



УДК 624.07+721.25+652.52(045/046)



М.К. АБДЫБАЛИЕВ
КГУСТА ИМ. Н.ИСАНОВА,
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E-MAIL: PROMPROEKT.KG@GMAIL.COM

М.К. ABDYBALIEV
KSUCTA N.A. N.ISANOV,
BISHKEK KYRGYZ REPUBLIC

Ы.Т. БОСУМБЕКОВА
КГУСТА ИМ. Н.ИСАНОВА,
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E-MAIL: BOSUMBEKOVAYRYSAI@GMAIL.COM

Y.T. BOSUMBEKOVA
KSUCTA N.A. N.ISANOV,
BISHKEK KYRGYZ REPUBLIC

Т.А. МАМЫРАЛИЕВ
КГУСТА ИМ. Н.ИСАНОВА,
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E-MAIL: TYNCHTYKMAMYRALIEV7@GMAIL.COM

T.A. MAMYRALIEV
KSUCTA N.A. N.ISANOV,
BISHKEK KYRGYZ REPUBLIC

А.А. МЕЩЕРЯКОВ
КГУСТА ИМ. Н.ИСАНОВА,
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E-MAIL: REDFOX12432@GMAIL.COM

A.A. MESHERYAKOV
KSUCTA N.A. N.ISANOV,
BISHKEK KYRGYZ REPUBLIC

E.mail. ksucta@elcat.kg

МИРОВОЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕНОБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

WORLDWIDE EXPERIENCE IN USING FOAM CONCRETE

Бул иште пенобетонду жана андан жасалган буюмдарды чет өлкөлүк жана постсоветтик өлкөлөрдө колдонуу тажрыйбасы берилген.

***Чечүүчү сөздөр:** көңдөйчөлүү бетон, пенобетон, кичи кабаттуу курулуш, тирөөчконструкциялар, дубалдар, тосмолор, жертитирөөгөтуруктуулук.*

В данной работе изложен опыт применения пенобетона и изделий из них в зарубежных и постсоветских странах.

***Ключевые слова:** ячеистый бетон, пенобетон, малоэтажное строительство, несущие конструкции, стены, перегородки, сейсмостойкость.*



In this paper, experience of using foam concrete and its products in abroad and on a soviet union territory is outlined.

Key words: *foam concrete, honeycomb concrete, low-rise buildings, bringing structures, walls, partitions, seismic resistance.*

Пенобетон – это пористый материал, получаемый в результате твердения смеси, состоящий из гидравлического вяжущего, тонкодисперсного кремнеземистого компонента, воды и пенообразователя (рис. 1.).

По структуре пенобетон относится к группе ячеистых бетонов, названных так из-за наличия в них равномерно распределенных сферических пор. Различают пенобетоны двух видов: автоклавного и неавтоклавного твердения (пропаривание или воздушное твердение).

При неавтоклавном производстве смесь для получения пенобетона оставляют твердеть в обычных условиях. Это относительно дешевый способ получения строительного материала: минимальны затраты электроэнергии, нет необходимости применять специальное оборудование. Несомненно, при существенном росте цен на энергоносители, повышение доли транспортных расходов в себестоимости продукции, этот вид производства заслуживает внимания, в особенности при проектировании и строительстве малоэтажных домов.

Неавтоклавный способ производства имеет существенный недостаток: усадка пенобетона в процессе эксплуатации гораздо больше (2–3 мм/м), чем у автоклавного бетона (0,3 мм/м), при одинаковой плотности изделий. Специфика технологии неавтоклавного пенобетона требует и повышенного расхода цемента. Несмотря на относительную дешевизну получаемого изделия, в промышленных масштабах предпочтительнее производство автоклавного пенобетона [1, 2].

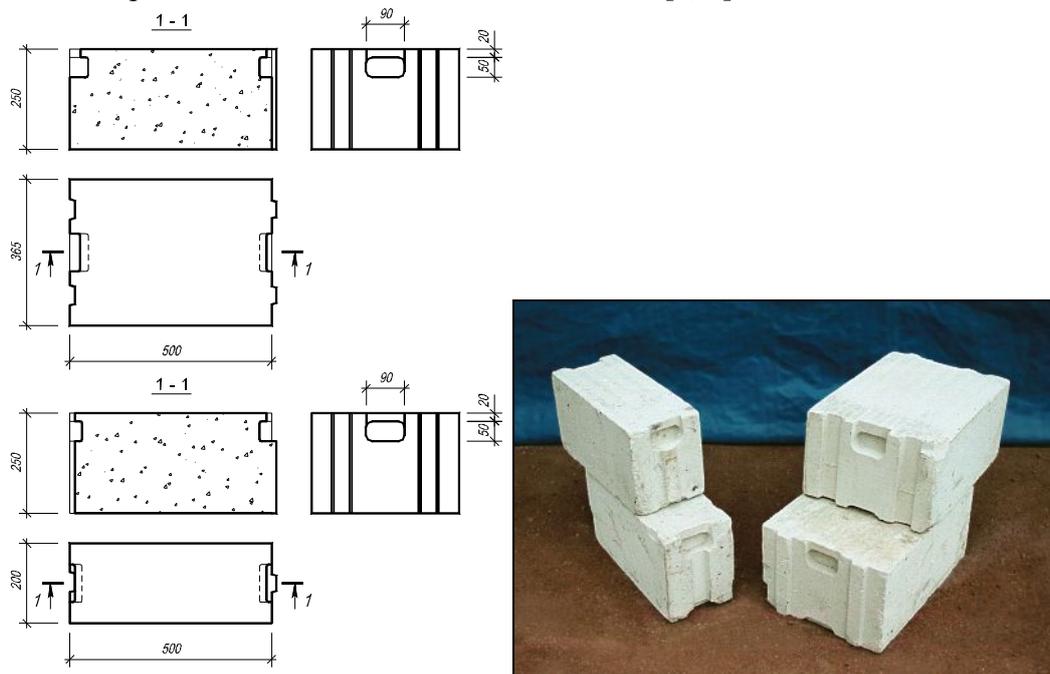


Рис. 1. Общий вид блоков из ячеистого бетона

Автоклавная обработка пенобетона производится не только для того, чтобы ускорить процесс твердения смеси. Основной смысл состоит в том, что в автоклаве при температуре +180°C и давлении до 14 бар в пенобетоне образуется новый минерал - доберморит. Благодаря этому повышается прочность материала и, что особенно важно, в несколько раз уменьшается усадка.



За счет своих физико-механических характеристик автоклавный пенобетон имеет гораздо большую сферу применения. Он может использоваться, например, в армированных конструкциях — перемычках, панелях, и др.

История появления пенобетона восходит к 20-м гг. прошлого столетия. Этот материал был синтезирован в лабораторных условиях в Швеции, а в начале 30-х гг. шведский концерн Sirogex решил впервые промышленно опробовать получение искусственного камня, изготовленного путем «вспенивания» цементно-песчаной смеси. Существенный рост производства автоклавного пенобетона начался после Второй мировой войны, когда надо было быстро восстановить разрушенные здания. Строительство заводов по производству пенобетона позволило быстро и экономно решить эту проблему. В то время пенобетон производился с объемной массой 600–700 кг/м³, что удовлетворяло требованиям по теплопроводности ограждающих конструкций [3].

Пористые бетоны, о которых идет речь, известны в Европе уже более 50 лет, но только в последние годы он стал предметом пристального внимания североамериканских строителей. Росту заинтересованности способствовало открытие в США двумя немецкими фирмами заводов по их производству. Эта технология получила государственную поддержку и заняла ведущее место в списке наиболее прогрессивных и перспективных для реализации американской жилищной программы, производства материалов и внедрения технологий. В 1914 году в Швеции во время проводимых исследований обнаружили, что смесь цемента, извести, воды и песка в присутствии алюминиевого порошка имеет свойство расширяться за счет образования бесконечного количества пузырьков водорода, замкнутых плотной оболочкой цементно-известковой смеси. При этом объем смеси увеличивается примерно от трех до пяти раз. После придания смеси требуемой формы она выжигается в автоклаве под давлением при температуре 170-200°C. Полученные таким образом формы имеют сравнительно небольшой объемный вес и хорошие теплоизоляционные, огнеупорные и акустические свойства. Коэффициент теплового сопротивления пористого бетона остается по отношению к обычному бетону как 12,5:1 [4,5].

Наиболее известными строительными системами на базе пористых бетонных форм являются *YTONG*, *THERMALITE*, *H+H Celoon* и *HEBEL*. Эти системы ПБФ применяются при сооружении различных видов несущих и ограждающих конструкций. Их отличительной чертой является более крупный размер элементов по сравнению с кирпичной кладкой. Процесс кладки ПБФ проходит значительно быстрее и меньшим количеством рабочих. А в сравнении с различного рода бетонными панелями достигается экономия за счет применения техники меньшей грузоподъемности или вообще без ее использования. Например, вместо применения стандартных в США бетонных блоков 200x400 мм (CMU - *concretemasonryunits* или *cementmortarunit*), один рабочий может укладывать блоки ПБФ размером 300x600мм и больше. ПБФ можно резать, сверлить, шлифовать, забивать в них гвозди, применяя обычный инструмент. Высокое качество изготовления, а в следствии малый диапазон отклонений размеров от нормативных, создают возможность применения при кладке по технологии тонкослойного раствора. Заслуживают также внимания пористые «бетоны», в которых вместо обычного цемента применяется материал, называемый *TOBERMORITE* [6].

Пенобетон представляет собой экономичный и эффективный строительный материал, свойства которого позволяют в сжатые сроки сооружать здания различного назначения. При строительстве больших каркасных домов блоки из пенобетона могут применяться в качестве утеплителя и заполнителя рамных проемов [7].

В малоэтажном строительстве пенобетон может выполнять не только теплоизоляционные, но и несущие функции. Он может применяться комплексно в конструкциях наружных и внутренних стен, перегородок, перекрытий, покрытий, перемычек и даже лестничных ступеней. Отметим, что делались попытки использования пенобетона в конструкциях фундаментов и стен подвалов, однако их обоснованность

требует дополнительной проверки на долговечность и надежность этих конструкций. мировой практике пенобетон уже давно используется при реконструкции старых зданий, при наращивании их этажности, для утепления фасадов без изменения конструкции и несущей способности фундаментов [8].

К настоящему времени пенобетонные блоки нашли широкое применение в строительстве, осуществляемом в сейсмических районах США, Турции, Израиля, Болгарии и многих других стран. Применение в кладке наружных стен пенобетонных блоков, вместо традиционного полнотелого кирпича, способствует существенному снижению веса зданий, что весьма важно для объектов, возводимых в сейсмических районах [9].

Имеются данные о поведении наружных стен из пенобетонных блоков при сильных землетрясениях. В частности, при изучении последствий Измирского землетрясения (Турция, 1999 г.) специалистами было установлено, что наружные стены каркасных зданий с диафрагмами жесткости, выполненные из пенобетонных блоков, хотя и не имели антисейсмического усиления и соединений с каркасом, перенесли интенсивные сейсмические воздействия вполне удовлетворительно.

7 сентября 1999 г. в Греции произошло землетрясение 5,9 балла по шкале Рихтера. Эпицентр землетрясения находился рядом с центром г. Афины и его ускорение было значительным, 0,50g, в пределах г. Афины зарегистрированные ускорения составляли от 0,16 до 0,24 g (рис. 2, 3 и 4).

При землетрясении, были отмечены следующие повреждения:

- а) трещины в гипсовом растворе;
- б) трещины и нарушение сплошности в точках соприкосновения сплошных стен и несущих конструкций;
- в) поперечные трещины в стенах;
- г) трещины под узлами опирания перемычек;
- д) растрескивание и выпадение внешних слоев в двухрядных кирпичных стенах.



Рис. 2. Трещины между оконными рамами с одновременным нарушением двурядной кирпичной стены

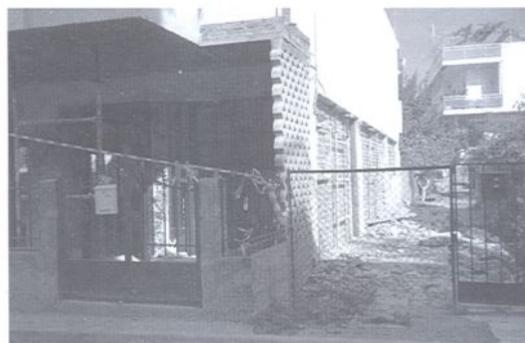


Рис. 3. Полное отделение наружного слоя двурядной стены здания





Рис. 4. Двухэтажное здание в НеаКифисиа. Землетрясение не коснулось конструкций

Поведение несущих блочных стен было очень благоприятным. Исследования подтверждают, малый вес снижает общее усилие на здание, которое было очень важно в случае этого землетрясения и его высоких ускорений.

На постсоветском пространстве применение ячеистых бетонов берет начало в 30-е годы прошлого столетия. Первоначальное применение его было в качестве утеплителя [10]. Уже с 1950 по 1960 годы в СССР было построено более 70 заводов по производству ячеистых бетонов [11]. К концу 80-х годов объем выпущенных изделий из ячеистого бетона составлял 5,9 млн. м³, в том числе 35 % в виде теплоизоляционных изделий [12].

Для изготовления пенобетона используются: кварцевый песок, цемент, известь, вода и пенообразователь, при этом плотность получаемого пенобетона составляет 400-650 кг/м³, а фактическая прочность на сжатие – 25-30 кг/см².

Кладка стен и перегородок из пенобетонных блоков, как правило, выполняется на специальном клеевом составе.

На данный момент за рубежом работает около 200 заводов по производству ячеистого бетона автоклавного твердения, производящих около 40 миллионов кубических метров изделий в год, что говорит о необычайной популярности этого материала.

Отмечая в целом изученность поведения пенобетона в мировой практике, следует отметить весьма неполные сведения об особенностях их поведения при статических и динамических нагрузках подобных сейсмическим.

Список литературы

1. Винокуров О.П. Физико-механические свойства неавтоклавных ячеистых бетонов [Текст] / О.П. Винокуров, Б.П.Филлипов, Р.Д. Серых и др. // Бетон и железобетон. -М.: 1989.- №1.- С. 14-15.
2. Серых Р.Л. Усадка, ползучесть и длительная прочность неавтоклавных ячеистых бетонов, Прочность и деформативность ячеистых бетонов и конструкций [Текст] / Р.Л.Серых, Д.Р.Уринов, О.П. Винокуров//Сб. трудов НИИЖБ. -М.: 1981. –С.13-27.
3. Серых Р.Л. Газозолобетон для монолитного строительства, Развитие производства изделий из ячеистых бетонов [Текст]: Тезисы научно-технического семинара / Р.Л. Серых, Л.И. Бокова. –Челябинск: 1990. – 110 с.
4. Бергстром С. Подготовка стандартов по армированному ячеистому бетону в Швеции, Ячеистый бетоны за рубежом [Текст] /Бергстром С. и др. // В кн. Госстрой СССР. –М.: 1961.
5. Дворядкин А.Т. Особенности производства и применения ячеистых бетонов в Швеции [Текст] / А.Т.Дворядкин//Строительные материалы. -1966. - №8. –С.56.
6. PROBET «BiuroProjektówiDoradztwaGospodarczego» Warszawa. Ячеистый бетон – идеальный строительный материал в любые климатические условия [Текст]-2005.- Март –С. 1-10.
7. Кудряшов И.Т. Ячеистые бетоны [Текст] / И.Т. Кудряшов, В.П.Куприянов.- М.:1959. –180 с.
8. Короткевич В.В. Автоклавные ячеистые бетоны в жилищно-гражданском строительстве [Текст] / В.В.Короткевич// Бетон и железобетон. - М.: 1988.- №7. –С. 6-7.
9. Трамбовецкий В.П. Ячеистый бетон за рубежом [Текст] / В.П.Трамбовецкий // Бетон и железобетон. - М.: 1988.-№7.-С. 20-21.
10. Развитие бетона и железобетона в СССР [Текст] / под ред. К.В. Михайлова.- М.: 1969. – 376 с.
11. Левин С.Н. Производство ячеистых бетонов в СССР [Текст] / С.Н. Левин, Г.Я.Ахманицкий, И.Л.Жодзишский. –М.: 1969. –122 с.



12. Почтенко А.Г. Эксплуатационные характеристики конструкций
ячеистобетонных домов[Текст] / А.Г.Почтенко // Ячеистые бетоны в жилищно-
гражданском строительстве: Сб. научных трудов. – Ленинград: 1983. –С. 67-71.