

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЧНОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЛИТ НА ГЛИНИСТЫХ СВЯЗКАХ

Чопо байланышындагы композициялык плитанын бышыктыгынын оптималдуу шарттары аныкталды.

Проведена оптимизация прочности композиционных плит на глинистых связках.

There was held optimization of divofilty of composite plates in clay gheaves is pwfomed.

Многочисленные исследования по разработке материалов способствуют появлению все новых материалов и к постоянному прогрессу в материаловедении. В последнее время наиболее интенсивно разрабатываются композиционные материалы или композиты.

Задачи на отыскание наибольших и наименьших величин являются актуальными на протяжении всей истории развития человечества. Они приобретают особое значение в настоящее время, когда возрастает важность в наиболее эффективном использовании природного минерального сырья /1/.

В работе /2/ приведены современные методы планирования эксперимента, применяемые для исследования и оптимизации многокомпонентных систем.

В работе /3/ представлены основы планирования эксперимента и анализа получаемых данных. Рассмотрено планирование однофакторных, факторных, гнездовых и оптимизационных экспериментов. Также изложены методы дисперсного, регрессивного и ковариационного анализа.

Эффективность использования статистических методов планирования эксперимента при исследовании технологических процессов объясняется тем, что многие важные характеристики этих процессов являются случайными величинами, распределения которых близко следуют нормальному закону.

В качестве исходного материала для получения композиционных теплоизоляционных плит использовалось базальтовое супертонкое волокно (БСТВ). В качестве связующего – огнеупорная гончарная глина Кызыл-Кийского месторождения и поливинилацетатная дисперсия (ПВАД).

Образцы формовали в специальных формах размером 20x20x5 см под нагрузкой - 16 кПа с определенной концентрацией связующих веществ.

После формования образцы высушивали при температуре 100-105 ° С в течение 4 часов. Далее подвергали термообработке при температуре 100 до 200 ° С в течении 20 - 60 мин.

Оптимизация прочности композиционных плит на глинистых сязках проводилась с помощью экспериментально-статистического моделирования.

Был проведен 4х-факторный эксперимент по плану В₄ (табл. 2). Варьировались 4 рецептурных фактора: X₁ - огнеупорная глина, %; X₂ - поливинилацетатная дисперсия, %; X₃- температура термообработки, С°; X₄- время термообработки, мин.; остальное - базальтовое волокно.

Уровни варьирования четырех факторов представлены в табл. 1. Параметрами оптимизации служили: Y₁ - плотность, кг/м³; Y₂ - R_p -прочность на разрыв, МПа.

Таблица 1. Уровни варьирования факторов

Уровни факторов	Значения факторов			
	X ₁ - глина, %	X ₂ - ПВАД, %	X ₃ – температура термообработки	X ₃ – время термообработки, мин.
-1	0	0	100	20
0	10	5	150	40
1	20	10	200	60

По результатам экспериментально-статического моделирования свойств композита получен модель:

- по прочности на разрыв

$$Y_3 \text{ (МПа)} = 8,498 + 2,324 x_1 - 1,392 x_1^2 + 3,559 x_1 x_2 - 2,385 x_1 x_3 - 1,480 x_1 x_4 + 9,386 x_2 + 3,373 x_2^2 - 2,095 x_2 x_3 - 1,103 x_2 x_4 + 1,567 x_3 + 4,393 x_3^2 - 1,029 x_3 x_4 \quad (2)$$

Прочность на разрыв (Y₃) повышается значительно при наличии ПВАД b₂=9,386 и сжимается несколько при повышении температуры термообработки.

При оптимизации рецептурно - технологических факторов и свойств базальтовых плит уровни варьирования добавок глины (X₁) и ПВАД (X₂) были выбраны таким образом, чтобы нижний их уровень соответствовал нулевой концентрации т.е. при значении x₁=-1 и x₂=-1 в состав базальтовых плит не входит глина и ПВАД.

Анализ свойств базальтовых плит проводился на заданных девяти точках факторного пространства X₂ и X₄ и при изменении содержания глины x₁ и ПВАД x₂. Сравнение результатов прочности на разрыв базальтовой плиты с добавлением глины и ПВАД (рис. 1) показало значительное увеличение этого показателя от 2 до 32 МПа. Так при температуре 100 °С и различном времени термообработки материала от 20 до 60 мин (точки 7, 4, 1) прочность на разрыв может достигать до 32 МПа, но при наличии глины 10...20 % и добавки ПВАД 8-10 %.

Дальнейшее увеличение температуры термообработки например 150 °С обеспечивать материалу прочность на разрыв до 28 МПа при минимальном времени термообработки (x₄ = -1) и 20 при максимальном 60 мин. Т.е. здесь можно отметить нецелесообразность увеличения времени термообработки до 60 мин, т.к. ведет к снижению показателя прочности до 20МПа.

Аналогичное снижение прочности на разрыв наблюдается при увеличении температуры до 200 °С и времени t = 60 мин термообработки (рис. 9, 6, 3).

Таким образом, можно отметить, что для обеспечения максимальной прочности на разрыв R_p=32 МПа необходимая температура и время термообработки базальтовых плит t=100 °С и t=20 мин при x₁=+1, x₂ = +1 (глина – 20 %, ПВАД -10 % в водной суспензии). Содержание связующих веществ в плите составляли 2-6 %. Недостатком и их катион замещенных производных является их гигроскопичность. Поглощение влаги изделиями, содержащими в качестве связующего глина и ПВА, сопровождаются значительным падением механической прочности вплоть до разрушения образца изделия. Учитывая, что предложенное связующее является составной частью минераловатных изделий, водостойкость которых должна быть обеспечена в пределах сохранения геометрических размеров образца и транспортабельной прочности, были проведены гидрофибизации композиции. Для гидрофибизации были применены кремнийорганическая жидкость – ГКЖ -10 (0,01-0,03 %).

Таблица 2

План и результаты эксперимента

№ п/п	Нормализованные переменные				Натуральные переменные				Результаты эксперимента	
	X1	X2	X3	X4	X1 - огнеупорная глина, %	X2 - поливинилацетат, %	X3 - температура термообработки, С	X4 - время термообработки, мин.	Y1 - плотность, кг/м ³	Y3 - прочность на разрыв, МПа
1	+	+	+	+	20	10	200	60	117	19,89
2	+	+	+	-	20	10	200	20	107	24,56
3	+	+	-	+	20	10	100	60	127	31,43
4	+	+	-	-	20	10	100	20	138	47,33
5	+	-	+	+	20	0	200	60	97	5,05
6	+	-	+	-	20	0	200	20	78	4,26
7	+	-	-	+	20	0	100	60	67	3,91
8	+	-	-	-	20	0	100	20	77	4,37
9	-	+	+	+	0	10	200	60	83	12,18
10	-	+	+	-	0	10	200	20	95	25,6
И	-	+	-	+	0	10	100	60	95	25,6
12	-	+	-	-	0	10	100	20	93	9,43
13	-	-	+	+	0	0	200	60	62	6,6
14	-	-	+	-	0	0	200	20	59	6,23
15	-	-	-	+	0	0	100	60	56	5,81
16	-	-	-	-	0	0	100	20	73	5,79
17	+	0	0	0	20	10	150	40	177	5,3
18	-	0	0	0	0	5	150	40	106	7,93
19	0	+	0	0	10	10	150	40	116	19,0
20	0	-	0	0	10	0	150	40	98	3,76
21	0	0	+	0	10	5	200	40	119	13,4
22	0	0	-	0	10	5	100	40	100	11,4
23	0	0	0	+	10	5	150	60	119	13,4
24	0	0	0	-	10	5	150	20	119	5,56

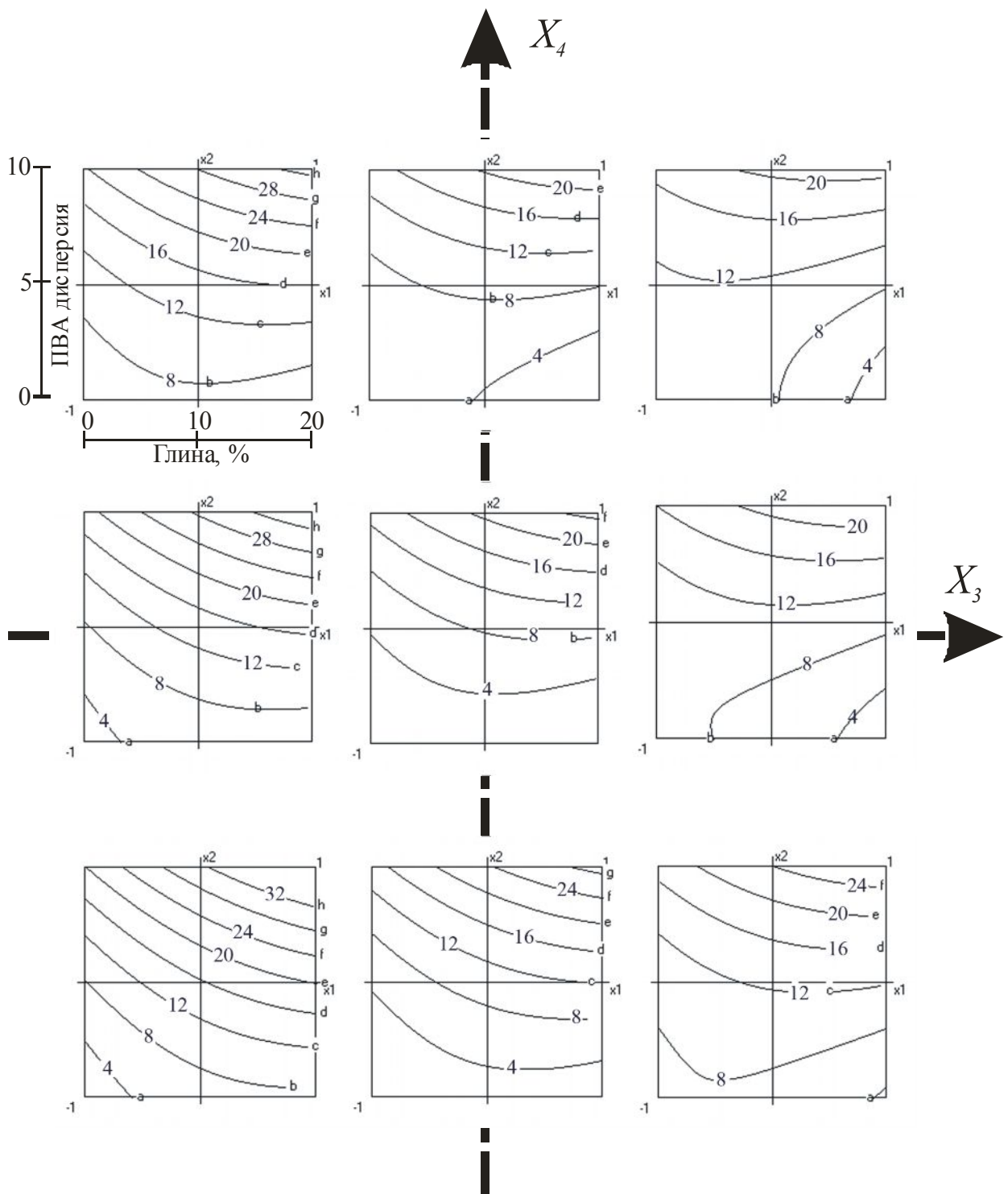


Рис. 1. Номограммы прочности на разрыв базальтоволоконистых плит $Y_1 = f(x_1, x_2)$ в девяти точках факторного пространства x_3 и x_4 .

Список литературы

1. Зедгинидзе И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем. [Текст] / И.Г. Зедгинидзе. - М.: Наука, 1976. - 390 с.
2. Сухарев А.Г. Курс методов оптимизации [Текст] / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. - М.: Физматлит, 2005. - 368 с.
3. Монтгомери Д.К. Планирование эксперимента и анализ данных. Пер. с англ. [Текст] / Д.К. Монтгомери. - Л.: Судостроение, 1980. - 384 с.