

МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА В ТОПКАХ ГАЗОТРУБНЫХ КОТЛОВ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

П. А. Батраков, Д. И. Атрахименко, Е. А. Мухаметшина

Омский государственный технический университет

Россия, Омск, peter_1cool@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены методы интенсификации теплообмена, за счет которых возможно повышение энергетической эффективности газотрубного котла малой и средней мощности, представляющие на данный момент большой интерес и имеют огромное значение для децентрализованных системах теплоснабжения. В данной работе рассмотрена интенсификация не только конвективного, но и радиационного теплообмена.

Ключевые слова: теплообмен, газотрубный котел, конвекция, интенсификация, энергоэффективность

METHODS OF HEAT TRANSFER INTENSIFICATION IN THE FURNACE BOILERS OF LOW AND MEDIUM POWER

P.A. Batrakov, D.I. Atrahimenok, E. A. Mukhametshin

Omsk state technical university,

Omsk, Russia, peter_1cool@mail.ru

Abstract. Considered of the methods of heat transfer, the expense of which may increase the energy efficiency of the boiler small and medium capacity, representing currently of great interest and are essential for decentralized heating systems. In this paper we consider not only the intensification of convective, and radiative heat transfer.

Keywords: heat transfer, boiler, convection, intensification, energy efficiency

Интенсификация теплообмена и повышение энергетической эффективности представляют большой интерес и имеют огромное значение для газотрубных котлов малой и средней мощности, которые широко применяются в децентрализованных системах теплоснабжения [1, 2].

За счет интенсификации теплообмена можно значительно повысить энергоэффективность теплообменных аппаратов, а также уменьшить их массогабаритные характеристики [1, 2].

В элементах газотрубных котлов теплоперенос осуществляется, прежде всего, конвективным и радиационным теплообменом [1].

В основном реконструкции подвергаются конвективные пучки труб, а интенсификация процессов теплопереноса в топке редко встречается и мало изучена, хотя большая часть теплоты выделяется именно в топке, которая занимает значительный объем котла. Интенсификация теплообмена в топке может улучшить энергоэффективность, экологические характеристики и массогабаритные показатели котла. В обоих случаях суммарное количество теплоты, поглощаемое или отдаваемое поверхностью, пропорционально эффективной площади поверхности теплообмена. Но в условиях радиационного теплообмена, в отличие от конвективного, действуют другие физические процессы теплопереноса, подходы к конструированию и методам расчета развитых поверхностей теплообмена [3, 4].

Интенсификация радиационного теплообмена может быть достигнута увеличением удельной тепловой нагрузки радиационной поверхности в основном за счет повышения адиабатной температуры горения. В меньшей степени на эффективность радиационного теплообмена влияет температура продуктов сгорания на выходе из топки. Повышение адиабатной температуры горения данного топлива возможно путем изменения коэффициента избытка воздуха, что в основном достигается применением горелочных устройств с регулируемым избытком воздуха, уменьшением потерь от химического недожога и повышением температуры воздуха,

используемого для сжигания топлива. Так же интенсификация радиационного теплообмена возможна путем повышения скорости теплоносителя, в первую очередь продуктов сгорания. Однако при повышении скорости газов имеет место увеличение аэродинамического сопротивления поверхности нагрева, пропорциональное квадрату скорости газов [5].

Интенсификация радиационного теплообмена и повышение температуры возможны в пределах, ограниченных технико-экономическими условиями распределения тепловосприятия в элементах котла. Температура продуктов сгорания на выходе из топки в значительной мере определяет общие технико-экономические характеристики котла, в том числе надежность и бесперебойность его работы [5].

Методов интенсификации конвективного теплообмена на данный момент известно больше, чем радиационных. В основном их подразделяют на пассивные и активные. Основное их отличие в том, что пассивные интенсификаторы не требуют прямых затрат энергии. Эффективность этих методов сильно зависит от характера теплообмена [6].

Для пассивных методов интенсификации можно выделить пять основных способов [6]: применение шероховатых поверхностей; применение развитых поверхностей; применение устройств, интенсифицирующих теплообмен за счет турбулизации пограничного слоя; применение устройств, закручивающих поток в ядре потока вдоль оси; подмешивание к потоку газа твердых частиц и капель жидкости, которые образуют разбавленные или плотные смеси.

Для активных методов интенсификации также можно выделить пять основных способов [6]: вибрация поверхности с различной частотой; интенсификация теплообмена с помощью механических средств; пульсация потока теплоносителя; воздействие на поток электростатических полей; отсос потока, основанный на удалении пара при пузырьковом или пленочном кипении или на удалении жидкости через пористую поверхность теплообмена при однофазном течении.

Иногда применяются два или более перечисленных выше метода одновременно, такой процесс называется комбинированной интенсификацией и является наиболее эффективным.

Но большинство из данных методов применяются в основном в конвективных пучках труб, в топках газотрубных котлов чаще всего используют пассивные методы, такие как малые диафрагмы и выступы в трубах, внутреннее оребрение, спиральные и кольцевые накатки. В некоторых случаях устанавливают скрученные ленты, раскататели и даже шнеки, но данные способы более дорогостоящие, чем для конвективных пучков труб, так как необходимо применять специальные материалы, которые выдерживают высокие температуры и прямое воздействие пламени. Основная цель их установки – разрушение пограничного слоя, повышение площади теплообмена и максимально возможная турбулизация потока. Результат – повышение КПД котла, достигаемое путем интенсификации тепломассообмена [7].

В настоящее время в промышленных и бытовых газотрубных котлах предусматривается обязательное использование интенсификаторов теплообмена (турбулизаторов потока). При применении турбулизаторов отпадает необходимость установки дополнительных развитых поверхностей в виде экономайзера или воздушного подогревателя [1, 7].

Импортные промышленные водогрейные котлы малой и средней мощности, оснащенные интенсификаторами тепломассообмена различного типа, на российском рынке представлены производителями: Loos (Австрия), ACV (Бельгия), Buderus,

Viessmann, Wolf, Standart-Kessel, Omnical (Германия), Biasi, Ferolli, GarioniNaval, Lamborgini, I.Var, ICICaldaie, Riello, Unical, Roca (Италия), Daikon (Япония); Вахi, DeDietrich, Ygnis (Франция), PTGrandKartech (Индонезия); Varog (Финляндия), Rendamax (Голландия), Kiturami (Корея); Thermax (Индия), Erensan (Турция), Laars (США). Среди российских производителей котлов можно выделить ООО «Теплов», ООО ПГ «Рэмекс», ООО «Бийскэнергомаш», ПГ «Генерация», ОАО «ЗИОСАБ» [7].



Рис. 1. Виды интенсификаторов и расположение их в газотрубном котле

Данные котлы для интенсификации тепломассообмена применяют скрученные спиральные ленты, ленточные или спиральные завихрители, так же применяются встроенные интенсификаторы теплоотдачи в виде шнеков из нержавеющей или жаростойкой стали. Для наибольшей теплогидравлической эффективности в частях котла производится воздействие не на весь поток, а только в пристенной области. Поверхностные интенсификаторы, выполненные в виде спиральных проволочных вставок, кольцевой или спиральной накатки, выштамповок различной формы, позволяют разрушать пограничный слой и турбулизировать пристенные слои газового потока. На некоторых котлах методом штамповки нанесены сферические выемки, соответственно с внутренней стороны (стороны газов) в трубе имеются периодические сферические выступы (рис. 1) [1, 7].

Библиографический список

1. Михайлов А.Г., Батраков П.А. Эффективные поверхности теплообмена в топке газотрубного котла: монография. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2014. 120 с.
2. Михайлов А. Г., Романенко Д. С., Теребилов С. В. Вопросы выбора теплогенераторов // Омский научный вестник. 2008. № 2 (68). С. 54–56.
3. Каспаров С. Г. Особенности современных жаротрубных котлов для отопительных систем // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. Харьков : АН Высшая школа Украины, 2007. № 6. С. 35–53.
4. Полонский В. М., Титов Г. И., Полонский А. В. Автономное теплоснабжение. М. : Ассоциации строительных вузов, 2006. 152 с.
5. Адрианов В. Н. Основы радиационного и сложного теплообмена. М. : Энергия, 1972. 464 с.
6. Шахлина, Н. А. Интенсификация теплообмена в газотрубных котлах с использованием профилированных поверхностей теплообмена : дис. ... канд. техн. наук : Екатеринбург, 2007.
7. Попов И. А., Яковлев А. Б., Щелчков А. В., Рыжков Д. В. Интенсификация теплообмена – рациональный способ повышения эффективности газотрубных котлоагрегатов // Энергетика Татарстана. 2010. № 4. С. 8–15.