

М. А. Таймаров, Д. А. Шумков, И. М. Шакиров,
М. Р. Шарипов

МОДЕРНИЗАЦИЯ РАБОТЫ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Ключевые слова: паровой котёл, барабан, горизонтальный газоход, экран топки.

Представлено устройство для получения тепловой энергии на тепловых электростанциях в виде перегретого пара путем сжигания углеводородного топлива в камерных топках энергетических паровых котлов. Устройство может быть использовано в огнетехнических технологиях с использованием печей для повышения их эксплуатационной надежности.

Keywords: steam boiler, dryer, horizontal flue screen furnace.

Shows the device for heat energy production at thermal power plants in the form of superheated steam by burning hydrocarbon fuel in chamber furnaces energy steam boilers. The device can be used in refractory technologies with the use of furnaces to increase their reliability.

Введение

Паровой котел - устройство, предназначенное для получения пара (как правило, водяного) с давлением выше одной атмосферы за счет теплоты, получаемой при сгорании топлива, а также теплоты отходящих газов и теплоты конденсата (котлы конденсатного типа). В паровых котлах есть недостатки, которые снижают его эксплуатационные характеристики [5,6]. А именно:

1. При быстром наборе паропроизводительности котла происходит резкое повышение значений падающих тепловых потоков от продуктов сгорания на первую по ходу продуктов сгорания ступень пароперегревателя в горизонтальном газоходе и, как следствие, термическое разрушение металла труб, так как впрыскивающие пароохладители срабатывают по конечной температуре перегрева пара с запаздыванием по времени.

2. При быстром снижении паропроизводительности котла происходит резкое снижение значений падающих тепловых потоков от продуктов сгорания на первую по ходу продуктов сгорания ступень пароперегревателя в горизонтальном газоходе и, как следствие, снижение температуры пара, поступающего на последующие ступени пароперегревателя и снижение конечной температуры пара, поступающего на паровую турбину, так как дополнительные устройства по поддержанию температуры пара срабатывают с запаздыванием по времени. Результатом является перерасход топлива при выработке электроэнергии.

Данная статья направлена на решение задачи повышения эксплуатационной надежности работы первой по ходу движения продуктов сгорания ступени пароперегревателя и поддержания экономичности использования топлива в энергетических котлах тепловых электростанций при их работе на переменных режимах.

Экспериментальная часть

Данная задача решается путем применения на внутренних боковых поверхностях экранной и потолочной стенках топки котла датчиков теплового излучения от продуктов сгорания,

связанных электрическими связями с регулятором температуры перегрева пара и реагирующими с опережением по времени с подачей электрического сигнала на регулятор температуры исходя из величины падающего теплового потока на первую по ходу движения продуктов сгорания ступень пароперегревателя [1].

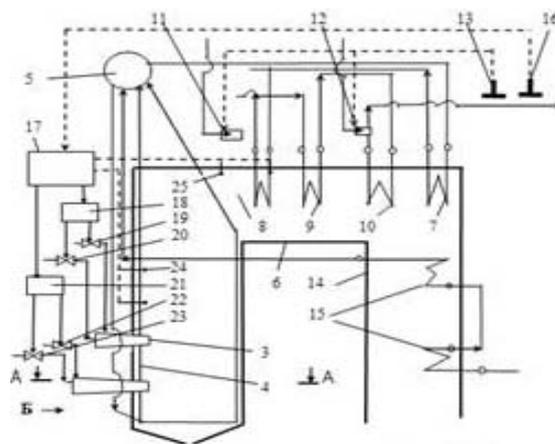


Рис. 1 – Общий вид котла: 3 - горелки 2-го яруса; 4 – экранная испарительная поверхность; 5 - барабан; 6 - горизонтальный газоход; 7,8,9,10 - 1-4-я ступени пароперегревателя; 11,12 – 1-й и 2-й – межступенчатые пароохладители; 13,16 - датчики температуры перегрева пара; 14 – опускной газоход; 15 - экономайзер; 17 – регулятор температуры перегрева пара; 18 – регулятор количества и качества смеси топлива и воздуха горелок 2-го яруса; 19 - задвижка с электроприводом для подачи воздуха в горелки 2-го яруса; 20 – задвижка с электроприводом для подачи топлива в горелки 2-го яруса; 21 - регулятор подачи количества и качества смеси топлива и воздуха в горелки 1-го яруса; 22 - задвижка с электроприводом для подачи воздуха в горелку 1-го яруса; 23 – задвижка с электроприводом для подачи топлива в горелку 1-го яруса; 24 - экранные датчики теплового излучения, 25 - потолочные датчики теплового излучения

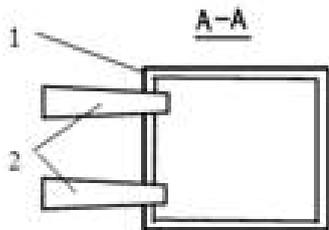


Рис. 2 – Топка с горелками: 1 - топка; 2 – горелки 1-го яруса

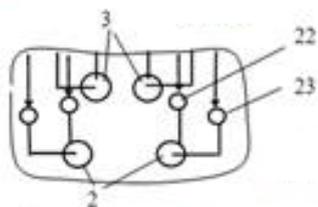


Рис. 3 – Задвижки с горелками: 2 – горелки 1-го яруса; 3 - горелки 2-го яруса; 22 - задвижка с электроприводом для подачи воздуха в горелку 1-го яруса; 23 – задвижка с электроприводом для подачи топлива в горелку 1-го яруса

Назначение элементов и узлов следующее.

Топка 1 с горелками 2 и 3 служат для сжигания топлива, поступающего через задвижки с электроприводами 20 и 23. В горелки 2 и 3 подается также подогретый воздух через задвижки с электроприводами 19 и 22. Экранная трубная испарительная поверхность 4 генерирует внутри труб пароводяную смесь, которая поступает в барабан 5 для сепарирования. В барабан 5 также поступает вода из экономайзера 15, расположенного в опускном газоходе 14 [2].

Из барабана 5 в пароперегреватель пар подается последовательно в первую ступень 7, затем во вторую ступень 8 и далее в третью 9 и четвертую 10 ступени пароперегревателя, после которых образуется перегретый пар, поступающий на паровую турбину. Ступени перегрева пара 7...10 размещены в горизонтальном газоходе 6.

Для контроля и последующего регулирования температуры перегрева применяются датчики температуры перегрева пара 13 и 16. Для исключения повышения температуры сверх допустимой применяются межступенчатые впрыскивающие пароохладители 11 и 12, срабатывающие на основании электрического сигнала с датчика 13.

Датчик 16 служит для интегрального регулирования температуры продуктов сгорания в горизонтальном газоходе 6 путем изменения количества топлива и воздуха, поступающего на горелки 2 и 3 1-го и 2-го ярусов. При повышении температуры перегретого пара электрический сигнал с датчика 16 поступает на регулятор 17 перегрева пара, от которого по программе, заложенной в ЭВМ, передаются два электрических сигнала. Один из них идет на регуляторы 18 количества и качества смеси топлива и воздуха на

горелки 2-го яруса, которые имеют раздельное управление задвижками с электроприводом для подачи воздуха 19 и для подачи топлива 20. Второй сигнал идет на регулятор 21 количества и качества смеси топлива и воздуха на горелки 1-го яруса, которые имеют раздельное управление задвижками с электроприводом для подачи воздуха 22 и для подачи топлива 23.

Экранные датчики 24 теплового излучения размещены в специальных лючках (на рис. 1...3 лючки позициями не обозначены) по стенам топки 1 и служат для регистрации величины падающего на экранную испарительную поверхность 4 теплового потока от продуктов сгорания и последующей выработки опережающего электрического сигнала и его подачи в блок сравнения (на рис. 1...3 позицией не обозначен) регулятора 17 температуры перегрева пара.

Потолочные датчики 25 теплового излучения размещены в специальных гильзах на боковых стенах под сводом топки (на рис. 1...3 гильзы позициями не обозначены) и служат для регистрации величины падающего на 2-ю ступень 8 пароперегревателя теплового потока от продуктов сгорания и последующей выработки опережающего электрического сигнала и его подачи в блок сравнения регулятора 17 температуры перегрева пара.

В отличительной части устройство работает следующим образом.

При резком повышении паропроизводительности котельной установки по программе ЭВМ, заложенной в регулятор 17 температуры перегрева пара, задается количество подаваемого топлива и воздуха в горелки 2 и 3 1-го и 2-го ярусов. Увеличиваются падающие на датчики 24 и 25 тепловые потоки. Значения этих потоков, преобразованные в электрические сигналы, поступают с опережением к остальным системам регулирования с применением датчиков 13,16, в блок сравнения (на рис. 1-3 блок сравнения позицией не обозначен) регулятора 17 температуры перегрева пара. Величина сигналов с датчиков 24 и 25 сравнивается с заложенным в компьютерной программе допустимыми значениями падающими тепловыми потоками [1].

При превышении допустимого значения падающего на датчики 25 теплового потока количество подаваемого топлива и воздуха на горелки 2 и 3 уменьшается с помощью регуляторов 18 и 21 и задвижек с электроприводами 19,20,22,23 по сигналу с блока сравнения регулятора 17 температуры перегрева пара. Снижение значения величины падающего теплового потока на 2-ю ступень пароперегревателя предотвращает повышение температуры металла труб 2-й ступени пароперегревателя и термическое разрушение этих труб [4].

При быстром снижении паропроизводительности падающие на датчики 24 и 25 из топки тепловые потоки сравниваются в блоке сравнения (на рис. 1...3 блок сравнения позицией не обозначен) регулятора 17 температуры

перегрева пара с минимально допустимыми, заложенными в компьютерную программу регулятора температуры 17. При снижении этих потоков ниже минимально допустимых блок сравнения регулятора 17 температуры перегрева пара выдает электрический сигнал на регуляторы 18 и 21 и на задвижки с электроприводами 19,20,22,23 для увеличения количества подаваемого топлива и воздуха в горелки 2 и 3 1-го и 2-го ярусов. Сигнал подается с опережением по отношению к датчикам 13 и 16. Температура перегрева пара в ступени 8 не снижается по отношению к номинальной для данной паровой нагрузки котла и перерасход топлива предотвращается [3].

Литература

1. Таймаров М.А. Повышение эффективности работы энерготехнологических печей. Монография. *Научное издание. Казань, КГЭУ, 2010. 108 с.*

2. Таймаров М.А., Сафин Р.Г. Форсунка для сжигания обводнённого мазута. Вестник Казанского Технологического Университета Herald of Kazan Technological University, 2012, Т. 15, №16, с.144-14
3. Тимербаев Н.Ф., Сафин Р.Г., Садртдинов А.Р. Моделирование процесса очистки дымовых газов, образованных при сжигании органических отходов. Вестник Казан. технол. ун-та. 2010, №11, с.243-246
4. Тимербаев Н.Ф., Сафин Р. Г., Хисамеев А.Р. Газификация органических топлив. Вестник Казан. технол. ун-та.2011, №1, с.326-329
5. Таймаров М.А., Шарипов М.Р. Котёл пульсирующего горения природных и пиролизных газов. Вестник Казан. технол. ун-та.2013, №21, с133-136
6. Таймаров М.А., Шарипов М.Р. Двухконтурный настенный газовый котёл. Вестник Казан. технол. ун-та. 2013, №23, с122-125

© **М. А. Таймаров** - д-р техн. наук, проф. каф. ПДМ КНИТУ; **Д. А. Шумков** – студент-магистр каф. КУПГ КГЭУ, shum_ka@mail.ru; **И. М. Шакиров** – студент – магистр каф. КУПГ КГЭУ, ilshatshakirov@mail.ru; **М. Р. Шарипов** – студент – магистр каф. КУПГ КГЭУ, Marat-Sharipov2010@mail.ru.