

УДК 630.839:631.571

А.А. Тринченко (асп. каф. РиПГС), С.М. Шестаков, д.т.н., проф.

АНАЛИЗ РАБОТЫ ОТОПИТЕЛЬНОГО КОТЛА БЕЛООСТРОВСКОЙ КОТЕЛЬНОЙ, ПЕРЕВЕДЕННОГО НА СЖИГАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Обеспечение экологической безопасности энергетических установок является одной из актуальных проблем, так как они являются генераторами вредных выбросов в атмосферу, наиболее опасными из которых являются оксиды азота, серы и углерода. Защите окружающей среды были посвящены международные конференции ООН: Стокгольм-72; Рио-де-Жанейро-92; Киото-97. Важнейшим моментом считается снижение выбросов CO_2 для уменьшения “парникового эффекта”.

Постоянный рост цен на газообразное топливо и мазут, а также ограниченность запасов этих топлив, приводит к необходимости более широкого использования в энергетике вторичных ресурсов. По данным концерна “Лемо”, в Ленинградской области ежегодно производится около 1.000.000 м³ древесины, не имеющей сбыта, убыточной для лесозаготовителей и наносящей вред окружающей среде. Вместе с тем эта древесина обладает значительным тепловым потенциалом и переработка ее в топливо может дать более 1,8 млн. Гкал. “Возобновляемость” древесного топлива и относительно низкая стоимость древесных отходов (100...120 руб./пл. куб. м) делает их использование особенно перспективным.

Проект STEM (Швеция) перевода угольной котельной на сжигание древесного топлива реализован в пос. Белоостров под Санкт-Петербургом. В Белоостровской котельной установлены четыре чугунных секционных котла “Тула-3” по 0,5 МВт каждый (технические характеристики котлов - в [1]). Котлы имеют трехходовое движение газов через систему чугунных колосников. Они были оборудованы неподвижными колосниковыми решетками с ручным обслуживанием (q_F решетки 0,6 МВт/м²) и сжигали интинский каменный уголь ($W^r=10,8\%$, $A^r=24,9\%$, $S^r=0,38\%$, $Q_i^r=19$ МДж/кг).

Модернизация по проекту STEM была проведена на котлах № 1...3 и заключалась в установке: системы подачи в котельную древесных отходов с общего склада ($V_{склада}\sim 200$ м³); системы раздачи их по котлам шнековыми питателями; колосниковых решеток с нижней подачей топлива и периодическим ручным удалением шлака (золы); новых вентиляторов первичного и вторичного воздуха и дымососа; системы КИП и автоматики. Стоимость проекта (включая теплотрассу) по данным STEM составила 502150 USD. Древесные отходы для котлов поставляются в основном Рощинским лесхозом ($Q_i^r\approx 7...10$ МДж/кг), а также - Лисинским лесхозом-техникумом ($Q_i^r\approx 7,5...9,6$ МДж/кг).

После пуска котлов были выявлены некоторые недостатки конструкции, вызванные широким спектром фракций топлива (от опилок до шпона). Для устранения недостатков были установлены: реверс шнекового питателя; “рыхлитель” на конце шнека; рубительная машина с транспортером. Это позволило надежно работать на древесных отходах любого фракционного состава.

Для определения технико-экономических и экологических показателей работы котлов после модернизации нами были проведены экспресс-испытания на различных режимах, отличавшихся: тепловой мощностью; коэффициентом избытка воздуха; соотношением расходов первичного и вторичного воздуха. Измерения на котлах проводились прибором ЕЕЕ-96001, который определял температуру уходящих газов (T_{yx}), потери тепла и КПД котла, концентрации CO , CO_2 , O_2 , NO , NO_2 , SO_2 и H_2S (с записью на компьютере). На основании этих данных (с внесением необходимых поправок) и анализу топлива рассчитывались характеристики работы котла (табл. 1). Для сравнительного

анализа эффективности работы котла “Тула-3” в табл. 1 приводятся аналогичные данные для котла Multimiser 20 Danstoker котельной Лисинского лесхоза-техникума (ЛЛТ), полученные нами ранее [2, 3].

Котел “Тула-3” имеет относительно низкий КПД (75%), по сравнению с котлом Danstoker – (87%), что вызвано повышенным избытком воздуха (α) в зоне горения и повышенными присосами в газоходах.

Несмотря на повышенный избыток, в уходящих газах содержится значительное количество CO, что также указывает на неудовлетворительную организацию слоевого процесса сжигания отходов. Концентрации вредных веществ в уходящих газах котлов находятся на приемлемом уровне и в основном удовлетворяют требованиям по охране окружающей среды.

На рис. 1 представлены в динамике некоторые характеристики топки и котла “Тула-3” (в т.ч. и эмиссия вредных веществ) при номинальной нагрузке. Отчетливо видны значительные пульсации параметров, вследствие неустойчивости процесса горения топлива. Например, пульсации CO достигают значений 300 мг/м³.

Таблица 1. Усредненные результаты испытаний котлов Multimiser 20 Danstoker и “Тула-3”

Тип котла	Multimiser 20 Danstoker	Тула-3
Мощность котла	100%	100%
Влажность древесных отходов, W^r , %	40	55
К.П.Д. котла брутто, %	87	75
Концентрация кислорода на выходе из котла, O ₂ , %	6	12
Температура уходящих газов, °С	200	200
Концентрации вредных веществ* в уходящих газах, мг/м ³ :	SO ₂	5...40
	NO ₂	150
	CO	100
		5...40 70 100...320

* приведено к $\alpha=1,4$ и 101,3 кПа.

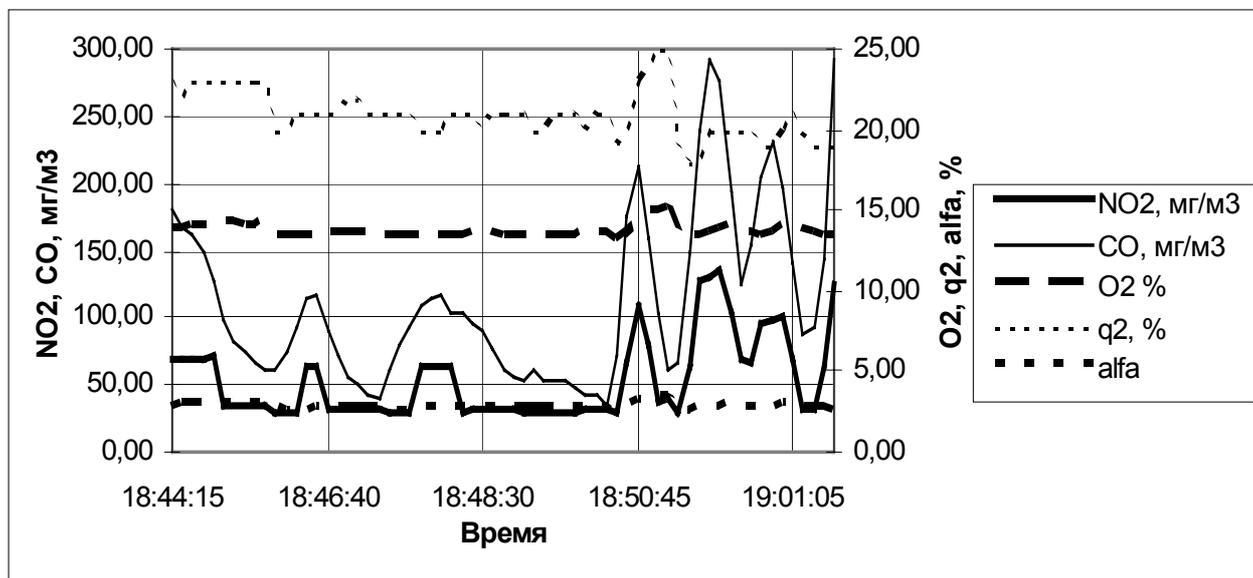


Рис. 1. Динамика работы и выброса вредных веществ (приведено к $\alpha=1,4$) котла “Тула-3” при $N=N_{ном}$

Необходимо отметить высокие значения концентрации кислорода перед дымососом) на уровне 13,6...15%, что соответствует $\alpha=2,8...3,5$. Ручным регулированием (автоматическое регулирование отсутствует) расходов первичного и вторичного воздуха не удалось достичь стабильных значений α ниже 2,4 (O₂=12,25 %). Таким образом, можно сделать вывод, что предложенный вариант модернизации котлов Белоостровской котельной – сочетание старых чугунных котлов “Тула-3”, горизонтальной неподвижной

решетки и нижней подачи топлива – является неоптимальным и не может служить примером для тиражирования.

Для повышения КПД котлов Multimiser 20 Danstoker и Тула-3 целесообразно устанавливать отключаемый водяной экономайзер, который понизит температуру уходящих газов от 200...250 до 160 °С и позволит увеличить КПД брутто котлов (для Multimiser 20 Danstoker до 90 %).

Усреднение показателей за отопительный период показало, что число часов работы и средняя и максимальная эксплуатационные нагрузки котлов составляют соответственно: - в пос. Белоостров $\tau=6800$ часов, $N_{cp}=80$ %, $N_{max}=100$ %; - в ЛЛТ $\tau=5400$ часов, $N_{cp}=65$ %, $N_{max}=80$ %, что является приемлемым. Окупаемость проектов оценивается сроком в 4...4,5 года.

Выводы:

1. Модернизация чугунных котлов “Тула-3” с горизонтальной неподвижной решеткой и нижней подачей топлива для котельной пос. Белоостров оказалась неоптимальной и не может служить примером для тиражирования.

2. КПД рассмотренных нами котлов (Multimiser 20 Danstoker и Тула-3) недостаточно высок. Для повышения КПД целесообразно ввести систему автоматического регулирования процесса горения, применять электродвигатели дымососов и вентиляторов с переменным числом оборотов, устанавливать за котлами экономайзеры (или воздухоподогреватели).

3. Перевод котельных на сжигание древесного топлива является рентабельным, позволяет отказаться от дорогостоящего жидкого и твердого топлива, значительно улучшает экологические показатели энергетической установки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Роддатис К.Ф., Полтарецкий А.Н. Справочник по котельным установкам малой производительности / Под ред. К.Ф. Роддатиса. - М.: Энергоатомиздат. 1989. - 488 с.
2. Тринченко А.А., Шестаков С.М., Алексашкин Д.А., Сметанин Н.В. Экономическая эффективность перевода котельной Лисинского лесхоза-техникума с мазута на древесные отходы // XXVIII Неделя науки СПбГТУ. Ч. 1: Материалы межвуз. науч. конф. - СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. - С. 150-151.
3. Шестаков С.М., Тринченко А.А., Козырев Р.С. Анализ целесообразности перевода мазутных и угольных котельных на сжигание древесных отходов // Научно-практич. конф. “Внедрение современных технологий энергосбережения в промышленность и коммунальное хозяйство”. Тез. докл.- СПб, 2000. - С. 70-76.