

Косов Дмитрий Александрович,

студент магистратуры;

научный руководитель – Абасев Юрий Васильевич,

канд. техн. наук, доцент,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,

г. Казань, Республика Татарстан, Россия

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ С УХОДЯЩИМИ ГАЗАМИ В КОТЛАХ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

В данной статье будет рассмотрен вопрос о необходимости внедрения теплоутилизаторов на тепловые электрические станции, для снижения потерь теплоты уходящих газов. Рассмотрены все достоинства и недостатки различных конструкций утилизаторов. Проведён расчёт для оценки экономичности данной установки и целесообразность её установки.

Ключевые слова: теплоутилизатор, снижение потерь теплоты, уходящие газа, тепловые электрические станции.

На сегодняшний день одной из основных проблем на тепловых электрических станциях является потери тепла с уходящими газами из котельных агрегатов. Сокращение потерь теплоты с уходящими газами – это не только вопрос экономии топлива, но и вопрос снижения вредных выбросов в атмосферу. Также к потерям с уходящими газами прибавляются потери на испарение водяных паров, образующихся при сжигании углеводородных топлив.

В связи с этим все большее распространение получают конденсационные теплоутилизаторы контактного и поверхностного типов, позволяющие охлаждать уходящие дымовые газы ниже точки росы и дополнительно полезно использовать скрытую теплоту конденсации содержащихся в продуктах сгорания водяных паров [2, 3].

Существуют теплоутилизаторы разных конструкций. Например, *поверхностные*, в которых охлаждение газов происходит без контакта с охлаждающей водой, через поверхности нагрева. Уходящие газы можно

охладить до 40-60°C, а охлаждающую воду нагреть. Для того чтобы влага не конденсировалась в газоздушном тракте, часть потока направляется по обводной линии. Основной поток дымовых газов (70-80%) направляется в теплоутилизатор, а часть газов (20-30%) направляется по обводной линии для подогрева газов, прошедших утилизатор. Смешивание происходит перед дымососом. Температура смешанных газов $t_{см} \approx 70^\circ\text{C}$. Так как вода не имеет контакта с дымовыми газами, то она может использоваться в паротурбинном цикле. Нагретая вода может использоваться в подогреве обратной сетевой воды, а также её можно направить в линию основного конденсата. Проблема поверхностных теплоутилизаторов заключается в необходимости оснащения их большой поверхностью теплообмена, и, как следствие, большой металлоёмкостью, увеличением мощности дымососа для преодоления аэродинамического сопротивления. Схема утилизации тепла в поверхностных теплоутилизаторах представлена на рис. 1 [1].

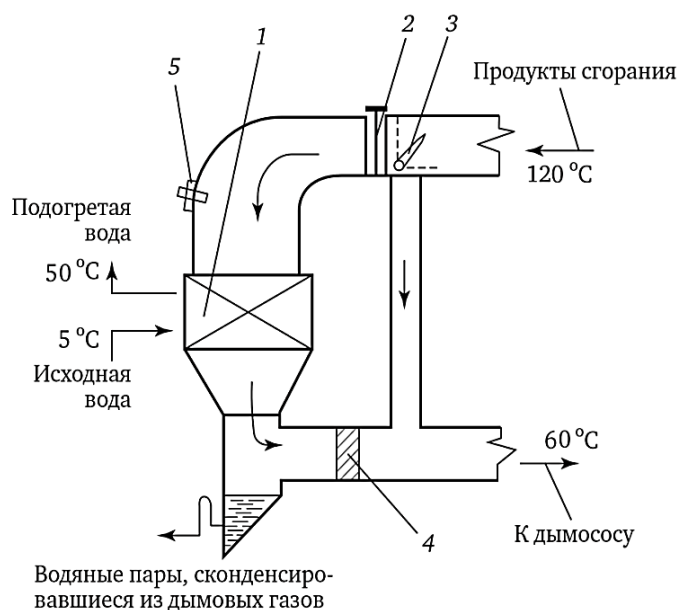


Рисунок 1 – Схема утилизации тепла продуктов сгорания с использованием конденсационного поверхностного теплообменника:

- 1 – теплоутилизатор; 2 – сетчатый фильтр; 3 – распределительный клапан;
4 – каплеуловитель; 5 – обдувочное устройство

Теплоутилизаторы контактного типа имеют меньшую металлоёмкость и высокую интенсивность теплообмена.

Примерами контактных теплообменников могут являться полые скрубберы, барботажные и тарельчатые колонны, насадочные скрубберы, контактные теплоутилизаторы с активной насадкой. Главный минус таких подогревателей – загрязнение охлаждающей воды при контакте её с дымовыми газами. Перспективные направления для повышения эффективности использования контактных утилизаторов: применение современных методов тонкого распыла воды; применение материалов с большой поверхностью теплообмена; комбинированные контактно-поверхностные утилизаторы. Схемы контактных теплоутилизаторов представлены на рис. 2. [1].

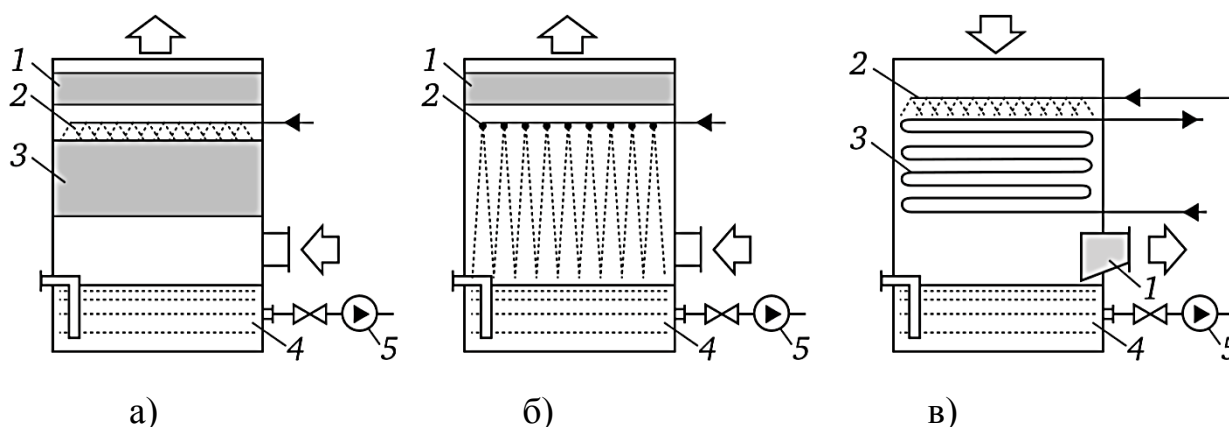


Рисунок 2 – Схемы контактных теплообменников:

а – с насадкой; б – без насадки; в – с активной насадкой;

1 – каплеуловитель; 2 – ороситель; 3 – теплообменная насадка;

4 – конденсатосборник; 5 – насос

Исходные данные для расчета теплоутилизатора:

Температура уходящих газов – $t_{yx} = 130^{\circ}\text{C}$;

Коэффициент избытка воздуха – $\alpha_{yx} = 1,3$;

КПД котлоагрегата – $\eta_k = 92,25\%$

Так же рассчитаем действительные объёмы продуктов сгорания (в данном случае расчёт делался для газа уренгойского происхождения).

Теоретически объёмы продуктов сгорания: $V_{H_2O}^0 = 2,11 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}$; $V_{RO_2} = 0,9856 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}$; $V_{N_2}^0 = 7,402 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}$

Массовый расход сухих дымовых газов:

$$G_{cr} = V_{N_2}^0 \cdot \rho_{N_2} + V_{RO_2} \cdot \rho_{RO_2} + \rho_B \cdot V_B^0 \cdot (\alpha_{yx} - 1) = 7,402 \cdot 0,847 + 0,9856 \cdot 1,32 + 0,874 \cdot 9,348 \cdot 0,3 = 10,024 \text{ кг/м}^3,$$

где ρ_i – плотности газов при температуре газов перед утилизатором.

Массовый расход влажных дымовых газов:

$$G_r = \rho_r + \rho_B \cdot V_B^0 \cdot \alpha_{yx} = 0,56 + 0,874 \cdot 9,348 \cdot 1,3 = 11,181 \text{ кг/м}^3$$

Влагосодержание дымовых газов на входе в теплоутилизатор:

$$d' = \frac{G_r - G_{cr}}{G_{cr}} = 0,115 \frac{\text{кг}}{\text{кг.сух.газов}}$$

Влагосодержание дымовых газов на выходе из теплоутилизатора:

$$d'' = \frac{0,0006382 + 0,004 \cdot \alpha_{yx}}{0,199 + \alpha_{yx}} \cdot e^{0,062 \cdot t''_{yx}} = 0,063 \frac{\text{кг}}{\text{кг.сух.газов}},$$

где $t''_{yx} = 45^\circ\text{C}$ – температура газов на выходе из утилизатора.

Теплопроизводительность теплоутилизатора:

$$Q_{кт} = G_{cr} \cdot B \cdot \eta_{об} \cdot (C_r \cdot t'_r + d' \cdot (C_{п} \cdot t'_r + r) - C_r \cdot t''_r + d'' \cdot (C_{п} \cdot t''_r + r)) = 15,6 \text{ МВт},$$

где $B = 8,33 \text{ м}^3/\text{с}$ – расход топлива; $r = 2495,5 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$.

Увеличение КПД котла при охлаждение газов до 45°C :

$$\eta_{кт} = \frac{c_r \cdot \Delta t_{yx} \cdot (V_r^0 + 0,3 \cdot V_B^0)}{Q_H^p} \cdot 100\% = \frac{1,155 \cdot (10,49 + 0,3 \cdot 9,35) \cdot 85}{35156,25} = 3,7\%$$

Таким образом, за счёт установки теплоутилизаторов можно снизить потери теплоты на 3-5%, сэкономить топливо на 2-10%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудинов А.А., Зиганшина С.К. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнике. Москва: Машиностроение, 2011.
2. Александров А.А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок. – М.: МЭИ, 2001.
3. Соснин Ю.П., Бухаркин Е.Н. Высокоэффективные газовые контактные водонагреватели. – М.: Стройиздат, 1988.