

Для определения температуры газов за контактной камерой с новой набивкой получена следующая зависимость:

$$t_2^{\bar{n}} = \left[ t_2^n + \frac{0,285 t_2^n}{\frac{W}{G_{cz}} \left( 0,602 \lg \frac{t_2^n}{x_1} - 1,463 \right)} - t_2^n \right] \frac{W}{G_{cz}} \left( 0,602 \lg \frac{t_2^n}{x_1} - 1,463 \right) \frac{1}{0,285}$$

### Выводы

На основании выполненных исследований контактной камеры с новой насадкой можно сделать следующие выводы.

1. Получена зависимость для определения температуры воды на выходе из контактной камеры с новой насадкой.
2. Получена зависимость для определения аэродинамического сопротивления слоя новой насадки контактной камеры.
3. Получена формула для определения температуры газов на выходе из контактной камеры экономайзера с новой насадкой.

УДК 621.181

### Сравнение способов снижения концентрации оксидов азота в продуктах сгорания топлива в газомазутных котлах

Жихар Г. И., Закревский В. А., Жихар И. Г.

Белорусский национальный технический университет

Тепловые электростанции, потребляющие до 30% добываемого топлива, являются крупнейшими источниками загрязнения воздушного бассейна прилегающих регионов токсичными выбросами, содержащимися в продуктах сгорания топлива, в том числе и оксидов азота.

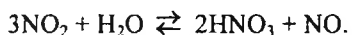
Установлено, что если уровень загрязнения атмосферы при сжигании угля принять за 100%, то сжигание мазута дает 60%, а природного газа 20%.

Однако сжигание природного газа в котлах и печах полностью не устраняет, а лишь уменьшает загрязнение атмосферного воздуха, так как при его сжигании неизбежно образуются окси-

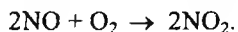
ды в количестве, соизмеримом с аналогичными выбросами при сжигании мазута и каменных углей.

В котле с контактным экономайзером находящийся в продуктах сгорания в небольших количествах диоксид азота вступает в реакцию с водой, нагреваемой в контактном экономайзере, с образованием стехиометрической смеси азотной и азотистой кислот.

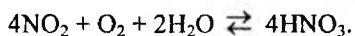
В контактном экономайзере происходит вымывание  $\text{NO}_2$  водой по реакции



Образовавшийся монооксид азота  $\text{NO}$  доокисляется в диоксид азота  $\text{NO}_2$  кислородом воздуха еще в жидкости или на границе раздела фаз по реакции



Затем  $\text{NO}_2$  растворяется в жидкости



Проведенные нами исследования показали, что в воде, прошедшей контактный экономайзер, увеличивается содержание свободной углекислоты с 25,5 мг/л для воды перед контактным экономайзером до 59,1 мг/л для воды после контактного экономайзера при отключенном декарбонизаторе и до 30,5 мг/л при включенном декарбонизаторе.

Содержание оксидов азота в газах котла ГМ-50-14/250 до контактного экономайзера при увеличении нагрузки котла с 6,94 до 13,89 кг/с изменяется с 162 мг/м<sup>3</sup> до 181 мг/м<sup>3</sup>, а в газах после контактного экономайзера соответственно возрастает с 101 мг/м<sup>3</sup> до 109 мг/м<sup>3</sup>. Следовательно, при нагрузке котла 13,89 кг/с содержание оксидов азота в уходящих газах при работе с контактным экономайзером снижается на 40%.

Зависимость концентрации оксидов азота в уходящих газах котла ГМ-50-14/250 от нагрузки описывается следующим уравнением:

$$\text{NO}_x = 2,734D_k + 143,026, \text{ мг/м}^3,$$

при работе котла с отключенным контактным экономайзером и

$$\text{NO}_x = 1,151D_k + 93,012, \text{ мг/м}^3,$$

при работе котла с контактным экономайзером.

Изменение концентрации оксидов азота в уходящих продуктах сгорания при работе котла с контактным экономайзером от производства плотности орошения контактной камеры и нагрузки котла описывается следующей зависимостью:

$$\text{NO}_x = 0,07154H_w D_k + 99,461, \text{ мг/м}^3,$$

$$\text{при } H_w = 3-10 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{ч}}.$$

При включенном контактном экономайзере содержание нитритов  $\text{NO}_2^-$  в воде после контактного экономайзера увеличивается по сравнению с содержанием их в сырой воде с 0,13 мг/л до содержания их в воде после контактного экономайзера до 0,32 мг/л для воды после контактного экономайзера. Аналогично изменяется и содержание нитратов  $\text{NO}_3^-$  (мг/л) в воде. Содержание нитратов в сырой воде составляло 5,6 мг/л, а в воде после контактного экономайзера оно равняется 9,0 мг/л. Это указывает на то, что оксиды азота  $\text{NO}_x$  растворяются в воде контактного экономайзера, что приводит к существенному снижению концентрации  $\text{NO}_x$  в продуктах сгорания после контактного экономайзера.

Поэтому контактный экономайзер, имеющий значительную контактную поверхность, можно рассматривать как двухфункциональный агрегат, т.е. для использования теплоты уходящих газов котлов и как установку для очистки газов от содержания в них оксидов азота.

К основным известным способам снижения образования оксидов азота в топочной камере относится рециркуляция дымовых газов в топочную камеру.

Как показал опыт использования рециркуляции газов, наиболее эффективными способами снижения образования оксидов

азота является подача газов рециркуляции через горелки со всем воздухом.

Рециркуляцию дымовых газов целесообразно применять для снижения образования оксидов азота там, где одновременно решается вопрос регулирования температуры перегретого пара.

В настоящее время одним из более эффективных методов подавления образования оксидов азота при сжигании топлива является двухступенчатое сжигание. Двухступенчатое сжигание природного газа позволяет снизить образование оксидов азота на 40-60%.

Эффективность применения различных методов снижения образования  $\text{NO}_x$  в % оценивается в следующих пределах: уменьшение избытка воздуха при сжигании природного газа – 16-26, мазута – 18-19; ступенчатое сжигание природного газа – 40-60, мазута – 22-34; рециркуляция газов при сжигании природного газа – 20-60, мазута – 23-28; уменьшение избытка воздуха + ступенчатое сжигание природного газа – 44-54, мазута – 32-38; комбинация методов при сжигании природного газа – 51-64, мазута – 38-47.

Приведенные данные в [1] показывают, что концентрация оксидов азота в газах за контактным экономайзером снижается на 40-60%. Следовательно, контактный экономайзер позволяет осуществлять достаточно эффективную очистку продуктов сгорания газа от оксидов азота, не ниже, чем широко известные другие способы. Если рассматривать экономическую эффективность метода в случае использования получаемой в контактном экономайзере теплоты, то стоимость снижения выхода оксидов азота с дымовыми газами будет значительно ниже, чем при использовании других методов.

## Литература

1. Аронов, И. З. Установка контактных экономайзеров с целью снижения выбросов оксидов азота с дымовыми газами / И. З. Аронов, А. И. Сигал // Химическая технология. – 1988. – №1. – С. 68-70.