

3. Распоряжение Правительства РФ от 28 августа 2003 г. №1234-р // Российская газета. – 2003. – 30 сентября.
4. Заворин А.С., Казаков А.В., Табакаев Р.Б. Экспериментальные предпосылки к технологии производства топливных брикетов из торфа // Известия Томского политехнического университета. – 2012 – Т. 320. – № 4. – С. 18–22.
5. Тепловой расчет котельных агрегатов: (Нормативный метод) / Под ред. Н.В. Кузнецова. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1973. – 295 с.
6. Пат. 2484125 Россия. МПК C10L5/44; C10L5/14; C10L5/26; C10F7/06. Способ изготовления топливных брикетов из биомассы / А.С. Заворин, А.В. Казаков, Р.Б. Табакаев и др. Заявлено 16.04.2012. Оpubл. 10.06.2013. Бюл. № 16. – 7 с.: ил.
7. Пат. 2458974 Россия. МПК C10L5/14; C10L5/28. Способ получения топливных брикетов из низкосортного топлива / А.С. Заворин, А.В. Казаков, Р.Б. Табакаев и др. Заявлено 08.06.2011. Оpubл. 20.08.2012. Бюл. № 4. – 7 с.: ил.

УДК 662.815.4

## **ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МЕСТНЫХ НИЗКОСОРТНЫХ ТОПЛИВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ В ТОПЛИВНЫЕ БРИКЕТЫ**

Табакаев Р.Б., Казаков А.В., к.т.н., Васильева А.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: TabakaevRB@tpu.ru

Томская область является энергодефицитным регионом, энергетика которой в основном базируется на природном газе и привозном каменном угле с соседней Кемеровской области и юга Красноярского края. Несмотря на кажущуюся географическую близость регионов, затраты на железнодорожную транспортировку топлива существенно сказываются на его стоимости, увеличивая её в 1,5–2 раза [1]. Ещё более сложная ситуация складывается в отдаленных районах области, куда топливо доставляется автомобильным, воздушным или речным транспортом, в результате чего стоимость отпускаемой населению электроэнергии в ряде случаев доходит до 68 руб./кВт·ч [2].

Заменой привозному углю могут стать местные низкосортные топлива, такие как торф, биомасса, бурый уголь, сапрпель. Проведенные ранее исследования [3] показали неэффективность использования низкосортных топлив Томской области для прямого сжигания в котельном оборудовании в связи с высокой влажностью и зольностью, приводящими к низкому значению теплоты сгорания. В качестве рекомендаций предложена переработка этих топлив в обогороженное, например, топливные брикеты.

В Томском политехническом университете разработана теплотехнология переработки низкосортного топлива в универсальные топливные брикеты [4], которая была апробирована на торфе [5].

Целью настоящей работы является тестирование и оценка целесообразности дальнейшего применения данной теплотехнологии на низкосортных топливах Томской области.

В качестве сырья для тестирования технологии выбраны низкосортные топлива Томской области: торфа месторождений «Суховское», «Аркадьевское» и «Кандинское», бурый уголь месторождения «Таловское», сапропель озерного месторождения «Карасёвое» и древесные отходы ЛПК «Партнер-Томск». Теплотехнические характеристики перечисленных топлив представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Теплотехнические характеристики исследуемых топлив

| Теплотехнические характеристики                               | Торф      |              |            | Таловский уголь | Карасевский сапропель | Древесная щепа |
|---------------------------------------------------------------|-----------|--------------|------------|-----------------|-----------------------|----------------|
|                                                               | Суховской | Аркадьевский | Кандинский |                 |                       |                |
| Зольность на сухую массу $A^d$ , %                            | 39,5      | 31,5         | 9,1        | 25,9            | 38,4                  | 0,6            |
| Выход летучих веществ на сухую беззольную массу $V^{daf}$ , % | 69,3      | 71,0         | 71,6       | 63,2            | 84,8                  | 91,8           |
| Теплота сгорания на сухую беззольную массу $Q^{daf}$ , МДж/кг | 12,8      | 15,2         | 19,8       | 27,1            | 12,5                  | 19,1           |

Тестирование проводилось по методике [4]. Характеристики полученных брикетов приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Теплотехнические характеристики топливных брикетов

| Теплотехнические характеристики                               | Брикеты из сырья: |                   |                 |                 |                       |                |
|---------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|----------------|
|                                                               | Суховской торф    | Аркадьевский торф | Кандинский торф | Таловский уголь | Карасевский сапропель | Древесная щепа |
| Влажность рабочая $W^r$ , %                                   | 0,0               | 0,0               | 0,0             | 0,0             | 0,0                   | 0,0            |
| Зольность на сухую массу $A^d$ , %                            | 40,6              | 61,9              | 22,9            | 38,5            | 56,5                  | 3,5            |
| Выход летучих веществ на сухую беззольную массу $V^{daf}$ , % | 25,1              | 18,6              | 23,3            | 12,7            | 19,8                  | 15,7           |
| Теплота сгорания на сухую беззольную массу $Q^{daf}$ , МДж/кг | 17,0              | 16,3              | 27,9            | 29,6            | 23,0                  | 33,0           |
| Низшая теплота сгорания $Q_i^r$ , МДж/кг                      | 10,1              | 6,2               | 21,5            | 18,2            | 10,0                  | 31,9           |

Наилучшими характеристиками располагают брикеты, полученные теплотехнологической переработкой древесной щепы: брикеты практически не имеют в своем составе влаги и зольности, обладают самой вы-

сокой теплотой сгорания. Данные характеристики брикетов (см. табл. 2) существенно превосходят характеристики существующих на топливно-энергетическом рынке брикетов других производителей и каменных углей, добываемых на территории Российской Федерации, и с большой вероятностью смогут составить им серьезную конкуренцию не только в отдаленных населенных пунктах, но и непосредственно в административном центре.

Топливные брикеты из кандинского торфа, несмотря на зольность более 20 %, имеют достаточно высокое значение низшей теплоты сгорания. Брикеты по своим характеристикам схожи с каменными углями Кузнецкого бассейна ( $W^r_t = 6,0\text{--}24,0\%$ ,  $A^r = 10,2\text{--}39,5\%$ ,  $Q^i_r = 14,4\text{--}25,3\%$ ) [6], поэтому их конкурентоспособность на топливно-энергетическом рынке будет определять ценовой фактор и стратегия маркетингового продвижения.

Умеренной теплотой сгорания и достаточно высокой зольностью обладают брикеты, полученные теплотехнологической переработкой суховского торфа, характеристики которых позволяют рассматривать их как конкурентоспособное топливо привозному углю только в отдаленных районах области. Однако необходима подробная проработка технико-экономического обоснования производства брикетов из данного сырья в конкретных условиях.

Теплотехнологическая переработка таловского угля в брикетное топливо не видится перспективным направлением, так как не происходит существенного улучшения характеристик по сравнению с исходным сырьём.

Ввиду высокой зольности топливных брикетов, приводящей к понижению теплоты сгорания и увеличению эксплуатационных затрат, теплотехнологическая переработка аркадьевского торфа и карасёвского сапропеля наименее целесообразна.

В результате испытаний все брикеты показали 100 % устойчивость к разрушению при сбрасывании, что полностью удовлетворяет требованиям ГОСТ 9963-84 «Брикеты торфяные для коммунально-бытовых нужд. Технические требования», предъявляющие требования к механической прочности при сбрасывании – не менее 95 %.

Выводы:

1. Проведено тестирование теплотехнологии переработки органического сырья в топливные брикеты на примере низкосортных топлив Томской области.

2. Установлено, что данную теплотехнологию рационально использовать для переработки древесной щепы и кандинского торфа, получая при этом брикеты с высокими теплотехническими характеристиками,

удовлетворяющими требования ГОСТ 9963-84 по прочности. Переработка бурого угля Таловского месторождения и торфа месторождения «Суховское» возможна, но требует технико-экономического обоснования. Использование карасёвского сапропеля и аркадьевского торфа в качестве исходного сырья наименее пригодно из-за очень высокого значения зольности получаемого брикетного топлива, но также возможно при соответствующем технико-экономическом обосновании.

*Работа выполнена по проекту РФФИ № 13-08-98070.*

Список литературы:

1. Емешев В.Г., Паровинчак М.С. Без привозной энергетики // Нефтегазовая вертикаль. – 2005. – № 17. – С. 63–65.
2. Финансово-экономическое обоснование к проекту закона // Федеральный закон «О внесении изменений в статью 17 федерального закона «О лицензировании отдельных видов деятельности» (2012–2013 гг.). – Режим доступа: <http://www.asozd2.duma.gov.ru>.
3. Кызычаков В.С., Нестерова М.А., Табакаев Р.Б. Сравнение характеристик твердых топлив по степени углефикации // Современные техника и технологии: Сб. трудов XVIII Международной научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: ТПУ, 2012. – Т. 3 – С. 259–260.
4. Пат. 2484125 Россия. МПК C10L5/44; C10L5/14; C10L5/26; C10F7/06. Способ изготовления топливных брикетов из биомассы / А.С. Заворин, А.В. Казаков, Р.Б. Табакаев и др. Заявлено 16.04.2012. Оpubл. 10.06.2013. Бюл. № 16. – 7 с.: ил.
5. Заворин А.С., Казаков А.В., Табакаев Р.Б. Экспериментальные предпосылки к технологии производства топливных брикетов из торфа // Известия Томского политехнического университета. – 2012 – Т. 320. – № 4. – С. 18–22.
6. Энергетическое топливо СССР. Ископаемые угли, горючие сланцы, торф, мазут и горючий природный газ : справочник / В.С. Вдовченко, М.И. Мартынова, Н.В. Новицкий, Г.Д. Юшина. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 183 с.

УДК 662.815.4

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ  
ПРИНЦИПА КОГЕНЕРАЦИИ ПРИ ВНУТРИЦИКЛОВОЙ  
КОНВЕРСИИ НИЗКОСОРТНОГО ТОПЛИВА**

Казаков А.В., к.т.н., Табакаев Р.Б., Новосельцев П.Ю.,

Баскакова А.С., Уваров Е.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: [TabakaevRB@tpu.ru](mailto:TabakaevRB@tpu.ru)

По данным Минтопэнерго России, свыше 60 % территории страны лишено централизованного электроснабжения. В этих удаленных районах проживает свыше 10 % населения [1]. Энергоснабжение таких населенных пунктов осуществляется когенерационными энергоустановками, работающими в основном за счет газообразного или привозного жидкого и твердого топлива, стоимость которого включает в себя