

УДК 662.69

## **Растворимость в воде, нагретой в контактном экономайзере, продуктов сгорания природного газа**

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

Белорусский национальный технический университет

На котле ГМ-50-14/250 Жодинской ТЭЦ дополнительно установлен контактный экономайзер, предназначенный для подогрева воды, используемой на ХВО теплосети и для других нужд. Экономайзер обеспечивает снижение расхода топлива за счет снижения потерь теплоты с уходящими газами и использования скрытой теплоты водяных паров, содержащихся в уходящих газах.

Во время испытаний котла с контактным экономайзером производилось исследование качества воды, подогретой в контактном газовом экономайзере.

В контактном газовом экономайзере вода непосредственно соприкасается с продуктами сгорания природного газа.

При контакте с водой возможно растворение в ней какой-то части газов, входящих в состав продуктов сгорания.

Для проверки приведенных выше соображений проводились исследования качества воды и ее изменений, вызванных контактом с продуктами сгорания природного газа. Следует подчеркнуть, что во время этих исследований какие-либо работы по наладке режима горения газа, с целью предотвращения образования продуктов неполного сгорания, не проводились, все горелочные устройства работали в обычном режиме.

Количество свободной углекислоты в воде определялось путем титрования едким натрием, содержание кислорода – методом Винклера, концентрация водородных ионов определялась электронным рН-метром, автоматически приводящим показания к стандартной температуре 25°C.

Эти исследования показали, что химический состав воды практически не меняется, качество ее, с точки зрения санитарно-гигиенических требований практически не ухудшается. Установлено, что практически неизменными остаются такие показатели как цветность, прозрачность, наличие взвешенных веществ.

Изменение ионного состава химически очищенной воды мало и отклонение содержания отдельных ионов в исходной и нагретой воде можно отнести за счет погрешности анализов. Жесткость и щелочность воды изменяется незначительно. Заметно увеличивается  $\text{CO}_2$  в нагретой воде и, как следствие, понижение рН. Если эту воду довести до кипения, то вследствие падения растворимости газа, практически полностью удаляется  $\text{CO}_2$ , а рН нагретой воды становится примерно равным рН исходной. Таким образом, при дальнейшем нагреве воды после контактного экономайзера в термических деаэраторах возможно полное удаление  $\text{CO}_2$  из воды. Контактный экономайзер имеет встроенный декарбонизатор. При полностью открытом воздушном шибере концентрация в воде  $\text{CO}_2$  снижается, повышается рН воды (т.е. снижается коррозионная активность воды), однако при этом несколько повышается концентрация  $\text{O}_2$ . В целом в контактном экономайзере все же наблюдается заметная деаэрация воды.

Результаты химических анализов воды свидетельствуют о том, что качество воды, в процессе ее контактного нагрева в контактных газовых экономайзерах, не ухудшается. Химический и бактериологический состав воды практически не меняется.

В воде, нагретой в контактном экономайзере при наличии в ней бикарбонатов в количестве белее 2 мг-экв/л и возможном увеличении концентрации  $\text{CO}_2$  не приводит к заметному усилению коррозии металла. Поэтому можно считать, что коррозионная активность воды, нагретой в контактных газовых экономайзерах не больше, чем воды, нагретой в бойлерах.

Нагретая в контактных экономайзерах горячая вода по химическим свойствам соответствует требованиям, предъявляемым к ней на промышленных предприятиях и может применяться для систем производственного горячего водоснабжения, а также для подпиточной воды тепловых сетей и в качестве питательной воды для котлов.

Так как Госсанинспекция еще в 1971г. приняла решение об ограничении непосредственного применения нагретой контактным путем воды в газовых контактных установках в банно-прачечных предприятиях и в бытовом горячем водоснабжении, то прямое использование воды, нагретой в контактных эконо-

майзерах, для бытового горячего водоснабжения должно в каждом случае согласовываться с органами местной и республиканской санинспекции.

Для решения этого вопроса можно рекомендовать схему включения контактного экономайзера с промежуточным теплообменником. Это гарантирует получение горячей воды питьевого качества с помощью контактных экономайзеров, но несколько снизит их экономические показатели.

Находящийся в продуктах сгорания в небольших количествах диоксид азота вступает в реакцию с водой с образованием стехиометрической смеси азотной и азотистой кислот. Предел растворимости  $\text{HNO}_3$  в воде – 0,183 г/л, а предельно возможное содержание в случае, если прореагирует вся масса  $\text{NO}_2$  – 0,11 г/л.

Диоксид азота, имеющий в 7,06 раза большую токсичность, чем монооксид ( $\text{ПДК}_{\text{NO}_2}=0,6 \text{ мг/м}^3$ ;  $\text{ПДК}_{\text{NO}}=0,085 \text{ мг/м}^3$ ), полностью растворим в воде. Растворимость монооксида азота составляет 7,38 мл/100г при  $0^\circ\text{C}$  и уменьшается с повышением температуры [2]. При 20 и  $100^\circ\text{C}$  она составляет 4,71 и 2,6 мл на 100г.

Эффективность контактного экономайзера в качестве очистного аппарата от оксидов азота будет тем выше, чем большая доля диоксида азота будет в сумме оксидов азота, содержащихся в продуктах сгорания.

В свою очередь доля диоксида азота в сумме оксидов азота зависит от характеристики интенсивности охлаждения дымовых газов  $\text{Hл/V}$  ( $\text{Hл}$  – площадь лучевоспринимающей поверхности,  $V$  – объем топки), коэффициента избытка воздуха  $\alpha$  и теплонапряжения топочного объема и может быть выражена следующей зависимостью:  $[\text{NO}_2]=f(\text{Hл/V}, \alpha, q)$ . В контактном экономайзере происходит вымывание  $\text{NO}_2$  водой.

Исследования показали, что содержание оксидов азота в газах до контактного экономайзера при увеличении нагрузки котла с 25 до 50 т/ч изменяется с  $162 \text{ мг/м}^3$  до  $181 \text{ мг/м}^3$ , а в газах после контактного экономайзера соответственно возрастает с  $101 \text{ мг/м}^3$  до  $109 \text{ мг/м}^3$ . Следовательно, при нагрузке котла 50 т/ч содержание оксидов азота в уходящих газах при работе с контактным экономайзером снижается на 40%. При этом 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 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, вследствие загрузки слоя камеры кольцами Рашига, можно рассматривать как двухфункциональный агрегат, т.е. для использования теплоты уходящих газов котлов и как установку для очистки газов от содержащихся в них оксидов азота.

#### Выводы

На основании результатов химических анализов воды, свидетельствующих о ее стабильности, можно сделать следующие выводы:

1. физико-химический состав воды, нагретой в контактном экономайзере, практически не изменяется.

2. горячая вода, нагретая в контактных экономайзерах, по санитарно-гигиеническим и химическим свойствам соответствует требованиям, предъявляемым к ней на промышленных предприятиях. Вода может быть использована для систем горячего водоснабжения, а также для подпитки тепловых сетей и в качестве питательной воды для котлов.

3. контактный экономайзер позволяет осуществлять достаточно эффективную очистку продуктов сгорания газа от оксидов азота. С уменьшением единичной мощности котла и увеличением коэффициента избытка воздуха эффективность метода возрастает. 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.