

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКУПЕРАЦИИ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА УХОДЯЩИХ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ В КОНДЕНСАЦИОННОМ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРЕ

В. П. Никитенко, А. В. Овсянник

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Цель работы: исследование перспектив внедрения конденсационных теплоутилизаторов для утилизации низкопотенциального тепла уходящих дымовых газов.

Одним из достаточно эффективных путей решения проблемы энергосбережения является глубокая утилизация теплоты уходящих газов в котлах путем их охлаждения до температур, лежащих ниже точки росы, т. е. теплотехнология с конденсацией водяных паров из продуктов сгорания топлива.

В настоящее время температуру уходящих дымовых газов за котлом принимают не ниже 120–130 °С по двум причинам:

- для исключения конденсации водяных паров на боровах, газоходах и дымовых трубах;
- для увеличения естественной тяги, снижающей напор дымососа. При этом температура уходящих дымовых газов непосредственно влияет на значение потерь тепла с уходящими газами.

Конденсационный теплоутилизатор позволяет охлаждать продукты сгорания ниже точки росы и дополнительно использовать скрытую теплоту конденсации содержащихся в продуктах сгорания водяных паров.

Все известные теплоутилизаторы можно разделить на контактные, поверхностные, а также устройства с промежуточным теплоносителем. Поверхностные теплоутилизаторы – это традиционные калориферы, которые размещаются непосредственно в газоходе после печи (котла) и имеют серьезные недостатки, ограничивающие их применение. Аппараты с жидким промежуточным теплоносителем (обычно это вода) получили название контактных теплообменников с активной насадкой (КТАН).

В данной работе предлагается применение схемы утилизации тепла дымовых газов с использованием конденсационного теплоутилизатора, увлажнителя воздуха и теплового насоса. Данная схема включает в себя преимущества теплоутилизаторов с активными насадками и вместе с тем позволяет избежать ее недостатков. С помощью данной схемы становится возможным максимальное использование теплоты от конденсации водяных паров и возможность работы с более высокой температурой обратной сетевой воды.

Предварительное увлажнение воздуха, подаваемого на горение, обеспечивает следующие положительные эффекты:

– за счет большого объема водяных паров в дымовых газах увеличивается температура точки росы, что позволяет повысить температуру воды на выходе из конденсера;

– значительное содержание водяных паров в воздухе, поступающем в топку котла. Приводит к снижению температуры горения и уменьшению выбросов оксидов азота на 40–60 %.

Конструктивно увлажнитель похож на конденсер, однако процессы, протекающие в нем, имеют противоположную направленность: вместо охлаждения газов и конденсации водяных паров происходят подогрев и увлажнение воздуха.

Принцип работы теплового насоса заключается в преобразовании тепловой энергии низкого температурного уровня в тепловую энергию более высокого потенциала, необходимого потребителю.

Рассмотрим принцип работы схемы, приведенной на рис. 1.

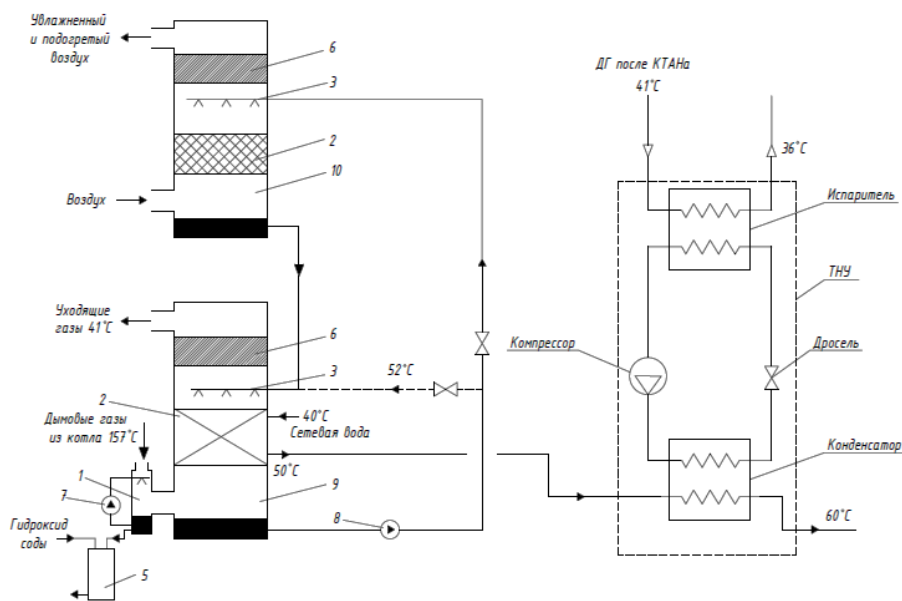


Рис. 1. Схема КТана с увлажнителем воздуха и теплонасосной установкой

Дымовые газы после котла поступают в предварительный охладитель 1, в котором происходит быстрое снижение их температуры при контакте с водой, подаваемой насосом 7 через форсунки. Далее частично охлажденные дымовые газы, насыщенные дополнительными водяными парами, поступают в основную колонну установки, проходя через раскатель, который обеспечивает разбиение подаваемой сверху воды на мелкие капли, что необходимо для получения максимальной площа-

ди поверхности контакта. Это позволяет существенно интенсифицировать охлаждение продуктов сгорания и конденсацию содержащихся в них водяных паров. Потом продукты сгорания проходят через жалюзийный сепаратор 6 и направляются в дымовую трубу. Подогретая вода собирается в нижней части колонны конденсера и насосом 8 подается в конденсер через разделяющее устройство 3. Подогретая вода, подаваемая насосом 8, разделяется на 2 потока – в конденсер и увлажнитель. Воздух, поступающий в увлажнитель, проходит через рассекатель 2, в котором происходит его подогрев за счет контакта с каплями воды, подаваемой через распылитель 3. Часть влаги при этом испаряется, а оставшаяся ее часть собирается в низу увлажнителя. За счет охлаждения воды воздухом и частичного испарения температура ее снижается. Далее эта вода подается в конденсер на распылитель 3. Так как в этом случае температура воды, поступающей в конденсер, будет ниже, чем была бы при отсутствии увлажнителя, то температура дымовых газов за установкой снижается и эффективность рекуперации тепла увеличивается. Подогретый воздух проходит через жалюзийный сепаратор 6 и подается в котел. Так как за счет конденсации части содержащихся в дымовых газах водяных паров объем воды постоянно увеличивается, ее излишек сливается из охладителя в накопительный бак 5. Ввиду того, что из-за растворения в воде диоксида углерода, содержащегося в дымовых газах, кислотность ее повышается, в баке 5 осуществляется химическая нейтрализация гидроксидом соды, после чего вода сливается в канализацию.

Сетевая вода с температурой 50 °С поступает в конденсатор теплового насоса, где нагревается до 60 °С. Уходящие дымовые газы после конденсера с температурой 41 °С поступают в испаритель теплового насоса, где охлаждаются до 10 °С. Технико-экономические показатели проекта даны в таблице.

Технико-экономические показатели проекта

Номер п/п	Наименование показателя	Единицы измерения	Значение
1	Установленная мощность, $N_{уст}$	МВт	11,5
2	Число часов работы установленной мощности, $T_{год}$	ч	865
3	Годовая выработка тепловой энергии, $Q_{год}$	ГДж/год	34939
4	Экономия условного топлива на отпуск тепловой энергии в натуральном выражении, $\Delta B_{год}$	т у. т./год	1294,82
5	Экономия топлива на отпуск тепловой энергии в натуральном выражении, $\Delta B_{год}$	тыс. м ³ /год	1052,23
6	Экономия топлива на отпуск тепловой энергии в стоимостном выражении, S_t	тыс. р./год	356233,94
7	Капиталовложения в проект, $K_{рек}$	р.	417750
8	Нормативный срок службы проекта, $T_{сл}$	лет	20
9	Срок окупаемости проекта, $T_{ок}$	лет	1,5

Таким образом, использование схемы утилизации теплоты дымовых газов с применением схемы конденсационного теплоутилизатора, увлажнителя воздуха и теплонасосной установки позволит сэкономить 1294,82 т у. т. в год, что составит 155,28 кг у. т. на 1 Гкал.

Секция 5. Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика 217

Применение схемы с использованием конденсера, увлажнителя и теплового насоса обеспечит глубокую утилизацию теплоты дымовых газов котельного агрегата и тем самым уменьшение теплового загрязнения окружающей среды. Предварительное увлажнение воздуха, подаваемого на горение, позволяет снизить выбросы оксида азота.

Л и т е р а т у р а

1. Кудинов, А. А. Энергосбережение в теплогенерирующих установках / А. А. Кудинов. – Ульяновск : УлГТУ, 2000.
2. Теплообменные аппараты и установки промышленных предприятий : учеб. пособие / под ред. Б. А. Левченко. – Харьков : ХДПУ, 1999. – 4.1. – С. 271–279.
3. Влияние конденсационного теплоутилизатора на работу паровых и водогрейных газовых котлов / И. Л. Росляков [и др.] // Теплоэнергетика. – 2015. – № 5. – С. 44–50.
4. Поляков, В. В. Насосы и вентиляторы : учеб. для вузов / В. В. Поляков, Л. С. Скворцов. – М. : Стройиздат, 1990. – 336 с.