

Рысбаева И.А.

**ОПТИМИЗАЦИЯ СВОЙСТВ ТРЕХСЛОЙНОГО
КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА СПЕЦИАЛЬНОГО
НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

УДК: 677.021.154

В работе рассматривается вопрос об оптимизации свойств и технологического регламента трехслойного композиционного материала специального назначения из местного сырья.

Проблема защиты рабочих от воздействия производственных факторов является актуальной для различных отраслей. При этом специальная одежда должна соответствовать определенным требованиям, в связи, с чем выбирают материалы, обладающие необходимыми защитными свойствами.

В Кыргызской Республике спецодежда для работы в экстремальных условиях (пожарников, сварщиков и.т.д.), а также специальные ткани не производятся.

Так, в Кыргызской Республике налажено производство базальтового волокна, которое, как известно, может быть использовано в технических и специальных тканях взамен стекловолокна, натуральных и химических волокон. Это является предпосылкой для организации выпуска тканей специального назначения с использованием базальтового волокна [1].

Кроме того, в республике имеются волокнистые отходы текстильного производства, которые могут быть использованы для производства нетканого полотна, как одного из функциональных компонентов композиционных материалов специального назначения.

В связи с вышеизложенным нами был разработан композиционный материал для спецодежды, который состоит из трех слоев: нетканого полотна из шерсти, базальтового холста и суровой хлопчатобумажной ткани.

На разработанной нами установке (патент БИ №1047, 2008) был получен трехслойный композиционный материал. Основными технологическими факторами при изготовлении композиционного материала служат процентное содержание связующего (костный клей) и температура обработки.

Оптимизация получения нового материала проводилась методом экспериментально-статистического моделирования[2]. Был проведен 2х-факторный эксперимент по плану (табл.1),

Таблица 1

Уровни варьирования факторов

| Факторы уровни | Связующее X ₁ | Температура X ₂ |
|----------------|--------------------------|----------------------------|
| -1 | 0 | 40 |
| 0 | 7 | 70 |
| 1 | 14 | 100 |

Таблица 2

План и результаты 2-х факторного эксперимента

| № п/п | Нормализованные переменные | | Натуральные переменные | | Y ₁ Поверхн. плотн. г/м ² | Y ₂ Жестк. мкН·см ² | Y ₃ Прочность, Н | Y ₄ Толщина, мм |
|-------|----------------------------|----------------|------------------------|----------------|--|--|--------------------------------|-------------------------------|
| | x ₁ | x ₂ | X ₁ | X ₂ | | | | |
| 1 | -1 | 1 | 0 | 100 | 578 | 16100 | 574 | 2.4 |
| 2 | 0 | 1 | 7 | 100 | 617 | 18587 | 592 | 2.5 |
| 3 | 1 | 1 | 14 | 100 | 600 | 20016 | 627 | 2.6 |
| 4 | 1 | 0 | 14 | 70 | 611 | 20213 | 614 | 2.6 |
| 5 | 1 | -1 | 14 | 40 | 609 | 20029 | 643 | 2.6 |
| 6 | 0 | -1 | 7 | 40 | 606 | 19589 | 684 | 2.4 |
| 7 | -1 | -1 | 0 | 40 | 584 | 16372 | 608 | 2.3 |
| 8 | -1 | 0 | 0 | 70 | 541 | 16244 | 633 | 2.3 |
| 9 | 0 | 0 | 7 | 70 | 610 | 18892 | 605 | 2.3 |

где варьировалось 2 рецептурно-технологических фактора: X₁-связующее, %; X₂- температура термообработки °С (табл.1). Параметрами оптимизации на данном этапе исследований служили: Y₁-поверхн.плотность, г/м²; Y₂ – жесткость мкН·см², Y₃ – прочность, Н; Y₄- толщина, мм (табл. 2).

По результатам эксперимента с указанием средней ошибки S₀ и уровня значимости α были рассчитаны (по программе МНК) математические модели свойств со всеми значимыми оценками коэффициентов (1, 2, 3, 4).

$$(Y_1) = 603,22 + 19,5 x_1 - 23,83 x_1^2 - 0,75x_1x_2 - 0,67 x_2 + 11,67 x_2^2 \tag{1}$$

$$(Y_2) \cdot 10^2 = 190,23 + 19,24x_1 - 23,83 x_1^2 + 0,65x_1x_2 - 2,15 x_2 - 8,6 x_2^2 \quad (2)$$

$$(Y_3) = 624,33 + 11,5 x_1 - 10,5 x_1^2 - 4,5x_1x_2 - 23,67 x_2 + 4,0 x_2^2 \quad (3)$$

$$(Y_4) = 2,36 + 0,13 x_1 + 0,07 x_1^2 - 0,03x_1x_2 + 0,03 x_2 + 0,07 x_2^2 \quad (4)$$

Анализ экспериментально-статистических моделей свойств (1, 2, 3, 4) трехслойного композиционного материала (ТКМ) показал, что наибольшее влияние на показатель поверхностной плотности (Y_1) оказывает добавка связующего. На что указывает линейный эффект ($b_1 = 19,5$), а квадратичный эффект ($b_{11} = -23,83$) в модели (1) указывает на наличие оптимума.

По модели (2) относительного разрывного удлинения наличие связующего также повышает этот показатель ($b_1 = 19,24$), а фактор x_2 , не оказывает существенного влияния.

Жесткость (Y_3) ТКМ связующее несколько повышает ($b_1 = 11,5$), но при оптимальном количестве ($b_{11} = -10,5$). А повышение температуры обработки приводит к снижению жесткости ($b_2 = -23,67$).

Анализ модели толщины ТКМ (Y_4) показал, что добавка связующего повышает ее ($b_1 = 0,13$) но незначительно.

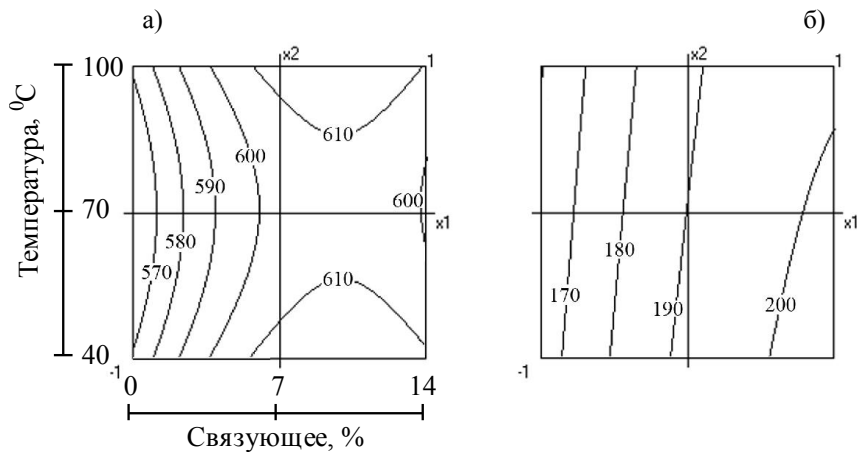


Рис.1. Изолинии: а) поверхностной плотности $Y_1 = f(x_1x_2)$, б) жесткость $Y_2 = f(x_1x_2)$

Графические образы (рис.1. а,б) моделей (1, 2) показали, что поверхностная плотность Y_1 и жесткость Y_2 ТКМ значительно повышаются при увеличении количества связующего. Причем температура обработки материала существенного влияния на эти показатели не оказывает.

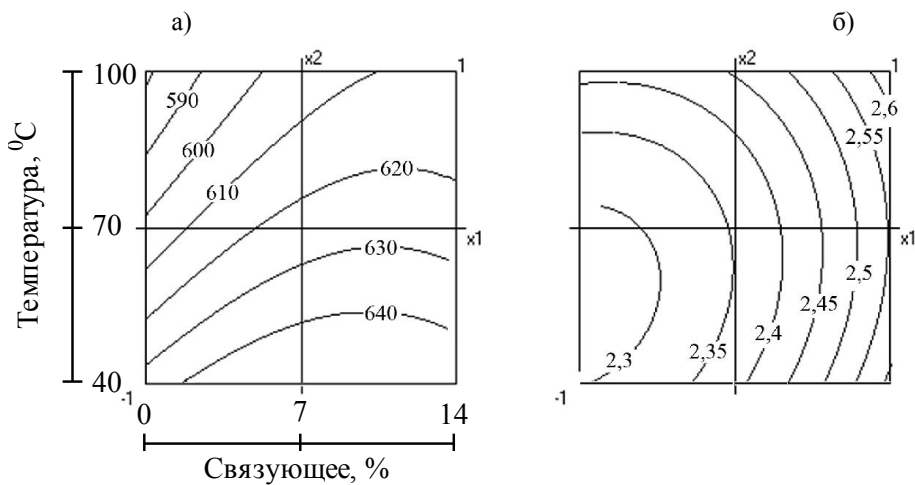


Рис.2. Изолинии: а) прочность $Y_3 = f(x_1x_2)$, б) толщина МКМ $Y_4 = f(x_1x_2)$.

Так при отсутствии связующего $x_1 = -1$, т.е. 0% плотность составляет 560г/см². При наличии 7-14% связующего поверхностная плотность составляет 610 г/см². Температура обработки при этом должна быть 40-50 °С либо 80-100 °С.

С увеличением количества связующего также увеличивается жесткость материала от 160 до 210 мкН·см². Температура обработки на этот показатель не влияет.

Анализ изолиний прочности материала показал, что при увеличении температуры его обработки она несколько снижается от 640 до 580 Н. Максимальное значение прочности обеспечивается при минимальной температуре обработки 40 °С и 3-14 % количестве связующего. Толщина материала несколько растет при увеличении процентного соотношения добавки связующего от 2,3 до 2,6 мм, а температура существенного влияния не оказывает. Причем температура обработки материала на его толщину не оказывает.

Таким образом, установлено, что трехслойный материал специального назначения с требуемыми качествами может быть получен при использовании 3-14 % связующего при температуре обработки не выше 40° С.

Литература:

1. Ормонбеков Т.О. Технология базальтовых волокон и изделия на их основе. Б.:1997. 122 с.
 2. Вознесенский В.А. Современные методы оптимизации композиционных материалов. Киев: Будивельник, 1983. с.144.
-