

УДК 691.12

ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ НА ОСНОВЕ РОГОЗА

А.А. Бакатович, А.О. Шагибалова

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Республика Беларусь
e-mail: a.bakatovich@psu.by, a.o.shagibalova@students.psu.by

В представленных исследованиях рассматривается возможность применения рогоза широколистного в качестве сырьевого источника для получения структурообразующего материала тепловой изоляции. Изучены показатели коэффициентов теплопроводности переработанных стеблей рогоза с учетом сезонности заготовки сырья.

Ключевые слова: рогоз широколистный, фрагмент стебля, плотность, коэффициент теплопроводности.

THERMAL INSULATION ON THE BASIS OF CATTAIL

A. Bakatovich, A. Shahibalova

Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk, Republic of Belarus
e-mail: a.bakatovich@psu.by, a.o.shagibalova@students.psu.by

The presented research considers the possibility of using broadleaf cattail as a raw material source for the production of structure-forming thermal insulation material. The indicators of the heat conductivity coefficient of processed stems of cattail with regard to the seasonality of raw material procurement have been studied.

Keywords: broad-leaved hornwort, stem fragment, density, thermal conductivity coefficient.

Введение. В настоящее время повышение энергоэффективности и энергосбережение являются приоритетными направлениями энергетической политики во всем мире [1]. Во многих странах наблюдается тенденция по развитию внедрения технологий с использованием растительного сырья.

Результаты практических экспериментальных исследований указывают на высокую эффективность применения отходов растениеводства как сырья для получения теплоизоляционных материалов с высокими эксплуатационными характеристиками. При обеспечении таких свойств, как низкая теплопроводность, повышенная звукоизоляция и влагозащита, устойчивость к плесени и возгоранию, теплоизоляционные материалы должны являться экологически чистыми. По этой причине существует потребность в альтернативных изоляционных материалах на растительной основе с аналогичными или повышенными эксплуатационными показателями, относительно традиционных утеплителей [2]. Растительным сырьем для производства таких инновационных материалов может являться рогоз широколистный, произрастающий на территории многих стран [3].

Рогоз широколистный относится к многолетним земноводным травянистым растениям. Легко узнаваем по толстым буровато-коричневым плотным початкам и длинным широким листьям. Растение имеет толстый прямостоячий цилиндрический стебель высотой 1–3 м. Мощное корневище содержит значительное количество крахмала [4]. Произрастает рогоз на заболоченных местах, в поймах и старых руслах рек, на заливных лугах, по берегам озер, водохранилищ [5] и помогает очищать воду с высоким содержанием тяжелых металлов [6].

Материалы и методы испытаний. В качестве исходного сырья для экспериментальных теплоизоляционных материалов применяли рогоз широколистный, собранный на заболоченной береговой линии озера Волова, расположенного в городской черте г. Полоцка.

Предварительно для проведения исследований заготавливали рогоз путем срезания надводной части растения (рисунок 1). Затем стебли очищали от листьев и початков (рисунок 2). Сушили сырье в естественных условиях. После чего стебли нарезали на фрагменты длиной 250 мм (рисунок 3) или измельчали на фракции с размером частиц от 3 до 50 мм.

Измельченные или нарезанные стебли рогоза высушивали до постоянной массы в сушильном шкафу SNOL120/300 LFN (Литва). Электронные весы ВНЭ-35 УП «Завод Эталон» (Беларусь) использовали для определения массы образцов.



Рисунок 1. – Срезанный рогоз



Рисунок 2. – Очищенный от листьев стебель рогоза

Далее определяли коэффициент теплопроводности и плотность переработанного сырья в насыпном состоянии. Коэффициент теплопроводности измеряли в соответствии с требованиями СТБ 1618 «Методы определения теплопроводности при стационарном тепловом режиме» на образцах размером 250×250×30 мм. Измельченный или нарезанный структурообразующий материал закладывали и равномерно распределяли в камере прибора ИТП-МГ4 (Россия) для определения показателя теплопроводности (рисунок 4).



Рисунок 3. – Фрагмент стебля, длиной 250 мм в камере прибора ИТП-МГ4



Рисунок 4. – Четверть фрагмент стебля, длиной 3-8 мм в камере прибора ИТП-МГ4

Результаты лабораторных исследований. В Полоцком государственном университете имени Ефросиньи Полоцкой проводятся комплексные исследования по разработке тепловой изоляции с использованием нарезанного или измельченного стебля рогоза широколистного в качестве структурообразующего материала.

Для определения оптимального сезонного периода сбора рогоза исследовали образцы стеблей, собранные зимой, летом и осенью. Предварительно проведя все этапы подготовки исследований определена теплопроводность и плотность в насыпном состоянии экспериментальных составов.

Результаты по определению плотности и теплопроводности нарезанных и измельченных стеблей рогоза приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Результаты исследований переработанных стеблей рогоза широколистного

Номер состава	Структуро-образующий материал	Стебли, собранные зимой		Стебли, собранные осенью		Стебли, собранные летом	
		Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)
1	Фрагменты стеблей, длиной 250 мм	184,4	0,053	219,4	0,064	181,0	0,054
2	Фрагменты стеблей, длиной 50 мм	172,6	0,071	179,4	0,081	173,8	0,079
3	Половина фрагмента стебля, длиной 50 мм	163,2	0,065	160,0	0,077	165,1	0,081
4	Половина фрагмента стебля, длиной 25 мм	145,7	0,063	148,0	0,075	151,7	0,079
5	Четверть фрагмента стебля, длиной 25 мм	140,1	0,060	143,6	0,070	147,8	0,076
6	Четверть фрагмента стебля, длиной 10-13 мм	149,8	0,056	155,1	0,068	158,0	0,067
7	Четверть фрагмента стебля, длиной 3-8 мм	165,4	0,061	162,1	0,070	160,0	0,072

По результатам испытаний из анализа полученных данных следует, что состав 1 имеет значительно более низкие показатели коэффициента теплопроводности, чем состав 2. Для состава 1 стебли укладывали горизонтально, и длина стебля соответствовала размеру камеры прибора. Стебли плотно примыкали к друг другу и сквозные пустоты отсутствовали. Фрагменты длиной 50 мм засыпали в камеру и визуально наблюдались сквозные пустоты по причине хаотичной ориентации фрагментов в пространстве. Таким образом специфика укладки структурообразующих материалов в камеру, не зависимо от периода сбора стебля, объясняет увеличение плотности состава 1 на 4,1–22,3% при снижении коэффициента теплопроводности на 21–31,6% относительно показателей состава 2.

При рассмотрении результатов по составу 1 с учетом сезонности сбора рогоза отмечается, что для «зимы» и «лета» значения плотностей и коэффициента теплопроводности практически идентичны и имеют более низкие значения относительно показателя «осени». Так коэффициент теплопроводности снизился на 15,6 и 17,2% достигнув показателей 0,053 и 0,054 Вт/(м·°С) при уменьшении плотности на 16 и 17,5%.

Исследования измельченных стеблей (составы 3–7) показывают, что наилучшие результаты по коэффициенту теплопроводности демонстрируют образцы, полученные из стеблей рогоза, собранного зимой. Уменьшение размеров частиц с 50 мм (состав 3) до 10–13 мм (состав 6) позволило понизить коэффициент теплопроводности на 13,8% до значения 0,056 Вт/(м·°С) При этом наблюдалась снижение плотности на 14,1% со 163,2 кг/м³ до 140,1 кг/м³ (составы 3–5). За счет уменьшения длины фрагментов в 2 раза и толщины в 4 раза не смотря на снижения плотности значительно сократилась сквозная пустотность и размер пустот в структуре составов 3–5. Дальнейшее сокращение длины частиц примерно в 2 раза (состав 6) обеспечило формирование более плотной структуры без сквозных пустот, что вызвало повышение плотности на 6,9%, но при этом позволило понизить коэффициент теплопроводности на 7,1%.

Последующее уменьшение длины фрагментов до 3–8 мм (состав 7) привело к возрастанию коэффициента теплопроводности на 8,9% и плотности на 10,4%. Полученные результаты по испытаниям состава 7 указали на отсутствие необходимости в дальнейших исследованиях на фрагментах более мелкой фракции.

Заключение. На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. Уникальность рогоза широколистного заключается в том, что это многолетнее растение, имеет широкий ареал распространения, не требует затрат на выращивание и является возобновляемым сырьем.
2. При сборе рогоза важно учитывать экологическую значимость этого растения в природных экосистемах. Рогоз играет важную роль в очистке воды, сохранении биоразнообразия и поддержании здоровья экосистем. Следовательно, при сборе необходимо тщательно оценивать и минимизировать потенциальные негативные последствия для природы.
3. Эксперименты на переработанном рогозе позволили установить, что в зимний период сбора стебля обеспечивают более низкий коэффициент теплопроводности по сравнению с показателями «осени» и «лета». Минимальных значений 0,053–0,056 Вт/(м·°С) коэффициент теплопроводности достигает на неразрезанных стеблях рогоза длиной 250 мм и на измельченных фрагментах длиной 10–13 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горелик, П. И. Современные теплоизоляционные материалы и особенности их применения / П. И. Горелик, Ю. С. Золотова // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – № 3. – С. 93-103.
2. Hasdrubal, F. A review of unconventional sustainable building insulation materials. / F. Asdrubali, F. Alessandro, S. Schiavoni // International Journal «Energy» (Elsevier). – Vol. 4. – 2015. – p. 1–17.
3. Сорные растения *Typha latifolia* L. Рогоз широколистный [Электронный ресурс] / Агроэкологический атлас России и сопредельных стран. – Режим доступа: <https://lektrava.ru/encyclopedia/rogoszshirokolistnyy>. – Дата доступа: 11.11.2023.
4. Рогоз широколистный (*Typha latifolia*) [Электронный ресурс] / Здоровье. – Режим доступа: <https://lektrava.ru/encyclopedia/rogoszshirokolistnyy>. – Дата доступа: 28.07.2023.
5. Рогоз [Электронный ресурс] / Википедия. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 24.11.2023.
6. Новосёлов, А. В. Биоплато для пруда [Электронный ресурс]/ Новосёлов А.В. / Ландшафт Сити Урал. — Режим доступа: <https://www.gazoncity-ural.ru/bioplato-dlya-dekorativnogo-vodoyoma.-pochemu-kamys-h-osoka-i-rogoz-luchshie-rasteniya-dlya-pruda>. – Дата доступа: 24.11.2023.