

ОСОБЕННОСТИ ФОРМОВКИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЛИТ ИЗ КАРБОНИЗИРОВАННОЙ БЕРЁЗОВОЙ БЕРЕСТЫ

Р. Л. Обромпальский, магистр технических наук;

А. А. Бакатович, кандидат технических наук, доцент;

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
Полоцк, Республика Беларусь

Аннотация. Приведены результаты исследования бересты берёзы в качестве засыпной изоляции. Рассмотрено влияние фракции бересты на коэффициент теплопроводности с учётом плотности изоляции. Определены температурные интервалы карбонизации бересты. На карбонизированной бересте получены теплоизоляционные плиты плотностью 115 – 131 кг/м³ и коэффициентом теплопроводности в пределах 0,037 – 0,044 Вт/(м·°С) без использования вяжущего компонента.

Ключевые слова: коэффициент теплопроводности, плотность, береста берёзы, карбонизация.

FEATURES OF FORMING THERMAL INSULATION BOARDS MADE OF CARBONIZED BIRCH BARK

R. L. Obrompalsky, master of engineering sciences;

A. A. Bakatovich, candidate of technical sciences, associate professor;

Euphrosyne Polotskaya state university of Polotsk, Polotsk, Republic of Belarus

Abstract. The article presents the results of a study of birch bark as a backfill insulation. The effect of the birch bark fraction on the thermal conductivity coefficient is considered taking into account the density of the insulation. The temperature ranges of birch bark carbonization are determined. Thermal insulation boards with a density of 115–131 kg/m³ and a thermal conductivity coefficient within 0.037–0.044 W/(m·°C) without using a binder component are obtained on carbonized birch bark.

Keywords: thermal conductivity coefficient, density, birch bark, carbonization.

Введение

Основным производственным отходом при выпуске продукции из древесного массива, является кора, не находящая широкого применения и утилизируемая путем сжигания, а также вывозом в отвалы [1]. Из лиственных пород наибольшее количество коры получают при обработке древесины берёзы. Кора берёзы отличается стойкостью к биоповреждениям и поэтому процесс естественного разложения занимает большой период времени. Поиск рационального применения ежегодно образующихся объёмов берёзовой коры, обуславливает научный интерес к исследованиям, связанным с получением новых теплоизоляционных материалов на основе данного вида отхода деревообрабатывающей промышленности.

В работе [2] рассмотрен способ получения засыпной тепловой изоляции на основе берёзового луба с добавлением антипирена. После измельчения луб просеивался на сите с диаметром отверстий 3 мм. Далее частицы смешивались тарельчатом грануляторе с водным раствором связующего, разведенной в воде перекипячённой смесью поливинилового спирта и натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы с добавлением антипирена из борной кислоты и кальцинированной соды. Следующим этапом, предварительно подсушенную смесь, обезвоживают в форме при температуре 60 – 110°С до затвердевания частиц в течении 2 – 6 часов. Полученная тепловая изоляция при плотности 180 кг/м³ имеет коэффициент теплопроводности 0,054 Вт/(м·°С) и относится к 1-ой группе трудносгораемых материалов по огнезащитной эффективности согласно ГОСТ 16363-76. К недостаткам засыпной изоляции можно отнести ограничение области применения, используется преимущественно в чердачном перекрытии.

В Воронежском государственном лесотехническом университете имени Г.Ф. Морозова исследована возможность получения теплоизоляционных плит на основе бересты. В качестве связующего использован гидролизированный суберин, как древесный наполнитель применялась измельченная береста размерами частиц от 150 до 3000 мкм. При формовке плит использовался метод горячего прессования при температуре 135 – 145°С и давлении от 10 до 15 МПа с последующей выдержкой в течение 24 часов при температуре воздуха 20±3 °С. Для полученных плит при плотности 200 – 210 кг/м³

и прочности на разрыв 0,2 – 0,5 МПа значение коэффициента теплопроводности составляло 0,041 Вт/(м·С°), а коэффициента звукопоглощения – 0,4 [3]. Следует отметить, что для теплоизоляционных материалов в исследовании отсутствуют сведения о горючести плит.

Технология получения тепловой изоляции из наружного слоя коры берёзы и гидролизованной древесины лиственницы без связующего компонента рассмотрена в работе [4]. Композитный материал получали методом горячего прессования при температуре 130°С и удельном давлении 50 кг/см². Полученные по итогу теплоизоляционные плиты имели коэффициент теплопроводности равный 0,08 Вт/(м·С°), при средней плотности 620 кг/м³ и предел прочности при изгибе 12 МПа. Основными недостатками данного материала являются высокие показатели средней плотности и коэффициента теплопроводности.

Материалы и методы испытаний

В качестве исходного структурообразующего материала для экспериментальной тепловой изоляции использовали берёзовую бересту, полученную при переработке древесины на предприятиях Витебской области Республики Беларусь.

Береста является наружной частью коры берёзы и составляет 5,4% от веса берёзы. Характеризуется береста белым цветом, что обусловлено содержанием в клетках бетулина [5]. В экстрактах из бересты наряду с бетулином содержатся окисленные производные: бетулиновая кислота, бетулиновый альдегид, метиловый эфир бетулиновой кислоты. Бетулин и бетулиновая кислота представляют интерес для медицины в качестве основы для разработки новых противовирусных агентов [6].

В исследованиях по установлению влияния фракции и плотности берёзовой бересты на коэффициент теплопроводности подготовка структурообразующего материала заключалась в разделении сырья вручную на фрагменты в виде полосок. По размерам полоски бересты разделяли на три фракции (таблица 1).

Таблица 1 – Размеры частиц бересты по фракциям

№ фракции	Размеры частиц		
	толщина, мм	ширина, мм	длина, мм
1	0,5 – 2	3 – 4	20 – 40
2	0,1 – 0,5	3 – 4	20 – 40
3	0,1 – 0,5	4 – 7	20 – 40

Для изучения плотности и коэффициента теплопроводности структурообразующий материал засыпали в камеру прибора «ИТП–МГ4», фиксировали крышкой и производили измерение.

Основные физические показатели бересты – плотность и влажность измеряли в соответствии с ГОСТ 17177.

Коэффициент теплопроводности экспериментальных составов определяли по стандарту EN 12667 на образцах размером 250×250×30 мм. В каждой серии испытывали 5 образцов.

На первом этапе исследований для бересты различных фракций в насыпном и уплотнённом состоянии без вяжущего компонента измеряли коэффициент теплопроводности. Необходимый объём сырья засыпали и равномерно распределяли в измерительной камере прибора «ИТП – МГ4» между теплой плитой (40 °С) и холодной плитой (10 °С) для определения коэффициента теплопроводности.

Во второй серии образцов исследовалось влияние карбонизации на свойства полученных ранее фракций бересты. Процесс карбонизации проходил в сушильном шкафу SNOL 60/300 LFN при температуре 270 °С. Бересту укладывали в герметичную форму с крышкой, закрытую форму помещали в сушильный шкаф, плотно закрывали дверь и включали нагрев. После выхода температуры в камере шкафа на заданный показатель, время карбонизации составляло 3 часа.

Результаты лабораторных исследований

Для полученных фракций бересты (таблица 1) определяли коэффициент теплопроводности при изменении плотности. По результатам исследований получены зависимости изменения коэффициента теплопроводности бересты в зависимости от плотности и фракции частиц (рисунок 1).

Максимальное значение коэффициента теплопроводности для фракции 1 составило 0,077 Вт/(м·С°) при плотности 45 кг/м³. Повышение средней плотности в 2,2 раза до 100 кг/м³ приводит к понижению коэффициента теплопроводности на 32,4% и равно 0,052 Вт/(м·С°). Минимального значения коэффициента теплопроводности равного 0,048 Вт/(м·С°) образцы достигают при плотности 138 – 150 кг/м³, что на 37,7% ниже максимального значения.

При изучении показателей фракции 2 установлено, что для плотности 50 – 75 кг/м³ коэффициент теплопроводности соответствует 0,048 Вт/(м·С°). При увеличении средней плотности в 3 раза наблюдается снижение коэффициента теплопроводности на 20% до наименьшего значения равного 0,04 Вт/(м·С°). Дальнейшее возрастание плотности вызывает незначительное повышение коэффициента теплопроводности до 0,042 Вт/(м·С°).

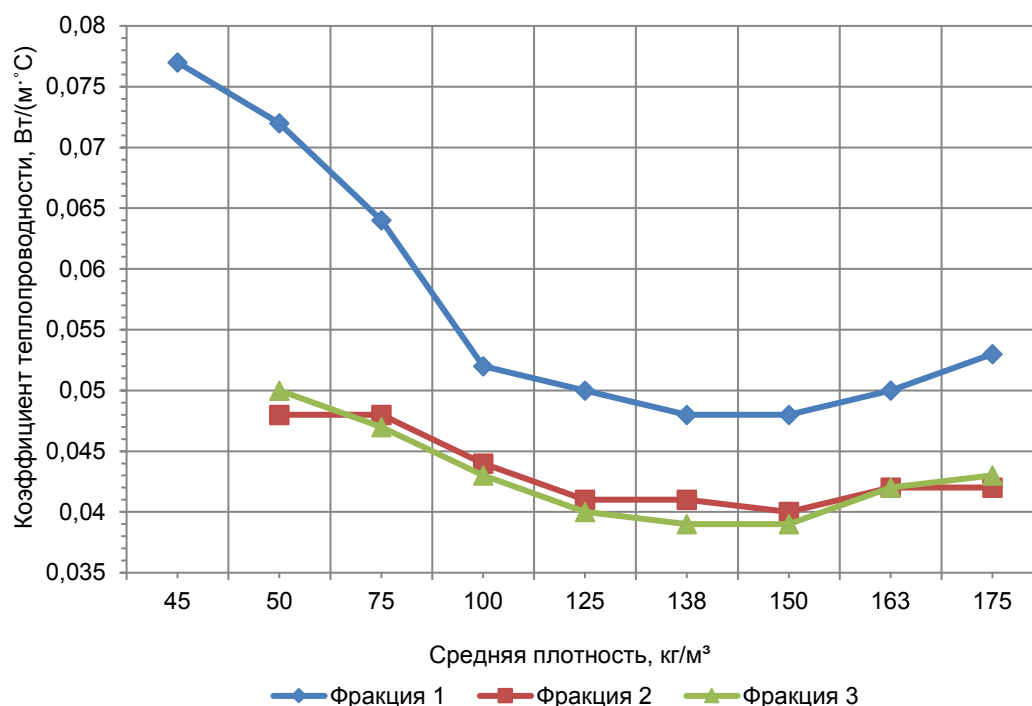


Рисунок 1 – Изменение коэффициента теплопроводности бересты в зависимости от плотности и фракции частиц

Для фракции 3 при плотности 138 – 150 кг/м³ коэффициент теплопроводности достигает минимального значения равного 0,039 Вт/(м·°С). Понижение плотности материала до 50 кг/м³ вызывает повышение коэффициента теплопроводности на 28,2%. При плотности 175 кг/м³ также отмечается прирост показателя теплопроводности бересты на 10,3%.

Таким образом при ручной переработке бересты наилучшие показатели коэффициента теплопроводности равные 0,039 – 0,04 Вт/(м·°С) демонстрируют фракции 2 и 3 при плотности 138 – 150 кг/м³, что на 14,6 – 18,8% ниже значений фракции 1.

Следующим этапом проводилось исследование по установлению влияния карбонизации полученных ранее фракций бересты на основные характеристики тепловой изоляции. В ходе экспериментальной формовки установлено, что карбонизация бересты при температуре 300 °С приводит к спеканию частичек бересты между собой в сплошной массив с образованием древесного пластика плотностью 406 кг/м³ (рисунок 2).



Рисунок 2 – Образец древесного пластика из бересты

Опытным путем подобрана оптимальная температура формовки, равная 270 °С, достаточная для склеивания частиц бересты между собой без уменьшения начального объема структурообразующего материала, полученные образцы плитной изоляции показаны на рисунках 3–5.

Исходя из минимального показателя коэффициента теплопроводности для фракций из некарбонизированной бересты, средняя плотность структурообразующего материала для дальнейшей карбонизации принята равной 138 –150 кг/м³. Результаты исследований образцов плитной изоляции приведены в таблице 2.



Рисунок 3 – Плита на основе карбонизированной бересты 1-ой фракции



Рисунок 4 – Плита на основе карбонизированной бересты 2-ой фракции



Рисунок 5 – Плита на основе карбонизированной бересты 3-ей фракции

Таблица 2 – Показатели тепловой изоляции из бересты до и после карбонизации

№ фракции	Средняя плотность, кг/м ³		Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	
	до	после	до	после
1	138	115	0,048	0,044
2	150	131	0,04	0,037
3	150	130	0,039	0,037

Для образцов плитной изоляции на основе карбонизированной бересты всех фракций наблюдается общая тенденция – понижении средней плотности плит в пределах 13 – 17%. При этом для фракции 1 и 2 зафиксировано снижение коэффициента теплопроводности на 7,5 – 8,3%. Уменьшение показателя коэффициента теплопроводности на 5,1% наблюдается для образца плиты на основе 3 фракции.

Заключение

1. Результаты исследований показывают, что применение берёзовой бересты в качестве засыпной изоляции позволяет получить утеплитель с коэффициентом теплопроводности 0,039 – 0,048 Вт/(м·°С), при средней плотности 138 – 150 кг/м³.

2. Карбонизация берёзовой бересты, обеспечивает формовку теплоизоляционных плит без использования вяжущего компонента, с уменьшением на 13 – 17% показателей средней плотности плит (до 115 – 131 кг/м³). и понижением коэффициента теплопроводности на 5,1 – 8,3% (до 0,037 – 0,044 Вт/(м·°С)).

Библиографический список

1. Тацун, М.В. Современное состояние ЛПК России и пути его развития / М. В. Тацун // Дерево. RU. – 2006. – №. 4. – С. 24-27.
2. Патент на изобретение 2240334 С1 Российская Федерация, МПК C08L 97/02. Композиция на древесной основе: № 2003118707/04: заявл. 25.06.2003: опубл. 20.11.2004 / Ю.И. Стернин, И.В. Юрченко, А. Д. Загоруйко; патентообладатель ООО «ТрансПлюс».
3. Патент на изобретение 2739888 С1 Российская Федерация, МПК B27N 3/00 (2006/01), C08L 97 (2006/01). Способ получения композиционного материала из коры березы: № 2020119811: заявл. 08.06.2020: опубл. 29.12.2020 / А. С. Черных, А. С. Сысоев; патентообладатель ВГЛТУ – 5 с.
4. Патент на изобретение 2440234 С1 Российская Федерация, МПК B27N 3/00 (2006/01), B27K 9/00 (2006/01). Способ получения изоляционных композитных плит из растительных отходов: № 20101198334/13: заявл. 17.05.2010.: опубл. 20.01.2012 / Ю. Г. Скурыдин, Е. М. Скурыдина; патентообладатели Ю. Г. Скурыдин, Е. М. Скурыдина. – 8 с.
5. Ведерников, Д. Н. Изменение химического состава корки и луба березы повислой *Betula pendula* Roth. (Betulaceae) по высоте дерева / Д. Н. Ведерников, Н. Ю. Шабанова, В. И. Рощин // Химия растительного сырья. – 2010. – №. 2. – С. 43-48.
6. Белякова, А. Ю. Физико-химические и биологические свойства компонентов внешней коры березы / А. Ю. Белякова, А. В. Погребняк, Л. В. Погребняк //Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №. 2-2. – С. 492–492.