



УДК 62-662.5

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ В КОММУНАЛЬНОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

© *В.А. Петринчик, канд. техн. наук, доц.*
А.С. Царев, асп.

Вологодский государственный технический университет, ул. Ленина, 15, г. Вологда,
Вологодская область, Россия, 160000
E-mail: diplom2005@bk.ru

В России существует проблема теплоснабжения малых населенных пунктов. Постоянный рост цен на топливо и транспортировку приводит к росту тарифов на отпускаемую тепловую энергию, что, в свою очередь, влияет на конкурентоспособность товаров и услуг, производимых на данной территории, приводит к обострению социальных вопросов.

В статье освещается один из путей решения этой проблемы – переход на использование топлива (пеллеты и топливные брикеты) из местных древесных отходов. Показано, что для малых населенных пунктов наиболее предпочтительными являются топливные брикеты. Предложено оптимизировать топливные брикеты с учетом особенностей населенного пункта, вида древесных отходов, тепловых нагрузок потребителей.

Выполнен анализ изменения основных теплофизических параметров топливных брикетов (теплотворная способность, влажность) в процессе сушки. Установлено, что наиболее оптимальным является процесс, обеспечивающий сушку до 20 % объемной влажности.

Проведенный нами эксперимент показал, что при длительном (один отопительный сезон) хранении на складе оптимальная влажность топливных брикетов составляет от 10 (требование западных стандартов) до 20...25 % объемной влажности (ориентировочно).

Наиболее перспективно создание такой структуры теплоснабжения малых населенных пунктов, когда сырье и его качество, транспортная составляющая и процессы сжигания оптимально соответствуют друг другу.

Ключевые слова: древесные отходы, топливные гранулы, пеллеты, топливные брикеты, оптимизация, котельные, эффективность.

В России теплоснабжение обеспечивают более 180 тыс. котельных, большая часть из которых находится в малых населенных пунктах. Для многих из них источником энергии служит каменный уголь [2]. В последние годы резкий рост стоимости и транспортировки угля, снижение его качества приводят к росту тарифов на отпускаемую тепловую энергию. Для малых населенных пунктов эта проблема усугубляется тем, что котельные и тепловые сети имеют большой процент износа, а средства на их замену и ремонт отсутствуют.

Одним из путей решения этой проблемы является переход на местные виды топлива (торф, сельхозотходы, твердые бытовые отходы, отходы лесо- и деревоперерабатывающих предприятий).

Исследования показали, что использование древесных отходов и торфа невыгодно из-за их низкой теплотворной способности и изношенности оборудования котельных, не прошедших модернизацию. Предлагается применять технологию производства топливных гранул из древесных отходов, которая предусматривает измельчение, сушку и последующее прессование отходов до требуемых размеров [1].

Топливные гранулы в зависимости от размеров и структуры производства подразделяют на пеллеты и топливные брикеты. Цена на эти виды сопоставима, но производство топливных брикетов менее сложное, и они лучше подходят для сжигания на существующих котельных в малых населенных пунктах.

Достоинства топливных брикетов:

оборудование для их производства дешевле;

не требуется высококвалифицированный персонал для его обслуживания;

менее строгие требования к сырью (отходам);

возможность использования на существующих котельных.

Высокая цена является недостатком как пеллет, так и топливных брикетов, поэтому их в основном отправляют на экспорт, а не используют в качестве местного топлива. В настоящее время средняя цена на 1 т топливных брикетов (с учетом затрат на транспортировку) составляет 5000 р., каменного угля – 2000...3000 р. Таким образом, применение топливных брикетов как местного топлива регламентируется их ценой.

Кроме того, необходимо понимать, что мощности завода по производству топливных брикетов, деревообрабатывающего производства лесопиления и теплопотребления в населенном пункте должны соответствовать друг другу.

Вычислим параметры систем теплоснабжения и производства, топливных брикетов для малого населенного пункта.

Предположим, что выработка топливных брикетов осуществляется только в теплый период года (с мая по сентябрь) и ведется в две смены по 8 ч (переход на 3-сменный режим практически невозможен из-за технологических особенностей и повышенного износа оборудования).

Максимальное количество топливных брикетов, которое можно произвести за год:

$$G_{\max} = 22 \cdot 5 \cdot 16 \cdot 1 = 1760 \text{ т/год,}$$

где 22 – число рабочих дней в месяце;

5 – число месяцев;

16 – продолжительность рабочего дня, ч;

1 – производительность линии, т/ч.

Теплота сгорания брикетов $Y = 4,5$ Гкал/т, коэффициент полезного действия топлива $\eta = 80 \%$.

Рассчитаем необходимое для нужд теплоснабжения количество теплоты:

$$Q = G_{\max} \eta Y = 1760 \cdot 0,8 \cdot 4,5 = 6336 \text{ Гкал/год.}$$

В сельской местности потери в тепловых сетях составляют 20 %, тогда полезное количество теплоты

$$Q_{\text{пол}} = 6336 \cdot 0,8 = 5068,8 \text{ Гкал/год.}$$

В Северо-Западном регионе РФ на отопление многоквартирных домов на 1 чел. требуется 4 Гкал/год. Таким образом, максимальное количество человек, проживающих в поселке и пользующихся центральным отоплением, может составлять $5068,8/4 = 1267$ чел.

Выясним, каким должен быть объем деревообрабатывающего производства (пилорама) в поселке. Известно, что для производства 1 т топливных брикетов необходимо 3 м^3 древесных отходов, т. е. на $G_{\max} = 1760$ т/год необходимо $1760 \cdot 3 = 5280 \text{ м}^3$ опилок. При процессах деревообработки образуется в среднем 20 % отходов. Значит в год на пилораме должно выпускаться $5280/0,2 = 26\,400 \text{ м}^3$ деловой древесины.

Как отмечалось выше, главная причина малого спроса на топливные брикеты – их высокая цена.

Для анализа цены на топливные брикеты рассмотрим технологическую схему их производства. Исходное сырье поступает на склад, после чего в рубильной машине измельчается в щепу диаметром 5...10 мм. Щепа подсушивается, затем подается в дробилку для измельчения (1...2 мм) и через циклон попадает в установку, где сушится до влажности 8...15 %. По каналам пневмотранспорта через циклон она попадает в пресс (экструдер), где уплотняется (в зависимости от технологии форма гранул может быть разная). Производительность линии зависит от пресса и варьируется от 0,2 кг/ч до 5,0 т/ч.

Анализ действующего оборудования показал, что при производительности более 1,5 т/ч стоимость линии для изготовления топливных брикетов резко возрастает. Таким образом, линия производительностью до 1,5 т/ч наиболее подходит для малых населенных пунктов.

Проанализируем структуру себестоимости производства топливных брикетов. Существенного снижения себестоимости топливных брикетов (на 25...30 %) можно достичь за счет снижения затрат на электроэнергию, топливо, амортизацию и ремонт оборудования.

Известно, что использование топливных брикетов с низкой объемной влажностью (7...9 %) повышает температуру горения до 1100 °С. Это приводит к быстрому выходу из строя оборудования на котельных малых населенных пунктов. Чтобы этого избежать, необходимо иметь топливные брикеты с влажностью, превышающей существующую.

Решение выше перечисленных проблем (снижение себестоимости производства брикетов и использование на существующих котельных брикетов с большей влажностью) позволит не только снизить составляющие себестоимости (затраты на сушку, на электроэнергию (более «мягкое» сырье), на аморти-

зацию за счет использования технологической линии производительностью до 1,5 т/ч.), но и использовать эти брикеты на существующих котельных за счет снижения температуры горения до 800...850 °С.

Наши расчеты показали, что основным параметром оптимизации влажности топливного брикета является тариф на отпускаемую тепловую энергию:

$$T = T_r / (\eta r), \quad (1)$$

где T_r – цена топлива, р./т;

r – теплота сгорания топлива, ГДж/т.

Таким образом, критерием экономической целесообразности использования топливных брикетов будет следующее условие:

$$(T_{к.у} - T_{т.б}) > 0, \quad (2)$$

где $T_{к.у}$ – цена каменного угля;

$T_{т.б}$ – тариф на топливные брикеты.

В настоящее время соотношение (2) для Вологодской области имеет отрицательное значение [3].

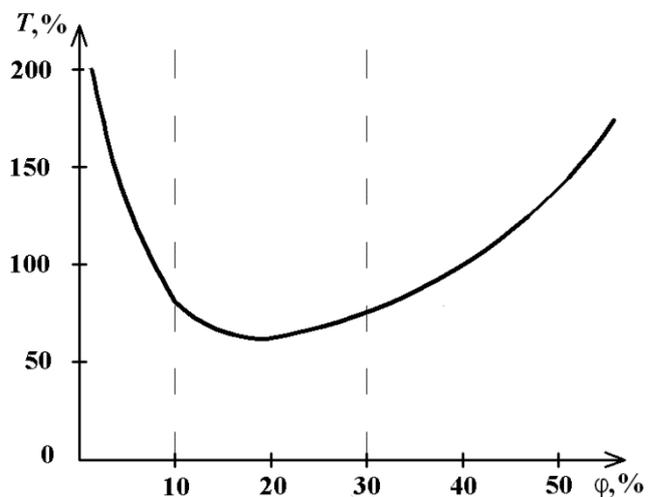
Используя формулу (1), проанализируем влияние влажности на основные характеристики топлива: тариф, теплота сгорания топлива и коэффициент полезного действия.

Опытным путем была установлена зависимость влажности топливного брикета от тарифа на отпускаемую тепловую энергию, которая представлена на рисунке.

Из приведенного графика видно, что оптимальное значение влажности составляет 18...20 %. Уменьшение влажности ниже 10 % и ее увеличение выше 30 % приводят к резкому росту тарифа на тепловую энергию, произведенную из топливных брикетов.

Проведенный нами анализ показал, что для разных малых населенных пунктов оптимальная влажность брикетов может меняться с учетом их конкурентоспособности [4].

Зависимость тарифа T на отпускаемую тепловую энергию от влажности φ брикета ($T = r(\varphi)$)



Изложенный в статье подход к проблеме использования топливных брикетов в качестве местного вида топлива предусматривает и управленческие решения, предполагающие создание в малом населенном пункте дополнительных производств (например, столярного) с низкой влажностью отходов, что позволит отказаться от дорогостоящей сушки сырья для топливных брикетов и снизит затраты на теплоснабжение малого населенного пункта.

Например, обычные отходы деревообработки имеют объемную влажность около 40 %, отходы столярного производства – не более 10 %. Смешивание этих двух видов отходов позволяет отказаться от дорогостоящей сушки при производстве топливных брикетов.

Необходимо отметить, что в наших расчетах не учитывались такие положительные эффекты от производства топливных брикетов, как решение экологических проблем – утилизация отходов; дополнительные доходы в бюджет населенного пункта; создание новых рабочих мест.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ энергетического потенциала древесных отходов в лесопромышленном комплексе Архангельской области /О.Д. Мюллер, В.И. Малыгин, В.Т. Харитоненко, Л.В. Кремлева // Лесн. журн. 2010. № 3. С. 94–100. (Изв. высш. учеб. заведений).
2. Национальный доклад «Теплоснабжение Российской Федерации. Пути выхода из кризиса» // Б.Ф. Реутов, И.Н. Пыжов, В.В. Потапов [и др.]. Режим доступа: http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=596.
3. Углов М.А., Царев А.С. Техничко-экономическая оценка использования топливных брикетов // Молодые исследователи – регионам: материалы всерос. науч. конф. В 2-х т. Вологда: ВоГТУ, 2011. Т. 1. 484 с.
4. Царев А.С. Оптимизация топливных брикетов // Молодые исследователи – регионам: материалы всерос. науч. конф. Вып. 2. Вологда: ВоГТУ, 2011. 75 с.

Поступила 13.03.12

Use of Biomass Briquettes in the Municipal Heating System of Small Communities

V.A. Petrinchik, Candidate of Engineering, Associate Professor

A.S. Tsarev, Postgraduate Student

Vologda State Technical University, Lenin, 15, Vologda, 160000, Russia

E-mail: diplom2005@bk.ru

Small communities in Russia have been experiencing problems with heat supply. The constant growth of fuel and transportation rates leads to higher heating prices. This, in turn, makes local goods uncompetitive and provokes social problems.

The article highlights one of the ways to solve these problems: using fuel from local wood waste (pellets and biomass briquettes).

We show that the most favourable choice for small communities are biomass briquettes and propose their optimization, taking into account the specific features of the set-

lements, wood waste and heat consumption. In addition, the article examines the basic thermal characteristics of briquettes: calorific value, moisture content and drying processes.

The optimal drying of raw material for biomass briquettes is the one that provides drying of up to 20 % of volumetric moisture content.

The experiment conducted by the authors showed that at long-term storage (one heating season) of fuel briquettes in stock their optimum moisture content is from 10 % of volumetric moisture content (according to western standards) to approximately 20–25 %.

The most favourable solution is, in our opinion, creating a system of heat supply to small communities where raw materials and their quality, as well as transportation and combustion processes, are perfectly suited to each other.

Keywords: wood waste, pellets, biomass briquettes, optimization, boiler-house, efficiency.

REFERENCES

1. Myuller O.D., Malygin V.I., Kharitonenko V.T., Kremleva L.V. Analiz energeticheskogo potentsiala drevesnykh otkhodov v lesopromyshlennom komplekse Arkhangel'skoy oblasti [Energy Potential Analysis of Wood Waste in Forest Industry of the Arkhangel'sk Region]. *Lesnoy zhurnal*, 2010, no. 3, pp. 94–100.

2. Reutov B.F., Pyzhov I.N., Potapov V.V., Berdin V.Kh., Boldarev V.M., Galkin Yu.Yu., Pirpozhev N.V., Tkachenko N.F. *National report "Heat Supply in the Russian Federation. Ways out of the Crisis"* (in Russian). Available at: http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=596.

3. Uglov M.A., Tsarev A.S. Tekhniko-ekonomicheskaya otsenka ispol'zovaniya toplivnykh briketov [Technical and Economic Evaluation of the Use of Biomass Briquettes]. *Molodye issledovateli – regionam: materialy vseros. nauch. konf.* [Young Researchers – to the Regions: Proc. All-Russian Sci. Conf.]. In 2 vols. Vologda, 2011, vol. 1. 484 p.

4. Tsarev A.S. Optimizatsiya toplivnykh briketov [Optimization of Biomass Briquettes]. *Molodye issledovateli – regionam: materialy vseros. nauch. konf.* [Young Researchers – to the Regions: Proc. All-Russian Sci. Conf.]. 2011, iss. 2. 75 p.