

Научная статья  
УДК 662.632

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОПЛИВНЫХ КУСКОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (ТЭКУС)

**Владимир Васильевич Чекашев<sup>1</sup>, Евгений Борисович Сысуев<sup>2</sup>,  
Валерия Олеговна Пракина<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Научно-производственное объединение Свердловлесэкология,  
Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup> ФБУ Уралтест, Екатеринбург, Россия

<sup>3</sup> Уральский федеральный университет им. первого президента России  
Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> slek@list.ru

<sup>2</sup> seb@uraltest.ru

<sup>3</sup> lop2001@mail.ru

***Аннотация.*** Статья информирует о новом виде топлива из древесины для твердотопливных бытовых котлов. Приводятся данные об эффективности в сравнении с другими видами топлива из древесины. Приводятся данные об эффективности сушки короткомерных лесных материалов.

***Ключевые слова:*** древесина, топливо, сушка

Original article

## RESEARCH OF THERMAL ENGINEERING CHARACTERISTICS OF FUEL LUMP ELEMENTS (TACUS)

**Vladimir V. Chekashev<sup>1</sup>, Evgeniy B. Sysuev<sup>2</sup>, Valeria O. Prakina<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Scientific and Production Association Sverdlesekolgiya, Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup> FBU Uraltest, Yekaterinburg, Russia

<sup>3</sup> Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin,  
Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> slek@list.ru

<sup>2</sup> seb@uraltest.ru

<sup>3</sup> lop2001@mail.ru

**Abstract.** The article informs about a new type of wood fuel for solid-fuel domestic boilers. Data on efficiency in comparison with other types of wood fuels are presented. Data on the drying efficiency of short-length forest materials are presented.

**Keywords:** wood, fuel, drying

В России запатентовано новое топливо [1] для твердотопливных бытовых котлов, каминов, банных печей (патент № 78634) – ТЭКУС (топливный элемент кусковой). Он изготовлен из цельного куска тонкомерного березового ствола и высушен до 10 % (сорт – премиум). Затраты энергии и время сушки сокращается в 2–3 раза. Оно содержит 45–48 % чистого углерода и обладает максимальными тепловыми характеристиками. Не крошится и не разваливается при попадании влаги. Увеличивает срок горения одной закладки при оптимальной укладке по сравнению с дровами такой же массы и влажности до двух раз. Универсален и подходит под любую топку. При определенных условиях процесс подачи в топку может быть автоматизирован. Экологически чистый продукт, не содержит в своем составе смол и клеев. Размеры продукта: длина составляет 6–16 см, диаметр – 6–18 см.

В Научно-производственном объединении Свердловская экология (НПО Слэк) создан опытный участок по производству Тэкус из низкосортной тонкомерной березовой древесины.

Опытный участок предназначен для переработки вершинной части березовых стволов диаметром до 18 см. Он оснащен системой транспортеров, пильным автоматом мощностью 3 квт, производительностью один ТЭКУС за 6 секунд [2].

ТЭКУС изготавливается по Техническим условиям ТУ 02.20.14-001-31389380–2019.

В 2019 г. НПО Слэк совместно с ФБУ Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Свердловской области (ФБУ УРАЛТЕСТ) проведены исследования основных теплотехнических характеристик, которые предоставлены ниже (табл. 1, 2).

*Таблица 1*

### Средства измерений, испытаний и контроля

| Наименование СИ, ИО<br>Зав. Номер  | Свидетельство о поверке, аттестат, дата<br>выдачи, срок действия            |
|--|---|
| Калориметр бомбовый изопериболический, зав. № 14.03.014 с бомбой № 16.01.015 | Свидетельство о поверке № 976828 от 20.02.2018<br>действ. до 19.02.2019 г.  |
| Весы электронные АД-10Н, зав. № 017430328                                    | Свидетельство о поверке № 1017790 от 09.07.2018<br>действ. до 08.07.2019 г. |

Окончание табл. 1

|   |  |
|---|--|
| Наименование СИ, ИО<br>Зав. Номер                       | Свидетельство о поверке, аттестат, дата<br>выдачи, срок действия                             |
| Весы лабораторные равноплечные ВЛР-<br>200г, зав. № 812 | Свидетельство о поверке № 1062069 от<br>09.11.2018<br>действ. до 08.11.2019 г.               |
| Сушильный шкаф “BINDER FDL115”,<br>зав. № 05-83956      | Протокол первичной аттестации № ЕК00-<br>1699-8<br>от 27.11.2018<br>действ. до 26.11.2019 г. |
| Весы лабораторные ВМ-2, зав. № 744316                   | Свидетельство о поверке № 1017781 от<br>09.07.2018<br>действ. до 08.07.2019 г.               |
| Печь лабораторная LE 14/11/В150, зав. №<br>191052       | Протокол периодической аттестации<br>№ 348 от 17.08.2017<br>действ. до 16.08.2019 г.         |
| Штангенциркуль ШЦ-П-250А, зав. №<br>Б103727             | Свидетельство № 933609 от 02.10.2017 г.<br>действ. до 01.10.2019 г.                          |

Таблица 2

### Результаты испытаний

| Наименование<br>показателей   | Норма<br>по НД | Результаты<br>испытаний | Абсолютная<br>погрешность | НД на методы<br>испытаний                   |
|---|----------------|-------------------------|---------------------------|---|
| Высшая теплота сгора-<br>ния аналитической<br>пробы $Q_{s,v}^a$                   | –              | 19836                   | ±                         | ГОСТ 33106–2014<br>(ЕН 14918:2009)          |
| Зольность из сухой пробы<br>$A^d$ , %   | –              | 1,0                     | ±0,2                      | ГОСТ 32988–2014<br>(ЕН 14775:2009)          |
| Массовая доля влаги<br>в аналитической пробе<br>$W^a$ %                           | –              | 7,2                     | –                         | ГОСТ 32975.3–<br>2014 (ЕН 14774-<br>3:2009) |
| Массовая доля общей<br>влаги на рабочее состоя-<br>ние топлива ( $W^r_t$ ), %     | –              | 9,9                     | –                         | ГОСТ Р 54186–<br>2010 (ЕН 14774-<br>1:2009) |
| Толщина круглых<br>лесоматериалов, см   | –              | 13                      | –                         | ГОСТ 2292–88<br>4.3.3                       |
| Длина круглых<br>лесоматериалов, м  | –              | 0,113                   | –                         | ГОСТ 2292–88<br>4.3.4                       |
| Высшая теплота сгора-<br>ния на сухое состояние<br>биотоплива, $Q_{s,v}^d$ , Дж/г | –              | 21380                   | ±213                      | ГОСТ 33106–2014<br>(ЕН 14918:2009)          |

Окончание табл. 2

| Наименование показателей  | Норма по НД | Результаты испытаний | Абсолютная погрешность | НД на методы испытаний          |
|---|-------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|
| Высшая теплота сгорания на рабочее состояние биотоплива, $Q^{w, s, v}$ , Дж/г | –           | 19260                | $\pm 213$              | ГОСТ 33106–2014 (ЕН 14918:2009) |
| Низшая теплота сгорания рабочего топлива, $Q^{i, p}$ , Дж/г                   | –           | 19021                | –                      | ГОСТ 33106–2014 (ЕН 14918:2009) |
| Низшая теплота сгорания сухого топлива, $Q^d$ , Дж/г                          | –           | 20029                | –                      | ГОСТ 33106–2014 (ЕН 14918:2009) |

Также были проведены исследования скорости сушки куска древесины в зависимости от его формы и размеров.

Кроме этого, были проведены сравнительные исследование скорости сушки древесины в зависимости от формы и размеров куска.

Взяли березовую древесину в виде полена длиной 50 см, диаметром 12 см и кусок древесины длиной 12 см и таким же диаметром. Вес партии каждого из образцов составил 13 кг. Массовая доля общей влаги во всех образцах составляла около 43 %. Сушка проводилась в сушильном шкафу *Binder FDL115*, заводской номер № 05-83956. Взвешивание производилось на весах электронных AD-10H, зав. № 017430328. Все средства прошли поверку.

В процессе исследования выяснилось, что затраты времени на сушку образцов длиной 12 см составили 31 ч, а длиной 50 см – около 100 ч. При условии одинакового веса партии обоих образцов сушка короткомерной (12 см) древесины по времени заняла в три раза меньше [3].

Сушка древесины производилась при температуре  $105 \pm 2$  градуса. Топливные элементы не измельчались. Номинальная мощность сушильного шкафа составляет 2,9 кВт. Энергопотребление при 105 °С составляет 0,699 кВт.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Удельная теплотворная Тэкус составляет 19,5 Дж/г, что превышает пеллетную древесину 17,2 Дж/г.

2. Форма и размеры куска древесины Тэкус обеспечивает удаление влаги в 3 раза быстрее, соответственно, затраты энергии на сушку также сокращаются в 3 раза.

3. Затраты на изготовление 1кг Тэкус минимальны. На изготовление 1 кг тэкус на автоматизированной линии СЛЭК-3 затрачивается 6 сек. при мощности электродвигателя 3 кВт.

В то же время на изготовление пеллет требуется комплекс машин по двукратному измельчению, сушке, прессованию и т. д. При затратах энергии на изготовлении до 5 кВт на один кг, что наблюдается в подавляющих случаях на практике, производство пеллет становится бессмысленным.

## *Список источников*

1. Патент № 78634 Российская Федерация. Топливный элемент для твердотопливного бытового котла авторы / И. В. Пракина, В. О. Пракина : опубл. 16.04.2018 : заявл. 20.12.2017. 8 с.

2. Чекашев В. В. Опыт использования мелкотоварной березовой древесины : доклад на третий Лесном форуме. Киров, 2019.

3. Технические условия Элементы топливные кусковые ТЭКУС (ТЭКТУ 02. 20.14-001-31389380-2019 // Реестр технических условий : [сайт]. URL: <https://clck.ru/3764VU> (дата обращения: 12.10.2023).