

## ВЛИЯНИЕ ВИДА ВЯЖУЩЕГО НА СВОЙСТВА ПОРОМАССЫ

*Б.Т. Ассакунова, Т.Т. Болотов, И.К. Омурбеков, Б.Б. Калиев*

Исследовано влияние вида гипсовых вяжущих веществ на порообразование и физико-механические свойства изделий из них.

*Ключевые слова:* поромасса; гипс; вещество; вяжущий.

Развитие современного строительства непрерывно связано с широким применением эффективных материалов с высокой надежностью в эксплуатации, имеющих доступную сырьевую базу и простую технологию изготовления. Особенно актуальным является создание экологически чистых и более дешевых, по сравнению с импортными аналогами, пористых материалов и изделий, обладающих теплотехнической эффективностью, звукопоглощающими свойствами и способствующих формированию комфортного микроклимата в помещениях.

В Кыргызскую Республику звукоизоляционные материалы и изделия ввозятся в основном из ближнего зарубежья, хотя существуют предпосылки для организации их выпуска.

Известно, что в республике имеются значительные запасы гипсосодержащего сырья, (более 100 месторождений) и пущен завод по производству гипсового вяжущего и изделий на его основе.

Полуводный гипс благодаря своему уникальному свойству связывать большое количество воды и превращаться в камневидное тело в сравнительно небольшие промежутки времени находит широкое применение в производстве разнообразных изделий строительного назначения. В настоящее время большое значение придается увеличению выпуска облегченных гипсовых изделий. Применение таких изделий в строительстве позволяет снизить стоимость строительства [1].

Таблица 1 – Физико-механические свойства вяжущих веществ

Материал	НГ	Сроки схватывания, час, мин		Предел прочности, МПа	
		начало	окончание	R <sub>изг</sub>	R <sub>сж</sub>
Гипс Г-3	48,3	0,4	0,7	2,25	3,57
Гипс Г-12	43,0	0,4	0,6	5,03	12,4
ПЦ М400	23,0	3,45	4,30	6,5	42,5

Таблица 2 – Химический состав сырьевых материалов

Материал	ППП	Содержание оксидов, %									
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	FeO	R <sub>2</sub> O	Σ
Клинкер портланд-цементный	0,20	22,44	4,65	4,11	65,59	1,75	0,33	-	-	-	-
Гипс		15,99	3,72	1,19	27,56	1,26	35,98	-	-	-	98,71
Базальтовая порода	6,23	47,44	16,75	2,35	6,87	5,18	0,52	1,86	2,04	2,80	-

Таблица 3 – Физико-механические свойства гипсоцементно-базальтовых вяжущих

Вид и содержание добавки			Прочность на сжатие в возрасте, МПа		Коэффициент размягчения, K <sub>p</sub>	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>		НГ	Сроки схватывания, мин	
Г	Б	Ц	2 ч	28 с		рыхло-насыпном состоянии	уплотненном состоянии		Начало	Конец
72,5	20	7,5	8,90	20,5	0,72	0,840	1,235	0,67	10	15
70	20	10,0	9,80	21,5	0,80	0,845	1,245	0,66	11	16

Обозначения: Г – гипс; Б – базальт; Ц – цемент.

Поэтому в качестве вяжущих компонентов для звукоизоляционных материалов и изделий были использованы гипсовые вяжущие вещества марки Г-3 и Г-12, а также разработанные на кафедре ПЭСМИК композиционные гипсоцементно-базальтовые вяжущие (ГЦБВ).

Целью данной работы является исследование влияния вида вяжущего на свойства поромассы для звукоизоляционных материалов.

Физико-механические характеристики используемых гипсовых вяжущих приведены в таблице 1.

ГЦБВ были получены путем тонкого измельчения гипса, наполнителей и модифицирующих добавок. В качестве наполнителей была использована базальтовая порода Сулу-

Терекского месторождения, которая характеризуется содержанием до 50 % минералов кальцита и скрытокристаллической структурой. Твердость по шкале Мооса 6–7.

В качестве структурообразующей добавки был использован портландцемент ПЦ 400, Д 20 характеристики которого приведены в таблице 1.

Минералогический состав портландцемента представлен содержанием клинкерных минералов (в %): C<sub>3</sub>S – 63,3; C<sub>2</sub>S – 15,9; C<sub>3</sub>A – 5,4; C<sub>4</sub>АГ – 12,5.

Химический состав материалов, используемых для получения композиционных гипсовых вяжущих, приведен в таблице 2.

Физико-механические свойства ГЦБВ приведены в таблице 3.

Таблица 4 – Влияние марки гипсовых вяжущих на свойства поромассы и физико-механические свойства образцов на их основе

Марка гипса	НГ	Сод. ПБ-2000, %	Сод. крах., %	$\rho_{см}, \text{г/см}^3$	$\rho_{обр}, \text{г/см}^3$	$V_n, \text{см}^3$	$V_p, \text{см}^3$	Расп., мм	Кр	$R_{изг}, \text{МПа}$	$R_{сж}, \text{МПа}$
Г-3	48	0,4	-	0,92	0,82	2184	1035	150	6,46	0,67	0,59
Г-12	43	0,4	-	0,92	0,84	1820	950	155	6,05	1,4	2,78
Г-12	41	0,4	2	0,87	0,74	2492	1138	160	8,28	1,2	2,67
Г-12	40	0,5	-	0,83	0,68	2500	1200	160	8,2	0,44	0,56

Для получения порогипсобетона, применяющегося для звукоизоляционных изделий, был использован пенообразователь ПБ-2000.

Для выявления влияния марочности гипса на свойства порогипсобетона нами был использован гипс высокой марки Г-12 и для сравнения приведены данные, полученные на Г-3.

Были исследованы свойства поромассы на основе гипсовых вяжущих и физико-механические характеристики затвердевших образцов.

Изготовление порогипсомассы производилось следующим образом: отмеривали количество воды по нормальной густоте гипсового вяжущего вещества и выливали в емкость; туда же подавали пенообразователь ПБ-2000 по рецептуре и с помощью дрели при обороте 1300 об/мин взбивали пену. Затем во вспененную массу в течение 10–15 с добавляли предварительно отмеренную и перемешанную сухую гипсовую смесь с добавками и взбивали в течение 30 с до однородной массы [2].

Расплав вспененной гипсовой смеси определяли с помощью вискозиметра Сутгарда.

Определение плотности растворной смеси производили с помощью цилиндрического сосуда объемом 1 л с насадкой.

Сосуд наполняли растворной смесью с некоторым избытком, удерживаемым надетой насадкой. После этого смесь слегка уплотняли легким постукиванием сосуда о стол. Затем насадку снимали и срезали избыток растворной смеси вровень с краями. Сосуд со смесью взвешивали и из полученного значения вычитали массу сосуда.

$$\rho_p = \frac{m_1 - m_2}{V},$$

где  $m_1$  – масса мерного цилиндра с раствором, кг;  $m_2$  – масса мерного цилиндра, кг;  $V$  – объем цилиндра,  $\text{м}^3$ .

В таблице 4 приведены результаты исследования свойств поромассы и образцов на их основе.

Нормальная густота смеси на Г-3 на 5 % выше, чем нормальная густота смеси на Г-12, расплав смеси по Сутгарду на Г-12 (155 мм), на Г-3 (150 мм).

При одинаковом содержании пенообразователя (0,4 %) объем смеси на Г-3 (2184  $\text{см}^3$ ) выше, чем на Г-12 (1820  $\text{см}^3$ ). Кратность пены для обоих составов находится приблизительно в одинаковых пределах (6,46; 6,05). Плотность высушенных образцов также очень близка (0,82 и 0,84  $\text{г/см}^3$ ).

Смесь 3 отличается от других смесей содержанием крахмала до 2 %, который вводился для стабилизации пены. Он способствует повышению объема смеси (1138  $\text{см}^3$ ) и снижению плотности высушенных образцов (0,74  $\text{г/см}^3$ ). Прочностные характеристики изменяются незначительно:  $R_{изг} = 1,2 \text{ МПа}$ ;  $R_{сж} = 2,67 \text{ МПа}$ .

Повышение количества пенообразователя до 0,5 % способствует повышению объема смеси (1200  $\text{см}^3$ ) и снижению плотности образцов (0,68  $\text{г/см}^3$ ). Прочность образцов резко снижается:  $R_{изг} = 0,44 \text{ МПа}$ ;  $R_{сж} = 0,56 \text{ МПа}$ .

При использовании гипса высоких марок плотность образцов и их прочностные характеристики можно регулировать содержанием в составе смеси количества порообразователя.

Технологические свойства порогипсовой смеси незначительно изменяются в зависимости от марочности гипсовых вяжущих.

Повышение марки гипса изменяет прочностные характеристики образцов, которые увеличиваются в 1,5–1,7 раза на изгиб и 2,5–3 раза – на сжатие. Следует отметить, что в виду увеличения марки гипса, т. е. прочности гипсового камня, увеличивается прочность и межпоровых перегородок, следовательно, прочность образцов из этих составов имеет более высокие показатели.

Таким образом, при получении звукоизоляционных изделий на основе гипсовых вяжущих нет необходимости применять вяжущие высоких марок.

Повышение прочности межпоровых перегородок в структуре пористого материала можно достичь использованием смешанных гипсовых вяжущих с наполнителем.

Таблица 5 – Воздействие порообразователя на свойства смеси и поробетона на ГЦБВ

Вид вяжущего	порообр., %	НГ, %	$\rho_{см}, \text{г/см}^3$	$\rho_{обр}, \text{г/см}^3$	$V_{п}, \text{см}^3$	$V_p, \text{см}^3$	Расп., мм	Кр	$R_{изг}, \text{МПа}$	$R_{сж}, \text{МПа}$	Стабил. пены
Г-3	0,3	43	0,96	0,62	1614	988	155	4,77	0,45	0,2	30
ГЦБВ	0,3	67	0,86	0,73	2782	950	120	8,22	0,59	0,28	36

В таблице 5 приведены результаты испытания порогипсобетона на ГЦБВ и, для сравнения, на Г-3.

Из приведенных данных видно, что при одинаковом количестве введенного порообразователя ПБ-2000 (0,3 %) плотность образцов на чистом гипсовом и смешанном гипсовом вяжущем отличается. Плотность порогипсовой смеси ГЦБВ – 0,86 г/см<sup>3</sup>, плотность раствора на Г-3 – 0,96 г/см<sup>3</sup>. Плотность высушенных образцов на основе Г-3 – 0,62 г/см<sup>3</sup>, а образцов на основе ГЦБВ – 0,73 г/см<sup>3</sup>.

Это, по-видимому, можно объяснить различием состава этих вяжущих. Известно, что чистый гипсовый камень содержит свыше 40 % пор, а камень на основе ГЦБВ имеет более низкую пористость, так как в составе вяжущего содержится тонкоизмельченный наполнитель (20 %), который в процессе гидратации ГЦБВ будет заполнять поры. Этим объясняется более высокая плотность образца на ГЦБВ – 0,73 г/см<sup>3</sup> [3].

Несмотря на то, что в составе смешанного гипсового вяжущего содержится до 20 % базальтовой муки и вяжущее представляет собой до гидратации механическую смесь компонентов (75 % гипса; 20 % базальта; 7,5 % цемента), содержащиеся в составе вяжущих гипс и цемент подвергаются поризации, т. е. смешанные вяжущие (ГЦБВ) поризуются.

Причем, поризация смешанных вяжущих происходит более эффективно, о чем можно судить по кратности пены (8,22) и ее стабильности (36 с).

Объем пены ( $V_{п}$ ) больше у состава 2, так как количество воды затворения выше (67 %). Расплыв смеси на основе ГЦБВ меньше (120 мм), поскольку на расплыв смеси оказывают воздействие цементное тесто и наличие 20 % тонкоизмельченного наполнителя.

По-видимому, наличие базальтовых частиц, ввиду их высокой твердости, обеспечивает повышение прочности межпоровых перегородок поровой структуры камня.

Установлено, что поризация смешанных гипсовых вяжущих (ГЦБВ) достигается пори-

зацией вяжущих составляющих в механической смеси компонентов.

Общая пористость материалов на основе ГЦБВ при введении порообразователя несколько ниже пористости чистого гипсового камня, однако увеличивается стабильность пены и повышается прочность межпоровых перегородок.

#### Выводы

При использовании гипса высоких марок плотность образцов и их прочностные характеристики можно регулировать содержанием в составе смеси количества порообразователя.

Технологические свойства порогипсовой смеси незначительно изменяются в зависимости от марочности гипсовых вяжущих.

Повышение прочности межпоровых перегородок в структуре пористого материала можно достичь использованием смешанных гипсовых вяжущих с наполнителем.

Поризация смешанных гипсовых вяжущих (ГЦБВ) достигается поризацией вяжущих составляющих в механической смеси компонентов.

Общая пористость материалов на основе ГЦБВ при введении порообразователя несколько ниже пористости чистого гипсового камня, однако увеличивается стабильность пены и повышается прочность межпоровых перегородок.

#### Литература

1. Ассакунова Б.Т. Композиционные гипсовые вяжущие и изделия на их основе из местного сырья / Ассакунова Б.Т. // Проблемы естественно-технических наук на современном этапе: Сб. научн. тр. Бишкек, 2002. 127 с.
2. Омурбеков И.К. Водостойкие облицовочные изделия на основе модифицированных гипсовых вяжущих веществ: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Бишкек, 2006. 17 с.
3. Панин А.И. Технология производства облицовочных и отделочных материалов из природного гипсового камня / А.И. Панин, В.И. Макаров // Сб. тр. Горьковского ИСИ. 1976. Т. 69. С. 75–81.