

УДК 691.327.33 (575.2)

**ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ  
НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА  
ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ КЫРГЫЗСТАНА**

*Н.А. Дыйканбаева*

Приведены результаты исследования влияния продолжительности тепловлажностной обработки на прочностные свойства неавтоклавного ячеистого бетона.

*Ключевые слова:* ячеистый бетон; неавтоклавный; тепловлажностная обработка; плотность; прочность; вяжущее; наполнители.

---

**EFFECT OF HEAT AND HUMIDITY TREATMENT ON THE STRENGTH PROPERTIES  
CELLULAR CONCRETE FROM LOCAL RAW MATERIALS KYRGYZSTAN**

*N.A. Dyikanbaeva*

The article considers the results of studies of the effect duration of heat and humidity treatment on the strength properties of non-autoclaved aerated concrete.

*Keywords:* cellular concrete; non-autoclave; steam curing; density; strength; binder; filler.

Считается, что использование газобетона, по сравнению с другими материалами, экономически более целесообразно. Это утверждение, помимо экономического расчета, легко доказывается историческими фактами. В 1923 г. шведскому архитектору доктору А. Эрикссону из Стокгольма удалось получить новый материал в результате смешивания сырья для шифера из извести и металлической пудры. Из-за образующейся пористой структуры доктор дал этому удивительному материалу название Поренбетон (Porenbeton). В 1928 г. на предприятии по переработке камня было организовано первое промышленное производство стеновых материалов из газобетона. На сегодняшний день ассортимент материалов из газобетона очень широк. Модельный ряд стеновых блоков начинается с блоков толщиной 50 мм, теплопроводность материала –  $0,09\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ . Известно, что экономичность и удобство здания не в последнюю очередь зависят от типа строительных материалов. К примеру, столь популярный в Европе, но мало распространенный у нас в стране газобетон значительно выигрывает по сравнению с традиционным кирпичом в плане своих физических свойств: его низкий вес и теплопроводность позволяют строить теплые и практичные дома в короткие сроки [1, 2].

Ячеистые бетоны делятся на автоклавные и неавтоклавные. Автоклавные твердеют в среде насыщенного пара при давлении выше атмос-

ферного (автоклавная обработка). Неавтоклавные (гидратационного твердения) – твердеют в естественных условиях, при электропрогреве или в среде насыщенного пара при атмосферном давлении. Тепловлажностная обработка завершает технологический процесс производства изделий из ячеистого бетона. Установление оптимального режима запаривания – важнейшая задача, так как мощность заводов в значительной степени определяется производительностью автоклавов. С.А. Мироновым и другими авторами установлено, что при назначении оптимальных режимов запаривания газобетонных изделий необходимо также учитывать физические процессы, которые происходят на отдельных стадиях автоклавной обработки [3–7].

Предлагаемые авторами результаты исследований относятся к изучению влияния продолжительности тепловлажностной обработки (ТВО) на прочностные свойства неавтоклавного газобетона. Цель экспериментов – установление оптимальной продолжительности времени ТВО для эффективного твердения бетона. Были изучены свойства неавтоклавного газобетона из сырьевых материалов Кыргызстана: золы Бишкекской ТЭЦ, известняка-ракушечника, Кантского порландцемента М400, алюминиевой пудры ПАП-2. В качестве добавок использовали: суперпластификатор Melment L10/33, Glenium 111, кальцинированную соду  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  [8–12].

Таблица 1 – Составы композиций ячеистого газобетона

№ п/п	Цемент	Зола	Ракушечник	Алюминий	сода	Глениум	Мелмент	Вода
1	50	30	19,74	0,08	0,11	-	0,5	0,54
2	50	30	19,78	0,1	0,1	0,8	-	0,43
3	50	-	49,32	0,08	0,1	0,8	-	0,32

Таблица 2 – Физико-механические свойства газобетона

№	$\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	Ризг., МПа	Рсж, МПа	$\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>			$\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>			Без ТВО		
				4 час	6 час	8 час	4 час	6 час	8 час	4 час	6 час	8 час
1а	590	0,97	1,31	656	0,90	1,77	520	0,43	0,99	730	0,74	3,93
1б	585	0,96	1,58	657	0,69	1,70	525	0,42	0,71	713	0,76	2,88
1в	600	0,99	1,60	658	0,80	2,02	520	0,49	0,91	730	0,89	3,31
2а	696	1,05	2,27	722	0,88	2,92	630	0,93	2,04	763	1,22	3,69
2б	678	1,02	1,86	720	0,90	2,85	635	0,85	2,36	760	1,13	5,40
2в	677	1,17	1,9	713	1,16	3,37	634	0,87	2,57	745	1,62	5,46
3а	752	1,74	3,13	688	1,00	2,93	631	0,84	1,78	725	1,40	4,41
3б	747	1,68	2,74	693	0,75	3,57	636	0,92	1,95	723	1,60	4,64
3в	737	1,60	3,06	687	0,96	2,86	631	0,71	1,55	723	1,58	4,50

Смесь для ячеистого бетона изготавливали в лабораторных условиях. Прочность на изгиб и на сжатие испытывали на образцах размерами 40×40×160 мм. Плотность испытываемых образцов была в пределах 520–760 кг/м<sup>3</sup>. Образцы подвергали тепловлажностной обработке при 90–95 °С спустя 24 час после заливки. Режим обработки – 4, 6 и 8 часов. Для сравнения приведем результаты испытания на прочность образцов без тепловлажностной обработки, которые твердели в обычных условиях в течение 28 суток. Были исследованы три состава композиций (таблица 1).

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

В первом составе газобетона максимальные показатели прочности на сжатие имеют, в зависимости

от плотности, образцы без ТВО –  $R_{сж} = 3,93$  МПа при  $\gamma = 730$  кг/м<sup>3</sup>. По показателю прочности на изгиб лучшие результаты имеют образцы, которые подвергали ТВО четыре часа. Максимальное значение  $R_{изг.} = 0,99$  МПа при  $\gamma = 600$  кг/м<sup>3</sup>. В данном составе, если потребуется ТВО, то можно пропаривать образцы всего четыре часа, так как последующее увеличение продолжительности обработки не оказывает положительного влияния на прочностные показатели газобетона (рисунок 1).

Во втором составе газобетона прочностные показатели лучше, чем в первом. Здесь также максимальные показатели прочности в зависимости от плотности имеют образцы без ТВО –  $R_{сж} = 5,46$  МПа,  $R_{изг.} = 1,62$  МПа при  $\gamma = 745$  кг/м<sup>3</sup>. С увеличением продолжительности ТВО, показатель прочности на

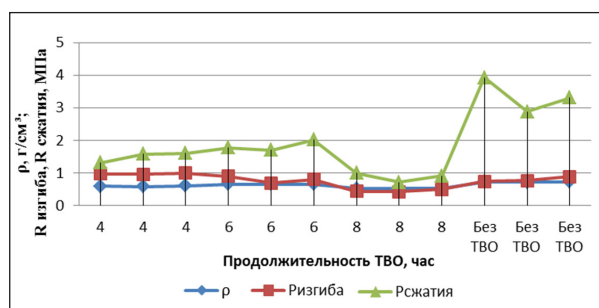


Рисунок 1 – График зависимости прочности от продолжительности ТВО, состав 1

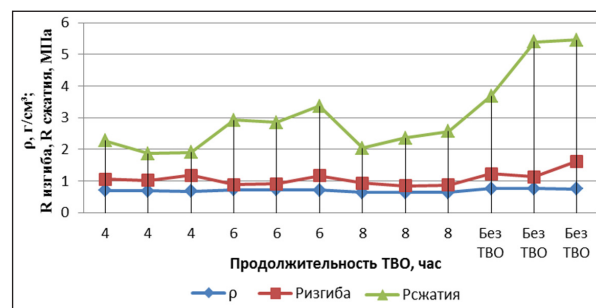


Рисунок 2 – График зависимости прочности от продолжительности ТВО, состав 2

изгиб уменьшается, а прочность на сжатие увеличивается (рисунок 2).

В третьем составе по показателю прочности на изгиб образцы с ТВО в 4 часа имеют лучшие результаты – максимальный равен  $R_{изг} = 1,74$  МПа при  $\gamma = 752$  кг/м<sup>3</sup>. Прочность на изгиб образцов без ТВО лучше, чем у образцов с ТВО – 6 и 8 часов. Максимальные показатели прочности на сжатие имеют образцы без ТВО –  $R_{сж} = 4,64$  МПа при  $\gamma = 723$  кг/м<sup>3</sup>. В данном составе наиболее благоприятные условия твердения оказались в обычных условиях в течение 28 суток (рисунок 3).

Таким образом, эксперименты показали наиболее эффективные условия твердения неавтоклавного газобетона. Для первого состава оптимальное время пропаривания составляет четыре часа. Образцы 2-го и 3-го составов без ТВО показали лучшие прочностные результаты по сравнению с пропаренными образцами. То есть для этих составов наиболее благоприятные условия твердения – обычные условия. Сокращение продолжительности ТВО и его исключение из производства сокращает энергетические затраты и снижает себестоимость производства неавтоклавного газобетона.

#### Литература

1. Скачков В.А. Газобетон – это экономично и удобно / В.А. Скачков // Экспозиция. 2009. № 2/Б(85). С. 22.
2. Сажнев Н.П. / Н.П. Сажнев, В.Н. Гончарик, Г.С. Гарнашевич, Л.В. Соколовский. Производство ячеистобетонных изделий: теория и практика. Мн.: Стринко, 1999. С 22–24.
3. Кривицкий М.Я. Ячеистые бетоны / М.Я. Кривицкий, Н.И. Левин, В.В. Макаревич. М.: Стройиздат, 1972. С. 34.
4. Горяйнов К.Э. Некоторые вопросы физики гидротермального твердения ячеистых бетонов / К.Э. Горяйнов // Тр. сем. “Исследование влияния режимов гидротермальной обработки на свойства силикатных материалов”. Таллинн: РДНТП, 1966.
5. Кривицкий М.Я. Исследование физических процессов в ячеистых бетонах при их автоклавной обработке / М.Я. Кривицкий // Тр. коорд. совещ. “Методы исследования деформаций и кинетики нарастания прочности различных бетонов в процессе тепловой обработки”. М.: Стройиздат, 1967.
6. Ломунов К.Ф. Новое о физических процессах при автоклавизации ячеистых бетонов / К.Ф. Ло-

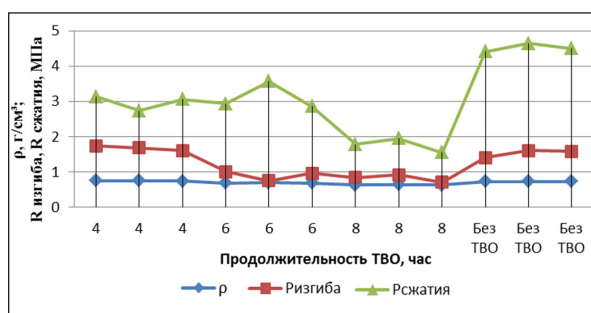


Рисунок 3 – График зависимости прочности от продолжительности ТВО, состав 3

мунов // Строительство и архитектура Ленинграда. 1965. № 8.

7. Миронов С.А. Бетоны автоклавного твердения / С.А. Миронов, М.Я. Кривицкий, Л.А. Малинина, Е.Н. Малинский, А.Н. Счастливый. М.: Стройиздат, 1968.
8. Касымова М.Т. Ячеистые бетоны и сухие гипсовые смеси из сырьевых материалов Кыргызстана / М.Т. Касымова, Н.А. Дыйканбаева, А.Т. Омурканова // Матер. междунауч.-практ. конф. “Строительные технологии, материалы и качество в строительстве”. Ростов н/Д, 2013. С. 40–44.
9. Касымова М.Т. Исследование свойств ячеистых бетонов местных материалов Кыргызстана / М.Т. Касымова, Н.А. Дыйканбаева // Вестник КГУСТА. 2014. Т. 1. № 3. С. 34–38.
10. Касымова М.Т. Свойства ячеистого бетона из местного сырья с модифицирующими добавками / М.Т. Касымова, Н.А. Дыйканбаева // Вестник КРСУ. 2015. Т. 15. № 3. С. 169–172.
11. Касымова М.Т. Исследование физико-механических свойств ячеистого бетона с известняком ракушечником / М.Т. Касымова, Н.А. Дыйканбаева // Матер. междунауч.-практ. конф. “Культурно-историческое наследие строительства: вчера, сегодня, завтра”. Саратов: Буква, 2014. С. 37–39.
12. Касымова М.Т. Температурный фактор в технологии производства фиброгазобетона / М.Т. Касымова, Н.А. Дыйканбаева // Матер. междунауч.-практ. конф. “Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Научные чтения, посв. памяти проф. А.П. Сапожникова”, Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО “КнАГТУ”. 2014. С. 280–285.