

Н.А. Сычёва, Е.В. Дубоделова, Т.В. Соловьёва
**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНЫХ ДРЕВЕСНЫХ
ГРАНУЛ**

Белорусский государственный технологический университет, Минск

В настоящее время технологии производства топливных древесных гранул (ТДГ) интенсивно развиваются и широко внедряются в различных странах мира. Развитию способствуют значительное повышение стоимости традиционных энергоносителей и возрастающие экологические требования к выбросам в окружающую среду от их сжигания. В связи с этим стало целесообразно внедрять новые технологии ТДГ в Республике Беларусь для использования гранул в энергетических целях.

Топливные древесные гранулы представляют собой глубоко переработанный и экологически чистый вид топлива. Чаще всего они представляют собой изделия цилиндрической формы, спрессованные методом экструзии из высушенного, предварительно измельченного, древесного сырья.

Известно, что Республика Беларусь обладает значительными запасами древесного сырья. Лесами занято 7,9 млн. га земель или 38,2 % ее территории с запасом корневой древесины 1,5 млрд. м³, что составляет 89 % от общего запаса насаждений [1]. Лесные ресурсы находят широкое применение в деревообрабатывающей и мебельной промышленности. В результате их переработки образуются древесные отходы, такие как опилки, щепа, некондиционная доска, обрезки и т.п. Поэтому проблема рациональной утилизации данных отходов является актуальной.

Известно, что страны с лесным потенциалом для решения этой проблемы активно внедряли технологии сжигания опилок, щепы и старой древесины. Однако быстро процесс прямого использования отходов лесопиления, деревообработки и переработки показал свои недостатки. Установлено, что для эффективного сгорания опилки и щепа должны быть сухими, что требует внедрения дополнительных технологических операций, производственных и складских площадей. При этом свежие опилки и щепа при хранении порой самовоспламеняются. В связи с вышесказанным альтернативой прямого использования древесных отходов стало изготовление и применение одного из разновидностей биотоплива - топливных гранул. Кроме того, новый материал обладал повышенной теплотворной способностью по сравнению с древесными отходами и не требовал дополнительных складских площадей. Процесс сгорания гранул проходит более эффективно и полно: снижается негативное влияние горения на окружающую среду; при хранении получаемый материал не обладает свойством самовоспламенения [2].

Проанализируем теплотворную способность ТДГ в сравнении с другими видами топлива (таблица 1).

Таблица 1. Теплотворная способность различных видов топлива

Вид топлива	Теплотворная способность, кДж/кг
Топливные древесные гранулы	18 842
Дрова	10 468
Уголь древесный	31 403
Каменный уголь	30 984
Мазут	41 033
Дизельное топливо	42 707
Природный газ	34 752

Как видно из таблицы 1 наибольшую теплотворную способность (диапазон варьирования 34752 – 42707 кДж/кг) имеют продукты нефтепереработки – мазут и дизельное топливо, а также природный газ. Однако эти виды топлива являются довольно дорогостоящими и их запасы ограничены. Высокие значения теплотворной способности характерны для каменного и древесного угля, которые составляют 30984 и 31403 Дж/кг соответственно. На территории Республики Беларусь эти виды полезных ископаемых также находятся в небольших количествах. На наш взгляд особое внимание следует уделить значению теплотворной способности при сжигании древесины в виде дров и топливных древесных гранул. В таблице показано, что теплотворная способность топливных гранул в 1,8 раза выше.

Таким образом, производство топливных гранул из отходов древесины является одним из перспективных направлений в биоэнергетике. Топливные гранулы можно производить не только из древесины, но и из торфа, соломы, жмыха и иных отходов сельского хозяйства. Следует отметить, что себестоимость топливных гранул достаточно низкая по сравнению с другими современными видами биотоплива. Это обусловлено простотой технологии их производства.

Анализ технологических схем получения топливных гранул показал, что они в основном состоят из следующих стадий: рубка древесных отходов, измельчение, сортирование, гранулирование. При этом наиболее важной технологической стадией получения ТДГ является процесс гранулирования. Его проводят в специальных кольцевых штампах (пресс-формах) вращающимися роторными вальцами. Вальцы впрессовывают в многочисленные отверстия-фильтры пресс-формы измельченное древесное сырье, после чего, срезанные с наружной стороны штампа специальным ножом гранулы охлаждают. При постановке на производство ТДГ необходимо, исходя из вида имеющегося древесного сырья и планируемой производственной мощности, выбрать оптимальную технологическую схему.

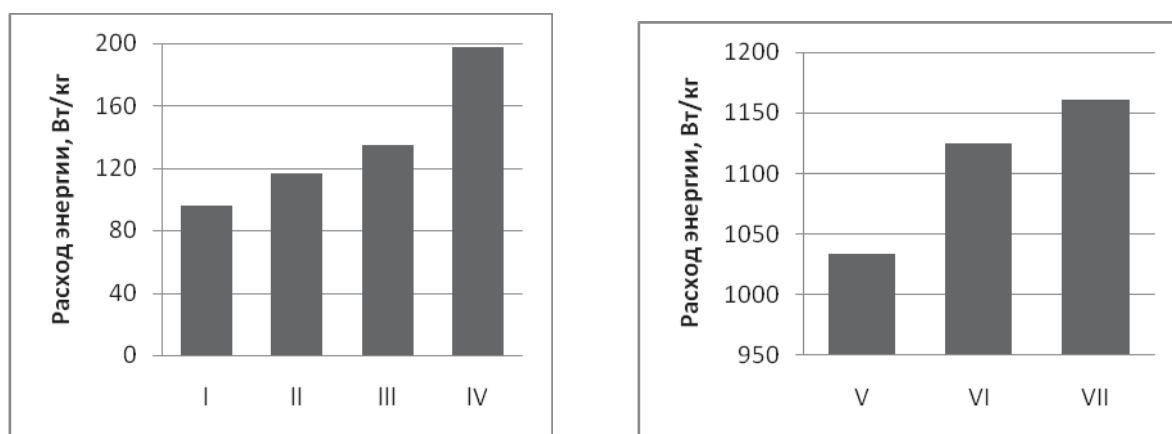
Основным показателем оптимальности варианта является количество энергии, расходуемой на производство топливных гранул. При этом должно выполняться условие, при котором энергия на производство должна быть ниже энергии, которую выделит гранулируемый материал при сжигании.

В связи с этим рассмотрим энергоёмкость основных стадий производства топливных древесных гранул (таблица 2).

Таблица 2. Расход энергии операций производства топливных гранул

№ п/п	Операция	Удельный расход энергии, Вт/кг
1	Гранулирование	95
2	Сортирование	0,75
3	Измельчение	82
4	Рубка древесины	10
5	Сушка в диапазоне влажности: от 100 до 15% от 75 до 15% от 50 до 15%	1111 (4000 кДж/кг) 938 (3375 кДж/кг) 761 (2740 кДж/кг)

Как видно из таблицы 2 самой энергоёмкой операцией является процесс сушки исходного древесного сырья. В зависимости от его влажности удельный расход энергии может достигать до 1111 Вт/кг, или 4000 кДж/кг. Поэтому при выборе технологической схемы необходимо учитывать вид древесных отходов (рисунок 1).



а

а – из сухих отходов: I – сухие и мелкие стружки и опилки, II – сухие стружки-отходы, III – сухие мелкокусковые отходы, IV – сухие крупнокусковые отходы;

б

б – из сырых отходов: V – сырые опилки, VI – сырые крупнокусковые отходы, VII – дровяная древесина

Рисунок 1 - Расход энергии на производство древесных гранул в зависимости от влажности и вида древесного сырья

Как видно из представленных на рисунке диаграмм предпочтение следует отдавать сухим древесным отходам, имеющим небольшие размеры, т.е. стружке и опилкам. В этом случае расход энергии не превысит 100 Вт/кг.

Анализ литературных данных показал, что при организации производства ТДГ следует учитывать и породный состав древесного сырья. Главным образом предпочтение отдают хвойным породам, т.к. гранулы из лиственных пород имеют низкую стойкость к истиранию - 89%, против 98% [3]. Этот показатель важен при транспортировке и подаче гранул в котёл для сжигания. Следует отметить, что получение топливных гранул из опилок мягколиственной

древесины протекает труднее, поскольку требуется более продолжительная обработка водой или паром перед подачей на гранулирование. Это объясняется тем, что в данной древесине лигнина меньше, чем в хвойной. Таким образом, гранулы, полученные из лиственной древесины, характеризуются пониженными показателями качества.

Установлено, что для повышения показателей качества гранул, полученных как из хвойных, так и из лиственных пород, используются два способа.

1. Совершенствование технологического процесса, в основном за счет установки дополнительного оборудования.

2. Введение дополнительных нетоксичных и химически активных энергетически ценных добавок, в случае использования сырья из древесины лиственных пород [4].

При реализации первого способа можно дополнительно устанавливать магнитный сепаратор, уловитель камней, молотковую мельницу, дополнительные фильтрующие сита на сортировку, более эффективные сушильные агрегаты. Хорошие результаты достигаются при проведении дополнительного увлажнения паром перед гранулированием. Этот способ является достаточно эффективным, но его использование дорогостояще [5].

Поэтому целесообразно уделить внимание второму способу. В лаборатории кафедры химической переработки древесины БГТУ были получены топливные гранулы из древесины лиственной породы с применением добавок - отходов химической переработки древесины: гидролизного лигнина и лигносульфонатов (таблица 3).

Таблица 3 - Показатели качества топливных гранул, полученных с применением добавок

Вид химической добавки	Расход, %	Наименование показателя	
		Предел прочности при изгибе, МПа	Зольность, %
Гранулы, полученные из сосны при температуре 140°C	-	9,8	0,72
Гранулы, полученные из осины при температуре 140°C	-	3,1	0,94
Гидролизный лигнин (температура 120°C)	5	3,0	0,98
	10	4,9	0,80
	20	6,3	0,95
Лигносульфонаты (температура 120°C)	1	2,1	0,71
	5	4,2	0,88

Из таблицы 3 видно, что наиболее высокие значения предела прочности при изгибе образцов топливных гранул достигаются с применением гидролизного лигнина расходом 20% и лигносульфонатов расходом 5%. Прочность образцов составляет 6,3 и 4,2 МПа соответственно. Показатель зольности, при использовании этих добавок, входит в диапазон значений, удовлетворяющих СТБ 2027-2010. Введение в состав топливных гранул химически активных добавок, способных образовывать минимальное количество вредных газов и сохранять

низкую зольность топлива, является эффективным и экономически целесообразным способом повышения качества ТДГ.

Таким образом, анализ технологий производства топливных древесных гранул позволил сделать вывод о том, что оптимальной является технология, в которой в качестве сырья используются сухие мелкие отходы древесины как хвойных, так и лиственных пород. Установлено, в случае использования отходов лиственной древесины необходимо проводить их модифицирование химически активными добавками, такими как гидролизный лигнин и лигносульфонаты, в целях повышения показателя механической прочности до уровня СТБ 2027-2010.

Литературные источники

1. Программа создания производств по изготовлению древесных топливных гранул (пеллет), древесного брикета и угля в организациях Министерства лесного хозяйства на 2009-2011 годы.
2. Программа повышения эффективности использования древесно-топливного сырья в деревообрабатывающих производствах (цехах) Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011 – 2015 годы.
3. Мельникова Л.В. Технология композиционных материалов из древесины / Л.В. Мельникова. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 235 с.
4. Гомонай М.В. Производство топливных брикетов. Древесное сырьё, оборудование, технологии, режимы работы: монография / М.В. Гомонай. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 68 с.
5. Щербаков А.С. Технология композиционных древесных материалов / А.С. Щербаков, И.А. Гамова, Л.В. Мельникова. – М.: Экология, 1992. – 192 с.

N.A. Sycheva, E.V. Dubodelova, T.V. Solov'eva

TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF WOOD PELLETS

Belarusian State Technological University, Minsk

Summary

The aim of research is the analysis of the technology of fuel pellets.

Analyzed trends in the production of wood pellets, variants of technological schemes, quality pellet and ways to improve. Issued guidelines for choosing the optimal technology to the energy intensity of production, type and species composition of wood.