

ТЕРМОЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЖАРОТРУБНОГО КОТЛА

И.Г. Сурасманов, С.С. Данилов
Томский политехнический университет
ЭНИН, ПГС и ПГУ

Идентификация разрушения эксэргии гарантирует базу для увеличения эффективности. Первые предложения об использовании эксэргии для экономической оценки эффективности были выдвинутыми А. Андрющенко [1, 2], З. Рантом [3, 4], Я. Шаргутом [5, 6]. Воздействие температуры горения воздуха и избытка воздуха, воздействие возобновления тепловых потерь в паровом генераторе и влияние температуры дымовых газов на разрушение эксэргии в камере сгорания, парогенератор и дымовая труба могут быть смоделированы с применением современных программных продуктов.

В настоящей работе проведена оценка эксплуатационных затрат при эксплуатации котельной и выявлены следующие экономические аспекты экономии эксэргии топлива: стоимость топлива, стоимость подготовки котловой воды, стоимость перекачивания котловой воды, и стоимость подачи воздуха на горение. Произведен термозкономический анализ жаротрубного котла, учитывающий текущие эксплуатационные и оптимальные эксплуатационные расходы. Было установлено, что тепловой и эксэргетический КПД исследуемого котла были неоптимальными из-за чрезмерных потерь в камере сгорания, в парогенераторе и в дымовой трубе. Эксплуатационные расходы также были высокими из-за высокой скорости разрушения эксэргии. Подход внутренней стоимости соответствующей текущей эксплуатации котла и маргинального номера стоимости соответствующей оптимальной работе привело к ежегодной экономии 5561214 млн.руб. Также моделирование показало, что оптимальное значение температуры горения воздуха, избытка воздуха и температура дымовых газов составляет 135 °С, 10% и 150 °С соответственно.

Табл. 1. Исходные данные для экономической оценки эксплуатации

Параметр	Значение	Единицы
Природный газ	4,12 до 7,29	руб/м ³
Стоимость единицы энергии	0,0003	руб/кДж
Стоимость единицы Эксэргии	0,0003	руб/кДж
Электричество	6,8396	руб/(кВт*ч)
Рабочих часов	7900	час/год

Для повышения эффективности котла была проведена оптимизация температуры горения воздуха, избытка воздуха, рекуперации в конвективных поверхностях нагрева и температуры уходящих дымовых газов. Было отмечено, что оптимальное значение температуры горения воздуха, избытка воздуха и температура дымовых газов, в результате минимальной эксэргетических потерь и эксплуатационного расхода были 135 °С, 10 % и 150 °С соответственно.

Было установлено, что в результате параметрической оптимизации, требуемая эксэргия топлива в процессе эксплуатации котла (5648,2 кВт) была сокращена на 10,66 % по сравнению с текущей (6322,3 кВт). Также были сокращены потери с термодинамической необратимостью на 3,9 % и 1,3 % в камере сгорания и дымовой трубе соответственно.

Табл. 2. Параметрическая оптимизация на основе термоэкономики

Параметры	Единица	Перед оптимизацией	После оптимизацией
КПД	%	74,16	79,17
эксэргетический КПД	%	31,76	35,33
издержки на топливо	млн.руб/гкалл	790,76	706,61
стоимость подготовки котловой подачи воды	руб/гкалл	302,064	302,064
стоимость перекачки котловой подачи воды	руб/гкалл	8,9	8,9
стоимость подачи воздуха	руб/гкалл	23,89	20,17
сумма эксплуатационных расходов	руб/гкалл	1125,72	1037,80

В таблице 2 показано сравнение исследуемого котла с оптимизированным вариантом. Оптимизация позволила повысить тепловой КПД на 5,01 %, что привело к увеличению эксэргетического КПД на 3,57 %, экономия топливных затрат и электроэнергии составила 10,6 % и 11,3 % соответственно. Таким образом, ежегодно можно сохранить 5561214 млн. руб., что, в свою очередь, эквивалентно повышению производительности на 11,79 %.

ЛИТЕРАТУРА:

1. А.И. Андриященко, Техническая работоспособность термодинамических систем, Саратовский автомобильно-дорожный институт, Саратов, 1956.
2. А.И. Андриященко, Термодинамические расчеты оптимальных параметров тепловых электростанций, Госэнергоиздат, Москва, 1963.
3. Z. Rant, Exergie, ein neue Wort // Technische Arbeitsfähigkeit, Forsch. Ing. –Wes. – 1956, vol. 22, №2, p. 212.
4. Z. Rant, Exergiediagramme, für Verbrennungsgase // BWK. – 1960, vol. 12, №7, p. 297–301.
5. J. Szargut, Bilans eksergetyczny procesow hutniczych // Archiwun Hutnictwa. – 1961, vol. 6, №1, pp. 23–60.

6. J. Szargut, Bilans eksergetyczny procesow cieplnych // Energetyka Przemyslowa. – 1961, vol. 9, №3, pp. 73–79.

Научный руководитель: С.А. Хаустов, к.т.н., ассистент каф. ПГС и ПГУ ЭНИН ТПУ.

ДИАГНОСТИКА СТРУКТУРЫ ТУРБУЛЕНТНОГО ПОТОКА ПРИ РАСПЫЛЕНИИ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ СТРУЕЙ ПЕРЕГРЕТОГО ВОДЯНОГО ПАРА

Е.Ю. Шадрин, И.С. Ануфриев
Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН

Введение

Качественное диспергирование жидкости – одна из актуальных научно-технических проблем. Генерация аэрозолей с малым разбросом параметров по концентрации и дисперсному составу является важнейшей задачей при создании различных теплоэнергетических устройств, разработке технологий нанесения покрытий, систем охлаждения и пожаротушения и многих других. Одним из направлений, использующих распылительные форсунки, является создание эффективных горелочных устройств для утилизации некондиционных углеводородных топлив и горючих производственных отходов. Исследования, проведенные ранее сотрудниками ИТ СО РАН на оригинальных автономных горелочных устройствах испарительного типа [1-3], показали, что процесс сжигания таких углеводородов резко интенсифицируется при подаче в зону горения струи перегретого водяного пара. При этом улучшаются экологические характеристики процесса. Однако использование горелочных устройств испарительного типа не позволяет достичь высокой производительности.

В данной работе экспериментально исследуется перспективный способ распыла жидкого углеводородного топлива струей перегретого водяного пара [4]. Отличительной особенностью данного способа является то, что топливо и распыляющая среда (несущая фаза) – водяной пар предварительно не смешаны друг с другом: пар подается из форсунки в виде струи, на которую натекает распыляемое жидкое топливо. На практике это является важным преимуществом, поскольку нет контакта топлива с форсункой. Это предотвращает коксование поверхностей и сбои в работе горелочного устройства.

Экспериментальная методика

Для исследования характеристик распыла жидкого топлива паровой струей был использован интерферометрический метод определения диаметров капель (PI) [5]. Метод основан на регистрации расфокусированных образов капель, освещаемых лазером. Согласно теории рассеяния Ми [6, 7], свет, отраженный и однократно преломленный сферической поверхностью капли, создает на образах капель интерференционные полосы, частота которых напрямую зависит от диаметра капли. Цифровой анализ полученных изображений позво-