

Батаева Эмилия Вячеславовна, магистрант

Самарский Государственный Технический Университет, г. Самара

Евсеев Антон Владимирович, магистрант

Самарский Государственный Технический Университет, г. Самара

Чалова Наталья Дмитриевна, магистрант

Самарский Государственный Технический Университет, г. Самара

СНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ В КОТЛЕ

Аннотация: Глубокая утилизация тепла подразумевает снижение температуры дымовых газов ниже точки росы водяных паров с их последующей конденсацией. При этом утилизируется значительная часть скрытой теплоты конденсации, а конденсат после дополнительной обработки может быть использован для восполнения потерь воды в энергетическом цикле или теплосети. Осушение дымовых газов снижает точку росы остаточных водяных паров и предотвращает выпадение влаги в дымовой трубе, что приводит к снижению затрат на ее ремонт и продлению срока службы. Идея данных решений в основном сводится к одному: в верхнем сегменте дымохода определяется теплообменник, который с помощью охлаждающей среды (к примеру, воды) отводит тепло от дымовых газов.

Ключевые слова: дымовые газы, точка росы, котёл, теплообменник.

Annotation: Deep heat recovery implies a decrease in the temperature of flue gases below the dew point of water vapor with their subsequent condensation. At the same time, a significant part of the latent heat of condensation is utilized, and the condensate after additional processing can be used to replenish water losses in the energy cycle or heating network. Flue gas dehumidification lowers the dew point of residual water vapor and prevents moisture loss in the chimney, which leads to lower

repair costs and a longer service life. The idea of these solutions basically boils down to one thing: in the upper segment of the chimney, a heat exchanger is defined, which with the help of a cooling medium (for example, water) removes heat from the flue gases.

Keywords: flue gases, dew point, boiler, heat exchanger.

Во время работы очень важно следить за температурой уходящих из котла дымовых газов. Ограничение наибольшей температуры вызвано возможностью разрушения дымохода (макс. 280 °С), а ограничение наименьшей температуры вызвано образованием конденсата в конвективной части котла. Сера в топливе, когда формируется конденсат, может вызвать низкотемпературную серную коррозию конвективных поверхностей. Кроме того, конденсация стимулирует налипание отложений сажи и золы на конвекционные блоки котла и ведет к нередким остановкам котла для очистки [1].

Наименьшая температура дымовых газов после котла выбирается в зависимости от температуры точки росы. Температура точки росы дымовых газов t_r находится в зависимости от температуры конденсации влаги t_{con} при давлении ее паров в газах и приведенном содержании серы в рабочем топливе S_p и представляет $t_r = t_{con} + \Delta t_p$, где значение Δt_p находится в зависимости от восстановленной золы и пониженное содержание серы в топливе A_p и S_p .

Температура точки росы изменяется в пределах 90-110 °С при сжигании угля и 54 °С при сжигании дров. Пример: каменный уголь - Кузнецкий $t_{tr} = 90,9$ °С, бурый уголь - Харанорский Б1 $t_r = 108,7$ °С. Дабы целиком исключить коррозию поверхности нагрева, при отсутствии особых защитных мер температура металлической стены обязана быть приблизительно на 10° выше температуры точки росы дымовых газов (нормативы теплового расчета). Поэтому рекомендуемая температура стенок для сжигания угля представляет 100-120 °С, а для сжигания дров - 64 °С. Так как в водогрейных котлах температура стенок наиболее приближена к температуре охлаждающей жидкости, рекомендуемая температура дымовых газов представляет не менее

150 °С. (стандарты теплового расчета), даже в жаркую погоду в переходные периоды.

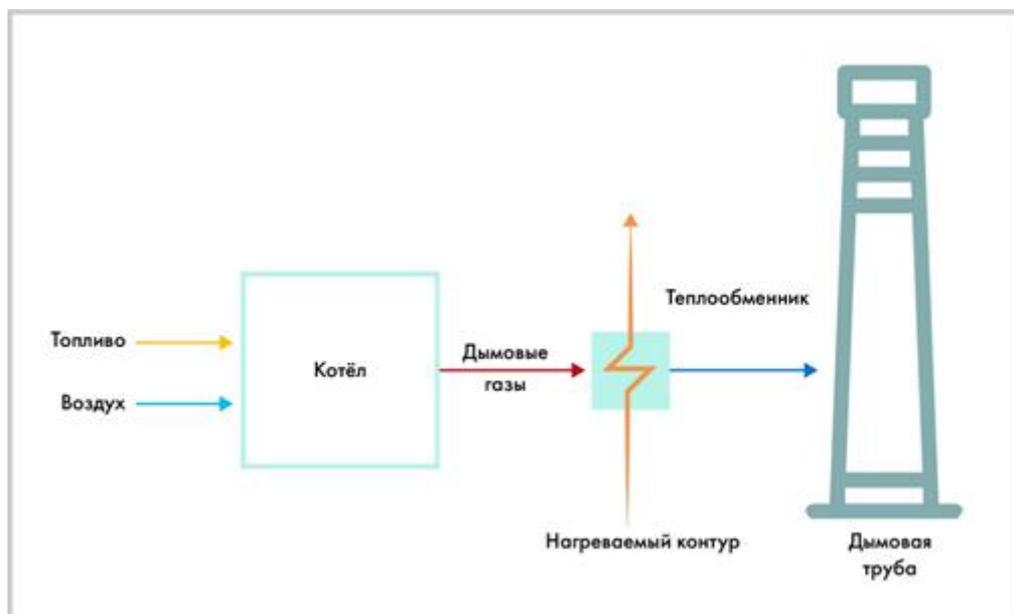
Также температура дымовых газов при работе может быть ниже точки росы, если котел установлен с мощностью, превышающей потребляемую. Поэтому не рекомендуется устанавливать котел мощностью, превышающей потребляемую более чем на 20%, в промежутки максимальных нагрузок.

Реализация набора мероприятий по уменьшению температуры дымовых газов под котлом в существующей установке обеспечивает увеличение КПД всей организации, в том числе котельной, в основном за счет использования самого котла (выделяемого в нем тепла).

Идея данных решений в основном сводится к одному: в верхнем сегменте дымохода определяется теплообменник, который с помощью охлаждающей среды (к примеру, воды) отводит тепло от дымовых газов. Эта вода может использоваться напрямую в качестве конечного теплоносителя для нагрева или может быть промежуточным теплоносителем, передающим тепло через дополнительные теплообменники в другой контур.

Принципиальная схема представлена на рисунке 1:

Рис. 1 Схема промежуточного теплоносителя, передающим тепло через дополнительные теплообменники.



Образующийся конденсат собирается напрямую в объеме нового теплообменника, который изготовлен из коррозионно-стойких материалов.

Фактически, пороговая температура точки росы для влажности, содержащейся в объеме дымовых газов, превышает именно внутри теплообменника. Таким образом, применяется не лишь физическое тепло выхлопных газов, но и скрытая теплота конденсации водяного пара, который они содержат. Сам теплообменник обязан быть спроектирован таким образом, дабы его конструкция не вызывала лишнего аэродинамического сопротивления и, таким образом, не ухудшала условия использования котла.

Теплообменник может быть естественным рекуперативным теплообменником, в котором передача тепла от газов к жидкостям осуществляется через перегородку, или контактными теплообменником, в котором выхлопные газы взаимодействуют в прямом контакте с водой, которая разбрызгивается в собственном потоке через сопла [2].

В регенеративном теплообменнике решение проблемы кислотного конденсата заключается в предприятия его сбора и нейтрализации. Но с контактными теплообменником используется немного иной подход, который в определенных отношениях аналогичен периодической продувке организации циркуляции воды: по мере повышения кислотности циркулирующей жидкости часть ее отводится в накопительный бак, где его обрабатывают реагентами с последующим сбросом в канализацию.

Личное использование энергии дымовых газов может быть ограничено по причине разницы между температурой газа и необходимостью некой температуры на входе энергоемкого процесса. Но даже в данных, казалось бы, слепых обстоятельствах предлагаются методы, которые основаны на качественно новых технологиях и оборудовании.

Для увеличения результативности процесса рекуперации тепла дымовых газов во всем мире все чаще расходуются высокотехнологичные решения, которые основаны на заимствовании тепловых насосов в качестве ключевого

компонента организации. В определённых сферах промышленности (к примеру, в биоэнергетике) такие решения расходуются в большинстве случаев существуют котлов.

Дополнительная экономия первичной энергии достигается в данном случае за счет использования более надежных и технологически совершенных абсорбционных тепловых насосов на базе бромид лития (ЛВНР) взамен простых парокомпрессионных машин, которые используют тепло (не редко неиспользуемое которое отработано тепло, доступное в изобилии практически в любой компании) взамен электричества. Тепло от внешнего источника тепла ведет в действие внутренний контур ННР, дабы трансформировать который существует температурный возможность выхлопных газов и передать его нагретой среде.

Охлаждение дымовых газов котлов такими растворами может быть вполне глубоким - до 30 и даже 20 ° С от начальных 120 до 130 ° С [3]. Поглощенного тепла вполне достаточно, дабы осуществить подогрев воды для химической водоподготовки, подпитки [4]. Экономия топлива в данном случае может достигать 5-10%, а увеличение КПД котлоагрегата - 2 ÷ 3%.

Таким образом, использование описанной технологии помогает решать немного задач в то же время. Что:

- очень полное и целесообразное использование тепла дымовых газов (а также скрытой теплоты конденсации водяного пара),
- уменьшение количества выбросов NOx и SOx в атмосферу,
- Сохранение дополнительного ресурса - очищенная вода (которая может пригодиться в любой компании, к примеру, для подзарядки тепловой сети и прочих водопроводных сетей). В настоящее время ресурсосбережение стало экономически целесообразным [5].
- устранение дымового факела (он становится еле-еле различимым или пропадает совсем).

Практика показывает, что целесообразность использования данных решений во многом находится в зависимости от таких критериев, как:

- вероятность полезного использования имеющегося тепла дыма,
- продолжительность использования которая получена тепловой энергии в год,
- стоимость энергоресурсов в компании,
- наличие превышения ПДК выбросов NOx и SOx (а также строгости местного экологического законодательства),
- способ нейтрализации конденсата и вариации его следующего использования.

Библиографический список:

1. Поздняков С. Р. Глубокая утилизация тепла топочных газов // В сборнике: Международная научнотехническая конференция молодых ученых.
2. Прохоров В. Б., Денищук Д. А. Влияние системы глубокой утилизации тепла дымовых газов с увлажнением первичного воздуха на работу мусоросжигательного котла // Новое в российской электроэнергетике. – 2020. – № 9.
3. Пяткова В. В., Коновалов Н. П. Экологическая утилизация попутного нефтяного газа с помощью технологии GTL // В сборнике: Молодежь в науке: Новые аргументы. VI Международный молодежный сборник научных статей. Отв. редактор А.В. Горбенко. – 2020.
4. Кожарина А. С. Утилизация Теплоты Дымовых Газов Прокатного Производства // В книге: Радиоэлектроника, электротехника и энергетика. Тезисы докладов. – 2020.
5. А.В. Ениватов, И.Н. Артемов, И.А. Савонин Оптимизация тепловой схемы котельной с утилизатором тепла дымовых газов // инженерный вестник дона. - 2018. - №1.