

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ ИЗ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ КЫРГЫЗСТАНА

*Автоклавдуу эмес көндөйлүү бетондун составын тандоо боюнча тажрыйбалык иштердин жыйынтыгы тууралуу маалыматтар келтирилген.*

*Приводятся сведения о результатах опытных работ по подбору состава неавтоклавного ячеистого бетона.*

*Provides information on the results of experimental work on the selection of non-autoclaved aerated concrete.*

На современном этапе изделиям из ячеистого бетона придается важное значение, как перспективным строительным материалам. Теплоизоляционные материалы также являются актуальными на сегодняшний день для условий Кыргызстана. При малой, средней плотности ячеистый бетон обладает свойствами камня и дерева. Сочетание этих свойств делает его прекрасным строительным материалом /1/.

Одним из видов ячеистого бетона является неавтоклавный газобетон, технология производства которого является менее энергоемкой. Основными ингредиентами для приготовления неавтоклавного ячеистого бетона являются вяжущее вещество и наполнитель. В качестве вяжущего вещества используется портландцемент, в отдельных случаях он частично (на 20–30 %) может быть заменен молотой негашеной известью. Неплохим наполнителем неавтоклавного газобетона является песок, зола тепловых электростанций (ТЭС или ГРЭС) – либо сухая, либо гидроудаленная (из имеющих отвалов). В качестве газообразователя используется алюминиевая пудра /2/.

Добавки различных видов: суперпластификаторы, ускорители твердения, воздухоовлекающие и минеральные играют все большую роль в обеспечении требуемых свойств бетона. Применение добавок в ячеистых бетонах является одним из эффективных способов регулирования их технологических и технических свойств. В работах авторов /3-5/ показана возможность сочетания различных типов добавок для ячеистых бетонов. Проведены исследования и показаны эффективность использования в ячеистых бетонах органо-минерального комплекса, содержащего известь, в том числе из отходов производства, модифицированный плав дикарбонатных кислот и смолу древесную омыленную.

В работе Долотовой Р.Г. /6/ для повышения прочности неавтоклавного ячеистого бетона в 1,8-2,6 раза вводят комплексные добавки полуводного гипса и жидкого стекла в количестве 4 %, которые обеспечивают необходимую устойчивость (стабильность) поризованных ячеистобетонных масс с низкокремнеземистым заполнителем. Волокна асбеста, введенные в составы ячеистобетонных масс в количестве до 6 %, участвуют в микроармировании межпоровых перегородок газобетона, что способствует их упрочнению. Кроме того, асбест, обладая высокой адсорбционной способностью к продуктам гидратации портландцемента, активизирует химические процессы взаимодействия компонентов ячеистобетонных масс, что приводит к повышению прочностных характеристик (предела прочности при сжатии и при изгибе ячеистого бетона).

Митина Н.А., Лотов В.А. также проводили исследование по введению лавсановых волокон в состав газобетона. Было установлено, что волокна способствуют значительному

упрочнению межпоровых перегородок газобетона, стабилизируют процесс поризации газобетонной смеси и повышают прочность газобетонных изделий /7/.

Для золо-цементного газобетона применение химических добавок способствует увеличению прочности на 20–30 %. Ускоренное структурообразование и высокую прочность материала обеспечивают химические добавки NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Так, добавка Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ускоряет нарастание пластической прочности золо-цементной системы на 18 %. Добавка хлорида натрия также сокращает сроки набора пластической прочности (на 10 %), хотя и в меньшей степени, чем сульфат натрия. Добавки хлорида и сульфата натрия значительно увеличивают как раннюю прочность (от 5 до 155 %), так и позднюю (от 10 до 30 %). Если ранняя прочность бетона с химическими добавками возрастает главным образом за счёт быстрого накопления твёрдой алюмоферритной фазы, то поздняя — также и за счёт основной фазы — CSH, которая увеличивается в системе с Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> /8/.

Тугарина А.О. установила эффективность использования продуктов растительных полимеров (отходов сульфатно-целлюлозной переработки древесины в качестве воздухововлекающей и пластифицирующей добавок, целлюлозных волокон в качестве дисперсной арматуры) для формирования качественной структуры и улучшения свойств ячеистых бетонов (патент №2240990) /9/.

Исследования по влиянию противоморозных химических добавок на свойства неавтоклавного газобетона были проведены в работах Селютина А. В., Щукина Ю. В. и Овчаренко Г.И. Проведённые исследования показали о влиянии противоморозных добавок: Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaCl, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, COONa на технические характеристики газобетона. Благодаря этим химическим добавкам было установлено возможность производства блоков из неавтоклавного газобетона в холодное время года без дополнительной тепловой обработки с последующей выдержкой их в неотапливаемом помещении, что в значительной мере сокращает затраты производства /10/.

Представленные нами исследования направлены на получение неавтоклавного газобетона из сырьевых материалов Кыргызстана: песка Ивановского месторождения, золы Бишкекской ТЭЦ, Кантского портландцемента М400, алюминиевой пудры ПАП-2 и Курментинской извести. В качестве добавок использованы добавки фирмы BASF: Micro Air 200, суперпластификатор Melment L10/33, Glenium 111.

MICRO AIR 200 - является воздухововлекающей добавкой, специально разработанной для увеличения износостойкости бетонных структур. Добавка обеспечивает получение износостойкого бетона по отношению ко льду и морозу, путем выработки ультрастабильных, маленьких, расположенных близко друг к другу воздушных систем пузырьков в структуре бетона.

Melment L10/33 - суперпластификатор на основе меламина. Значительно уменьшает количество воды, необходимое для бетона, обеспечивает его текучесть и используется для быстрого получения, высокопрочного бетона даже при низких температурах. GLENIUM® 111 – суперпластификатор, понижающий воду для реопластичных растворов.

Песок Ивановского месторождения испытывали по ГОСТ 8736-93 (табл.1). Модуль крупности равен 1,86; насыпная плотность 1410кг/м<sup>3</sup>, содержание глинистых и илистых примесей находится в пределах 3,2%, содержание гравия равно 1,75%. Модуль крупности песка немытого карьерного 2,1. Модуль крупности для средних песков колеблется от 1,5 до 2,0; модуль эффективности колеблется в пределах от 0,38 до 0,42 л/кг. Песок Ивановского месторождения относится к средним пескам и частично к крупным (в зависимости от места взятой пробы).

Портландцемент Кантского цементного завода испытан по ГОСТ 10178-85. Минералогический состав цементного клинкера: C<sub>3</sub>S-60%, C<sub>2</sub>S-14%, C<sub>3</sub>A-6,9%, C<sub>4</sub>AF-11,9%.

В качестве наполнителей используется зола Бишкекской ТЭЦ. По виду и качеству топлива зола-унос является каменно- и буроугольной, так как она получается из 60% карагандинских каменных углей и 40% местных ташкумырских бурых углей. В

зависимости от вида подготовки и условий сжигания топлива относится к золам пылевидного сжигания /11/.

Химический и гранулометрический составы золы Бишкекской ТЭЦ приведены в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав золы-унос БТЭЦ

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>	Ппп	R <sub>2</sub> O	Σ
51,57	21,87	3,70	3,09	1,24	1,47	16,54	0,52	100

Смесь для газобетона изготавливалась в лабораторных условиях. Добавки вводились с водой затворения в процентном отношении от содержания цемента. Алюминиевую пудру затворяли в воде 50°С. Готовую бетонную смесь заливали в нагретые формочки размером 40×40×160 мм. Испытание образцов производили после 28 суток формования.

В таблице 2 показаны физико-механические свойства ячеистого бетона исследованных композиций.

Таблица 2. Составы композиций ячеистого газобетона

№ п/п	Соотношение компонентов ячеистобетонной смеси, % по массе									Физико-механические показатели	
	Алюминиевая пудра	В/Т	Ц	Зола	Песок	Известь	Melment, %	Micro Air (мл)	Glenium	γ, кг/м <sup>3</sup>	Рсж, МПа
1	0,001	0,7	0,5	0,5	-	-	-	-	0,8	963	0,87
2	0,001	0,6	0,5	0,5	-	-	-	-	0,8	1027	1,53
3	0,001	0,3	0,5	-	0,5	-	2	-	-	1161	2,96
4	0,001	0,3	0,5	-	0,45	5	0,8	-	-	998	0,68
5	0,001	0,3	0,5	-	0,45	5	1,5	-	-	1134	1,14
6	0,001	0,3	0,5	-	0,45	5	2	-	-	1104	1,14
7	0,001	0,45	0,5	0,225	0,225	5	0,8	-	-	867	0,64
8	0,001	0,7	0,5	0,225	0,225	5	0,8	-	-	616	0,29
9	0,001	0,45	0,5	0,25	0,25	-	0,8	-	-	873	0,69
10	0,001	0,45	0,5	0,25	0,25	-	0,8	0,2	-	1178	1,95
11	0,001	0,5	0,5	0,25	0,25	-	0,8	0,2	-	1026	1,24
12	0,0008	0,49	0,5	-	0,5	-	-	-	-	1390	0,7
13	0,0008	0,36	0,5	0,5	-	-	-	-	-	620	0,4

В результате экспериментов нами были получены газобетоны с показателями плотности в пределах от 616-1390 кг/м<sup>3</sup>. Мы достигаем уменьшения плотности в пределах до 616 кг/м<sup>3</sup> в 8 составе. Это обусловлено активностью золы, то есть ее способностью при смешивании в тонкоизмельченном виде с воздушной известью и затворении водой твердеть в различных условиях. Как видно из таблицы 1 составы без добавки извести имеют более высокие показатели плотности. Экспериментальные результаты показали, что введение различных добавок влияет на изменение физико-механических показателей свойств газобетона. Составы без добавок имеют низкие прочностные показатели, равные 0,7 и 0,4 МПа (состав 12-13). Применение добавки Melment приводит в 3 составе к повышению прочности до 2,96 МПа. Эффект взаимодействия добавок Melment + Micro Air дает в 10 составе прочность равную 1,95 МПа. Применение добавки Glenium также приводит к увеличению прочности на сжатие до 1,53 МПа в составе № 2. Так как Glenium

является высокоэффективной водоредуцирующей пластифицирующей добавкой при этом бетонная смесь становится более жидкой и соответственно В/Т отношение уменьшается.

Нами представлены поисковые эксперименты по подбору составов неавтоклавного ячеистого бетона из местных материалов Кыргызстана. Результаты экспериментов показали, что добавки играют важную роль в обеспечении требуемых физико-механических свойств ячеистого бетона. Дальнейшие наши исследования будут направлены на повышение физико-механических свойств ячеистого бетона.

### Список литературы

1. Долотова Р.Г. Неавтоклавные ячеистые бетоны с использованием природного и техногенного низкокремнеземистого сырья [Текст]: Автореф. ... канд. техн. наук / Р.Г. Долотова. – Томск, 2006.
2. Сажнев. Н.П. «Ячеистый бетон-современный строительный материал» [Текст] / Н.П. Сажнев. - (п. Чисть, Беларусь), февраль, 2003 г.
3. Чернов А. Популярное бетоноведение (Все статьи) [Электронный ресурс] / А. Чернов, А.Шикирянский. - 2005. – Режим доступа: URL: <http://library.stroit.ru/articles/beton2/> (дата обращения: 20.10.2013)
4. Зоткин А.Г. Зола ТЭС - эффективный компонент бетона [Электронный ресурс] / А.Г. Зоткин . – Режим доступа: URL: <http://www.pol-beton.ru/zola.html> (дата обращения: 20.10.2013)
5. Никифоров А.Н. Повышение эффективности производства ячеистых бетонов применением химических добавок [Текст]: А.Н. Никифоров, О.А. Пушкаренко, Н.В. Левченко, Н.А.Матенчук // Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве. - Сб. науч. трудов. Вып.2. - Днепропетровск: ПГАСА, 2005. - 111 с.
6. Карчевски Б. (Старшин, Польша) Astra Fil<sup>R</sup>-система микроармирования бетонов и растворов [Текст] : Б. Карчевски // Химические и минеральные добавки в бетон, 2005. - с140-146.
7. Митина Н.А. Теплоизоляционные материалы на основе дисперсно-армированного газобетона неавтоклавного твердения [Электронный ресурс] / Н.А. Митина , В.А. Лотов . – Режим доступа: URL: <http://www.sts54.ru/public/13.php> (дата обращения: 20.10.2013).
8. Щукина Ю. В. Неавтоклавный золо-цементный газобетон с химическими добавками. [Электронный ресурс] / Ю. В. Щукина, Г. И. Овчаренко. – Режим доступа: URL: <http://www.ibeton.ru/a212.php> (дата обращения: 20.10.2013)
9. Тугарина А.О. Фиброгазозобетон с использованием продуктов растительных полимеров [Текст]: Автореф. ... канд. техн. наук / А.О. Тугарина. – Санкт-Петербург: 2009. - с14.
10. Селютина А. В. Влияние противоморозных химических добавок и высококальциевых зол на свойства неавтоклавного газобетона [Электронный ресурс] / А. В. Селютина, Ю. В. Щукина, Г.И.Овчаренко. – Режим доступа: URL: <http://www.allbeton.ru/article/185/15.html> (дата обращения: 20.10.2013)
11. Караханиди С.Г. Использование золы как вторичного сырья в строительстве [Текст] / С.Г. Караханиди. - Ф.: Кыргызстан, 1990.