

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 677.08.02.16/.022

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕНТНОГО ВЛОЖЕНИЯ КОРОТКОВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОРГАНО- СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

Ю.П. Вербицкая, А.М. Карпеня

В настоящее время в условиях острого дефицита сырьевых ресурсов для текстильной промышленности повторное использование волокнистых отходов имеет большое экономическое значение. Использование коротковолокнистых отходов позволяет значительно сократить расходы на сырье, загрузить простаивающие производственные мощности, а также создать дополнительные рабочие места.

Сотрудниками кафедры ПНХВ УО «ВГТУ» и ОАО «Витебскдрев» разработана технология получения органо-синтетических волокнистых плит строительного назначения с использованием коротковолокнистых отходов коврового производства. Получение теплоизоляционных материалов на основе отходов легкой промышленности позволяет значительно удешевить их производство и расширить ассортимент изоляционных материалов, способствует экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов в строительстве за счет уменьшения толщины и массы ограждающих конструкций, снижения теплопотерь при эксплуатации зданий и сооружений. Создание органо-синтетических волокнистых плит с высоким термическим сопротивлением, характеризующихся высокими потребительскими свойствами, обеспечивает расширение ассортимента строительных материалов и создание импортозамещающей продукции.

При производстве органо-синтетических волокнистых плит (ОСВП) по технологии ДСП в наружных слоях используется древесина лиственных и хвойных пород (сосна, ель, осина, береза, ольха и др.) в различных соотношениях. В роли связующего для наружных слоёв используется смола карбамидоформальдегидная КФ-НФП (продукт поликонденсации карбамида и формальдегида в присутствии кислотных и щелочных катализаторов).

В качестве внутреннего слоя используется материал с низким коэффициентом теплопроводности (коротковолокнистые текстильные отходы), позволяющий получить продукт, который обладает физико-механическими показателями качества, близкими к древесностружечным плитам и повышенными теплоизоляционными свойствами.

В лабораторных условиях УО «ВГТУ» полученные экспериментальные образцы ОСВП толщиной 16 мм и плотностью 400 кг/м³ с использованием отходов текстильной промышленности были подвергнуты испытаниям по определению коэффициента теплопроводности и температуропроводности.

Комплектация пакетов материалов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Комплектация пакетов материалов

№ образца	Древесная стружка, %	Коротковолокнистые текстильные отходы, %
1	40	60
2	50	50
3	60	40
4 (ДСП)	100	-

Схема опытной установки, на которой определяются величины коэффициентов теплопроводности и температуропроводности, представлена на рисунке 1.

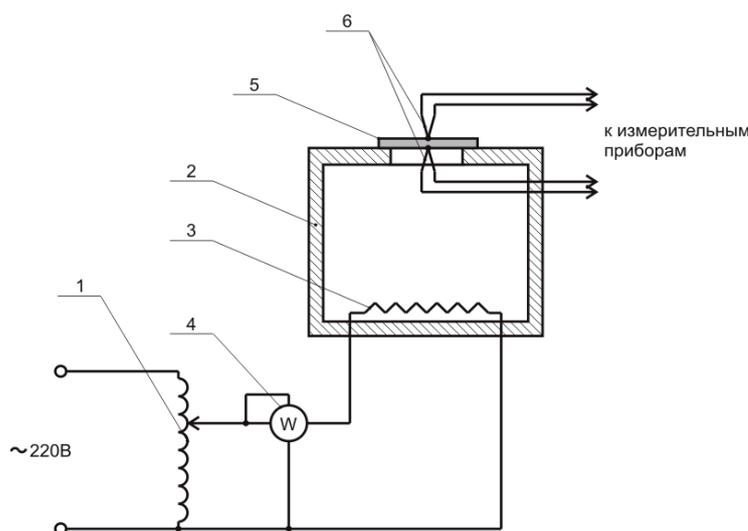


Рисунок 1 – Схема опытной установки:

1 – автотрансформатор; 2 – теплоизолированная камера; 3 – тепловой электронагревательный элемент; 4 – ваттметр; 5 – исследуемый образец; 6 – термопары

Исследуемому материалу придается форма относительно тонкой квадратной пластины 5. Температурный перепад создается за счет теплового электронагревательного элемента (ТЭН) 3, помещенного в теплоизолированную камеру 2 для обеспечения одномерного постоянного теплового потока. Мощность теплового потока Q (Вт) равна значению мощности, затрачиваемой на нагревание ТЭН и измеряется непосредственно ваттметром 4. Значение мощности теплового потока Q задается автотрансформатором 1. Значения температур поверхностей исследуемого материала определяются с помощью термопар 6, горячие спаи которых зашиваются как со стороны воздействующего теплового потока (воздействующий на нижний слой), так и со стороны, не подвергаемой тепловому воздействию (верхний слой).

Коэффициент теплопроводности определяется методом стационарного режима, а коэффициент температуропроводности – методом нестационарного исследования. Поэтому необходимо фиксировать изменения температуры поверхностей материала с момента помещения образца в опытную установку и до момента наступления стационарного режима.

Для обеспечения постоянного теплового потока после включения опытной установки в питающую сеть ее необходимо прогревать в течение 15 – 20 минут. Образец должен полностью, без зазоров, закрывать окно теплоизолированной камеры, т. к. ошибка из-за контактного сопротивления может достигать 30 %. Значения температур фиксируются через равные максимально короткие промежутки времени.

Проведение опыта для определения коэффициента теплопроводности прекращается при достижении скорости изменения температуры на обеих сторонах образца $0,5 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{мин}$.

Расчет коэффициента теплопроводности производился с использованием закона Фурье в форме

$$Q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial n} F \quad (1)$$

и дифференциального уравнения теплопроводности в форме

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0, \quad (2)$$

Решения вышеуказанных дифференциальных уравнений применительно к одномерным температурным полям для тел простой геометрической формы и позволяют найти коэффициент теплопроводности из соотношения:

$$\lambda = \frac{Q}{t_{c1} - t_{c2}} K. \quad (3)$$

где Q – тепловой поток, Вт; K – коэффициент формы исследуемого материала, для неограниченного плоского тела рассчитывается по формуле

$$K = \frac{\delta}{F_p}, \quad (4)$$

где δ – толщина плоского слоя, м; F_p – его расчетная поверхность, нормальная к направлению теплового потока, м².

В результате проведения эксперимента формируются исходные данные для расчета требуемого показателя. По этим данным строится графическая реализация опытных данных.

Дополнительно были измерены: мощность теплового потока Q (Вт), толщины плоского слоя δ м, расчетная поверхность, нормальная к направлению теплового потока F_p (м²).

Экспериментальные исследования образцов проводились многократно. После проведения эксперимента рассчитывался коэффициент формы для каждого образца по формуле 4. Затем по формуле 3 рассчитывался коэффициент теплопроводности. Результаты расчета представлены на рисунке 2.

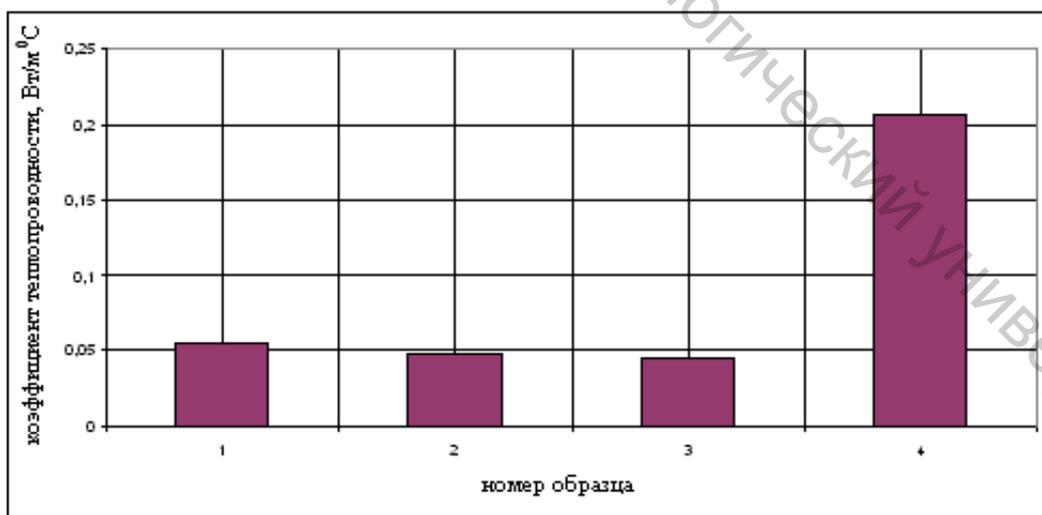


Рисунок 2 – Сравнительная диаграмма показателя "коэффициент теплопроводности полученных материалов"

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что органо-синтетические волокнистые плиты обладают улучшенным показателем коэффициента теплопроводности. Например, при использовании в составе

композиции коротковолокнистых текстильных отходов 60 %, коэффициент теплопроводности уменьшается в 4 раза по сравнению с ДСП. Это объясняется тем, что текстильные химические волокна по геометрическим показателям значительно уступают древесной стружке. В результате чего в единице объема готового материала содержится большее количество элементарных волокон. При производстве сохраняется большее количество воздушных пространств между волокнами, то есть материал получается более пористый, а значит менее теплопроводный. Данное утверждение доказывает представленная диаграмма: видно, что при увеличении содержания коротковолокнистых текстильных отходов в составе ОСВП – коэффициент теплопроводности уменьшается.

Расчет коэффициента температуропроводности производился по методике, описанной в [1].

Коэффициент температуропроводности плохих проводников тепла, при условии, что $Bi \gg \infty$ (практически $Bi \geq 100$), можно определить из выражения:

$$a = K' m_{\infty}, \quad (5)$$

где K' – коэффициент формы, характеризующий геометрическую форму и размеры тела.

Коэффициент формы для неограниченной пластины

$$K' = \left(\frac{2\delta}{\pi}\right)^2. \quad (6)$$

где δ – толщина пластины, м.

Для расчёта коэффициента температуропроводности разработана программа в математическом редакторе Maple V. В результате расчета получены следующие результаты, представленные на рисунке 3.

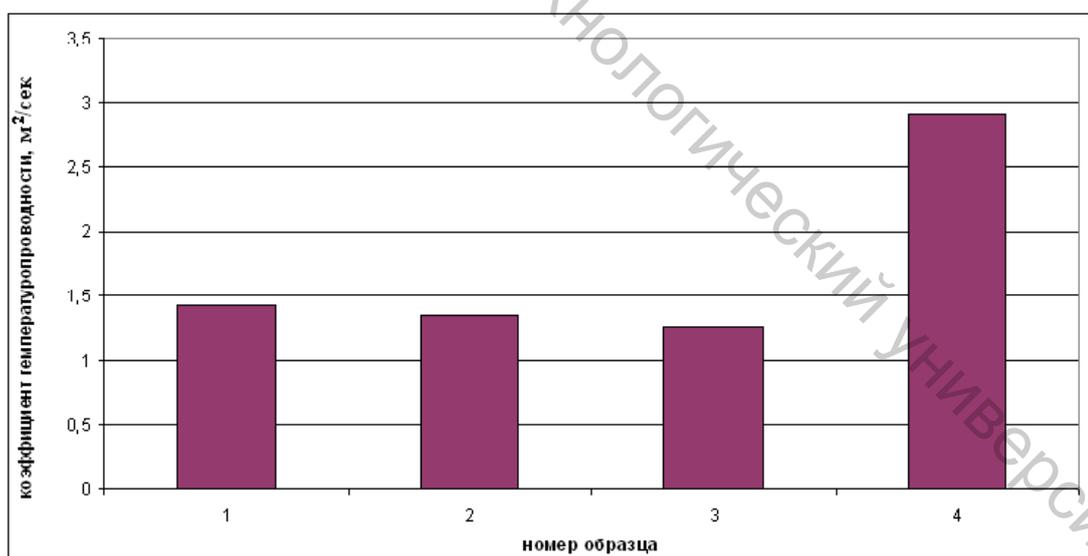


Рисунок 3 – Сравнительная диаграмма показателя "коэффициент температуропроводности полученных материалов"

Как известно, коэффициент температуропроводности характеризует соотношение между двумя тепловыми свойствами тела: способностью проводить тепло и способностью аккумулировать его. Если преобладает проводимость тепла, то коэффициент температуропроводности имеет высокие значения. Наоборот, если теплопроводность мала, а теплоемкость (объемная) велика, то значения

коэффициента температуропроводности будут малы. Как видно из рисунка 3, введение в состав ОСВП отходов синтетических волокон улучшает теплофизические показатели готовых плит. Вследствие того, что химические волокна меньше древесной стружки, в единице объема увеличивается количество элементарных химических волокон. Располагаясь хаотически, под воздействием температуры они сплавляются отдельными участками и создают сетчатую структуру во внутреннем слое, при этом увеличивая пористость материала. Таким образом, в данном случае ОСВП (рисунок 3) являются плохими проводниками тепла и имеют значительную теплоемкость, что позволяет использовать данные материалы в качестве теплоизоляционных материалов.

С целью определения возможности использования ОСВП в качестве теплоизоляционного материала проведем сравнительный анализ теплофизических характеристик для стен здания с прокладкой из ОСВП с разным процентным содержанием коротковолокнистых текстильных отходов в сравнении с ДСП, а также проведем расчет экономии условного топлива.

Тепловой поток через плоские поверхности в стационарном режиме определяется:

$$Q = \frac{t_{BH} - t_H}{\sum_{i=1}^n R_i} \times F \times 10^{-3}, \text{ кВт}, \quad (7)$$

где $R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – термическое сопротивление плоской стенки, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$;

$F = 1000 \text{ м}^2$ – общая поверхность стен здания; $t_{BH} = 18 \text{ °C}$; $t_H = -10 \text{ °C}$.

Потери тепла через стены здания уменьшаются за счёт увеличения термического сопротивления стен. Расход условного топлива на отопление здания определяется:

$$B_{y.m.} = \frac{Q}{Q_{n.y.m.}^p} 3600, \text{ кг/ч} \quad (8)$$

где $Q_{n.y.m.}^p = 29300 \text{ кДж/кг}$ – теплота сгорания условного топлива.

Расход условного топлива рассчитываем за весь отопительный сезон. Экономия условного топлива за счёт повышения требований к теплоизоляции стен зданий

$$\Delta B_{y.m.}^u = \frac{\Delta Q}{Q_{n.y.m.}^p} 3600, \text{ кг/ч} \quad (9)$$

$$\Delta B_{zod} = \Delta B_{y.m.}^u \tau, \text{ кг/сезон} \quad (10)$$

где $\tau = 4600$ часов – продолжительность отопительного сезона.

Таким образом, видно (таблица 2), что коэффициент теплопроводности наименьший у изоляционных ОСВП с содержанием коротковолокнистых текстильных отходов 60 %, т. е. количество тепла, протекающего в единицу времени через единицу поверхности при использовании данной ОСВП наименьшее, минимальны потери тепла.

Таблица 2 – Теплофизические характеристики кирпичной стены

Виды стен	Коэффициент теплопроводности, λ_b [Вт/м ⁰ С]	Термическое сопротивление, R_i м ² *°С/Вт	Тепловой поток через плоские поверхности, Q кВт	Расход условного топлива на отопление здания, В у.т. [кг/ч]
Контрольный образец ДСП	0,207	0,096	91,5	11,24
Образец № 1	0,055	0,363	48,8	5,99
Образец № 2	0,048	0,416	44,7	5,49
Образец № 3	0,045	0,444	42,8	5,26

Результаты расчета показывают, что наименьшее количество топлива необходимо для отопления здания, в конструкцию стен которых входит прокладка из ОСВП.

Определим экономию условного топлива за счёт использования в конструкции стен здания прокладки из ОСВП с содержанием коротковолокнистых текстильных отходов 40 % в сравнении с ДСП и образцами № 1 и № 2. Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Экономия условного топлива

Вид стен	Экономия условного топлива в час, кг/ч	Экономия условного топлива за отопительный сезон, кг/сезон
Образец № 1	5,25	24,150
Образец № 2	5,75	26,450
Образец № 3	5,98	27,508

Анализ таблицы 3 показал, что новый вид изоляционных материалов ОСВП с содержанием коротковолокнистых текстильных отходов 40 % является плохим проводником тепла и имеет значительную теплоемкость.

В результате проведения эксперимента установлено, что органо-синтетические волокнистые плиты обладают улучшенным показателем коэффициента теплопроводности. При использовании в составе композиции коротковолокнистых текстильных отходов 40%, коэффициент теплопроводности уменьшается в 4 раза по сравнению с ДСП. Следовательно, ОСВП обладают хорошими теплоизоляционными свойствами, что позволяет использовать данные плиты в качестве теплоизоляционных материалов в строительстве.

Список использованных источников

- Осипова, В. А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена / В. А. Осипова. – Москва : Энергия, 1969. – 390 с.
- Леонович, А. А. Физико-химические основы образования древесных плит / А. А. Леонович. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2003. – 192 с.: ил.
- Поспелова, Т. Г. Основы энергосбережения / Т. Г. Поспелова. – Минск : Технопринт, 2000. – 352 с.

Статья поступила в редакцию 14.10.2011 г.

SUMMARY

The technology of production of organic-synthetic fibrous plates from the short fibers wastes of light industry with the fibers length from 0.5 to 25 mm was developed.

As a result of experimental researches it was found out, that a new kind of building plates, with the 60 % amount of textile waste addition has the best properties of heat isolation. Therefore it is possible to recommend them for wide application in industry.

УДК 547.92+547.288.4+547.362+547.574.2

ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИИ «СТРУКТУРА–ЗАПАХ» СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ ОКСИМА α -ИОНОНА

Н.А. Жуковская, Е.А. Дикусар, В.И. Поткин, Ю.С. Зубенко,

С.К. Петкевич, С.Г. Стёпин

α -Ионон или транс-4-(2,6,6-триметил-2-циклогексен-1-ил)-3-бутен-2-он **1** содержится в некоторых природных эфирных маслах, обладает запахом фиалки с древесно-фруктовой нотой [1]. Он является многотоннажным промышленным продуктом и широко используется в парфюмерных композициях, отдушках и пищевых ароматизаторах [2, 3]. В промышленности α -ионон **1** получают конденсацией цитраля с ацетоном с последующей циклизацией полученного псевдоионона. Ранее мы сообщали о синтезе и изучении корреляции структура-запах сложных эфиров оксимов цитраля и ментона [4, 5].

Целью данной работы является разработка технологической методики получения широкого ряда новых сложных эфиров – производных оксима α -ионона **2**. Сложные эфиры оксима α -ионона **3-23** синтезировали взаимодействием оксима α -ионона **2** с ангидридами алкилкарбоновых кислот в присутствии каталитических количеств хлорной кислоты (эфиры **3-6**) или с хлорангидридами карбоновых кислот в присутствии пиридина (эфиры **7-23**). Выходы сложных эфиров оксима α -ионона **3-21** составили 87 – 92 %.

Строение синтезированных соединений **2-23** подтвердили данные элементного анализа, масс-спектрометрического определения молекулярной массы, ИК-, УФ- и ЯМР ^1H -спектров.

$R = \text{CH}_3$ (3), C_2H_5 (4), $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2$ (5), $(\text{CH}_3)_2\text{CH}$ (6), $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3$ (7), $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2$ (8), $(\text{CH}_3)_3\text{C}$ (9), $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4$ (10), $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5$ (11), $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6$ (12), $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)$ (13), $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7$ (14), $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8$ (15), $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}$ (16), цикло- C_6H_{11} (17), C_6H_5 (18), CH_3O (19), $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$ (20), $\text{C}_2\text{H}_5\text{CHCl}$ (21), $\text{Cl}_2\text{C}=\text{CClCH}_2$ (22),