

В настоящей работе произведен сравнительный расчёт 2-х вариантов ВПУ:

– обессоливание воды по традиционной трёхступенчатой схеме на ионообменных фильтрах;

– обессоливание воды в УОО с дообессоливанием на ФСД.

Предварительная очистка в обоих вариантах выполняется по единой технологии – известкование с коагуляцией.

Результаты расчёта количественно-качественных показателей состава сточных вод обеих схем приведены в таблице 1, а расход реагентов в таблице 2.

Таблица 1. Количественно-качественный состав сточных вод

Ионы	УИО, кг/сут	УОО, кг/сут
Ca ²⁺	955.1	178.32
Mg ²⁺	257.55	33.93
Na ⁺	76.93	29.79
(HCO ₃) ⁻	—	931.8
(SO ₄) ²⁻	608.46	383.1
Cl ⁻	100.19	84.02
(NO ₃) ⁻	—	—
(NO ₂) ⁻	—	—
(SiO ₃) ²⁻	—	40.92
Σ	1998.23	1681.88 709.16

Таблица 2. Расход реагентов на регенерацию

Реагенты	УИО, кг/сут	УОО, кг/сут
H ₂ SO ₄	889,77	17,4*
NaOH	814,37	43,73*

* – на регенерацию ФСД

Анализ сравнения технологических показателей качества подготовки добавочной воды показывает преимущества схемы с УОО, так как в этой схеме количество сточных вод существенно меньше. Кроме того, в данной работе не приведены такие преимущества схемы с УОО как значительно меньшая металлоёмкость, простота автоматизации, компактность, меньшие затраты воды на собственные нужды.

Литература

1. Юрчевский Е.Б., Первов А.Г. Экономические аспекты применения обратноосмотической и ультрафильтрационных технологий в энергетике. // Энергосбережение и водоподготовка.– 2004. – № 3. – С. 17–20.
2. Юрчевский Е.Б. Современное отечественное водоподготовительное оборудование для обессоливания и умягчения воды на ТЭС // Теплоэнергетика. – 2002.– № 3. – С. 63–67.

УДК 621.181.001.24

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КПД КОТЛА

Гончарова А.А.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор **КАРНИЦКИЙ Н.Б.**

Изменение структуры топливного баланса повысило актуальность сжигания жидкого и твёрдого топлив, а также совместного сжигания природного газа и мазута. В качестве одного из способов снижения выбросов NO_x при сжигании мазута применяют

впрыск влаги в факел и сжигание водомазутных эмульсий. При этом суммарное содержание влаги по отношению к топливу может достигать 15 %.

Для определения КПД котла применяется расчёт объёмов и энтальпии продуктов горения в балансовой точке по элементарному составу топлива с отнесением к располагаемой теплоте. В существующей практике эксплуатации для наладочных работ и при нормировании расхода топлива на энергетических, промышленных и отопительных котлах КПД брутто определяется, как правило, из уравнения обратного баланса:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6}{Q_p^p}.$$

Этот метод даёт точные значения при расчёте теплового баланса котла, но при этом используются данные по составу топлива, воздуха и дымовых газов, что требует значительного объёма измерений и расчётов. Как правило, этот метод применяется при гарантийных приёмо-сдаточных испытаниях мощных энергетических и промышленных котлов, когда невозможно определение КПД по прямому балансу с требуемой погрешностью 1–2 %.

Широкое распространение получили методики, разработанные М.Б. Равичем и Я.Л. Пеккером, в которых потери теплоты Q_2 определяются по упрощённым зависимостям. Они требуют меньшего объёма измерений и расчётов, удобны для регулярного использования.

Обе эти методики основываются на преобразованной форме записи выше приведенного уравнения теплового баланса, которая получается из исходной путём деления обеих частей уравнения на Q_p^p , после чего уравнение теплового баланса для случая сжигания мазута приобретает вид:

$$\eta = 1 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6).$$

В обеих методиках значение q_2 рассчитывается на основании измеренных температуры и коэффициента избытка воздуха в уходящих дымовых газах. Фактически же значение q_2 рассчитывается по уравнению

$$q_2 = 100 \frac{I_{yx} - \alpha I_{xв}}{Q_p^p},$$

но при этом для расчёта потерь теплоты с уходящими газами всего по двум измеряемым параметрам пришлось ввести ряд упрощений и допусков, которые, в свою очередь, и понизили точность определения.

Кроме того, в последние годы получили распространение газоанализаторы серии TESTO производства германской фирмы Testoterm. Потери теплоты с уходящими газами (QA) прибор определяет в момент измерений по заложенной формуле. Так для прибора TESTO-33 формула для определения потерь с уходящими газами (%) имеет вид:

$$QA = \frac{0,68(T_{yx} - T_{xв})}{21 - Q_2} + 0,07.$$

При нормальных режимах работы котла Q_2 значительно превосходит $(Q_3 + Q_4)$ и $Q_5 = \text{const}$, поэтому точность расчёта КПД котла брутто по обратному балансу зависит от точности определения потерь теплоты с уходящими газами.

По всем перечисленным методикам для случая сжигания мазута были проведены расчёты потерь теплоты с уходящими газами и определена сходимость полученных значений. За фактическое значение q_2 принято значение, рассчитанное по тепловому балансу котлоагрегата, т. е. эталонное значение потерь теплоты с уходящими газами, оно определялось по элементарному составу топлива и материальному балансу горения.

Итоги статистического анализа сходимости значений q_2 показывают, что лучшую сходимость с нормативным методом в диапазоне влагосодержания мазута 2–14 % даёт методика Я.Л. Пеккера. Погрешность определения значения q_2 – от 0,074 до 1,414 %, причём она возрастает с увеличением влагосодержания мазута и температуры уходящих газов. Среднее значение погрешности – минус 0,475 %; средняя квадратическая погрешность составляет 0,453. На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

– наиболее часто применяемые методики определения потерь теплоты с уходящими газами М.Б. Равича и Я.Л. Пеккера дают завышенное значение КПД котла брутто (более 1,0 %) при влагосодержании мазута 12–15 %. Погрешность возрастает с увеличением избытка воздуха, температуры уходящих газов и влагосодержания топлива;

– при использовании высокообводнённых топлив или применении впрыска влаги непосредственно в факел технико-экономические параметры котлов следует определять по нормативному методу расчёта котлоагрегатов. При использовании упрощённых методик необходима дополнительная корректировка на фактическое влагосодержание топлива;

– выполненные сравнительные расчёты показывают, что погрешность определения q_2 по упрощённым методикам можно понизить до 0,25–0,35 % (абс.) путём введения поправочных коэффициентов, учитывающих фактическое влагосодержание жидкого топлива.

Литература

1. Кучер С.В. Сравнительная оценка погрешности расчётного определения КПД котла при сжигании мазута по различным методикам // Энергетик. – 2004. – № 4. – С. 11–14.
2. Тепловой расчёт котельных агрегатов. (Нормативный метод). – М.: Энергия, 1973. – 296 с.
3. Резников М.И., Самойлов Ю.Ф. Балансовые испытания парогенератора. – М.: МЭИ, 1970. – 224 с.

УДК 621.184

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Добровольский Ю.В.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ТАРАСЕВИЧ Л.А.

Резервы энергосбережения в системах отопления жилых зданий следует искать в управлении процессами вентиляции зданий. Полностью контролируемая приточно-вытяжная вентиляционная система делает экономически целесообразным переход к воздушному отоплению в зданиях. В этом случае пропадает необходимость в монтаже дополнительной инженерной системы водяного отопления для обогрева жилых помещений.

Для жилых зданий предыдущего поколения использование системы воздушного отопления было нецелесообразно по нескольким причинам. Объясняется это тем, что температура теплоносителя в системах воздушного отопления ограничена 45°C, для решения задачи достаточного обеспечения теплом уровень воздухообмена повышался до 3–5 кратного значения по сравнению с необходимым для целей проветривания помещений. Это приводило к существенному увеличению уровня теплопотерь зданий, а также к уносу влаги из помещений и снижению относительной влажности до 20–30 %. Такой уровень влажности приводил к повышенной электризации и запыленности воздуха в помещениях, что стимулировало увеличение количества заболеваний дыхательной системы, а также увеличивало количества аллергенов в атмосфере помещений.