нижнему ребру.

Установка каталитической вставки приводит к интенсификации топочного теплообмена путём изменения геометрии топочного пространства с учётом процессов аэродинамики, распределения температурных градиентов, скоростей и полноты протекания химических реакций. В свою очередь это приводит к стабилизации и интенсификации и ускорению процессов горения и, как следствие, снижению вредных выбросов CO и NO_x .

При установке в топках промежуточных экранов-излучателей видимый коэффициент лучеиспускания топки, а, следовательно, и теплоотдача в ней возрастают с увеличением отношения поверхности излучателя к поверхности нагрева, углового коэффициента излучения [4].

Установка каталитической вставки коренным образом изменяет аэродинамические и кинетические процессы, протекающие в топке котла, обеспечивает максимальную полноту тепловыделения топлива, повышает теплонпряженность камеры сгорания и интенсифицирует теплообменные процессы.

Процесс горения в этом случае протекает следующим образом. Топливо подается в горелку, смешиваясь с воздухом, и поступает в топочную камеру. Горение топлива происходит в объеме каталитической вставки. Далее продукты сгорания поступают в топку котла, затем в конвективный пучок дымогарных труб и дымовую трубу. За счёт возникновения зоны разрежения в корне факела возникает внутренняя рециркуляция дымовых газов из потока, уходящего в конвективную часть котла в ядро горения, что сни-

жает его температуру и восполняет недостаток кислорода. Результатом этого является снижение количества оксидов азота в продуктах сгорания.

При низкотемпературном сжигании эффективность рециркуляции может оказаться незначительной, но при сжигании газа и мазута в высоконапряженных топках даже умеренная рециркуляция дымовых газов позволяет уменьшить коэффициент избытка воздуха идущего на горение, в 3...4 раза снизить выбросы NO_x и добиться полной утилизации углерода. Кроме того, происходит перераспределение температур, что позволяет исключать локальные перегревы, увеличить КПД топки, снизить нагрузку на конвективную часть котла и продлить сроки эксплуатации оборудования.

Нанесенные на поверхность вставки дополнительные металлы, выбираются из соображений большей интенсификации теплообмена в топке [2]. Для напыления на внутреннюю поверхность вставки хорошо подходят металлы, обладающие большой степенью черноты, приводящие к более быстрому и интенсивному нагреву излучателя до температуры переизлучения теплового потока на стенки топки. Материалы внешней поверхности в зависимости от варианта использования каталитической вставки могут либо вообще отсутствовать, тогда на поверхности начинается, образовывается пленка двуокиси металла из которого выполнена вставка, либо выбираться из цели ускорения протекания химических процессов горения. Примерами таких материалов являются: молибден, вольфрам, нихром, температуростойкие сплавы латуни, ванадий, фехраль [3].

Внутренняя рециркуляция приводит к нагреву воздуха и топлива, поступающих на горение, КПД топки котлов может быть определен по формуле:

без подогрева воздуха и топлива:

$$\eta = \frac{(Q_H - V_B \cdot \alpha \cdot C_{yx} \cdot T_{yx})}{Q_H} \cdot 100\%$$

с подогревом:

$$\eta = \frac{(Q_H - V_B \cdot \alpha \cdot C_{yx} \cdot T_{yx} + V_T \cdot \alpha \cdot C_{BF} \cdot T_{BF})}{Q_H} \cdot 100\%$$

где Q_H – низшая теплотворная способность топлива;

V_T, V_B – подогретый и теоретический объёмы воздуха, идущего на горение;

α – коэффициент избытка воздуха;

C_{вр}, C_{yx} – теплоёмкость газов рециркуляции и уходящих дымовых газов;

T_{вр}, T_{yx} – температура газов рециркуляции и уходящих дымовых газов.

Проведенные численные расчеты, показали, что ожидаемое повышение температуры газа и воздуха, идущих на горение на 100 °С приводит к повышению КПД топки на 9,5 %. В целом установка каталитической вставки позволяет повысить КПД котла до 1,5...2,0 %, что приведёт к снижению потребления природного газа до 4,0 %.

Капиталовложения на производство одной вставки составляют приблизительно 10-15 тыс. грн. Срок окупаемости при работе котла в номинальном режиме составляет до одного отопительного сезона.

Таблица 1 – Эффект от внедрения каталитической вставки

№	Наименование параметра	Размерность	Котел ВК-21				Котел КСВТ-3,15			
			До		после		до		после	
			1	4	1	4	1	4	1	4
1	Теплопродуктивность	Гкал/час	0,75	1,4	0,75	1,4	0,88	2,42	0,88	2,42
2	Температура уходящих газов	T ⁰ С	100	148	94	135	94	160	90	151
3	ККД котла, брутто	%	91,7	90,8	92,3	91,9	91,3	91,6	91,8	92,1
4	Потери тепла, q ₂	%	3,8	7	2,9	5,8	3,8	6,6	3,4	6,1
5	Концентрация NO _x н.у., α = 1	мг/м ³	219	158	106	62	156	131	88	71
6	Концентрация СО н.у., α = 1	мг/м ³	17	16	3	2	15	14	1	0
7	Расход топлива	м ³ /час	108	181	105,8	177,3	113	332	110,7	325,3

Выводы

- Установка каталитической вставки локализирует зону горения, перераспределяет температуры по топке, обеспечивая максимальное выделение теплоты за счет сжигания топлива, не меняя при этом тепловое напряжение в топочном пространстве.
- Ускорение протекания химических процессов горения за счет нанесенных каталитических покрытий.
- Данный метод повышает КПД топочной камеры до 10%, чем снижает нагрузку на конвективные поверхности котла, продолжая тем самым срок службы оборудования
- Происходит выравнивание температурное поле и аэродинамические токи в топочной камере.
- Установка каталитической вставки позволяет уменьшить количество вредных веществ в продуктах сгорания топлива за счет создания внутренней рециркуляции и увеличивает КПД котла на 1-2%.
- Метод является малозатратным и быстро окупаемым, позволяющим снизить использование топлива, к примеру, природного газа, на 1,5-3%.

Литература

1. Родчатис К.Ф., Полтарецкий А.Н. Справочник по котельным установкам малой производительности / М.: Энергоатом - издат, 1989.-488 с.
2. К. Хаускрост, Э. Констаебл, Современный курс общей химии, Москва, «Мир», 2002, в двух томах, том 1, 539 с, том 2, 528 с. - 230 с.
3. Гришкова А.В., Красовский Б. М. Уменьшение выбросов оксидов азота от водогрейных котлов путем внесения в топку промежуточного излучателя с оптимальными параметрами // Промышленная энергетика. -2004. - №5. С. 32-33.
4. Кнорре Г.Ф. Теория топочных процессов – М.: Энергия – 1966. – 134 с.
5. Демченко В.Г., Сігал О.І. Водогрійний котел. Деклараційний патент на винахід №81487, МПК 2006, F24H 1/28, F23C 9/00 від 10.01.2008, бюл. №1.

УДК 536.24:697.326

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОТЛА

Кулик К.В., с.н.с. Дуняк О.В.

Институт Технической Теплофизики НАН Украины, г. Киев

В статье рассмотрены результаты экспериментальной работы проведенной отделом ПТТ ИТТФ НАН Украины по усовершенствованию топочных камер котлов малой мощности. Результатом исследований является изучение влияния внутри топочной рециркуляции дымовых газов на процесс сжигания органических топлив в жаротрубном котле.

The article reviewed the results of experimental of carried out by the Department of PTT ITTF NAS to improve the combustion chambers of boilers of small capacity. Result of the research is to study the effect inside the combustion flue gas recirculation in the process of burning fossil fuels in fire-tube boilers.

Ключевые слова: оптимизация работы котла, вторичный излучатель, повышение КПД, защита окружающей среды.

Одним из важнейших факторов, которые необходимо учитывать при выборе оборудования, являются малые выбросы вредных веществ. К ним относятся оксиды азота NO_x , эмиссия которых регулируется многочисленными нормативами. С наращиванием темпов научно-технического прогресса эти требования будут ужесточаться. Поэтому заказчики должны предъявлять конкретные требования к предложенной продукции. Для приведения котлов уже находящихся в эксплуатации к соответствию с требованиями отделом ПТТ предлагается использовать рециркуляционную вставку типа вторичный излучатель (ВИ). Рециркуляционная вставка представляет из себя плохо обтекаемое тело цилиндрической формы устанавливаемое в топку как показано на рисунке 1.