

СИСТЕМА УЧЕТА ТЕПЛА СУХОГО ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА

С. Н. Хвещук

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Ю. Е. Котова

Актуальность оснащения источников тепловой энергии (котельные, РТС и ТЭС) современными системами учета тепловой энергии и теплоносителей вызвана несколькими факторами.

Во-первых, при существенном росте стоимости тепловой энергии за последние 10 лет учет энергии на многих энергоемких предприятиях осуществляется устаревшими приборами и методами. В основе устаревшего учета – ручное планиметрирование диаграмм самопишущих приборов. Эта технология не позволяет обеспечить высокую точность измерений и необходимую оперативность в предоставлении учетной информации экономическим службам ТЭС, РТС и котельных.

Во-вторых, начавшаяся реструктуризация энергетики разделяет генерирующие предприятия и сети на разные юридические лица. В этом случае, как правило, источник будет продавать тепловую энергию и теплоноситель на своей границе балансовой принадлежности, и он становится кровно заинтересованным в точном, оперативном и юридически правильном учете.

Прежде всего необходимо отметить, что энергопредприятие с проблемой учета тепловой энергии и теплоносителей сталкивается дважды: в случае, когда предприятие выступает как источник тепловой энергии (в этом случае необходимо знать общий объем произведенной тепловой энергии и массы теплоносителя, а также их параметры для оценки технико-экономических показателей), и другой раз, как поставщик (продавец) тепловой энергии и теплоносителя конкретным потребителям.

Обследование большого числа источников тепловой энергии показывает, что при учете тепловой энергии приходится сталкиваться со следующими перечисленными ниже схемами теплоснабжения:

- закрытые системы, когда утечек практически нет;
- условно закрытые системы, когда утечки составляют несколько процентов от массы прямой сетевой воды;
- открытые системы, когда невозврат теплоносителя менее 20 %;
- без возврата теплоносителя (например, поставка потребителям горячей обессоленной воды, поставка пара без возврата конденсата).

На многих котельных применяется РОУ – редуцирующая охлаждающая установка. Ее задача – понижение температуры и давления пара, выходящего из котла, до требуемых параметров. Снижение температуры острого пара производится впрыском охлаждающей воды в поток пара через специальную трубку в дроссельно-охлаждающей решетке узла шумоглушителя или через сопло в охладитель пара (рис. 1 (поз. 3)). Охлаждающая вода, испаряясь за счет тепла, отбираемого от пара, охлаждает его до заданной температуры. В зависимости от соотношения расходов острого пара и впрыскиваемой охлаждающей воды, а также их первоначальной температуры обеспечивается необходимая температура охлажденного пара на выходе из охладителя. В зависимости от рабочих параметров охладителя пара отличаются размерами и числом форсунок (сопел). Заданные значения давления и температуры редуцированного пара поддерживаются автоматически электронными регуляторами путем воздействия на регулирующие клапаны: паровой (поз. 2) и водяной (поз. 9). Кроме того, для регулирования температуры пара предусмотрен вентиль игольчатый с ручным приводом (поз. 7). Для полного перекрытия (открытия) потока охлаждающей воды для РОУ и ОУ предусмотрены вентили запорные (поз. 8).

Предлагаемый способ учета тепла основан на калориметрическом методе. Единственное отличие его от лабораторного – это использование непрерывного потока охлаждающей воды и перегретого пара через РОУ.

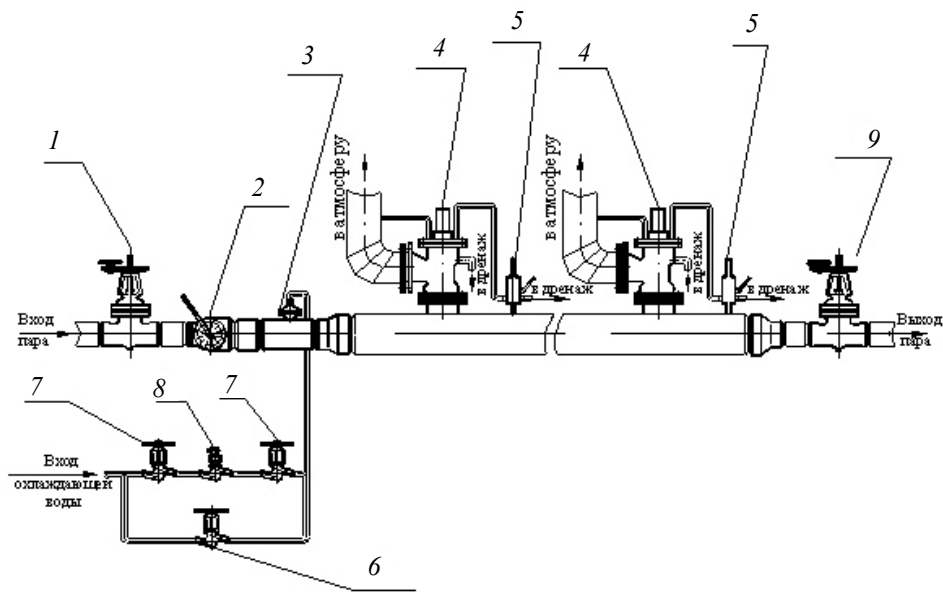


Рис. 1. Схема редукционно-охлаждающей установки:

1 – задвижка; 2 – клапан регулирующий (пар); 3 – охладитель пара или узел шумоглушителя с дроссельно-охлаждающей решеткой; 4 – клапан предохранительный; 5 – клапан импульсный; 6 – вентиль игольчатый; 7 – вентиль запорный; 8 – клапан регулирующий (вода); 9 – задвижка

Для этих целей в уже работающие установки вносятся следующие изменения:

- в поз. 3 (рис. 1) устанавливается датчик избыточного давления, так как энтальпия пара довольно сильно зависит от давления;
- до и после охладителя устанавливаются два измерителя температуры (если они не были установлены ранее и пары стабилизировались биметаллическими регуляторами);
- устанавливается расходомер количества идущей на охлаждение воды;
- в случае с закрытой системой устанавливается еще и расходомер обратного конденсата.

Для примера системы учета рассмотрим охлаждение неизвестного расхода количества пара с температуры 190 до 138 °С при неизменном давлении в 0,2 МПа (охлаждение в РОУ происходит как раз после дросселирования).

Энтальпия пара с температурой 190 °С при давлении 0,2 МПа равна 2845,135 кДж/кг. При 138 °С и том же давлении она составляет 2735,392 кДж/кг. Таким образом, при охлаждении 1 кг пара при указанных параметрах выделяется $2845,135 - 2735,392 = 109,743$ кДж.

Так как при охлаждении пара охлаждающая вода приобретает такую же энергию, как и у выходного, то несложно подсчитать, что при охлаждении дополнительно образуется пара:

$$m = \frac{109,743}{2735,392 - t_{42}} \text{ (кг)},$$

где t – температура воды.

При этом измерить количество охлаждающей жидкости не так уж и сложно.

Таким образом, измеряя расход жидкости, идущей на охлаждение, можно с помощью практически одних таблиц, заложенных в память измерителя, измерять рас-

ход пара косвенным методом, а производя попутно умножение этого расхода на табличное значение, учитывать также и расход тепла.

Данный способ был частично опробован на охлаждающей установке, стоящей перед сушильной группой бумагоделательной машины в филиале Добрушская бумажная фабрика «Герой труда», управляющая компания холдинга ОАО «Белорусские обои».

На входном паропроводе установлена система стабилизации температуры пара, расходомер переменного перепада давления, датчики температуры. Стабилизация температуры происходит при помощи открывания клапана насоса высокого давления с заявленной заводом-производителем производительностью в 600 л/ч. К сожалению, на момент проведения измерений измеритель расхода охлаждающей жидкости не был установлен, поэтому количество расхода рассчитывалось по времени открытого состояния клапана. Измерение проводилось с помощью частотомера чЗ-33.

Открывание клапана регулируется путем изменения скважности его включения. Коэффициент заполнения в процессе измерения составил 0,317 (время открытого клапана 1,298432 с, а закрытого – 2,797568 с). На основании коэффициента времени подачи воды и производительности насоса рассчитано, что ее масса составила:

$$m = 0,317 \cdot 600 = 190,2 \text{ (кг/ч)}.$$

Температура входного конденсата, которым производилось охлаждение, составила 98 °С. Разница температур пара составила 190–138 °С. Расчет количества пара по приведенной выше методике дал результат:

$$V = 190,2 \cdot \frac{2735,392 - 98 \cdot 4,2}{109,373} = 4040 \text{ (кг)}.$$

Диафрагма, стоящая на паропроводе, была рассчитана заводом-изготовителем на максимальный расход пара в 6 т/ч. Расход пара при проведении измерений составил 4,1 т/ч.

Для проведения окончательной доработки предложенной методики косвенного измерения расхода тепла планируется установка электромагнитного расходомера на трубопровод охлаждающего конденсата. При его неудовлетворительной работе в среде конденсата (обессоленная вода с высоким сопротивлением) будут опробованы расходомеры другого типа.

Уточнение окончательной методики расчета и оптимизация необходимых таблиц позволит уменьшить размер массива данных, что позволит создать довольно дешевый прибор учета тепла.