

ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ БЕЗАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНОГО ХИМИКО- МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Жумуштакомпозициялыкчапташтыргычтыннегизиндеалынганавтоклавсыз газ-
бетонунуннегизгикасиетинкалыптануусуна ар-турдуу химия-
минералогиялыкжанагранулометриялыккурамдагытолтургучтардынтийгизгентаасири
низилдоонунжынтыктарыкелтирилген.

В работе приводятся результаты исследований влияния видов заполнителей различного химико-минералогического и гранулометрического состава на формирование основных свойств неавтоклавного газобетона на основе композиционного вяжущего.

Одной из отраслевых задач строительного комплекса является внедрение в народное хозяйство новых видов энергосберегающих строительных материалов наиболее полно удовлетворяющих требованиям современного строительства. К таким строительным материалам относятся безавтоклавные газобетонные изделия ввиду их экологической безопасности, высокой теплоизоляционной способности и пониженной энергоёмкости в сравнении с автоклавными газобетонными изделиями. Низкая масса и высокая пористость таких материалов позволяют применять их в качестве стеновых материалов для малоэтажных сейсмостойких каркасных зданий.

Кыргызстан располагает значительными запасами песчаных пород, мелкозернистых песков и техногенных материалов, которые могут найти применение в производстве газобетонных изделий неавтоклавного твердения.

Республика имеет достаточный опыт выпуска автоклавных ячеистобетонных изделий, что является основой для разработки энергосберегающей безавтоклавной технологии газобетонных изделий. Одновременно возможно решение экологических проблем очистки окружающей среды, утилизации отходов и расширения сырьевой базы, что весьма значимо для социально-экономического развития республики.

В связи с вышеизложенным весьма актуальным является создание безавтоклавных газобетонных изделий на основе композиционных вяжущих веществ и местных кремнеземсодержащих природных и техногенных сырьевых материалов. Это позволит значительно повысить характеристики и снизить ТЭП их производства.

Для композиционных вяжущих материалов были использованы портландцемент М400 Д 20 ГОСТ 10178 – 85; известь комовая негашеная Псорта: содержание активных СаО и MgO – 82 %, количество непогасившихся частиц – 1,2 %; гипс строительный марки Г-5, ГОСТ 125-79 .

В качестве заполнителя использованы хвосты обогащения сурьмяных руд (ХОСР), тонкозернистый глинистый песок (некондиционный песок).

ХОСР образован при производстве сурьмы из горных пород после их термической обработки при 1200 °С. Химический состав представлен содержанием в %: SiO₂ – 70,93; СаО – 12,67; Fe₂O₃ – 0,73; Al₂O₃ – 6,92; MgO – 0,03; SO₃ – 0,82; R₂O – 0,67; П.П.П. – 7; минералогический состав – содержанием β-кварца, кальцита (СаСО₃) и незначительным количеством глинистых составляющих (Al₂O₃ = 6,92 %).

ХОСР характеризуется легкой размалываемостью, коэффициент размалываемости составляет 1,2 (отношение времени, необходимого для размолва кварца, ко времени, необходимому для размолва данного материала до той же степени дисперсности).

Химический состав песка, в %: SiO_2 – 73,74; Al_2O_3 – 12,52; Fe_2O_3 – 0,93; CaO – 0,86; MgO – 2,85; SO_3 – 0,40; R_2O – 4,27; П.П.П. – 4,41. Минералогический состав, в %: SiO_2 – 59,01; $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 31,67; CaSO_4 – 0,68; CaCO_3 – 1,03; MgCO_3 – 5,98; П.П.П. – 4,41. При сухом помоле песчаника в течение 20-25 мин получается песок с гранулометрическим составом, мм, %: менее 0,16 – 61,7; 0,16 – 22,4; 0,315 – 5,7; 0,63 – 4,5; 1,25 – 3,2; 2,5 – 2,5; 5,0 – 0; с высоким содержанием глины (31,67 %); $M_k = 0,7$, т.е. тонкозернистый. Удельная поверхность по ПСХ-2 $S_1 = 2200 - 2250 \text{ см}^2/\text{г}$. Газообразователем служит алюминиевая пудра марки ПАП-2, ГОСТ 5494-81.

В работе использован полевошпатовый песок, представленный, в %: SiO_2 – 68,72; Al_2O_3 – 14,21; Fe_2O_3 – 3,24; CaO – 3,25; MgO – 2,68; SO_3 – 2,61; TiO_2 – 6,63.

Для получения газобетона в качестве вяжущего были использованы оптимальные составы композитов с содержанием 20 % портландцемента, 18-20 % извести, 6 % гипса и до 54 % наполнителя ХОСР.

При получении безавтоклавного газобетона апробировались составы, содержащие в качестве заполнителя: ХОСР и некондиционный песок, полученный кратковременным помолом песчаника Ошского месторождения, а также составы, где часть этих заполнителей была заменена на немолотый полевошпатовый песок. Соотношение заполнителя и вяжущего (В/З) составляло в пределах 0,5-1,0 с учетом содержания наполнителя в составе вяжущего. Обеспечение щелочной среды достигается известью, содержащейся в составе композиционного вяжущего. Газообразование обеспечивалось введением в состав смеси газообразователя (алюминиевой пудры). Исследована зависимость свойств газобетона от заполнителя, состоящего ХОСР и полевошпатового песка, и заполнителя, составленного из смеси полевошпатового и некондиционного песка.

В составы газобетона, содержащих смесь песков, для интенсификации газообразования и для активизации глинистой составляющей, вносимой песками добавляли до 1% NaOH . Были исследованы средняя плотность и прочностные характеристики в зависимости от содержания в составе заполнителя тонкодисперсных активных материалов и полевошпатового песка, результаты которых приведены в табл. 1 и на рис. 1 и 2.

Таблица 1 - Зависимость средней плотности и прочности газобетона от состава заполнителей

№ состава	Соотношение дисперсных заполнителей к полевошпатовому песку	Состав и свойств газобетона			
		ХОСР/полевошпатовый песок		Некондиционный песок/полевошпатовый песок	
		$\rho_{\text{ср}}$, $\text{кг}/\text{м}^3$	$R_{\text{сж}}$, МПа	$\rho_{\text{ср}}$, $\text{кг}/\text{м}^3$	$R_{\text{сж}}$, МПа
1	0/100	800	2,0	800	2,0
2	15/85	760	1,99	761	1,83
3	30/70	730	1,99	740	1,75
4	40/60	670	2,0	720	1,66
5	50/50	630	2,02	670	1,61
6	60/40	580	2,15	650	1,65
7	70/30	575	2,2	625	1,7
8	85/15	610	2,2	640	1,82
9	100/0	640	2,23	655	2,2

Экспериментальные данные показывают, что минимальное значение средней плотности 575-580 $\text{кг}/\text{м}^3$ соответствует составу газобетона, в котором в качестве заполнителя используются, в % по массе: ХОСР – 60-70 % и полевошпатовый песок – 30-40 %. Минимальная плотность в составах с содержанием глинистой составляющей достигается при содержании этого песка в количестве 30-35 %.

В этих составах наличие в смеси до 1% NaOH способствует активации глинистых частиц, интенсификации порообразования за счет повышения pH среды и образования гидросиликатов кальция типа CSH. Увеличение содержания природного полевошпатового песка в смеси до 90 % ведет к повышению средней плотности газобетона на 25-30 % (750 кг/м³).

При полной замене песка отходом ХОСР и некондиционным песком из песчаника с высоким содержанием глины, плотность газобетона увеличивается на 7-12 % в сравнении с минимальной плотностью и составляет, соответственно, 650 и 625 кг/м³.

Приведенные данные показывают, что, изменяя соотношение полевошпатового немолотого песка с дисперсной добавкой можно направленно регулировать плотность и прочность газобетона на основе композиционных вяжущих, содержащих одноименный с заполнителем смеси дисперсную добавку.

В составах, содержащих 30-40 % полевошпатового песка и 60-70 % активных отходов, наименьшая плотность газобетона обеспечивается интенсивным газообразованием смеси и синтезом гидросиликатов кальция вследствие взаимодействия активного кремнезема добавки со свободной известью вяжущего. А полевошпатовый песок обеспечивает образование первичного каркаса, укрепляющего межпоровые перегородки газобетона, которые также укрепляются за счет синтеза игольчатых кристаллов гидросульфоалюминатов, образующихся вследствие взаимодействия гипса с С₃А П/Ц, содержащегося в составе вяжущего. С повышением количества дисперсной составляющей повышается количество кристаллизационной фазы и идет некоторое повышение плотности. Вышеописанными процессами можно объяснить и кривые изменения прочности.

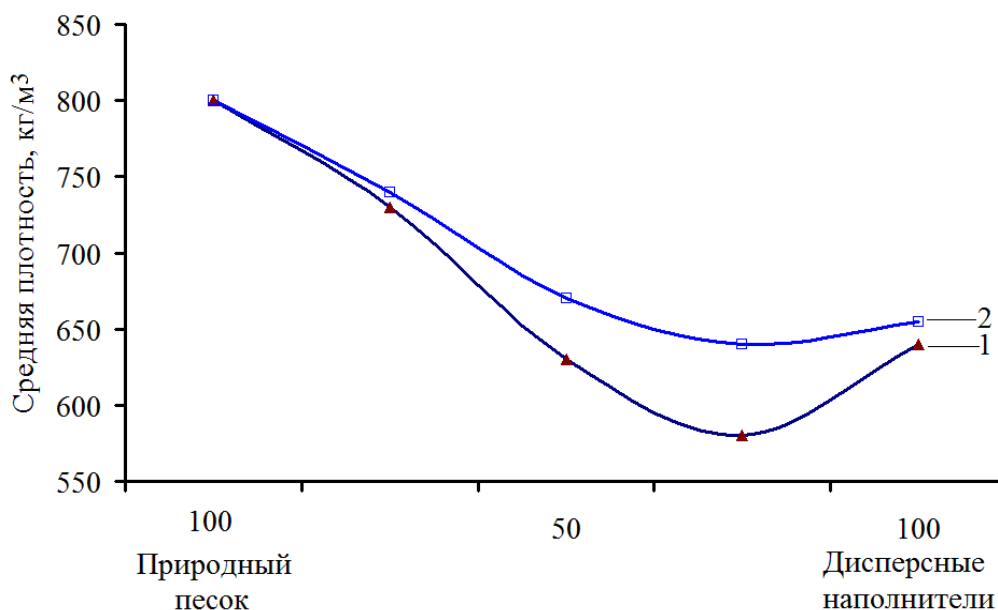


Рис.1. Зависимость средней плотности газобетона от состава заполнителей:
1 – ХОСР и полевошпатовый песок; 2 – некондиционный песок и полевошпатовый песок

Кривые изменения прочности образцов показывают, что прочность повышается при содержании ХОСР до 70 % (2,2 МПа), затем идет снижение прочности.

Повышение прочности обусловлено активным образованием гидросиликатов. Однако, когда в составе смеси отсутствует песок, идет снижение прочности межпоровых перегородок, соответственно, снижается и общая прочность образцов.

Составы, где в качестве дисперсного наполнителя использован некондиционный песок из песчаника, имеют максимальную прочность при содержании этого материала до 100 % (2,2 МПа). Однако более низкая плотность достигается при его содержании до 70%.

Это объясняется образованием дополнительного количества CSH за счет активации глинистой составляющей, воздействием NaOH, а также превалированием более мелких пор с достаточной прочностью межпоровых перегородок.

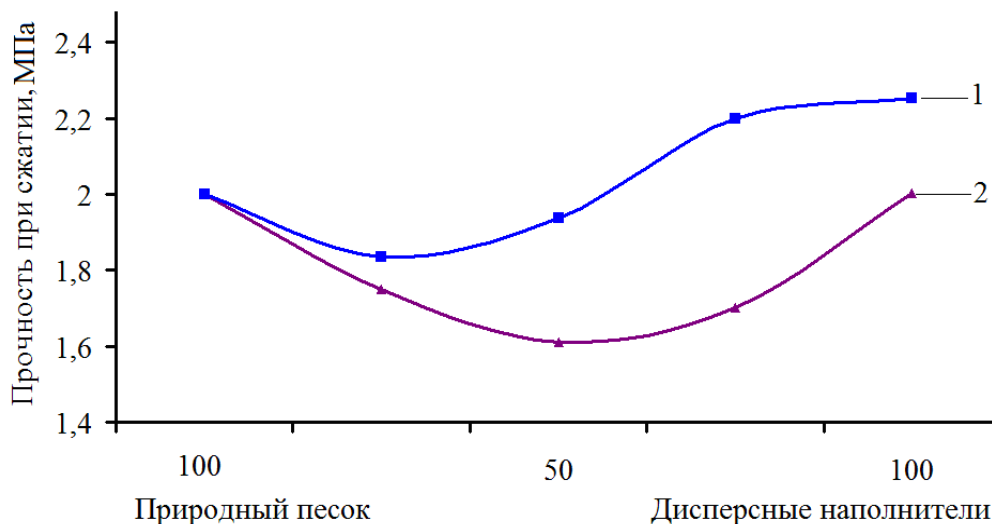


Рис. 2. Зависимость прочности при сжатии газобетона от состава наполнителей: 1 – ХОСР и полевошпатовый песок; 2 – некондиционный песок и полевошпатовый песок

Таким образом, установлено, что для получения безавтоклавного газобетона в качестве наполнителя в составах могут быть использованы ХОСР (60-70 %) с высоким содержанием активного кремнезема совместно с полевошпатовым песком. Это обеспечит достаточную прочность 2,2 МПа при минимальной плотности 575-580 кг/м³; использование некондиционного песка с высоким содержанием глинистой составляющей обуславливает получение газобетона с прочностью 2,1 МПа и плотностью 650 кг/м³.

В качестве наполнителя в безавтоклавном газобетоне может быть использован некондиционный песок с высоким содержанием глинистой составляющей при условии введения в состав смеси до 1 % NaOH. Это обеспечивает достаточно высокую прочность микроструктуры газобетона за счет активации глинистого компонента и образования дополнительного количества гидросиликатов кальция типа CSH.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абдыкалыков А.А. Композиционные вяжущие и неавтоклавный ячеистый бетон на основе хвостов обогащения сурьмяных руд. / А.А. Абдыкалыков Б.Т. Ассакунова Ж. Абдыраймов. С.Ж. Мелибаев // Вестник КГУСТА. Вып.1(23) том 1., Бишкек. 2009. С. 67 – 72.

2. Волженский А.В. Технология и свойства изделий из неавтоклавного газобетона с нормативными влажностью и теплопроводностью / А.В. Волженский, Ю.Д. Чистов, Т.А. Карпова // Строительные материалы, - 1990, - № 11. – С. 7 – 8.