

повышена за счет внутреннего использования установкой части произведенных ею продуктов, например, хладоэнергии для дополнительного охлаждения воздуха в охладителе воздуха перед его сжатием в К и хладагента (циркулянта) подаваемого на охлаждение конденсатора ПТУ. Хладоэнергия может быть использована также и для охлаждения РТ перед РМ в охладителе газов. Охлаждение хладагента перед конденсатором понижает температуру отвода теплоты в цикле ЭТУ-2 вплоть до уровня ниже температуры окружающей среды. Холодный конденсат может трансформировать тепловую энергию в схему установки за счет естественного эффекта. Функциональные возможности ЭТУ-2 дополнительно могут быть повышены применением теплонасосной установки (ТНУ) для трансформации тепловой энергии от РТ перед РМ, например, для нагрева конденсата пара ПТУ в теплообменнике включенном до ее системы регенерации. Еще одна возможность повышения эффективности ЭТУ-2 может быть реализована подачей полученной воды из РТ в камеру сгорания для регулирования температуры РТ перед РМ при соответствующем уменьшении расхода воздуха вплоть до стехиометрического его значения.

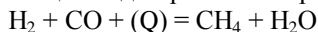
УДК 621.165

КОМБИНИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ ЭТУ-3

Н.В. Пантелей, Е.А. Пантелей, Е.В. Кулак

Научный руководитель И.Н. ВЕРБИЛЮ, к.т.н., доцент

Авторами настоящей работы на протяжении ряда лет разрабатывался новый тип энерготехнологических установок (ЭТУ) позволяющих существенно расширить возможности комбинированного производства технологических продуктов (ТП). Ниже приводится один из вариантов установок такого типа – ЭТУ-3, который дополнен по сравнению с ранее предложенными вариантами ЭТУ-1 и ЭТУ-2 производством метанола из природного газа (ПГ) путем его конверсии в смеси с водой. Суть его в реализации эндотермической реакции типа



и



где (Q) – внешний подвод тепловой энергии к смеси ПГ и воды при температуре 600–800 °С в присутствии катализатора (никель).

Полученные расщеплением метана и воды водород и оксид углерода (метанол – первый технологический продукт) повышают теплотворную способность исходного продукта реакции – ПГ на 20–25 %, что равноценно такому же повышению эффективности энергетической установки – первый технологический продукт.

Энерготехнологическая установка ЭТУ-3 включает тепловую (ТМ) и расширительную (РМ) машины объединенные общим рабочим телом (РТ) получаемым в камере сгорания (КС) из продуктов сгорания органического топлива в среде сжатого компрессором (К) воздуха. Расширение РТ в ТМ осуществляется до разделительного давления, затем его охлаждают до температуры точки росы водяных паров в нем. Такое глубокое охлаждение позволяет отделить от РТ второй технологический продукт – воду в сепараторе воды. Охлаждение РТ перед РМ последовательно осуществляют в химическом конверторе метана, регенераторе воздуха, паровом котле-утилизаторе, теплонасосной установке и охладителе газов таким образом, чтобы за счет расширения в РМ температура РТ понизилась не менее чем до температуры сублимации углекислоты ($-57\text{ }^{\circ}\text{C}$). Это позволяет отделить от РТ третий технологический продукт – углекислоту в сепараторе углекислоты. Оставшаяся часть рабочего тела состоит в основном из азота с примесью инертных газов и может рассматриваться как четвертый технологический продукт. Сублимированная углекислота и азот несут в себе пятый технологический продукт – хладоэнергию. Водяной пар, генерируемый в котле-утилизаторе используется в качестве рабочего тела паротурбинной установки (ПТУ), паровая турбина (ПТ) которой совместно с ТМ и РМ вырабатывают шестой продукт – механическую энергию часть которой расходуется на сжатие РТ в К. Представляется целесообразным организовать от ПТ отборы пара на теплофикацию как седьмой технологический продукт – тепловую энергию. Работа ЭТУ-3 по рассмотренному выше принципу автоматически обеспечивает и восьмой технологический продукт – экологический эффект, который в нынешних условиях также имеет стоимостное выражение.

Комбинированное производство технологических продуктов по безотходной технологии уже само по себе обеспечивает высокую эффективность ЭТУ-3, тем не менее она может быть увеличена за счет внутреннего использования установкой части произведенных ею продуктов, например, хладоэнергии для дополнительного охлаждения воздуха в охладителе воздуха перед его сжатием в К и хладоагента (циркуды), подаваемого на охлаждение конденсатора ПТУ. Хладоэнергия может быть применена и для охлаждения РТ перед РМ. Охлаждение хладоагента перед конденсатором понижает температуру от-

вода теплоты в цикле ЭТУ-3 вплоть до уровня ниже температуры окружающей среды. Холодный конденсат может трансформировать тепловую энергию в схему установки за счет естественного эффекта. Включение в схему ТНУ преследует выполнение задачи регенерации тепловой энергии в цикле ЭТУ-3 путем передачи тепловой энергии от РТ к конденсату в дополнительном теплообменнике, включенном перед системой регенерации.

УДК 621.181

ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА ХИМИЧЕСКОГО НЕДОЖОГА ТОПЛИВА

Д.А. Иванов

Научный руководитель Л.А. ТАРАСЕВИЧ, к.т.н., доцент

При нормальных эксплуатационных режимах котельных установок содержание продуктов химической неполноты сгорания в топочных газах поддерживается на минимальном уровне.

Современные конструкции горелочных устройств и организация аэродинамики газовых потоков в топках котлов позволяет сжигать топливо с низкими коэффициентами избытка воздуха, порядка 1,03–1,05. Это обеспечивает наиболее экономичное использование топлива, создает условия минимизации содержания оксидов азота в продуктах сгорания.

Однако при сжигании топлива с минимальными избытками воздуха возможно появление в продуктах сгорания оксида углерода. В качестве практического примера можно показать, что при сжигании мазута с околокритическими коэффициентами избытка воздуха (α) были получены следующие значения содержания СО в продуктах сгорания:

α	1,05	1,00	0,95
СО, %	0,2	2,5	5

При сопоставимом расчете коэффициента избытка воздуха по различным традиционным формулам при наличии химнедожога получены следующие значения α :

α фактическое	1,05	1,00	0,95
α по азотной формуле	1,047	1,020	0,882
α по кислородной формуле	1,052	1,035	1,020
α по формуле Равича Б.М.	1,050	1,000	0,95

Причиной различий результатов расчетов является нечеткость определения объема продуктов сгорания при наличии химического недожога в различных формулах. И это вносит неточность в расчеты технико-экономических показателей работы котла.