

**Б.К. Сарсенбаев<sup>1</sup>, Б.Т. Копжасаров<sup>1</sup>, А.Р. Ахметов<sup>1</sup>,  
С.М. Моминова<sup>1</sup>, Д.А. Ахметов<sup>5</sup>**

(<sup>1,2,3,4</sup> Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,  
г. Шымкент, <sup>5</sup> ТОО «НИИСТРОМПРОЕКТ», г. Алматы, Республика Казахстан)

## **ДЕЙСТВИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА НА СТОЙКОСТЬ ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ СТЕНОВЫХ БЛОКОВ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ**

**Аннотация.** *Статья посвящена влиянию процесса карбонизации на физико-технические свойства ограждающих стеновых блоков из ячеистого бетона, применяемых в высотном строительстве. Рассмотрен механизм долговременного карбонизационного воздействия двуокиси углерода на химсостав и физико-технические свойства ячеистого бетона.*

**Ключевые слова:** *ячеистый бетон, стеновые блоки, теплоаккумулирующая способность, пористость, газопроницаемость, ограждающие конструкции, цементный камень.*

В современном городском жилищном строительстве приоритеты отданы высотным зданиям и сооружениям. В связи с этим строителям – ученым и производителям – предстоит решать в настоящем и будущем очень сложные задачи, чтобы возводить надежные и долговечные высотные здания и сооружения. В высотном строительстве в качестве стеновых ограждающих изделий используют преимущественно блоки и ограждающие элементы из ячеистого бетона. Применение ячеистого бетона в качестве стенового материала связано с повышенными нормами к теплосопrotивлению стеновых и ограждающих изделий и конструкций, возросших более чем в три раза. По принятым строительным нормам толщина внешней стены должна быть: из красного кирпича не менее 150 см, а из ячеистого бетона 38,5 см при плотности 600 кг/м<sup>3</sup>.

Почему предпочтение отдано ячеистым бетонам? Ограждающие изделия из ячеистого бетона отвечают всем современным требованиям по теплозащите, пожаробезопасности, санитарным нормам, надежности в эксплуатации и долговечности. Кроме того, в ячеистом бетоне, из одного кубического метра сырья, за счет вовлеченного воздуха получают три – четыре кубометра стенового материала.

Ячеистый бетон обладает высокой теплоаккумулирующей способностью, коэффициент экологичности равен 2, для сравнения у дерева 1, керамического кирпича 10. Содержание естественных радионуклидов в 10 раз ниже нормы и соответствует самым строгим санитарно-гигиеническим требованиям. Весьма эффективен ячеистый бетон в высотных зданиях, особенно в сейсмоопасных районах, за счет эффекта пропорционального снижения веса зданий и сейсмической нагрузки на фундамент и грунт, так как занимает 40-50 процентов всего объема здания.

Все эти преимущества ячеистобетонных изделий от других материалов аналогичного назначения, нашли отражение в технических регламентах и в принятой

европейским союзом директиве по строительным материалам и изделиям. Однако, несмотря на видимые преимущества применения в высотном строительстве ячеистого бетона, остается ряд очень важных нерешенных проблем.

Проблемой современного строительства высотных зданий является общее удорожание строительства за счет дополнительного крепления теплоизоляции из минеральной ваты к ячеистому блоку и облицовки из керамогранита или других навесных систем. А также неудовлетворительные технические, эксплуатационные и энергосберегающие характеристики ячеистобетонных изделий. Частично проблему энерго- и теплосбережения высотных зданий можно решить, перейдя постепенно на более современные энергосберегающие технологии производства ячеистых бетонов, например, вместо продукции заводов фирмы «Masa-Ненке», производящие стеновые блоки и перегородки, перейти на продукцию заводов фирмы «Wehrhan», производящие стеновые блоки, перегородки и армированные плиты перекрытия. В таком случае все помещение будет защищено ячеистым бетоном, и потери тепла сократятся.

Конечно, возможно на заводах фирмы «Masa-Ненке», действующих в Казахстане, организовать линии по производству армированных плит перекрытия, но это будет связано с большими затратами на организацию арматурного хозяйства и резательные установки.

Кроме всего прочего, использование ячеистого бетона в качестве ограждающих изделий требует обеспечения долговечности от воздействий окружающей среды, то есть от климата. В процессе возведения и эксплуатации высотных зданий, стеновые блоки подвергаются действию мороза, попеременному увлажнению и высушиванию, нагреванию и охлаждению, солнечной радиации и карбонизации.

К сожалению, строители совсем не обращают внимания на разрушающее действие карбонизации на ячеистобетонные стеновые блоки.

Пониженная плотность, повышенная пористость и газопроницаемость ячеистых бетонов определяют их интенсивную карбонизацию. В результате возрастающей концентрации углекислого газа в городах значительно повысилось его отрицательное действие на ограждающие конструкции и, в первую очередь, на ячеистобетонные стеновые блоки.

Известно, что карбонизированный слой на поверхности обычного цементного тяжелого бетона заметно повышает его прочность и стойкость. Это явление объясняется большей стойкостью образованного кальцита по сравнению с гидратом оксида кальция.

Механизм карбонизационного воздействия состоит в том, что сорбция двуокиси углерода ( $\text{CO}_2$ ) протекает одновременно с адсорбцией ячеистым бетоном паровоздушной смеси и взаимодействие с ним изменяет химический и минералогический состав цементного камня. При этом гидросиликат кальция разлагается углекислотой до образования кальцита и гидрогеля кремнезема. В результате глубоких структурных изменений, происходящих при карбонизации, значительно изменяются и физико-механические свойства ячеистых бетонов. В процессе эксплуатации величина карбонизации ячеистобетонных ограждающих

конструкций постепенно возрастает и прочность изделий из ячеистого бетона как на сжатие, так и на изгиб снижаются. Причем снижение прочности от концентрации углекислого газа не зависит. Интенсивность карбонизации проявляется уже на стадии сорбционного влагосодержания и приводит к карбонизационному трещинообразованию и потере бетоном своих технических свойств.

Изделия из ячеистого бетона поступают с заводов на строительные объекты покрытыми плотной полиэтиленовой пленкой для того, чтобы исключить сорбцию влаги из окружающего воздуха. Повышение влажности ячеистобетонных изделий ведет не только к карбонизационному трещинообразованию, но и к ухудшению основного свойства – теплопроводности. Поэтому ячеистобетонные блоки необходимо, по мере возведения здания, сразу гидроизолировать поэтажно.

Исследования показали, что у незащищенного ячеистобетонного стенового блока плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$ , за 10 лет эксплуатации, прочность на сжатие снизилась на 12-15%, а на растяжение при изгибе на 25-30% за счет карбонизационного трещинообразования, а коэффициент теплопроводности увеличился на  $0,1 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$ .

К сожалению, многие высотные здания после возведения каркаса и укладки стенового материала на месяцы и даже годы оставляют без защиты от атмосферных воздействий стены из ячеистого бетона. Строителями до сих пор не продумана технология возведения стен с одновременной защитой ячеистобетонных блоков от влаги. В связи с этим значительно снижаются их прочностные и теплотехнические свойства и в целом теплозащита высотных зданий.

#### *Литература:*

1. Ахметов Д.А., Ахметов А.Р., Бисенов К.А. Ячеистые бетоны. – Алматы: Ғылым, 2008. – 384 с.
2. Комарова Н.Н., Лысенко Н.П., Ахметов А.Р. О влиянии сроков хранения известково-шлакового вяжущего на прочность автоклавного бетона// XV Конференция Силикатной промышленности и Науки о Силикатах. – Будапешт, 1989.

*Мақала көміртектену процесінің көп қабатты құрылыста қолданылатын ұялы бетоннан жасалған қабырға блоктарының физикалық-техникалық қасиеттеріне әсеріне арналған. Көмірқышқыл газының химиялық құрамы мен ұялы бетонның физикалық-техникалық қасиеттеріне ұзақ мерзімді карбонизация әсерінің механизмі қарастырылған.*

***Түйін сөздер:** ұялы бетон, қабырға блоктары, жылуды сақтау қабілеті, кеуектілігі, газ өткізгіштігі, қоршау құрылымдары, цемент тасы.*

*The article is devoted to the influence of the carbonization process on the physical and technical properties of external wall blocks made of gas concrete used in high-rise buildings. The mechanism of long-term carbonization effect of carbon dioxide on the chemical composition and physical and technical properties of gas concrete is considered.*

***Key words:** cellular concrete, wall blocks, heat storage capacity, porosity, gas permeability, enclosing structures, cement stone.*