

УДК 502/504 : 697

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЖИГАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В ТОПКАХ С ПОДОВЫМИ ГОРЕЛКАМИ ПРИ ПЕРЕВОДЕ КОТЛОВ С ТВЕРДОГО ТОПЛИВА НА ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

Поступила 10.03.2016 г.

© **В. А. Кузнецов, Е. В. Шуршакова**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», г. Москва

THE COMPARATIVE STUDY OF THE EFFICIENCY OF NATURAL GAS COMBUSTION IN THE FURNACES WITH HEARTH BURNERS WITH THE TRANSFER OF BOILERS FROM SOLID FUEL TO NATURAL GAS

Received on March 10, 2016

© **V. A. Kuznetsov, E. V. Shurshakova**

Moscow State University of Mechanical Engineering, Moscow

В статье рассмотрены вопросы совершенствования процессов горения природного газа в подовых горелках при переводе котлов с твердого топлива на природный газ. Рассмотрено устройство подовой горелки. Описывается процесс горения природного газа в подовых горелках. В данной работе рассмотрены результаты исследования повышения эффективности сжигания (уменьшение потерь с химическим недожогом и уменьшение коэффициента избытка воздуха) природного газа в топке парового котла ДК-4-13 отопительной котельной предприятия по производству железобетонных изделий в Вологодской области, переведенного с сжигания твердого топлива, оборудованного подовыми горелками, в условиях работы с открытыми и перекрытыми горелочными амбразурами.

Ключевые слова: котлы, подовые горелки, природный газ, горелочные устройства, теплотехнические испытания.

В настоящее время в связи с проводимой газификацией многие районы России ранее использующие для нужд теплоснабжения твердое или жидкое топливо получили возможность перевести существующие котельные на природный газ в качестве основного топлива. Однако приобретение специализированных котлов для работы на природном газе во многих случаях по финансовым соображениям (высокая стоимость и отсутствие достаточных финансовых средств) не представляется возможным. Поэтому достаточно часто приходится переводить уже существующие котлы для сжигания твердого топлива на природный газ, при этом необходимо получение достаточно высокой эффективности сжигания природного газа с целью сокращения эксплуатационных расходов. Наиболее простым способом перевода является установка подовых диффузионных горелок без предварительного смешения

The article considers the questions of improvement of combustion processes in natural gas hearth burners with the transfer of boilers from solid fuel to natural gas. A device and a hearth burner. Describes the process of combustion of natural gas in the hearth burners. In this paper, the results of the study of improving the combustion efficiency (reducing losses from chemical underburning and reducing the coefficient of excess air) of natural gas in the furnace of the boiler DK-4-13 of the heating boiler company for the production of concrete products in the Vologda region, translated from the burning of solid fuel, the hearth burners equipped, in terms of open and closed burner embrasures.

Keywords: boilers, hearth burners, natural gas, burners, heat engineering tests.

«газ – воздух». В горелках этого типа газ смешивается с воздухом вследствие взаимной диффузии на границах вытекающего потока. Подовая горелка состоит из газового коллектора. Коллектор представляет собой стальную трубу диаметром 32...80 мм, заглушенную с одной стороны торца, на котором имеется два ряда отверстий диаметром 1...5 мм, расположенных в шахматном порядке симметрично по отношению к вертикальной плоскости, просверленных под углом одно относительно другого, величина угла составляет 90...160°. Газовый коллектор устанавливается в щели (амбразуры), выполненные из огнеупорного кирпича, опирающегося на колосниковую решетку. Газ через отверстия в коллекторе выходит в щель, равномерно распределяясь по ее длине. Воздух для горения поступает в ту же щель через колосниковую решетку за счет разрежения в топке или принудительно при включении вентилятора.

Воздух омывает коллектор горелки с двух сторон. Струя газа в результате турбулентной диффузии перемешивается с воздухом. Процесс смесеобразования активизируется тем, что поток газа разбивается на мелкие струйки, выходящие с большой скоростью под углом к прямому потоку воздуха. В процессе работы футерованная щель разогревается, обеспечивая стабилизацию пламени на всех режимах работы горелки, предотвращая отрыв пламени, и одновременно являются косвенными излучателями, повышающими прямую теплоотдачу в топке. Существенным недостатком подовых горелок являются достаточно высокие потери с химическим недожогом порядка 3 %, а также высокие значения коэффициента воздуха 1,2...1,3.

В данной работе рассмотрены результаты исследования повышения эффективности сжигания (уменьшение потерь с химическим недожогом и уменьшение коэффициента избытка воздуха) природного газа в топке парового котла ДК-4-13 отопительной котельной предприятия по производству железобетонных изделий в Вологодской области, переведенного с сжигания твердого топлива, оборудованного подовыми горелками, в условиях работы с открытыми и перекрытыми горелочными амбразурами.

Первоначально, до перевода на газ, паровой котел имел стандартную плоскую колосниковую решетку из пластинчатых колосников и использовал в качестве топлива рядовой антрацит. Заброс топлива осуществлялся при помощи пневмомеханического забрасывателя, удаление шлака при помощи поворотных колосников. При реконструкции котла колосниковое полотно, фронт топки с дверками, каналы принудительной подачи дутьевого воздуха из подкрыши котельной были сохранены, а под топки был выложен из шести рядов шамотного кирпича, уложенного плашмя на колосники с перевязкой на шамотной глине. В подовой кладке над каждой из двух дутьевых секций топки были выполнены по две горелочные амбразуры туннеля, выходные отверстия которых имели размеры 250x285 мм. Подвод газа к каждой паре горелок был осуществлен с фронта котла толстостенной стальной трубой с внутренним диаметром 80 мм. В подводящих газ

трубах против амбразур на длине 314 мм под углом 30° к вертикальной оси было выполнено в два ряда из 68 отверстий диаметром 4 мм. Для снижения сопротивления воздушного тракта под амбразурами тоннелями горелок в колосниковой решетке было удалено несколько колосников. Розжиг горелок предусмотрен с помощью переносного запальника при подаче газа в каждую амбразуру по растопочным трубкам диаметром 1/2».

В ходе наладочных работ обнаружилась целесообразность в выходном сечении каждой горелки на уровне верхнего ряда подовой кладки установить по два шамотных кирпича, с целью выполнения роли стабилизаторов пламени.

Теплотехнические испытания показали, что номинальная паровая производительность котла достигалась при давлении газа перед горелками примерно 600 Па и давлении дутьевого воздуха до 230 Па. Работа топок была надежной в широких пределах тепловой нагрузки, хлопков и отрывов пламени от горелок не наблюдалось. Горение газа, как и в аналогичных подовых топках другого конструктивного исполнения, было факельным. Факел при наибольших нагрузках топки имел высоту до 1,5 м, что в условиях экранированной топочной камеры не могло не приводить к некоторой потере теплоты от химической неполноты сжигания топлива.

Балансовые испытания котла показали, что при паровой производительности 4...4,15 т/ч (в режиме обычно применяемых избытков воздуха в топке 1,2...1,3) потери теплоты от химического недожога составили в среднем $q_3 = 3 \%$, а КПД котла оказался 83,3...85,5 %.

С целью повышения эффективности сжигания газа и улучшения экономических показателей работы котла была осуществлена модернизация горелок. При этом оставлены без изменения места размещения горелок, профиль поперечного сечения амбразур горелок, а также подводящие газ трубы. Подверглись изменению только выходные участки амбразур; из них были удалены кирпичи-стабилизаторы, над каждой амбразурой на высоте 130 мм от уровня пода (на высоте поставленных на ребро поддерживающих кирпичей) были размещены перекрытия из восьми поло-

женных плашмя шамотных кирпичей.

Таким образом, на выходе из амбразуры туннеля каждой горелки были созданы своеобразные фор-камеры. Расстановка кирпичей, поддерживающих перекрытия горелок, была выполнена с таким расчетом, чтобы большая часть продуктов горения, выходящих из горелок, была направлена в центр топки навстречу потокам, выходящим из противоположных горелок. Нижняя часть экранных труб котла до высоты 400 мм от пода топки была защищена кирпичными стенками толщиной четверть кирпича. После пуска котла с перекрытыми горелками установился новый характер горения газа. При расчетных нагрузках зона видимого горения стала занимать незначительную часть топочной камеры. При этом короткие факелы, вырывающиеся из-под перекрытий горелок, стелились вдоль пода топки. В центральной части топки зона видимого горения не поднималась выше надстроек над амбразурами. В боковых направлениях потоки пламени доходили до защитных стенок, установленных возле экранов, и отклонялись ими вверх. Зона видимого горения составляла 400 мм. Объем топки выше отметки 600 мм был заполнен прозрачными продуктами горения.

Согласно проведенным измерениям работа перекрытых горелок при номинальной нагрузке характеризуется следующими значениями средних скоростей потоков: скорость воздуха в районе размещения подводящей газ трубы составила 7 м/с, скорость выхода газа из отверстий подводящей газ трубы – 30 м/с, скорость выхода продуктов горения из-под перекрытия горелки – 20...23 м/с.

Испытания показали, что сопротивление горелок повысились незначительно; паровая производительность котла 4 т/ч достигалась при давлении газа перед горелками 820 Па, для работы топки с коэффициентом избытка воздуха 1,07...1,15 необходимо давление воздуха 230...240 Па. В новом режиме горения резко сократилась величина потери теплоты от химического недожога с 3 % до 0,1...0,15 %, а КПД котла увеличился до 87,5...88,5 % (при температуре уходящих газов за кот-

лом 200...210 °С).

Топка с перекрытыми подовыми горелками при длительной работе котла ДКВ-4-13 с переменной нагрузкой показала достаточно высокую эксплуатационную надежность. При среднем паспортном значении теплоты сгорания природного газа $Q_H = 31,43$ МДж/м³ его сжигание в подовых горелках с перекрытыми амбразурами по сравнению с открытыми ведет к экономии топлива не менее чем в 4 м³ в час.

Заключение

Возможность улучшения процесса смеобразования в подовых горелках и совершенствования конструктивного оформления горелок с перекрытыми амбразурами дает основание считать, что сжигание газообразного топлива в них может осуществляться при q_3 (близком к нулевым значениям) и при малых значениях коэффициента избытка воздуха. Особенности протекания процесса горения в топке с перекрытыми горелками позволяет применять их при повышенных тепловых напряжениях топочного объема.

При подготовке статьи использована книга:

Жила В. А. Газоснабжение. – М.: Изд-во АСБ, 2014. – 368 с.

Сведения об авторах

Кузнецов Вячеслав Анатольевич, кандидат технических наук, доцент (e-mail: Striker33@gmail.com).

Шуршакова Елена Викторовна, старший преподаватель.

Information about the authors

Kuznetsov Viacheslav Anatolevich, candidate of technical sciences, associate professor (e-mail: Striker33@gmail.com).

Shurshakova Elena Viktorovna, senior lecturer.

Для цитирования: Кузнецов В. А., Шуршакова Е. В. Сравнительные исследования эффективности сжигания природного газа в топках с подовыми горелками при переводе котлов с твердого топлива на природный газ // Экология и строительство. – 2016. – № 1. – С. 4–6.