

Баранова Альбина Алексеевна,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: baranova2012aa@mail.ru

Язина Ольга Игоревна,
магистрант, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: olya_94.07@mail.ru

НЕАВТОКЛАВНЫЙ ПЕНОБЕТОН С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК

Baranova A.A., Yazina O.I.

NON-AUTOCCLAVED FOAM CONCRETE WITH THE USE OF MODIFYING ADDITIVES

Аннотация. В статье приведены результаты испытаний пенобетона неавтоклавного твердения с применением разных модифицирующих добавок.

Ключевые слова: микрокремнезём, гиперпластификатор, пенобетон, модифицирующие добавки, жидкое стекло, клей поливинилацетатный.

Abstract. The article presents the results of tests of foam concrete of non-autoclaved hardening using different modifying additives.

Keywords: microsilica, giperplastificator, foam concrete, modifying additives, liquid glass, polyvinyl acetate glue.

Пенобетон неавтоклавного твердения является одним из наиболее эффективных материалов для строительства в сейсмически опасных районах и регионах с суровыми климатическими условиями, например, таким как Иркутская область. Изделия из него позволяют улучшить помимо теплотехнических и акустические свойства зданий, при этом значительно снижается их масса. Однако существенным недостатком пенобетона является небольшая прочность. Поэтому одной из важнейших задач является поиск путей повышения его прочностных характеристик.

Ранее выполненные исследования [1, 2] позволяют установить, что физико-механические свойства пенобетонов зависят от вида вяжущего, качества заполнителей, природы пенообразователя, применяемых добавок, условий твердения и многих других технологических факторов. В качестве вяжущего для производства пенобетонов целесообразно применять высокопрочные портландцементы с нормированным дисперсным составом, а в качестве заполнителя – отходы промышленности с низкой насыпной плотностью, такие как золы ТЭС и микрокремнезёмы.

Целью данной работы является исследование влияния модифицирующих добавок на физико-механические характеристики неавтоклавного пенобетона.

В исследованиях использовались следующие материалы: цемент фирмы «Cimsa» СЕМ I 52,5 R (ПЦ 600) производства Турции, цемент марки ЦЕМ II/A-3 32,5Б (ПЦ400 Д20) производства АО «Ангарскцемент», песок природного про-

исхождения с модулем крупности $M_k=1,3$ (очень мелкий) и насыпной плотностью $\rho_n=1,4$ г/см³, микрокремнезём (МК) с фильтров пылеулавителей ЗАО «Кремний» с насыпной плотностью $\rho_n=0,6$ г/см³, гиперпластификатор (ГП) на основе поликарбоксилатов «МС-Power-Flow-3100», синтетический пенообразователь Пента Пав 430А, жидкое стекло (ЖС), клей поливинилацетатный (ПВА).

Методика исследований заключалась в следующем. Пенобетонные смеси готовились по классической технологии: растворная смесь и пена приготавливаются по отдельности и затем смешиваются до получения однородной консистенции. Концентрация водного раствора пенообразователя составляла 2,5 %, кратность пены – 22÷23. Составы пенобетонных смесей, изготовленных на разных марках вяжущих и с разными заполнителями, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Составы пенобетонных смесей

№ состава	Содержание компонентов пенобетонной смеси, % от массы твёрдых веществ					
	ПЦ 400 Д20	ПЦ 600	Песок	МК	Вода	ГП
1	30	-	70	-	15	0,33
2	40	-	60	-	15	0,28
3	50	-	50	-	15	0,14
4	30	-	-	70	50	1,0
5	40	-	-	60	50	0,9
6	50	-	-	50	50	0,8
7	30	-	35	35	33	0,65
8	40	-	30	30	31	0,63
9	50	-	25	25	31	0,61
10	-	30	70	-	15	0,33
11	-	40	60	-	15	0,22
12	-	50	50	-	15	0,11
13	-	30	-	70	50	1,0
14	-	40	-	60	50	0,9
15	-	50	-	50	50	0,8
16	-	30	35	35	33	0,65
17	-	40	30	30	31	0,63
18	-	50	25	25	33	0,61

Из пенобетонных смесей (таблица 1) формовались образцы размером 40x40x160 мм, через трое суток образцы расформовывались и помещались в камеру нормального твердения. В возрасте 28 суток они высушивались до постоянной массы при температуре $100\pm 5^\circ\text{C}$ и испытывались на изгиб и сжатие в соответствии с ГОСТ 30744. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2

Физико-механические характеристики и коэффициенты конструктивного качества (К.К.К.) пенобетонов неавтоклавного твердения, изготовленных на разных марках вяжущих и с разными заполнителями

№ состава	Средняя плотность, кг/м ³		Влажность, %	Прочность, МПа		К.К.К.=R _{сж} /ρ _{ср}
	во влажном состоянии	в сухом состоянии		при изгибе	при сжатии	
1	1133	1041	8,8	1,30	3,04	2,92
2	1173	1042	12,6	1,98	2,48	2,38
3	1077	924	16,6	0,94	1,23	1,33
4	1332	942	41,4	3,84	12,54	13,31
5	1376	966	42,4	4,40	17,46	18,07
6	1191	853	39,6	3,09	7,88	9,24
7	1020	791	28,9	1,54	2,3	2,91
8	1197	955	25,4	2,79	6,76	7,08
9	1016	795	27,8	1,74	3,7	4,65
10	974	885	10,1	0,76	1,2	1,36
11	1021	901	13,3	1,39	3,16	3,51
12	1100	939	17,2	0,87	1,9	2,02
13	1375	955	44,0	5,78	26,84	28,11
14	1354	948	42,8	4,38	21,40	22,57
15	1239	901	37,5	2,8	11,48	12,74
16	986	764	29,1	0,9	2,16	2,83
17	1042	819	27,2	2,23	4,88	5,96
18	949	746	27,2	1,89	4,5	6,03

Данные таблицы 2 показывают, что максимальный коэффициент конструктивного качества, а, следовательно, и повышенные прочностные характеристики показали составы на основе микрокремнезёма и высокопрочного портландцемента СЕМ I 52,5 R (ПЦ 600), при этом оптимальное количество МК составляет 70 % от массы твёрдых веществ. Однако влажность пенобетонных образцов, содержащих в качестве заполнителя ультрадисперсный микрокремнезём, более чем в три раза выше по сравнению с образцами, изготовленными на песке.

Для определения влияния добавки жидкого стекла и клея ПВА на прочностные характеристики неавтоклавного пенобетона из составов с содержанием данных модифицирующих добавок в количестве от 2,755 до 5,51 % от массы твёрдых веществ были изготовлены контрольные образцы размером 40x40x160 мм. Через 28 суток нормального твердения они были высушены до постоянной массы и испытаны на изгиб и сжатие по стандартной методике. Составы пенобетонных смесей с модифицирующими добавками приведены в таблице 3, результаты испытаний представлены в таблице 4.

Таблица 3

Составы пенобетонных смесей с модифицирующими добавками

№ состава	Содержание компонентов пенобетонной смеси, % от массы твёрдых веществ					
	ПЦ 600	МК	Вода	ГП	Клей ПВА	ЖС
1	50	50	50	0,8	2,755	-
2	50	50	50	0,8	5,51	-
3	50	50	50	0,8	-	2,755
4	50	50	50	0,8	-	5,51
5	50	50	50	0,8	-	-

Таблица 4

Физико-механические характеристики и коэффициенты конструктивного качества (К.К.К.) пенобетона с модифицирующими добавками

№ состава	Средняя плотность, кг/м ³		Влажность, %	Прочность, МПа		К.К.К. = R _{сж} /ρ _{ср}
	во влажном состоянии	в сухом состоянии		при изгибе	при сжатии	
1	1046	760	37,7	2,48	5,34	7,03
2	1172	844	38,9	2,49	7,1	8,41
3	929	683	36,0	1,31	2,5	3,66
4	969	681	42,3	0,98	1,5	2,2
5	932	679	37,3	1,63	3,13	4,61

По данным таблицы 4 отчетливо видно, что применение жидкого стекла в пенобетонной смеси снижает прочностные характеристики пенобетона, в отличие от добавки клея ПВА. Применение клея ПВА в составах пенобетонов увеличивает их К.К.К. на 52,5÷82,4 % по сравнению с пенобетоном без добавок.

Таким образом, экспериментально установлено, что неавтоклавный пенобетон, изготовленный на высокопрочном портландцементе марки СЕМ I 52,5 R (ПЦ 600) и модифицированный микрокремнезёмом в количестве 70 % от массы твёрдых веществ, обладает прочностью при сжатии 26,84 МПа, прочностью при изгибе 5,78 МПа при средней плотности 955 кг/м³. Применение клея ПВА также положительно влияет на прочностные характеристики неавтоклавного пенобетона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранова А.А., Савенков А.И. Пенобетон, модифицированный микрокремнезёмом ЗАО «Кремний» // Вестник ИрГТУ. № 8 (91). 2014. С. 78-82.
2. Баранова А.А. Модифицированный теплоизоляционный пенобетон повышенной прочности с применением микрокремнезёма // Диссертация на соискание учёной степени канд. техн. наук / ВСГУТУ. Улан-Удэ. 2014. 145 с.