

УДК 674.812

И.Г. Федосенко, доц., канд. техн. наук;
В.О. Майсак, выпускник 1 ступени ВО (БГТУ, г. Минск)

ИСПЫТАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ТОПЛИВНЫХ ГРАНУЛ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОПИЛОК ОТ ПРОДОЛЬНОГО РАСКРОЯ БРЕВЕН РАМНЫМИ ПИЛАМИ В НЕГОРЕЛЬСКОМ УОЛХ

В качестве сырья были выбраны опилки, образованные при продольном раскросе бревен рамными пилами. Опилки были отобраны с производственной площадки ГЛХУ «Негорельский учебно-опытный лесхоз», являющийся филиалом БГТУ. Особенностью таких опилок является малый размер в продольном направлении, чем у древесины, проходящей специальную подготовку и измельчение в производстве топливных гранул. А, как известно, длина частиц определяет стойкость конечной продукции к внешним условиям. Для улучшения прочностных характеристик гранул использовали кукурузный крахмал в различных соотношениях: 10, 20 и 30 % по массе.

Опилки с производства имели повышенную долю влаги – более 60 %. Поэтому перед прессованием они подвергались искусственной сушке до абсолютной влажности 12 % при температуре 103°C. После отсева, выделяли фракцию 0,5–2 мм, которая и использовалась для изготовления пробы 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 каждым содержанием кукурузного крахмала. Крахмал добавляли в пресс-массу во время прессования, равномерно распределяя по всему объему прессуемого материала.

Была оценена насыпная плотность полученных гранул, кг/м³, которая отражена графиком на рисунке 1.

Анализируя экстремумы кривой полиномиального уравнения регрессии (формула 1), выяснилось, что наибольшая насыпная плотность будет достигаться при добавке 15,5 % кукурузного крахмала, при этом насыпная масса составит 631 кг/м³.

$$y = -0,0101 \cdot x^3 + 0,2253 \cdot x^2 + 0,2764 \cdot x + 609,76 \quad (1)$$

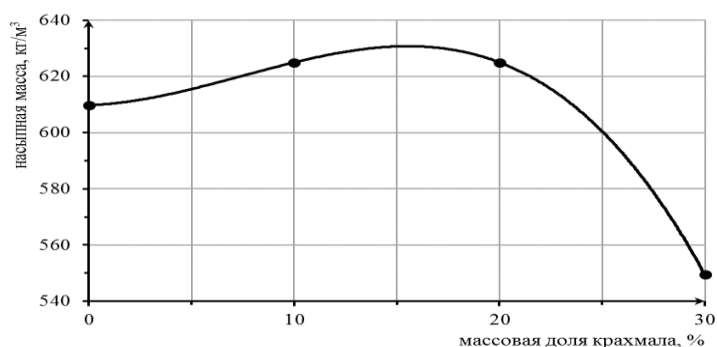


Рисунок 1 – Зависимость насыпной массы полученных гранул от массовой доли добавки

Из полученных проб, после просеивания на сите с круглыми отверстиями 3,15 мм, готовились пробы для определения механической стойкости гранул. Масса каждой пробы составила 500 мг (согласно ISO). Механическую стойкость определяли при помощи прибора КГУ-1, доступному в учебной лаборатории кафедры.

Согласно стандарту, короб установки вращается вокруг оси в течении 10 минут со скоростью 50 об/мин, после чего пробу высыпают, отсеивают частицы мельче 3,15 мм и взвешивают. При этом определяют процентное соотношение массы оставшейся фракции крупнее 3,15 мм к массе навески, засыпанной в короб.

По результатам такого испытания был построен график, представленный на рисунке 2.

Анализируя экстремумы кривой полиномиального уравнения регрессии (формула 2), выяснилось, что наибольшая прочность будет достигаться при добавке 7 % кукурузного крахмала, при этом прочность составит 91 %.

$$y = 0,001 \cdot x^3 - 0,071 \cdot x^2 + 0,8867 \cdot x + 88,6 \quad (2)$$

Также было проведено испытание гранул на водостойкость. Это нестандартная методика. Предложено выдерживать гранулы в дистиллированной воде так, чтобы гранулы полностью были погружены в нее.

Оценивалось время начала разрушения гранул, которое устанавливалось с момента начала видимых изменений размеров гранул. Гранулы помещали в прозрачные кюветы, которые имели такие размеры. Чтобы не сдерживать их набухание. Кюветы наполняли дистиллированной водой на половину. Затем резко погружали гранулы в воду и замеряли время с этого момента. По результатам такого испытания получили результаты, отраженные на графике на рисунке 3.

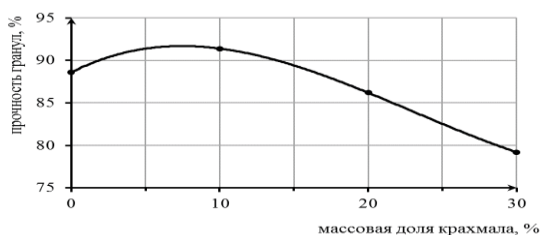


Рисунок 2 – Зависимость прочности гранул от массовой доли добавки

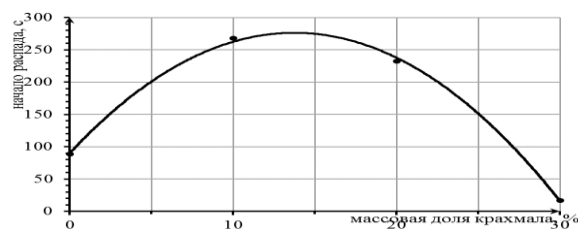
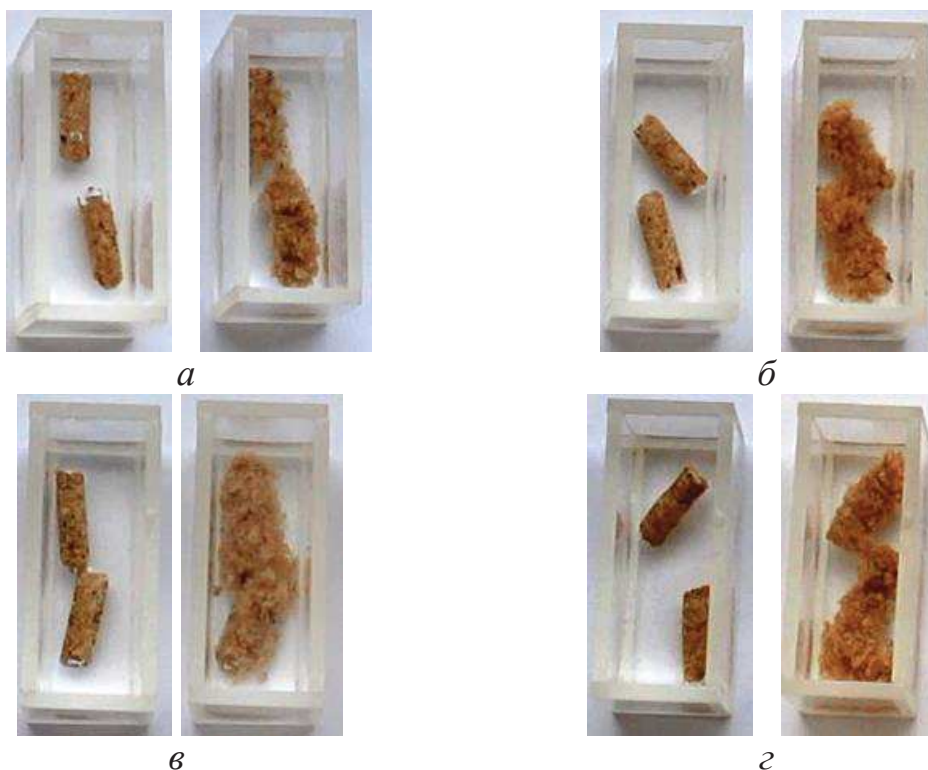


Рисунок 3 – Зависимость начала распада гранул в воде от массовой доли добавки

На рисунке 4 представлены фото с гранулами, погруженными в воду до и после распада.



а – гранулы без добавок; *б* – гранулы с добавкой кукурузного крахмала 10 % по массе; *в* – гранулы с добавкой кукурузного крахмала 20 % по массе; *г* – гранулы с добавкой кукурузного крахмала 30 % по массе

Рисунок 4 – Распад гранул в воде

Анализируя экстремумы кривой полиномиального уравнения регрессии (формула 3), выяснилось, что самый длительный срок распада, а значит водостойкость будет достигаться при добавке 13,7 % кукурузного крахмала, при этом время начала распада составит 276 с, т. е. 4 мин 36 с.

$$y = -0,9867 \cdot x^2 + 27,107 \cdot x + 90,067 \quad (3)$$

В совокупности, можно сделать заключение, что 12 % добавка кукурузного крахмала способна обеспечить оптимальные показатели плотности, прочности и водостойкости гранул.