

- снижение себестоимости обессоленной воды на 25 %;
- снижение расхода ионитных материалов на 40 %.

УДК 621.181

ОРГАНИЗАЦИЯ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА В ГАЗОМАЗУТНЫХ КОТЛАХ

И.Г. Жихар

Научный руководитель Н.Б. КАРНИЦКИЙ, д.т.н., профессор

Двухступенчатое сжигание является эффективным методом снижения выбросов оксидов азота. При этом одна зона выгорания топлива заменяется несколькими зонами, по возможности обособленными. В энергетике двухступенчатое сжигание топлива применяется в двух вариантах. Наиболее простой вариант двухступенчатого сжигания может быть реализован перераспределением дутьевого воздуха по ярусам горелок с подачей в нижний ярус горелок богатой топливной смеси, а в верхний ярус – смеси с избытком дутьевого воздуха или дополнительного воздуха (поярусное регулирование).

Другой вариант двухступенчатого сжигания может быть реализован в специальных горелочных устройствах, в которых осуществляется перераспределение потоков топлива и воздуха с образованием на первой стадии либо бедной топливно-воздушной смеси с последующим добавлением необходимого топлива, либо богатой топливно-воздушной смеси с подводом на второй стадии воздуха для дожигания продуктов неполного сгорания первичной зоны горения.

При организации двухступенчатого сжигания топлива с позонной подачей воздуха на первой ступени осуществляется процесс горения с коэффициентом избытка воздуха $\alpha < 1$, затем на некотором расстоянии от первой зоны горения подается остальное количество воздуха, необходимое для полного выгорания топлива.

Для практической реализации двухступенчатого сжигания мазута и газа разработана новая газомазутная горелка (а. с. СССР № 964350). Горелка установлена на котлах ГМ-50-14 и ДКВР-10-13.

Экономия газообразного и жидкого топлива может быть достигнута путем применения новых горелочных устройств двухступенчатого сжигания топлива. Испытания котлов с новыми горелками показали, что КПД котлов увеличивается в среднем на 1,5 % за счет уменьшения избытка воздуха и снижения температуры уходящих газов. Котлы эффективно и надежно работают в широком диапазоне изменения нагрузки. Использование новых горелок для двухступенчатого сжигания топлива позволило снизить концентрацию оксидов азота в уходящих

газах в 2 раза, а также снизить максимальные падающие тепловые потоки на экранные трубы на 31 %.

УДК 621.438

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ ОТРАБОТАВШЕГО РАБОЧЕГО ТЕЛА

А.Н. Шкода

Научный руководитель Н.Б. КАРНИЦКИЙ, д.т.н., профессор

Различают два способа перехода энергии – совершение работы и теплообмен. Превращение видов энергии может происходить только в первом случае, во втором же энергия переходит в неизменном виде – в виде теплоты и только при наличии разности температур и всегда к телам наиминимальшей в данной системе температуры.

Аналитическое выражение располагаемой работы имеет вид

$$e = \Delta u + T_0 \Delta s - p_0 v, \quad (1)$$

где $\Delta u = u_0 - u$, $\Delta s = s_0 - s$, $\Delta v = v_0 - v$, причем $u_0 = u(p_0, T_0)$ – удельная внутренняя энергия в конце перехода, тогда как $u = u(p, T)$ – энергия в начале, то есть в исходном состоянии; то же относится к энтропии s и удельному объему v вещества.

Изменение e равно

$$de = du - T_0 ds + p_0 dv. \quad (2)$$

Согласно первому закону термодинамики

$$T ds = du + p dv. \quad (3)$$

Соотношение (2) после исключения du преобразуется к виду

$$de = (T - T_0) ds + (p - p_0) dv. \quad (4)$$

Это соотношение показывает, что для получения механической работы нужна не только разность температур, но и разность давлений рабочего тела на входе в машину и выходе из нее.

Эксергетический метод расчета позволяет учесть потери лишь из-за необратимости процессов, в чем не всегда есть необходимость. Совершенно разные по конфигурации и эффективности теоретические, обратимые циклы тепловых машин и идеальный цикл Карно имеют одинаковый эксергетический КПД, равный 100 %. При использовании же теплоты для технологических нужд запас работоспособности теплоносителя – эксергия не имеет прямого значения.

Расчетным путем установлено, что возрастание суммарной энтропии нагреваемого и греющего тел при неравновесных процессах охла-