

Научная статья / Research Article

УДК 621.3.072

ВОЗМОЖНОСТИ СЖИГАНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА В ТЕПЛОГЕНЕРАТОРАХ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

М.П. Баранова

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Аннотация. Показано, что технология получения и использования суспензионных водоугольных топлив может быть успешно внедрена, поскольку угольные месторождения и предприятия по углепереработке распределены равномерно по всей территории Сибири. Результаты опытно-промышленных испытаний вихревых теплогенераторов показали возможность использования в качестве топлива ВУТ из некондиционных углей, в том числе и Красноярского края, при К.П.Д. более 80 % даже при низких значениях низшей теплоты сгорания (2500 ккал/кг). При этом возможно снижение себестоимости 1 Гкал от 30 до 300 % по сравнению с сжиганием сортового угля или жидкого нефтяного топлива. Применение технологии низкотемпературного вихревого сжигания имеет инвестиционную привлекательность, обусловленную высокими показателями надежности и высокой экологичностью.

Ключевые слова: водоугольное топливо, некондиционные угли, теплогенераторы малой мощности

POSSIBILITIES OF BURNING COAL-WATER FUEL IN LOW-POWER HEAT GENERATORS

M.P. Baranova

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Abstract. It has been shown that the technology for producing and using suspended coal fuels can be successfully implemented, since coal deposits and coal processing enterprises are evenly distributed throughout Siberia. The results of pilot tests of vortex heat generators showed the possibility of using as fuel TGT from substandard coals, including the Krasnoyarsk Territory, at an efficiency of more than 80% even at low values of the lowest combustion heat (2500 kcal/kg). In this case, it is possible to reduce the cost of 1 Gcal from 30 to 300% compared to the combustion of long coal or liquid fuel oil. The use of low-temperature vortex

combustion technology has an investment attractiveness due to high reliability and high environmental friendliness.

Keywords: *coal-water fuel, off-spec coals, low-power heat generators*

Введение. Одна из разработанных и применяемых технологий – это получение суспензионных водоугольных топлив (ВУТ). Данная технология позволяет создавать эффективные и надежные системы производства качественной тепловой энергии в непосредственной близости от локальных потребителей с учетом их конкретных запросов. Инвестиционная привлекательность обусловлена компактностью и высокой экологичностью. Для эффективного сжигания таких топлив требуется разработка специальных технологий и технических средств. В этом случае успешно применяется технология низкотемпературного вихревого сжигания в адиабатических камерах сгорания, которые либо встраиваются в топочное пространство существующих или вновь разрабатываемых котлов, либо устанавливаются рядом с действующим котлоагрегатом [1–3]. При этом конструкции топочных камер должны учитывать не только низкую реакционную способность ВУТ, но и то, что при распылении ВУТ длина факела достигает 2,5 м и более, а время нахождения частиц твердой фазы ВУТ в камере сгорания составляет от 1 до 4 с. Опыт работы с теплогенераторами показал, что при тепловой мощности более 2,0–3,0 МВт топочная камера встраивается в топочное пространство котла без увеличения его размеров. При тепловой мощности менее 2,0 МВт требуется установка отдельно стоящей (выносной) топочной камеры [4]. Такие теплогенераторы можно использовать с высокой эффективностью в малой распределенной энергетике и агропромышленном комплексе.

Цель исследования – демонстрация возможности использования в качестве источника получения энергии местных доступных и недорогих ресурсов.

В ходе работы совместно с предприятием ЗАО НПП «Сибэкотехника» была разработана и испытана конструкция вихревой топочной камеры сжигания для технологического комплекса в Сибирском научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства (СибИМЭ СО, п. Краснообск Новосибирской области) (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика работы теплогенератора

Показатель	Значение
Теплопроизводительность, Гкал/ч	0,25
Расход топлива, л/ч	55
Температура в топке, °С	950
Характеристики ВУТ, сжигаемого в теплогенераторах	
Влага общая, %	42-43
Зольность (на сухое), %	8,2-8,5
Выход летучих, %	42,3-43,1
Размер частиц, мкм	0-500

В качестве исходного сырья использовался как угольный концентрат, так и угольные шламы (рис. 1).



Рисунок 1 – Общий вид угольного шлама, промпродукта (а) и ВУТ из них (б)

Результаты опытно-промышленных испытаний разработанного теплогенератора показали, что даже при низких значениях низшей теплоты сгорания (2500 ккал/кг) ВУТ из различных марок углей возможно получение значения к.п.д. более 80 %. На рисунке 2 проиллюстрирована работа теплогенератора.



Рисунок 2 – Работа теплогенератора

При этом себестоимость 1 Гкал снижается на 30-300% по сравнению со сжиганием сортового угля или жидкого нефтяного топлива [5].

Поскольку на территории Красноярского края существует достаточно много разного масштаба бурого углей месторождений, а бурые угли из-за низкой степени метаморфизма теряют энергетические свойства при хранении, отличаются и невысокой низшей теплотой сгорания, для определения возможности работы котла КВ-1,2-105 ШпВТ с топкой «Торнадо» производства ООО «ПроЭнергоМаш» на буром угле разреза «Чулымский» (Красноярский край) были проведены специальные испытания. Следует отметить, что котел КВ-1,2-105 ШпВТ (водогрейный твердотопливный) специально адаптирован для сжигания водоугольного топлива. Уголь имел следующие характеристики: влажность – 43,2%; зольность – 11,3 %; низшая теплота сгорания – 2820 ккал/кг; насыпная плотность – 868 кг/м³. На рисунке 3 показано технологическое оборудование комплекса.

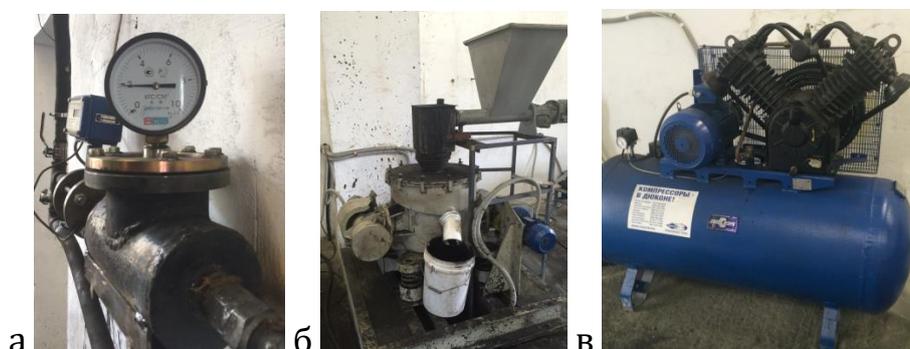


Рисунок 3 – Технологическое оборудование комплекса: а – датчик давления системы подачи топлива в камеру сжигания; б – вибростенд для получения ВУТ; в – компрессор поршневой

Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты испытаний

Наименование параметра	Числовое значение	
	диапазон	среднее
Общее количество выработанного тепла, Гкал	–	0,350
Температура уходящих газов, °С	41-87	64
Температура горячего слоя над решеткой в топке на колоснике, °С	1000-1100	1050
Разрежение в топке, мм вод.ст.	1,5-3,0	1,5-3,0
Состав дымовых газов за котлом:		
CO ₂ , %		14
O ₂ , %		13

СО, мг/м ³		185
NO, мг/м ³		110
Теплота сгорания топлива, ккал/кг		2820
Контрольные условия сжигания		
Масса поданного угля, кг		150
Количество шлака, кг		17,5
Количество уноса, кг		1,5

В процессе испытаний в подобранных расчетных стационарных режимах было определено, что:

- котел устойчиво работает на нерасчетном топливе, средняя температура слоя 1000–1100 °С;
- возможно устойчивое горение в топочной камере на режимах от 100 до 25 % нагрузки и ручном регулировании;
- унос из топочной камеры мелкий, незначительный, видимые дымовые выбросы из дымовой трубы отсутствуют;
- коэффициент избытка воздуха за котлом 1,4–1,6;
- температура за котлом не превышает 120 °С.

Заключение. Проведенные исследования показали, что технология получения и использования суспензионных водоугольных топлив вполне может быть успешно использована, поскольку угольные месторождения и предприятия по углепереработке распределены равномерно по всей территории Сибири.

Результаты опытно-промышленных испытаний теплогенераторов показали возможность использования в качестве топлива ВУТ из некондиционных углей Красноярского края при К.П.Д. более 80 % даже при низких значениях низшей теплоты сгорания (2500 ккал/кг). При этом возможно снижение себестоимости 1 Гкал от 30 до 300 % по сравнению с сжиганием сортового угля или жидкого нефтяного топлива.

Применение технологии низкотемпературного вихревого сжигания имеет инвестиционную привлекательность, обусловленную высокими показателями надежности и высокой экологичностью.

Список источников

1. Использование водоугольного топлива в энергообеспечении АПК/ В.Н. Делягин [и др.]. М.: Росинформагротех, 2013. 92 с.
2. Использование водоугольного топлива в тепловых процессах АПК/ В.И. Мурко [и др.] // Ползуновский вестник. 2011. -№ 2/1. С. 239–242.
3. Гидротранспортные топливно-энергетические комплексы. Российско-кыргызское научно-техническое сотрудничество в области теплоэнергетики / В.И. Мурко [и др.]. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. 250 с.

4. Environmentally clean technology off waste coal utilization/ V.I. Murko [et al.] // The 17th International Coal Preparation Congress. Turkey. 2013. P. 679–682.
5. Диверсификация источников энергии в сельском хозяйстве Сибири/ В.И. Мурко [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2015. № 11. С. 103–109.

References

1. Delyagin V.N. Ispol'zovanie vodougol'nogo topliva v energoobespechenii APK/ V.N. Delyagin, N.M. Ivanov, V.I. Murko, E.L. Revyakin // - М.: FGBNU «Rosinformagrotekh». - 2013. - 92 s.
2. Murko V.I. Ispol'zovanie vodougol'nogo topliva v teplovykh protsessakh APK/ V.I. Murko, V.N. Delyagin, N.M. Ivanov, V.YA. Batishchev, V.I. Bocharov, I.P. Shcheglov, V.I. Fedyaev, V.I. Karpenok// ЗН.: Polzunovskii vestnik. - № 2/1. - 2011. - S. 239-242.
3. Murko V.I. Gidrotransportnye toplivno-energeticheskie komplek-sy. Rossiisko-kyrgyzskoe nauchno-tehnicheskoe sotrudnichestvo v ob-lasti teploenergetiki /V.I. Murko, A.K. Dzhundubaev, M.P. Baranova, A.I. Biibosunov, V.A. Kulagin// Krasnoyarsk: Sib. feder. un-t. - 2015. - 250 s.
4. Murko V.I. Environmentally clean technology off waste coal utilization/ V.I. Murko, V.I. Fedyaev, H.L. Aynetdinov, M.P. Baranova// The 17th International Coal Preparation Congress. -Turkey. - 2013. - P. 679-682.
5. Murko V.I. Diversifikatsiya istochnikov energii v sel'skom khozyai-stve Sibiri/ V.I. Murko, V.N. Delyagin, M.P. Baranova, S.N. Shakhmatov// Vestnik KrasGAU. - 2015. - № 11. - S. 103-109.

Сведения об авторах

Марина Петровна Баранова – заведующая кафедрой, профессор кафедры системозенергетики, доктор технических наук, доцент Института инженерных систем и энергетики, ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ»
marina60@mail.ru

About authors

Marina Petrovna Baranova – Head of the Department, Professor of the Department of System Energy, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Institute of Engineering Systems and Energy, FSBEI HE "Krasnoyarsk GAU"

marina60@mail.ru