

# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 691.327.333

## ПРИМЕНЕНИЕ ПОРИЗОВАННОГО БЕТОНА ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РЕСПУБЛИКЕ ИРАК

А.А. Абасс, А.А. Аль Хабиб

Кафедра строительных конструкций и сооружений  
Инженерный факультет  
Российский университет дружбы народов  
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

В статье приведена информация о производстве поризованного бетона, рассмотрены достоинства и недостатки поризованного бетона, как строительного материала. Даны рекомендации его применения для восстановления, реконструкции и строительства зданий и сооружений в Республике Ирак.

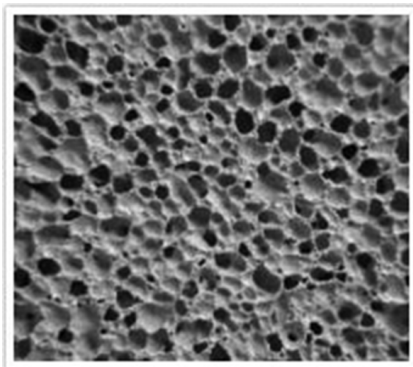
В настоящее время в Республике Ирак существует необходимость восстановления разрушенного боевыми действиями жилого фонда и строительства нового. Решить эту проблему можно путем применения дешевых современных материалов, имеющих высокие физико-химические и технологические характеристики. К числу таких строительных материалов можно отнести поризованный бетон. Его с успехом можно применить при строительстве малоэтажных зданий в Республике Ирак.

В современном малоэтажном строительстве все большее применение находят легкие бетоны, разновидностью которых являются поризованные бетоны неавтоклавного твердения, что требует их всестороннего изучения, особенно в условиях длительного воздействия нагрузки. Длительное приложение нагрузки и ее величина существенно влияют на ряд важных свойств бетона, в частности на его прочность, долговечность и деформативность. Поризованный бетон считается привлекательным строительным материалом, в результате гибкого производства технологии и отличных целевых свойств, наряду с экономическими выгодами. Поризованный бетон в сравнении с другими аналогичными строительными материалами превосходит их во многих аспектах, ввиду этого предпочтительнее использовать его в настоящее время в Ираке.

**Ключевые слова:** применение, поризованного бетона, малоэтажное, строительство, добавки, Республика Ирак

Поризованный бетон — это конструкционный строительный материал, получаемый на основе цемента и различных добавок по специальной технологии. Используемые строительные материалы расходуются более экономично, чем при изготовлении обычного бетона или раствора.

Поризованный бетон имеет плотность меньше, чем обычный бетон. Обычный бетон имеет плотность в диапазоне 2002—2500 кг/м<sup>3</sup>. Поризованный бетон имеет плотность в диапазоне 200—1800 кг/м<sup>3</sup> (рис.).



**Рис.** Поризованный бетон, структура

Полученный продукт обладает рядом дополнительных свойств. В частности, при одинаковой прочности стены из поризованного бетона будут намного легче, чем из обычного кирпича, а влагостойкость выше, чем у газобетона или гипса. Это неоспоримо, например, при проведении реконструкций, когда необходимо снизить нагрузку на несущие конструкции здания при достаточной прочности элементов.

Поризованный бетон имеет закрытую структуру ячейки и в связи с этим низкое водопоглощение. Когда идет дождь, вода не проходит через поризованный бетон. Вода, остающаяся в теле блока, не приводит к раскалыванию при замораживании, как это может быть с другими типами блоков.

Поризованный бетон можно использовать для производства блоков. Легкий вес блоков используется главным образом для сооружения стен и перегородок в сооружении. Легкий вес блоков приводит к минимальной нагрузке на сооружение. Блоки также обеспечивают хорошую тепловую и звуковую изоляцию [1].

**Преимущества поризованного бетона.** Использование поризованного бетона в строительстве находит все более широкое распространение, так как имеет ряд преимуществ [2]:

- нет необходимости в уплотнении или вибрации;
- заполнение всех пустот;
- экологически безопасный;
- свойства могут быть различны, для разных целей;
- очень приемлемая цена;
- может быть накачан под давлением;
- легкий вес, уменьшает прямую погрузку;
- равномерно распределяющий нагрузки;
- никакое обслуживание не требуется;
- превосходная звуковая и тепловая изоляция;
- превосходное сопротивление замораживанию и оттайке;
- низкое водное поглощение в течение долгого времени;

- превосходная огнестойкость;
- надежный контроль качества производства работ.

**Применение поризованного бетона.** Может использоваться для монолитной заливки стен и перекрытий. Очень полезен для заполнения пустот и провалов в грунте. Используется для гидроизоляции кровли. Очень хороший материал для изготовления стяжек под пол. Идеальный материал для траншейного восстановления. Может использоваться, чтобы сделать дорожные структуры менее тяжелыми. Идеальный материал для туннельного строительства и ремонта. Идеальный материал для противопожарной безопасности. Идеальный материал для внутренних стен и стяжек полов в многоэтажных зданиях. Материал для строительства теннисных кортов, баскетбольных и волейбольных площадок.

**Производство поризованных бетонов.** Для производства этого типа легкого бетона вводится некоторое количество воздуха или газа во время процесса смешивания.

Есть несколько способов для получения пузырьков воздуха в поризованном бетоне:

- использование вспенивателей;
- использование аэрирующих устройств;
- создание химических реакций, генерирующих газы.

Поризованные бетоны изготавливаются на строительной площадке путем поризации растворов в автомиксерах непосредственно перед их использованием. Поризация раствора производится в течение 15—25 мин. Далее раствор подается бетонными насосами к месту его применения. Имеется опыт поставок готового раствора в автомиксере на расстоянии до 70 км.

При поризации легких бетонов максимальный объем вовлеченного воздуха достигает 12%. На объем вовлеченного воздуха влияют вид и количество добавки, свойства заполнителей, условия и режим приготовления смеси. С увеличением содержания крупного пористого заполнителя до определенного предела объем вовлеченного воздуха резко возрастает — тем больше, чем мельче и легче зерна заполнителя. Воздухововлечение увеличивается также с уменьшением плотности песка и снижением количества мелких и пылевидных зерен. С уменьшением крупности и повышением плотности песка размер воздушных пузырьков уменьшается, повышается их устойчивость. Оптимальными для поризации являются составы с минимальным количеством добавки, при которых достигается требуемое воздухововлечение и однородная структура поризованного раствора. Для лучшей поризации легких бетонных смесей применяют более интенсивное перемешивание, при котором уменьшается размер пузырьков и повышается стабильность смеси.

Имеются технологии производства, которые позволяют вести строительные работы при низких температурах (до  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) с добавлением противоморозных добавок в смесь [3].

**Влияние химических добавок на процесс твердения поризованного бетона.** Способов ускорения твердения бетонов известно много, но для поризованного бетона наиболее эффективно, как показали исследования, ускорение твердения за счет применения химических добавок.

Время твердения бетона обуславливается физико-химическими процессами взаимодействия цементных минералов с водой. Известно, что введение химических добавок влияет на этот процесс по-разному в зависимости от их вида и дозировок. Опыт работы с добавками-ускорителями применительно к поризованному бетону показал, что традиционные, такие как хлористый кальция, серно-кислый натрий и др. и новые, такие как фтористый натрий, шавелевая кислота, гипохлорит кальция, АЖКС, а также комплексные добавки, ускоряя процесс твердения бетона, приводят к существенному снижению воздухоовлечения и, соответственно, к повышению средней плотности бетона. Увеличение концентрации воздухоовлекающей добавки в этом случае нежелательно из-за ряда побочных технологических эффектов.

Поиск добавок-ускорителей твердения поризованного бетона показал эффективность добавки нитрита натрия, которая известна как мощный ингибитор коррозии. Она не только не гасит воздухоовлечение, а наоборот, способствует ему, что позволяет примерно на четверть снизить дозировку воздухоовлекающей добавки. Отмечено и незначительное влияние на изменение средней плотности поризованного бетона добавки нитрата кальция.

Добавка нитрита натрия не содержит с вяжущим одноименных ионов и, согласно классификации Ратинова, относится к добавкам-ускорителям первого класса.

Добавка  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  содержит одноименный с вяжущим ион и вступает в реакцию присоединения с СЗА с образованием трудно растворимых соединений, состоящих из гидронитроалюминатов кальция, возможно и в высоконитратной форме, то есть данная добавка принимает непосредственное участие в формировании структуры цементного камня. Продукты взаимодействия откладываются в теле цементного камня и кольматируют поры [4].

Так как практически трудно изучать влияние различных дозировок добавок на поризованных системах, было решено поставить двухфакторный эксперимент на плотном цементном камне без воздухоовлекающей добавки. В опыте контролировались пластическая прочность цементного теста в течение 6 ч твердения и прочность при сжатии цементного камня в возрасте 16 ч, 1 и 3 сут. В результате эксперимента были определены следующие лучшие по кинетике твердения цементного камня две дозировки комплексной добавки  $\text{NaNO}_2 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ :

- 1) 1%  $\text{NaNO}_2 + 0,5\% \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ;
- 2) 1,5%  $\text{NaNO}_2 + 1\% \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .

Для сравнения также были рассмотрены добавки 1% и 2% нитрита натрия (табл. 1).

Прочность цементного камня повышается добавками-ускорителями твердения ( $\text{В/Ц} = 0,45$ ). Нами изучались изменения пластической прочности бетонной смеси во времени и кинетика твердения поризованного бетона. Установлено, что данные добавки примерно одинаково увеличивают пластическую прочность поризованного бетона. Распалубочную прочность для поризованного бетона с добавками-ускорителями твердения (0,6—0,75 МПа) удается получить в возрасте одних суток (табл. 2).

Таблица 1

**Прочность цементного камня с добавками ускорителями твердения (В/Ц = 0,45)**

Вид и дозировка добавки-ускорителя	Предел прочности при сжатии МПа, в возрасте, сут.			
	0,7	1	3	28
Без добавок	2,2	3,3	21,4	45
NaNO <sub>2</sub> — 1%	3,5	6,8	32	63
NaNO <sub>2</sub> — 2%	7,2	9,1	27	51
1% NaNO <sub>2</sub> + 0,5% Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	4,9	6,6	24	—
1,5% NaNO <sub>2</sub> + 1% Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	4,5	5,7	23	—

В возрасте 3 сут. поризованный бетон с добавками имеет 47—67% от 28-суточной (отпускной) прочности, которая составляет 3 МПа.

Проанализировав данные табл. 2, можно сказать, что отпускную прочность поризованного бетона с добавками-ускорителями можно обеспечить в период времени от 3 до 7 сут. естественного твердения.

Таблица 2

**Свойство поризованного бетона с добавками ускорителями твердения**

Вид и дозировка добавки	Средняя плотность бетона в состоянии, кг/м <sup>3</sup>		Предел прочности при сжатии, МПа, в возрасте, сут, в состоянии				
			естественной влажности				в сухом
	в смеси	в сухом	0,7	1	3	7	28
Без добавок	820	710	0,2	0,4	1,3	2,0	3,0
NaNO <sub>2</sub> — 1%	800	700	0,3	0,6	1,4	2,2	2,9
NaNO <sub>2</sub> — 2%	820	703	0,34	0,75	1,45	2,4	3,1
1% NaNO <sub>2</sub> + 0,5% Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	830	700	0,3	0,72	1,5	2,4	2,8
1,5% NaNO <sub>2</sub> + 1% Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	840	710	0,22	0,6	2,0	2,5	2,9

Поризованный бетон может применяться, чтобы сделать дорожные структуры менее тяжелыми. Это решает проблему там, где традиционно тяжелые дорожные структуры вызывают серьезное давление дороги, особенно в областях мягкого основания. Если строить дорожное основание из легкого материала, полный вес структуры может быть значительно уменьшен.

Поскольку поризованный бетон очень универсален, с широким диапазоном удельных весов, это оказалось эффективным в затратах на материалы и производство работ, чтобы решить эту проблему.

Поризованный бетон может использоваться в различных типах проектов основания, включая стабилизацию набережных после оползней, шоссе, расширяющие схемы, освоения земли и заполняющие провалы и пустоты (старые коллектора и туннели).

Рецептура материала должна быть тщательно подобрана и испытана к конкретному виду применения.

В связи с большим разбросом характеристик данного строительного материала любой из перечисленных видов работ требует специальных инженерных расчетов с подготовкой проекта производства работ. Все работы должны производиться строительными организациями по проекту под техническим надзором специализированной организации, занимающейся разработкой, исследованием

и применением поризованных (легких) бетонов. Оборудование для производства работ должно быть тщательно подобрано.

Поризованный бетон прекрасно сочетает в себе низкую теплопроводность и достаточно высокую прочность. Добавим к этому экономичность, маленький вес, простоту эксплуатации, легкость обработки и долговечность. В результате получим практически идеальный строительный материал, который позволяет строить надежный и уютный дом в кратчайшие сроки.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Чернышов Е.М. Поризованные бетоны для конструкций малоэтажных зданий / Е.М. Чернышов, Г.С. Славчева, Н.Д. Потамошнева, А.И. Макеев // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2006. № 5. С. 16—19.
- [2] Перцев В.Т., Черноусенко Г.И. Особенности рецептуры поризованных бетонов // Технологии бетонов. 2009. № 4. С. 74—75.
- [3] Поризованный бетон. URL: <http://sbcmi.ru/porizovannyj-beton/> (дата обращения 12.10.2015).
- [4] Добавки в бетон: справ. пособие / В.С. Рамачандран. М.: Стройиздат, 1988. 571 с.

## USE OF FOAMED CONCRETE FOR LOW-RISE CONSTRUCTION IN THE REPUBLIC OF IRAQ

A.A. Abass , A.A. Al-Habeeb

Engineering Faculty  
Department of Building Structures and Construction  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419*

This article provides information about the production of foamed concrete consider advantages and disadvantages of foamed concrete as a building material. The recommendations for its application for rehabilitation, reconstruction and construction of buildings and structures in the Republic of Iraq.

Currently, in the Republic of Iraq, there is a need to rebuild the housing and construction destroyed by fighting. This problem can be solved through the use of cheap modern materials with high physical-chemical and technological characteristics. Such building materials include foamed concrete. It can be successfully used in the construction of low-rise buildings in the Republic of Iraq.

In the modern low-rise building, increasing application of lightweight concrete, which are a type of non-saturated aerated concrete hardening, it will require thorough study, especially in the conditions of long-acting load. For a long time application of a load and its value it substantially affects several important properties of concrete, especially its strength, durability and deformability.

Foamed concrete building material is considered attractive, as a result of flexible production technologies and the excellent properties of the target, along with the economic benefits. Foamed concrete in comparison with other similar construction materials exceeds in many aspects in view, it is preferable to use it in present time in Iraq.

**Key word:** Application, foamed concrete, low-rise building, Additives, In the Republic of Iraq

## REFERENCES

- [1] Chernyshov E.M. Foamed concrete structures for low-rise buildings [Text] / E.M. Chernyshov, G.S. Slavcheva, N.D. Potamoshneva, A.I. Makeev. Building materials, equipment, technologies of XXI century. 2006. № 5. P. 16—19. [Chernyshov E.M. Porizovannye betony dlya konstrukcij maloetazhnyh zdaniy [Tekst] / E.M. Chernyshov, G.S. Slavcheva, N.D. Potamoshneva, A.I. Makeev. Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka. 2006. № 5. S. 16—19.]
- [2] Peppers V.T., Chernousenko G.I. Features recipes foamed concrete. Technology concretes. 2009. № 4. P. 74—75. [Percev V.T., Chernousenko G.I. Osobennosti receptury porizovannyh betonov. Tekhnologii betonov. 2009. № 4. S. 74—75.]
- [3] Foamed concrete. URL: <http://sbcmi.ru/porizovannyj-beton/> (data handling 10/12/2015). [Porizovannyj beton. URL: <http://sbcmi.ru/porizovannyj-beton/> (data obrashcheniya 12.10.2015).]
- [4] The additives in concrete. Handbook / V.S. Ramachandran. M.: Stroyizdat, 1988. 571 p. [Dobavki v beton. Spravochnoe posobie / V.S. Ramachandran. M.: Strojizdat, 1988. 571 s.]