

## ГИПСОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ С ОРГАНИЧЕСКИМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

А.АБЫШОВ

E.mail. ksucta@elcat.kg

*Жумуш органикалык толуктагычтары менен чопо гипс материалдарынын касиеттерин изилдөөгө арналган.*

*Работа посвящена исследованию свойств глиногипсовых материалов с органическими наполнителями.*

*Paper deals with the properties of clay and plaster materials with organic fillers.*

Известно, что гипс оказывает положительное влияние на глиносырцовые изделия, значительно повышается механическая прочность, ускоряется схватывание массы с быстрым высыханием, уменьшается воздушная усадка образцов из глины.

Добавка 10 % строительного гипса снижает воздушную усадку глины до 3,5-4 %, а 20 % – до 1,5 %.

При добавке в глину 35-40 % гипса воздушная усадка глины устраняется, снижается время высыхания образцов и средняя плотность.

Строительный гипс схватывается в течение нескольких минут, что создает прочный каркас сформованного изделия.

Представляет интерес изучение влияния органических добавок на свойства глиногипсовых изделий.

Для изучения и оценки свойств смешанных глиногипсовых материалов был поставлен двухфакторный эксперимент по плану  $B_2$ , где варьировались два рецептурно-технологических фактора: глина  $X_1$  - (50 ± 10) %; солома  $X_2$  - (5 ± 1) %; остальное гипс (табл. 1).

Параметрами оптимизации служили прочность на сжатие,  $R_{сж} > 3,0 - 4,0$  МПа ( $Y_1$ );  $R_{изг} > 2,0 - 3,0$  МПа ( $Y_2$ ); плотность  $\rho = 1500 - 1600$  кг/м<sup>3</sup> ( $Y_3$ ); коэффициент размягчения  $K_p \geq 0,6$  ( $Y_4$ ).

В табл. 2 представлены (при 2-часом и 3-28-суточном твердении) план и выходные значения трех основных свойств: прочности на сжатие и изгиб, плотности, коэффициента размягчения.

Таблица 1

Уровни варьирования факторов

Факторы Уровни	Глина $X_1$	Солома $X_2$
-1	10	1
0	30	3
+1	50	5

По результатам эксперимента были рассчитаны коэффициенты математических моделей прочности на сжатие и изгиб, плотность, коэффициент размягчения. С учетом ошибок эксперимента и расчета коэффициентов моделей они имеют вид при 2-часовом, 3- и 28-суточном твердении (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9).

### При 2-часовом твердении

прочность на сжатие, МПа:

$$R_{сж} = 2,24 - 1,4 x_1 - 1,1 x_2 + 0,8 x_1 x_2, \quad (1)$$

прочность при изгибе, МПа:

$$R_{из} = 1,3 - 0,5 x_1 - 0,16 x_2 + 0,1 x_1 x_2. \quad (2)$$

Таблица 2

План и выходные значения трех основных свойств: прочности на сжатие и изгиб, плотность, коэффициент размягчения (при 2-часовом, 3- и 28-суточном твердении)

№	План эксперимента					Прочность через 2 часа		Через 3 суток				Через 28 суток		
	в нормализованных переменных			в натуральных переменных		$R_{сж}$ МПа	$R_{изг}$ МПа	$R_{сж}$ МПа	$R_{изг}$ МПа	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$K_p$	$R_{сж}$ МПа	$R_{изг}$ МПа	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>
	$x_1$	$x_2$	$X_0$	$X_1$	$X_2$									
1	+	+	+	50	5	0,64	0,54	1,34	1,34	1,54	0,84	1,4	1,44	1,5
2	+	-	+	50	1	1,08	1,07	2,8	1,91	1,79	0,79	3,0	2,07	1,7
3	-	+	+	10	5	1,72	1,77	2,3	2,16	1,56	0,75	2,6	2,45	1,4
4	-	-	+	10	1	5,5	1,88	5,92	3,39	1,75	0,37	4,88	3,8	1,8
5	0	0	+	30	3	1,6	1,3	2,4	2,1	1,56	0,83	2,48	2,2	1,6

### При 3-суточном твердении

прочность на сжатие, МПа:

$$R_{сж} = 3,1 - 1,03 x_1 - 1,3 x_2 + 0,54 x_1 x_2; \quad (3)$$

прочность при изгибе, МПа:

$$R_{изг} = 2,2 - 0,6 x_1 - 0,45 x_2 + 0,17 x_1 x_2; \quad (4)$$

плотность, г/см<sup>3</sup>

$$\rho = 1,71 + 0,02 x_1 - 0,18 x_2 + 0,043 x_1 x_2; \quad (5)$$

коэффициент размягчения

$$K_p = 0,7 - 0,13 x_1 - 0,11 x_2 + 0,08 x_1 x_2. \quad (6)$$

### При 28-суточном твердении

прочность на сжатие, МПа:

$$R_{сж} = 3,0 - 0,8 x_1 - 1,0 x_2 + 0,2 x_1 x_2; \quad (7)$$

прочность при изгибе, МПа:

$$R_{из} = 2,4 - 0,7 x_1 - 0,5 x_2 + 0,2 x_1 x_2; \quad (8)$$

плотность, г/см<sup>3</sup>

$$\rho = 1,6 - 0,15 x_1 - 0,05 x_2. \quad (9)$$

По моделям прочности при сжатии и изгибе при 2-часовом, 3- и 28-суточном твердении (1, 2, 3, 4, 7, 8) предварительно можно отметить, что совместное содержание глины и соломы оказывает положительное влияние на прочностные показатели, о чем свидетельствуют положительные линейные эффекты в модели прочности на сжатие

( $\epsilon_1 = + 0,8$ ) и изгиб ( $\epsilon_1 = + 0,1$ ). Однако содержание добавки глины должно быть оптимальным, а превышение определенного значения приводит к сбросу прочности.

На коэффициент размягчения ( $\epsilon$ ) также оказывает положительное влияние совместное содержание глины и соломы ( $\epsilon_{12} = + 0,08$ ).

Что касается плотности материала (5, 9), следует отметить, что два фактора в разной степени снижают этот показатель ( $\epsilon_1 = - 0,02$ ,  $\epsilon_2 = - 0,018$ ).

Более наглядно влияние этих факторов на свойства вяжущего можно наблюдать на графических образах этих моделей.

Анализ номограмм прочности на сжатие при 2-часовом, 3- и 28-суточном твердении (рис. 1, 2, 3) показал, при 2-часовом твердении и содержании глины до 15 %, содержании соломы 2,5 % прочность составляет 4,0 МПа. Увеличение содержания глины до 45 % и до соломы 5 % способствует снижению прочности до 2,0 МПа.

Таким образом, максимальная прочность глиногипсовых материалов 2-часового твердения обеспечивается при содержании соломы 2,5 % и глины 15 %.

На рис. 2 и 3 представлены значения прочности глиногипсовых материалов с содержанием соломы 3-суточного и 28-суточного твердения.

Более высокие прочности образцов показывают, что в 3-суточном возрасте идет добор прочности за счет протекания кристаллизационных процессов твердения вяжущих: максимальной прочностью характеризуются образцы, содержащие до 2,5 % соломы и 20 % глины.

Прочность на изгиб во всей области изучаемого факторного пространства (рис. 4, 5, 6) соответствует критерию оптимизации  $R_{изг} > 2,0 - 3,0$  МПа.

Максимальная прочность на изгиб  $R_{изг} = 3,5$  МПа обеспечивается при 28-суточном твердении. Содержание соломы при этом составляет 1...3,5 %, а глины должно быть 10-20 %. Увеличение содержания соломы до 5 % не изменяет показатель прочности. Наиболее приемлемый вариант состава глиногипсовых материалов, обеспечивающий  $R_{изг} = 3,5$  МПа, представлен содержанием глины 15-20 %, соломы 1-1,5 %.

Анализ номограмм плотности глиногипсового материала (рис. 7, 8) показывает, что, в основном, она зависит от изменения в составе содержания соломы. Минимальная плотность  $\rho = 1,45$  г/см<sup>3</sup> обеспечивается при содержании 4 % соломы.

Номограмма коэффициента размягчения глиногипсового вяжущего (рис. 9) показывает, что  $K_r$  зависит от изменения в составе содержания соломы и глины.

При содержании соломы 4,0 % и глины 30 % коэффициент размягчения  $K_r = 0,6$ , т.е. полученные изделия водостойки.

Максимальный коэффициент размягчения  $K_r = 0,7$  обеспечивается при содержании соломы 4 % и глины 32 %.

#### Прочности при сжатии при 2-часовом, 3- и 28-суточном твердении

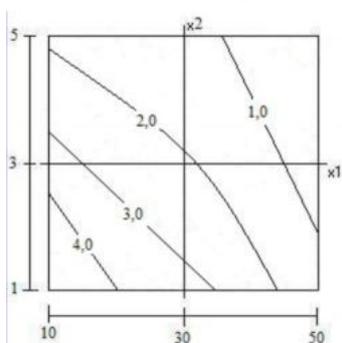


Рис. 1

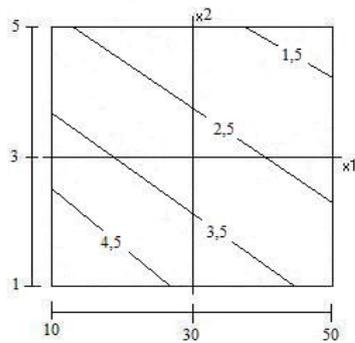


Рис. 2

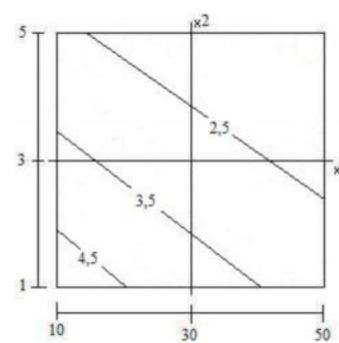


Рис. 3

#### Прочности при изгибе при 2-часовом, 3- и 28-суточном твердении

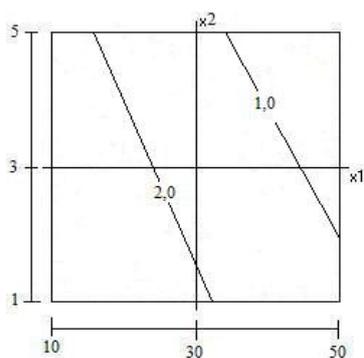


Рис. 4

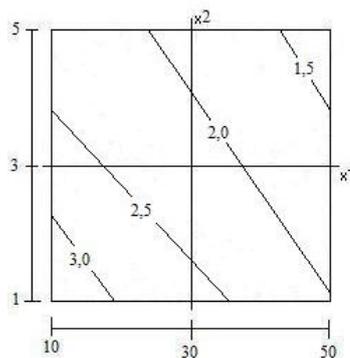


Рис. 5

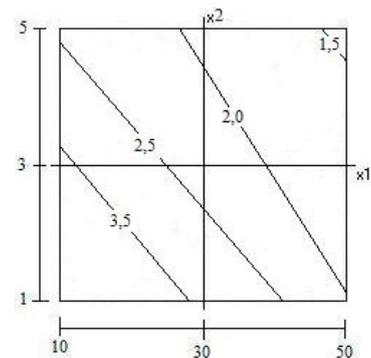


Рис. 6

Плотности при 3- и 28-суточном твердении

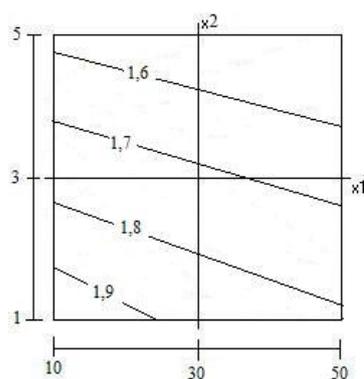


Рис. 7

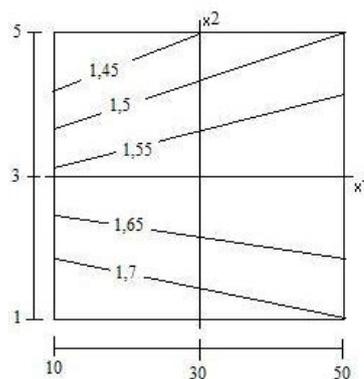


Рис. 8

Коэффициент размягчения при 3-суточном твердении

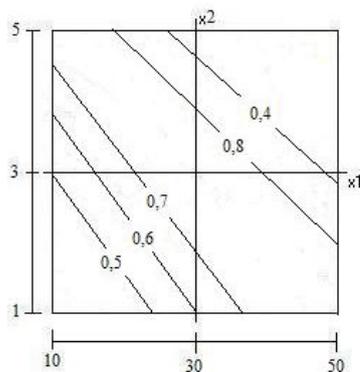


Рис. 9

Результаты экспериментально-статистического моделирования показали, что во всей области изученного факторного пространства удовлетворяются требования по критериям оптимизации.

Совместное использование глины с соломой регулирует технические свойства глиногипсовых образцов.

Максимальная прочность на сжатие (4 МПа) обеспечивается при содержании в смеси до 15 % глины и 2,5 % соломы; максимальная прочность на изгиб 3,5 МПа – при содержании 15-20 % глины и до 2,0 % соломы.

Введение соломы до 4 % способствует снижению плотности до 1,45 г/см<sup>3</sup>.

При содержании глины до 30 % и 4 % соломы глиногипсовые изделия характеризуются Кр, равным 0,6, т.е. изделия водостойки.

Таким образом, используя глиногипсовые составы с содержанием до 20-30 % глины и

4 % соломы, можно получить водостойкие глиногипсовые изделия, характеризующиеся  $R_{сж} = 4 \text{ МПа}$ ,  $\rho = 1,45 \text{ г/см}^3$ .

### Список литературы

1. Абдыкалыков А.А., Вознесенский В.А., Мавлянов А.С., Лященко Т.В. Моделирование и оптимизация свойств композиционных строительных материалов. – Фрунзе: ФПИ, 1988. – 109 с.