

И.Г. Федосенко, доц., канд. техн. наук;
Я.П. Жарская, соискатель, маг. техн. наук;
Е.В. Дубоделова, доц., канд. техн. наук;
И.И. Веретиков, ст. преп.
(БГТУ, г. Минск)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ГРАНУЛ

В качестве сырья была выбрана стружка от хвойной древесины после строгальных станков и костра льна (рисунок 1). Особенностью такой стружки является малый размер по толщине и значительно большие размеры по длине и ширине. Насыпная плотность древесных частиц составила лишь 71 кг/м³. Костра льна имела также невысокую насыпную плотность до 105 кг/м³. Все это делает эффективным сжатие объема подобного вида отходов в процессе прессования в топливо и дает ощутимое преимущество в транспортировке.



a



б

**Рисунок 1 – Внешний вид сырьевой массы древесной стружки (*a*)
и костры льна (*б*)**

Стружка с производства имела долю влаги 12,5 %, а костра льна – 9,2 %. После отсева, выделяли фракцию с размерами частиц до 4 мм, которая и использовалась для изготовления гранул.

Прессование производили на прессе-грануляторе SKJ-200 с плоской матрицей, имеющейся в лаборатории кафедры технологии деревообрабатывающих производств. Пресс оснащен матрицей с отверстиями 6 мм и двумя рифлеными катками, установленными на крестовине. Прижим катков осуществляется при помощи затягивания гайки, притягивающей крестовину к поверхности матрицы.

Было получено примерно по 2 дм³ гранул с чистым содержани-

ем древесины и в соотношении 1:1 древесина-лен. Были сделаны попытки получить чисто льняные гранулы, но ввиду особенности сырья их спрессовать за один проход не удалось. При добавлении крахмала в пресс-массу во время прессования, равномерно распределяя по всему объему прессуемого материала, также гранулы не прессовались. Они получились лишь за несколько проходов через пресс, что не является экономически-эффективным процессом.

Фотографии с гранулами из чистой древесины, равной смеси со льном и чистым льном представлены на рисунке 2.

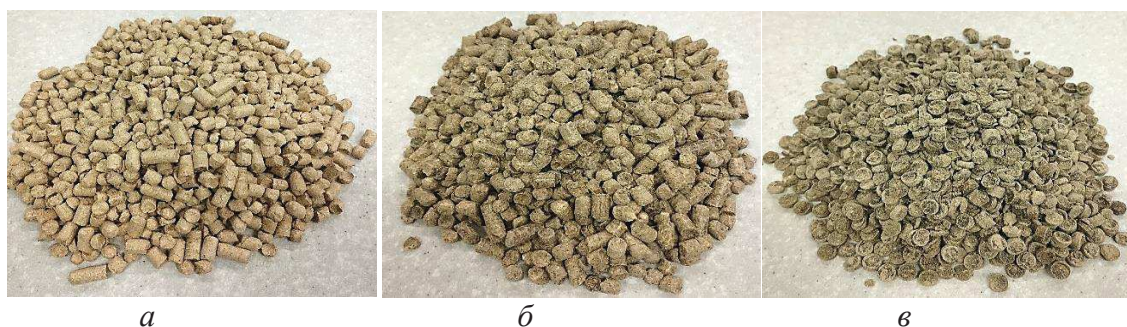


Рисунок 2 – Внешний вид гранул из: древесной стружки (а), льняной костры (в) и их равной смеси (б)

Результаты оценки качества гранул показаны в таблице.

Таблица – Результаты испытаний

| Показатель | Величина показателя | | | |
|---|---------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------|
| | единица измерения | состав | | |
| | | стружка хв. пород | стружка + ко-стра (равной массой) | костра льна |
| Влажность исходного сырья | % | 12,5 | 12,1 | 9,15 |
| Фракция, использованная для получения гранул | мм | 3,25 | 4 | 5 |
| Температура гранул | °С | 18 | 18 | 18 |
| Влажность гранул | % | 3,8 | 6,3 | 4,8 |
| Насыпная плотность сырья | кг/м ³ | 71 | – | 105 |
| Насыпная плотность гранул | кг/м ³ | 712 | 705 | 744 |
| Содержание мелочи | % | 7,6 | 10 | 10,2 |
| Диаметр гранул | мм | 6 | 6 | 8 |
| Длина гранул | мм | 13 | 13 | 5 |
| Механическая прочность | % | 84,6 | 90 | 89,8 |
| Содержание вспомогательных связующих веществ или примесей | % | – | – | 20 (крахмал) |

Влажность оценивалась по ГОСТ 32975.2 (EN 14774-2) [1] и ISO 18134-2 [2]. Насыпная плотность – по ГОСТ 32987 (EN 15103) [3] и

ISO 17828 [4]. Содержание мелочи – по ISO 5370 [5]. Диаметр и длина гранул – по ГОСТ 34089 [6] и ISO 17829 [7]. Механическая прочность – по ГОСТ 34090.1 [8] и ISO 17831-1 [9].

Результаты испытаний гранул на механическую прочность не показали особого преимущества чистых гранул над комбинацией с кострой льна. Изменение влажности после прессования также показывает, что костра является менее пористым материалом по сравнению с древесиной и обладает меньшей эластичностью.

Добавление в качестве связующего кукурузного крахмала не решает проблему прессования гранул из чистой костры льна. Для эффективного прессования следует искать другие типы органического связующего, которое, при этом, не ухудшит экологический статус гранул.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биотопливо твердое. Определение содержания влаги высушиванием. Часть 2. Общая влага. Ускоренный метод : ГОСТ 32975.2-2014. (EN 14774-2:2009). – Введ. 21.04.2015. – Москва : Росстандарт, 2015. – 7 с.

2. Solid biofuels. Determination of moisture content. Oven dry method. Part 2: Total moisture. Simplified method : ISO 18134-2:2017. – Введ. 11.01.2017. – Технический комитет ISO/TC 238, 2017. – 5 с.

3. Биотопливо твердое. Определение насыпной плотности : ГОСТ 32987-2014 (EN 15103:2009). – Введ. 01.04.2016. – Москва : Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2017. – 11 с.

4. Solid biofuels. Determination of bulk density : ISO 17828:2015 – Введ. 12.01.2016. – Технический комитет ISO/TC 238, 2017. – 8 с.

5. Solid biofuels. Determination of fines content in pellets : ISO 5370:2023 – Введ. 31.01.2023. – Технический комитет ISO/TC 238, 2023. – 26 с.

6. Биотопливо твердое. Определение длины и диаметра пеллет : ГОСТ 34089-2017 – Введ. 11.08.2017. – Москва : Росстандарт, 2017. – 11 с.

7. Solid Biofuels. Determination of length and diameter of pellets : ISO 17829:2015 – Введ. 15.10.2015. – Технический комитет ISO/TC 238, 2015. – 12 с.

8. Биотопливо твердое. Определение механической прочности пеллет и брикетов. Часть 1. Пеллеты : ГОСТ 34090.1-2017 – Введ. 11.08.2017. – Москва : Росстандарт, 2017. – 12 с.с– Технический комитет ISO/TC 238, 2015. – 7 с.