

Секция III

РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 691.12

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИСТЬЕВ РОГОЗА
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ**А.А. Бакатович, Н.В. Бакатович, А.О. Шагибалова**Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
г. Новополоцк, Республика Беларусьe-mail: a.bakatovich@psu.by, n.bakatovich@psu.by, a.o.shagibalova@students.psu.by

Приведено описание рогоза широколистного как растения. Рассмотрены варианты получения структурообразующего материала из листьев рогоза. Приведены результаты исследования коэффициента теплопроводности разных фракций листьев рогоза с целью использования в качестве засыпной изоляции. С применением модифицированного жидкого стекла в виде вяжущего компонента получены жёсткие теплоизоляционные плиты на основе переработанных листьев рогоза.

Ключевые слова: рогоз широколистный, листья, плотность, коэффициент теплопроводности, тепловая изоляция.

ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF USING HORNWORM LEAVES
FOR THERMAL INSULATION**A. Bakatovich, N. Bakatovich, A. Shahibalova**

Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk, Novopolotsk, Republic of Belarus

e-mail: a.bakatovich@psu.by, n.bakatovich@psu.by, a.o.shagibalova@students.psu.by

The analysis of raw materials sources for the production of thermal insulation boards has been carried out. A comparative analysis of the main physical and mechanical characteristics of the thermal insulation material made of cattail leaves and various binding components has been performed. Data on thermal conductivity and density in bulk and using modified liquid glass were obtained.

Keywords: broad-leaved hornwort, leaves, density, thermal conductivity coefficient, thermal insulation.

Введение. По причинам глобальных климатических изменений и увеличения потребления ресурсов, современные строители разрабатывают технологии, способствующие минимизировать негативное воздействие строительной индустрии на окружающую среду. Изготовление экологических теплоизоляционных материалов является одним из примеров, позволяющим открыть новые возможности в улучшении эксплуатационных характеристик здания и состояния окружающей среды.

В последние годы появился целый ряд новых изоляционных материалов снижающих энергопотребление зданий. Из природного растительного сырья для производства тепловой изоляции предлагают использовать кору сосны, берёзы, тростник, мох сфагнум, волокна коры эвкалипта, масличной пальмы и т.п. [1–6]. Таким образом разработка энерго- эффективных

теплоизоляционных материалов является весьма актуальным направлением в строительной промышленности. Применение тепловой изоляции на растительном сырье относится к ряду перспективных инновационных решений в области экологического строительства. В приведённых ниже исследованиях рассматривается возможность получения эффективного утеплителя на основе листьев рогоза широколистного.

Материалы и методы испытаний. Рогоз широколистный является травянистым растением, активно произрастающим в тёплых и умеренных климатических зонах. Светолюбивое растение хорошо прорастает в кислых заболоченных почвах. Обитает рогоз в поймах рек, на заливных лугах, по берегам рек, озёр и на болотах. В экспериментах использовали листья рогоза широколистного. На анаксияльной стороне литья плоские или слабоогнутые, на абаксимальной - слабо выпуклые. Длина развившегося листа может составлять более 2 м, включая подводную часть. Ширина листьев равна 10 - 45 мм.

Заготавливали листья рогоза путём срезания надводной части растения (рисунок 1). Сбор происходил по береговой линии озера Волово расположенного в городской черте г. Полоцка. Перед проведением испытания для получения структурообразующего материала свежие листья высушивали, нарезали на фрагменты длиной 250 мм, или разрезали листья в поперечном направлении на частицы длиной 20 - 30 мм. Фракцию 10 - 15 мм получали поперечной разрезкой частиц фракции 20 - 30 мм. Для получения более мелкой фракции частицы листьев разрезали в продольном направлении.



Рисунок 1. – Срезанные листья рогоза широколистного

На первом этапе исследовали коэффициент теплопроводности листьев рогоза различных фракций без вяжущего компонента. Фрагменты длиной 250 мм укладывали послойно во взаимно перпендикулярных направлениях (рисунок 2), а нарезанные на фракции частицы засыпали и равномерно распределяли в измерительной камере прибора ИТП – МГ4 (рисунок 3).

На втором этапе исследований фракционированные листья рогоза перемешивали с модифицированным жидким стеклом и формовали. Предварительно производили дозировку компонентов. Для получения модифицированного вяжущего в жидкое стекло вводили сначала известь и перемешивали до однородной консистенции, а затем добавляли гипс. После распределения, вяжущего по поверхности частиц структурообразующего материала смесь помещали в форму и подпрессовывали при давлении 0,02 МПа (рисунок 4). Образцы выдерживали в форме 24 часа при температуре 20 ± 2 °С, а затем высушивали в течение 5 часов в сушильном шкафу при температуре 50 - 65 °С (рисунок 5).



Рисунок 2. - Листья длиной 250 мм
в камере прибора ИТП-МГ4



Рисунок 3. - Листья, разрезанные вдоль,
длиной 5-7 мм в камере прибора ИТП-МГ4



Рисунок 4. – Формовка плиты
с использованием гидравлического пресса



Рисунок 5. – Теплоизоляционная плита
на основе нарезанных листьев рогаза

Основная часть. В исследованиях проводили эксперименты по установлению влияния размеров частиц листьев рогаза и плотностей фракций на коэффициент теплопроводности образцов. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Исследование влияния размеров частиц и плотности листьев рогаза на коэффициент теплопроводности

№ состава	Структурообразующий материал	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С), при плотности, кг/м ³			
		50	60	70	80
1	Листья, длиной 250 мм	0,042	0,041	0,044	0,043
2	Листья, длиной 20 - 30 мм	0,054	0,051	0,053	0,055
3	Листья, длиной 10 - 15 мм	0,053	0,050	0,051	0,054
4	Листья, разрезанные вдоль, длиной 10 - 15 мм	0,046	0,047	0,046	0,048
5	Листья, разрезанные вдоль, длиной 5 - 7 мм	0,047	0,045	0,043	0,043

Экспериментально установлено, что в насыпном состоянии, состав 1 при плотности 60 кг/м³ имеет наиболее низкий коэффициент теплопроводности равный 0,041 Вт/(м·°С). Листья, длиной 250 мм, укладывали горизонтально с плотным примыканием друг к другу для исключения сквозных пустот в структуре. Таким образом при увеличении плотности в составе 1 на 17 – 33% коэффициент теплопроводности увеличивается на 4,8 – 7,3%.

Для состава 2 – 4 наблюдается общая тенденция по снижению коэффициента теплопроводности на плотностях 60 – 70 кг/м³ до 5,6% с дальнейшим повышением при плотности 80 кг/м³ до 8%. Также для каждого фиксированного показателя плотности с уменьшением размеров частиц происходит снижение коэффициента теплопроводности на 7,8 – 14,8%. Так, например при плотности 70 кг/м³ со снижением размеров частиц коэффициент теплопроводности уменьшается на 13,2% до 0,046 Вт/(м·°C). Значительное понижение коэффициента теплопроводности объясняется устранением сквозной пустотности и существенным снижением размеров пустот между частицами листьев рогоза.

Для минимальной фракции частиц листьев рогоза (состав 5) повышение плотности от 50 до 80 кг/м³ обеспечивает снижение коэффициента теплопроводности на 4,4 – 8,5% до 0,043 Вт/(м·°C). Состав 5 показывает наименьшее значение коэффициента теплопроводности при плотности 70 – 80 кг/м³, что на 21,8 – 23,2 % ниже в сравнении с показателями состава 2 и идентично значениям состава 1.

Дальнейшие исследования проходили на расходах структурообразующего материала приведенных в составах 4 и 5 (таблица 1) демонстрирующих наилучшие показатели коэффициента теплопроводности. Модифицированное жидкое стекло вводили в качестве связующего в количестве 80 – 120 г по сухому веществу на образец-плиту. В таблице 2 для составов 1 – 3 расход структурообразующего материала из листьев рогоза принимали равным 130 г (плотность 70 кг/м³ (см. таблицу 1)), а для составов 150 г (плотность 80 кг/м³ (см. таблицу 1)).

Таблица 2. – Исследование коэффициента теплопроводности теплоизоляционных плит

№ Сос-ва	Структуро- образующий материал	Масса образца, г	Расход компонентов на плиту, г			Средняя плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C)
			листья	жидкое стекло	вода		
1	Листья разре- занные длин- ной 10 - 15мм	210	130	80	300	112,0	0,042
2		230	130	100	300	122,6	0,045
3		250	130	120	300	133,3	0,048
4	Листья разре- занные длин- ной 5 - 7мм	230	150	80	350	122,6	0,045
5		250	150	100	350	133,3	0,045
6		270	150	120	350	144,4	0,049

Составу 1 соответствует минимальный показатель коэффициента теплопроводности равный 0,042 Вт/(м·°C). С увеличением расхода жидкого стекла до 120 г фиксируется прирост коэффициента теплопроводности на 7,1 – 14,2% до 0,048 Вт/(м·°C) (состав 3).

При варьировании расхода жидкого стекла с применением фракции 5 – 7 мм наименьший коэффициент теплопроводности 0,045 Вт/(м·°C) получен на составах 4, 5. Введение жидкого стекла в количестве 120 г вызывает повышение коэффициента теплопроводности на 8,9%. Следует отметить, что на минимальных показателях плотностей для каждой фракции (состав 1, 4) отформованы жёсткие плиты. Шелушение частиц листьев на поверхности образцов плит отсутствует.

Заключение.

1. При ориентированной горизонтальной укладке листьев рогоза в чердачном перекрытии или в стенах каркасных домов можно получить тепловую изоляцию с коэффициентом теплопроводности в пределах 0,041 – 0,044 Вт/(м·°C).

2. В качестве засыпной изоляции в ограждающих конструкциях каркасных зданий эффективно использовать мелко нарезанные листья длиной 5 – 15 мм плотностью 50 – 80 кг/м³ обеспечивающие коэффициент теплопроводности 0,043 – 0,048 Вт/(м·°C).

3. Жёсткие прочные теплоизоляционные плиты с коэффициентом теплопроводности 0,042 – 0,045 Вт/(м·°C) при плотности 112 – 122,6 кг/м³ удаётся формировать на фракциях листьев 10 – 15 мм и 5 – 7 мм с применением в качестве связующего жидкого стекла.

4. Используя постоянно возобновляемый природный источник сырья в виде листьев рогоза возможно производить эффективные экологические структурообразующие материалы для тепловой изоляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Килюшева Н.В., Данилов В.Е., Айзенштадт А.М. Теплоизоляционный материал из коры сосны и ее экстракта // Строительные материалы. – 2016. – №. 11. – С. 48–50.
2. Семенова Е.Г., Микрюкова Е.В. Изготовление плитных материалов из березовой коры // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: сб. науч. тр. по результатам работы V Междунар. молодеж. науч. -практ. конф., Вологда-Молочное, 23 апр. 2020 г. – Т. 3, Ч. 1. – Вологда-Молочное: Вологод. гос. молочнохоз. акад. им. Н.В. Верещагина, 2020. – С. 252 – 255.
3. Бакатович А.А., Бакатович Н.В., Петеренко И.А. Физические параметры теплоизоляционных плит на основе измельченного тростника // Архитектурно-строительный комплекс: проблемы, перспективы, инновации: электрон. сб. ст. III междунар. науч. конф., Новополоцк, 29 – 30 апр. 2021 г. / Полоц. гос. ун-т; Редкол.: Д. Н. Лазовский (председ.). – Новополоцк, 2021. – С. 170–176.
4. Послед Е.В., Конюхов М.В. Тепловая изоляция из волокнистых отходов растительного происхождения // Электронный сборник трудов молодых специалистов Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой. Прикладные науки. Строительство. – 2022. – №. 44. – С. 92–93.
5. Бакатович А.А., Бакатович Н.В., Обромпальский Р.Л. Перспективы применения коры эвкалипта в качестве структурообразующего материала для тепловой изоляции // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2023. – №. 2(34). – С. 10–22.
6. Романовский С.А. Применение электронной микроскопии для изучения микроструктуры волокна коры масличной пальмы // Электронный сборник трудов молодых специалистов Полоцкого государственного университета. – 2017. – Вып. 19(89): Прикладные науки. Строительство. – С. 93–95.