

УДК 677.08.02.16./022

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЛИТ ИЗ ОТХОДОВ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н.Н. Ясинская, А.М. Карпеня, Е.В. Чукасова-Ильюшкина

(Витебский государственный технологический университет, Беларусь)

На многих предприятиях текстильной промышленности образуется большое количество коротковолокнистых отходов, в том числе отходов химических волокон. На некоторых предприятиях доля таких отходов достигает 34% от перерабатываемого сырья. Коротковолокнистые химические отходы являются непрядомыми и в текстильной промышленности практически не перерабатываются. Постоянное их накопление на складах предприятий создает экологическую и экономическую проблему.

На кафедре переработки натуральных и химических волокон ВГТУ разработан новый способ [1] формирования комбинированных теплоизоляционных плит, получаемых горячим прессованием [2]. Важными свойствами теплоизоляционных плит, используемых в промежуточной отделке помещений, являются теплопроводность и прочность при изгибе, которые зависят от волокнистого состава, структуры, плотности плит и других факторов. Поэтому с целью придания заданных свойств готовым теплоизоляционным плитам необходимо определить оптимальные параметры их формирования.

Для исследования зависимости свойств теплоизоляционных плит от технологических параметров формирования был применен метод математического планирования эксперимента [3]. В общем случае модель исследуемого процесса может иметь вид полинома второго порядка.

Объектом исследования служили комбинированные теплоизоляционные плиты одинаковой толщины, получаемые из коротковолокнистых химических отходов различного состава: вариант 1 – на основе отходов полиэфирных и полиакрилонитрильных волокон и вариант 2 – на основе полиэфирных и шерстяных волокон.

В качестве входных параметров были приняты плотность исходной волокнистой смеси, кг/м³ (X_1) и содержание базового волокна, % (X_2).

Исследуемыми параметрами являлись свойства комбинированных теплоизоляционных плит – прочность при изгибе, МПа (Y_1) и коэффициент теплопроводности, Вт/(м·град) (Y_2).

Уровни и интервалы варьирования факторов были установлены на основании предварительных экспериментов и теоретического анализа (таблица).

Эксперимент проводился по плану-матрице Коно. По каждому варианту был проведен опыт и из 30 испытаний определены средние значения параметров.

Уравнения, описывающие зависимость предела прочности при изгибе от плотности и состава исходной смеси, имеют следующий вид:

для варианта 1

$$Y_1 = 1.24 + 0.79X_1 - 0.023X_2 - 0.15X_1^2, \quad (1)$$

для варианта 2

$$Y_1 = 0.95 + 0.53X_1 + 0.075X_2 - 0.25X_1^2. \quad (2)$$

Исследование полученной математической модели предела прочности при изгибе (Y_1) показывает, что при увеличении плотности исходной смеси (X_1) предел прочности при изгибе увеличивается, что очевидно, поскольку прочность при изгибе – это свойство теплоизоляционных плит, зависящее от свойств исходных волокон и их количества. Однако при значительном возрастании плотности (более 900 кг/м³) предел прочности при изгибе будет уменьшаться, так как в течение заданного технологического времени высокая плотность исходной смеси не позволяет завершиться процессам структурирования готового продукта. Параметр X_2 в незначительной степени влияет на предел прочности при изгибе,

Интервалы и уровни варьирования факторов

Фактор	Обозначение	Уровень варьирования			Интервал варьирования
		-1	0	1	
Плотность исходной волокнистой смеси, кг/м ³	X_1	100	200	300	100
Содержание базового волокна (полиэфирное волокно), %	X_2	30	50	70	20

T-mail: vstu@vitebsk.by

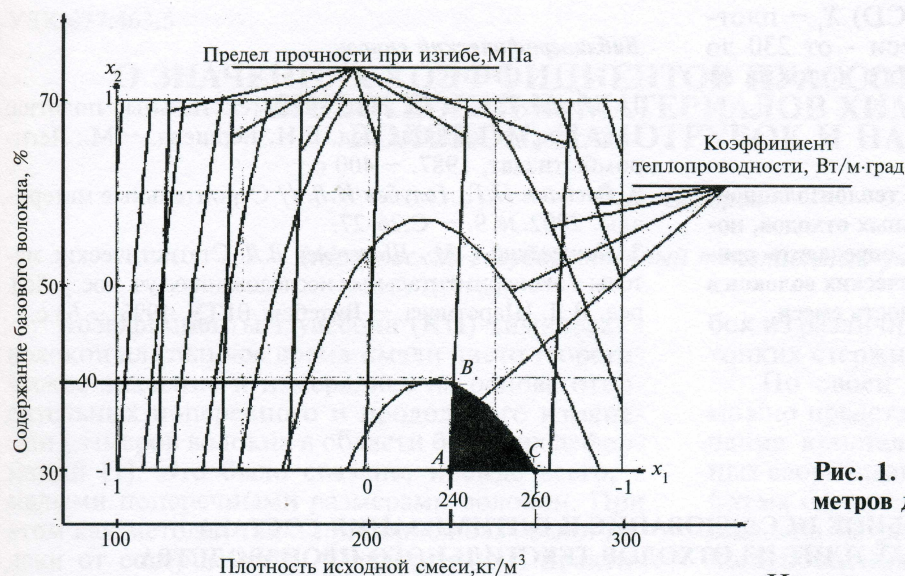


Рис. 1. Область оптимального значения параметров для варианта 1.

поскольку при увеличении доли базового волокна в смеси с полиакрилонитрильным волокном предел прочности при изгибе уменьшается, а при увеличении доли базового волокна в смеси с шерстяным волокном предел прочности при изгибе увеличивается.

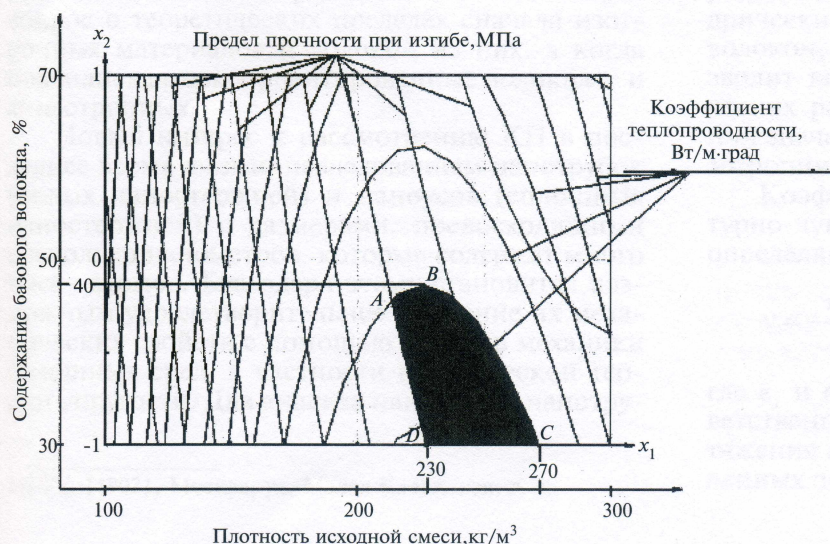
Уравнения, описывающие зависимость коэффициента теплопроводности от плотности исходной смеси и доли вложения базового волокна имеют следующий вид:

для варианта 1

$$Y_2 = 0.034 - 0.0092X_1 + 0.0052X_2 + 0.00225X_1X_2 + 0.02X_1^2, \quad (3)$$

для варианта 2

$$Y_2 = 0.039 - 0.0082X_1 + 0.003X_2 + 0.00125X_1X_2 + 0.016X_1^2. \quad (4)$$



Исследование математической модели коэффициента теплопроводности (Y_2) показывает, что при увеличении плотности исходной смеси (X_1) коэффициент теплопроводности увеличивается. Это обусловлено тем, что увеличение плотности слоя приводит к сокращению воздушных промежутков между волокнами и большее количество волокон участвуют в передаче тепловой энергии. При увеличении содержания базового волокна (X_2) по обоим вариантам теплоизоляционных плит коэффициент теплопроводности увеличивается, что связано с физическими свойствами исходных волокон.

Задачу нахождения оптимальных параметров технологического процесса получения комбинированных теплоизоляционных плит решили с помощью графических интерпретаций результатов эксперимента. Были построены линии равных уровней критериев оптимизации в осях координат независимых факторов, что представлено на рис.1 (вариант 1) и 2 (вариант 2).

Согласно ТУ ВУ 300031282.048 - 2009 «Синтетические волокнистые плиты мягкие» предел прочности при изгибе должен быть более 1.0 МПа, а коэффициент теплопроводности должен стремиться к минимуму. Для получения теплоизоляционных плит с заданными свойствами процесс получения необходимо проводить при следующих технологических параметрах:

— для варианта 1 (область ABC) X_1 — плотность исходной волокнистой смеси от 240 до 260 кг/м³; X_2 — содержание базового волокна от 0 до 40%;

Рис. 2. Область оптимального значения параметров для варианта 2.

— для варианта 2 (область ABCD) X_1 — плотность исходной волокнистой смеси - от 230 до 270 кг/м³; X_2 — содержание базового волокна от 0 до 50%.

В результате исследования состава теплоизоляционных плит, сформированных из текстильных отходов, получены уравнения, которые позволяют определить приемлемые процентные соотношения химических волокон в готовом продукте и необходимую плотность смеси.

Библиографический список

1. Бершев Е.Н. и др. Нетканые текстильные полотна: Спр. пос. / Под общ. ред. Е.Н. Бершева. — М.: Легпромбытиздат, 1987. — 400 с.
2. Василик П.Г., Голубев И.В. // Строительные материалы. 2002. № 9. — С.26-27.
3. Литовский С.М., Шарстнев В.Л. Статистические методы в экспериментальных исследованиях: уч. пос. / Под ред. В.Л. Шарстнева. — Витебск: ВГТУ, 1996. — 63 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЛИТ ИЗ ОТХОДОВ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.М. Карпеня, Н.Н. Ясинская, Е.В. Чукасова-Ильюшкина

(Витебский государственный технологический университет, Беларусь)

На кафедре переработки натуральных и химических волокон ВГТУ разработан новый способ формирования комбинированных теплоизоляционных плит, получаемых горячим прессованием. С целью обеспечения заданных свойств готовым теплоизоляционным плитам необходимо определение оптимальных параметров их формирования. В результате исследования состава теплоизоляционных плит, сформированных из текстильных отходов, получены экспериментальные уравнения, которые позволяют найти приемлемые процентные соотношения химических волокон в готовом продукте и оптимальную плотность смеси.