

Г. И. Игнатьева, Ф. М. Филиппова, Л. И. Левашко,  
Е. И. Байгильдеева

## ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

*Ключевые слова: теплоизоляционный материал, теплопроводность, древесные отходы, пенополиуретан.*

*Разработана технология по получению нового теплоизоляционного материала на основе отходов деревообработки (опилок) и пенополиуретана. В статье представлены результаты исследований плотности и теплопроводности экспериментальных образцов с различным содержанием древесных отходов.*

*Keywords: thermal insulation material, thermal conductivity, wood waste, polyurethane foam.*

*The paper provides information on technologic receipt of new thermal insulation material on the basis of wood waste and polyurethane foam. Experimental researches of density and thermal conductivity with different content of wood waste.*

### Введение

В лесном комплексе неизбежно образуются древесные отходы в виде отдельных частей биомассы дерева, которые остаются невостребованными, часто вывозятся в отвалы: маломерные деревья, низкокачественная древесина, опилки, стружка. Процесс обработки и переработки древесины во всех производствах также связан с получением большого количества отходов, начиная с первой стадии — рубки леса и вывоза хлыстов, и кончая последней стадией — обработкой древесины. Отходы — ценное вторичное сырье для производства разнообразных материалов, изделий, продуктов. Поэтому во всем мире актуальны поиски рационального использования неликвидных отходов лесного хозяйства, лесозаготовок, деревообработки [1].

В настоящее время уделяется большое внимание энергосбережению для чего разрабатываются новые теплоизоляционные материалы. Производство материалов на основе отходов деревообрабатывающих производств позволит не только увеличить выпуск теплоизоляционных материалов и изделий, но и решить глобальную проблему утилизации древесных отходов [2].

В данной статье представлены результаты исследований свойств теплоизоляционных плит, на основе древесных отходов и пенополиуретана [3].

### Экспериментальная часть и обработка полученных данных

Теплоизоляционный материал, образцы которого изготавливались согласно ГОСТ 16381-77 [4], должны обладать теплопроводностью не более 0,175 Вт/(м°К) и иметь плотность не более 500 кг/м³. Основной задачей проведения экспериментов являлось изучение зависимости теплопроводности от состава материала.

Экспериментальные образцы с различным содержанием наполнителя (21%, 25%, 30% и 35% опилок) изготавливались путём смешения компонентов А и Б. Соотношение компонентов пенополиуретана А и Б определено согласно экспериментальным данным [3].

В заранее подготовленную форму с необходимым количеством компонента А, в качестве которого выступала смесь полиола с катализатором, пенообразователем и эмульгаторами, добавляли расчётное количество наполнителя и перемешивали в течении 2 минут. Затем к полученной массе вливали компонент Б (полиизоционат) в соотношении согласно экспериментальным данным [3] и проводили смешивание до начала поднятия пены. Во время смешения с помощью секундомера измеряли время старта, подъёма и отлипа пены.

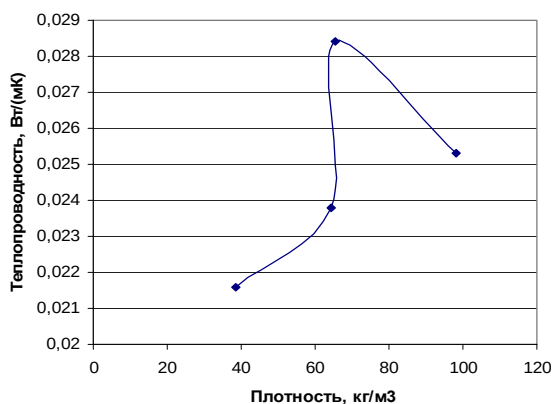
**Таблица 1 - Технологические свойства композита**

| Параметры                                           |                       | Образец №1 | Образец №2 | Образец №3 | Образец №4   |
|-----------------------------------------------------|-----------------------|------------|------------|------------|--------------|
| % опилок                                            |                       | 21         | 25         | 30         | 35           |
| Массовые отношения компонентов<br>А : опилки :<br>Б |                       | 20:10:16   | 20:12:16   | 20:15,3:16 | 20:19,3 : 16 |
| Время подъёма, мин                                  |                       | 13         | 12         | 9          | 8            |
| Высота подъёма                                      | h <sub>max</sub> , см | 8          | 7,5        | 7          | 4,5          |
|                                                     | h <sub>min</sub> , см | 6          | 6          | 5          | 4            |

Следующим этапом было определение плотности образцов по ГОСТ 16381-77 [4]. Для этого путем взвешивания на весах с точностью до 0,01 г определялась масса образцов, а с помощью штангенциркуля измерялись геометрические размеры.

Определение теплопроводности  $\lambda$  полученных образцов производилось измерителем теплопроводности ИТП-МГ4 «250» согласно ГОСТ 16381-77 [4]. Для этого исследуемый образец размерами 10x10 см и толщиной 4 см помещался в измерительную ячейку между холодильником и нагревателем прибора, и прижимался фиксирующим

винтом. Прибор автоматически показывает, через какое время можно снимать показания теплопроводности. В среднем время определения теплопроводности – 60 минут. Зависимость теплопроводности от плотности материала представлена на рис.1 и в табл. 2.



**Рис. 1 – Зависимость теплопроводности от плотности полученного композита**

**Таблица 2 – Плотность и теплопроводность композита**

| Параметры                             | Образец №1 | Образец №2 | Образец №3 | Образец №4 |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Плотность, кг/ м³                     | 38,5       | 64,25      | 65,5       | 98         |
| Теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м°K) | 0,0216     | 0,0238     | 0,0284     | 0,0253     |

Таким образом, чем выше плотность теплоизоляционного материала, тем выше коэффициент теплопроводности, но до определенного предела. При достижении плотности 98 кг/ м³, происходит снижение теплопроводности теплоизоляционного материала. Это объясняется пределом наполняемости полимера, а также резким снижением сцепки полимерной матрицы по отношению к наполнителю [5,6].

Сравнение свойств современных теплоизоляционных материалов с предлагаемым представлено в таблице 2.

Отметим влияние пористости на свойства теплоизоляционного материала. Характер пористости оказывает решающее влияние на акустические и теплоизоляционные свойства пористого материала. При замкнутой пористости материал относится к теплоизоляционным, а при сквозной (в определенных пределах) – к звукопоглощающим. Такие свойства могут быть улучшены также путем специальной обработки поверхностей изделий и образования отверстий в теле материала.

Чем больше будет объем пор, тем теплопроводность меньше, это связано с тем, что самой малой теплопроводностью обладает воздух (0,023Вт/м°С). Но теплопроводность зависит не только от объема, но и от размеров пор, их формы, а также характера пористости и пр. [7].

**Таблица 2 - Сравнительная характеристика свойств современных теплоизоляционных материалов**

| Теплоизоляционный материал | Плотность, кг/ м³ | Теплопроводность Вт/(м°K) | Пористость |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|------------|
| Пенополиуретан             | 40-80             | 0,04-0,05                 | закр-я     |
| Минеральная вата           | 50-350            | 0,041                     | откр-я     |
| Пенополистирол             | 40-150            | 0,039                     | закр-я     |
| Пеностекло                 | 120-200           | 0,04-0,08                 | закр-я     |
| Пенобетон                  | 250-400           | 0,145-0,160               | откр-я     |
| Образец № 1                | 38,5              | 0,0216                    | закр-я     |
| Образец № 2                | 64,25             | 0,0238                    | закр-я     |
| Образец № 3                | 65,5              | 0,0284                    | закр-я     |
| Образец № 4                | 98                | 0,0253                    | закр-я     |

Таким образом, можно сделать вывод, что вновь полученные теплоизоляционные материалы имеют наименьшую теплопроводность среди современных материалов. Из четырех экспериментальных образцов наилучшие показатели имеет образец, содержащий 21% опилок: у него наименьшая плотность и теплопроводность, что говорит о хороших свойствах материала как теплоизолятора. Предлагаемый теплоизоляционный материал на основе древесных опилок и пенополиуретана может быть рекомендован для применения в качестве теплоизоляционного материала.

*Данная работа выполнена в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013» по теме: «Создание технологии и опытной установки комплексной переработки отходов лесной промышленности с получением теплоизоляционного материала», при финансовой поддержки Министерства образования и науки Российской Федерации.*

## Литература

1. Сафин Р.Г., Сафин Р.Р. Перспективы развития лесопромышленного комплекса Республики Татарстан на базе научных разработок кафедр лесотехнического профиля КНИТУ / Р.Г.Сафин, Р.Р. Сафин // Деревообрабатывающая промышленность. – 2012. - № 3 – 22-27с.
2. Строительный справочник: материалы, конструкции, технологии. – Электронный ресурс, <http://build.novosibdom.ru/node/8>, режим доступа свободный.
3. Зиятдинова, Д.Ф., Сафин, Р.Г., Тимербаев Н.Ф., Левашко Л.И. Анализ современного состояния производства теплоизоляционных материалов и возможности создания новых материалов на основе отходов деревообработки КНИТУ / Д.Ф. Зиятдинова, Р.Г. Сафин, Н.Ф. Тимербаев, Л.И. Левашко // Вестник Казан. технол. ун-та. - 2011. - № 18 - 63-69 с.

4. ГОСТ 16381-77. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. – Взамен ГОСТ 16381-70; введ. 1977-07-01.- М.: 1979. - 4 с.
5. Бортников В.Г. Основы технологии переработки пластических масс: Учебное пособие для вузов. – Л.: Химия, 1983. – 304 с., ил.
6. Кочнев А.М., Заикин А.Е., Галибеев С.С., Архиреев В.П. Физикохимия полимеров, - Казань: Изд-во «Фэн», 2003. – 512с.
7. Строительные материалы. - Электронный ресурс <http://www.stenovoy.ru/articles/teploizolyatsionnye-materialy.htm>, режим доступа свободный.

---

© **Г. И. Игнатьева** - канд. техн. наук, доц. каф. переработки древесных материалов КНИТУ, Ignatieva\_pdm@mail.ru;  
**Ф. М. Филиппова** – канд. хим. наук, доц. той же кафедры, faridah@rambler.ru; **Л. И. Левашко** – магистр той же кафедры;  
**Е. И. Байгильдеева** – канд. техн. наук, доц. той же кафедры, bai48@rambler.ru.