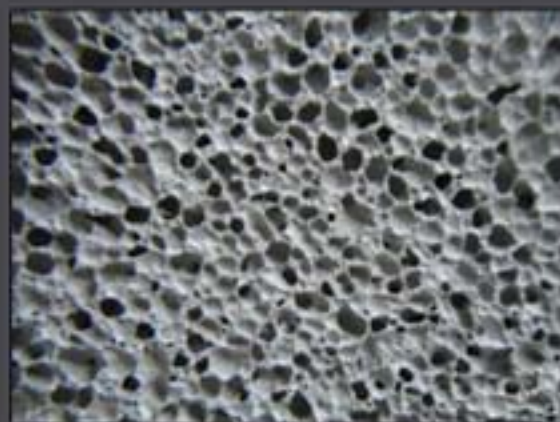


С.Г. Парфёнов Е.А. Федоренко Д.Ю. Пикин

Проектирование железобетонных и
сталежелезобетонных конструкций
из ячеистых бетонов



С. Г. Парфенов, Е. А. Федоренко, Д. Ю. Пикин

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
И СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ
ИЗ ЯЧЕЙСТЫХ БЕТОНОВ**

Рекомендовано Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский государственный строительный университет» в качестве учебного пособия для студентов ВПО, обучающихся по направлению подготовки 270100 «Строительство» по специальностям 270102 – «Промышленное и гражданское строительство» и 270106 – «Производство строительных материалов, изделий и конструкций»



Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва 2012

УДК 624.012:691.33

Рецензенты:

кафедра строительных конструкций и материалов Орловского государственного технического университета (академик Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН), д. т. н., профессор *Колчунов В. И.*);

кафедра железобетонных и каменных конструкций Московского государственного строительного университета (советник Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН) д. т. н., профессор *Тамразян А. Г.*)

Парфенов С. Г.

Проектирование железобетонных и сталежелезобетонных конструкций из ячеистых бетонов: учебное пособие / С. Г. Парфенов, Е. А. Федоренко, Д. Ю. Пикин. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2012. – 192 с

ISBN 978-5-93093-837-1

В учебном пособии изложены свойства ячеистых бетонов, виды изделий и конструкций, практические методы и примеры расчета конструкций из ячеистых бетонов, выполняемых в курсовых и дипломных проектах. Даны необходимые для расчета и конструирования элементов вспомогательные таблицы. В приложении приведены опалубочные и арматурные чертежи панелей перекрытия и покрытия.

УДК 624.012:691.33

© Парфенов С. Г., Федоренко Е. А.,
Пикин Д. Ю., 2012

© Издательство АСВ, 2012

ISBN 978-5-93093-837-1

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. Ячеистые бетоны. Общие положения и свойства	6
1.1 Общие сведения	6
1.2 Виды ячеистых бетонов	9
1.3 Основные свойства ячеистых бетонов	10
1.4 Виды изделий и конструкций из ячеистых бетонов	15
1.5 Материалы для ячеистых бетонов	26
1.5.1 Вяжущие для ячеистых бетонов	27
1.5.2 Кремнеземистые компоненты	29
1.5.3. Порообразователи	30
1.5.4 Добавки и вода затворения	31
1.6 Подбор состава ячеистого бетона	32
1.6.1 Определение исходного состава ячеистого бетона	32
1.6.2 Выбор исходных данных для подбора состава ячеистого бетона	33
1.6.3. Расчет расхода материалов на пробный замес исходного состава ячеистого бетона	35
1.6.4 Пример подбора состава ячеистого бетона	37
1.7 Пути повышения долговечности конструкций из ячеистых бетонов	39
Глава 2. Основы расчета элементов конструкций из ячеистого бетона	43
2.1 Материалы для конструкций из ячеистого бетона	43
2.1.1 Бетон	43
2.1.2. Арматура	49
2.2 Расчетные и конструктивные требования	54
2.2.1 Основные расчетные требования	54
2.2.2 Конструктивные требования	56
2.3 Расчет бетонных элементов по прочности	62
2.4 Расчет железобетонных элементов по прочности сечений, нормальных к продольной оси	68
2.5 Расчет по прочности сечений, наклонных к продольной оси элемента	78
2.6 Расчет железобетонных элементов на местное действие нагрузки	84

2.7 Расчет железобетонных элементов по образованию трещин	86
2.8 Расчет железобетонных элементов по раскрытию трещин, нормальных к продольной оси	86
2.9 Расчет элементов железобетонных конструкций по деформациям	88

Глава 3. Сталежелезобетонные перекрытия с монолитной плитой из ячеистого бетона

по стальному профилированному настилу	94
3.1 Общие положения	94
3.2 Конструктивные требования	95
3.3 Расчет и проектирование сталежелезобетонных перекрытий.....	96
3.3.1 Расчет и проектирование сталежелезобетонных перекрытий на стадии возведения	96
3.3.2 Расчет и проектирование сталежелезобетонных перекрытий на стадии эксплуатации	107
3.4 Расчет комбинированной балки перекрытия	123
3.5 Анкерные упоры.....	131

Глава 4. Примеры расчета конструкций зданий.....

4.1 Панель перекрытия сплошная	137
4.2 Многопустотная панель покрытия.....	143
4.3 Расчет стеновой панели	151
4.4 Расчет монолитной плиты покрытия из ячеистого бетона по стальному профилированному настилу (СПН)	154
4.5 Теплотехнический расчет монолитной плиты покрытия из ячеистого бетона по стальному профилированному настилу (СПН)	165

ПРИЛОЖЕНИЕ А.....

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....

ПРИЛОЖЕНИЕ В.....

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....

ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....

Литература

ВВЕДЕНИЕ

Ужесточение нормативных требований к тепловой изоляции строительных объектов и переход от санитарно-гигиенических критериев оценки тепловой защиты зданий к экономическим, направленным на снижение расходов энергоресурсов на отопление, обусловили радикальное изменение подходов к проектированию наружных ограждающих конструкций. В результате на смену применявшимся до 1995 года однослойным решениям пришли многослойные стеновые системы, которые сегодня активно внедряются в строительную практику. При каркасно-монолитной основе здания очень часто компонентом таких систем становится кладка из мелко-размерных стеновых блоков или кирпича. Поскольку при такой конструктивной схеме кладка служит исключительно ограждением, т. е. является самонесущей в пределах этажа, для ее выполнения используют, как правило, облегченные стеновые материалы, главным образом ячеистобетонные изделия, отличающиеся высокими теплоизоляционными характеристиками.

Термическое сопротивление ограждающих конструкций из ячеистого бетона, при прочих равных условиях, в три раза выше, чем у керамического кирпича, и в восемь раз больше, чем у тяжелого бетона. Особенностью ограждающих конструкций зданий из ячеистого бетона является то, что они не имеют так называемых «мостиков» холода. В процессе эксплуатации здания с ограждающими конструкциями из ячеистого бетона расходы на отопление сокращаются на 25...30 %.

Однако ячеистый бетон обладает рядом особенностей, требующих соблюдения определенных правил при проектировании, монтаже и эксплуатации несущих и ограждающих конструкций, в составе которых он используется. Конструктивные просчеты и ошибочные проектные решения могут привести к механическим повреждениям кладки, к возникновению многочисленных дефектов на фасаде, а иногда – и к более серьезным последствиям, вплоть до обрушения конструкций.

ГЛАВА 1 ЯЧЕИСТЫЕ БЕТОНЫ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И СВОЙСТВА

Под общим названием «ячеистые бетоны» понимают искусственные каменные материалы, имеющие ячеистую структуру и получаемые в результате затвердевания поризованной смеси из вяжущего, кремнеземистого компонента, воды и, при необходимости, добавок.

1.1 Общие сведения

Ячеистый бетон был впервые получен в Чехословакии Гоффманом в 1889 г. путем добавления к пластичным цементным и гипсовым растворам кислот и углекислых или хлористых солей, выделяющих при химическом взаимодействии газ, который создает пористое строение у затвердевшего впоследствии раствора.

Практическое значение для развития производства газобетона имели исследования Эриксона (Швеция), начатые в 1918 – 1920 гг. Было предложено вспучивать пластичную смесь извести с тонкоизмельченными кремнеземистыми компонентами и добавкой цемента до 10 % за счет выделения водорода, образующегося при взаимодействии алюминиевого порошка и гидроксида щелочного металла. Твердение поризованной известково-кремнеземистой массы предусматривалось в автоклаве при давлении 0,8 МПа.

Промышленное производство газобетона стало развиваться с середины 30-х годов XX в. во многих странах.

Другим направлением получения ячеистого бетона является смешивание растворов вяжущих веществ с пенообразователем или с предварительно приготовленной пеной. Такой материал получил название пенобетона.

Впервые способ получения пенобетона предложил в 1911 г. датский инженер Байер. Но практическое изготовление пенобетона этим способом относится к 1923 – 1925 гг., сначала в Дании, затем, в Германии и других странах.

Большой вклад в развитие теории и практики производства и применения ячеистых бетонов внесли отечественные ученые.

С тех пор промышленное производство изделий из ячеистых бетонов развивалось у нас преимущественно на основе газового способа создания пористости, применения автоклавной обработки и расширения сырьевой базы производства.

В постперестроечный период в связи с резким ростом цен на энергоносители, когда автоклавная обработка стала экономически невыгодной, а требования к теплозащите зданий возросли более чем втрое, вновь возродился интерес к неавтоклавному ячеистому бетону.

Ячеистые бетоны позволяют решить одну из важнейших проблем в строительстве – проблему энергосбережения. Поэтому строительство зданий из ячеистобетонных изделий является одним из самых эффективных путей экономии ресурсов.

Во-первых, ячеистые бетоны позволяют наиболее эффективно удовлетворять требования к термическому сопротивлению наружных ограждающих конструкций зданий. Во-вторых, они успешно конкурируют с другими конструктивными элементами в качестве несущих конструкций в зданиях этажностью до пяти включительно.

Сегодня, удовлетворяя повышенные нормативные требования к термическому сопротивлению, наружная стена дома из ячеистобетонных блоков толщиной 40 см и средней плотностью 500 кг/м^3 в однослойном исполнении успешно выполняет свои ограждающие функции. Дальнейший переход к более массовому применению в строительстве эффективных каркасных систем значительно расширит область применения ячеистобетонных стеновых изделий средней плотностью от 400 до 500 кг/м^3 . Необходимо также отметить широкую возможность применения ячеистобетонных межкомнатных и межквартирных перегородок. Главным преимуществом таких перегородок является то, что, решая требуемую нормами звукоизоляцию, они по сравнению с другими типами перегородок создают минимальную нагрузку на междуэтажные перекрытия, а значит, и на несущие стены, колонны и фундаменты.

Стеновые конструкции из ячеистых бетонов «дышат». Это экологически чистый материал, по своим свойствам не уступающий древесине. Здания из ячеистого бетона надежны и долговечны, поскольку конструкции не подвержены коррозии и гниению. Кроме этого, ячеистый бетон не горит, поэтому его можно использовать при строительстве зданий любого класса противопожарной безопасности.

Низкая плотность ячеистого бетона позволяет уменьшить массу здания в 1,5...2 раза, снизить транспортно-монтажные расходы, а также затраты на устройство фундаментов, что особенно важно для условий Крайнего Севера. При этом эффективность ячеистобетонных изделий увеличивается при снижении их средней плотности. Уменьшение массы здания имеет существенное значение для сейсмических районов вследствие меньших горизонтальных нагрузок, а

также для районов с неоднородными протаивающими, просадочными, насыпными грунтами, поскольку сокращаются неравномерные осадки зданий.

Ячеистый бетон обладает хорошей адгезией к конструктивным слоям, арматуре, отделочным материалам, он огнеупорен, биостоек, прост в изготовлении, дешев, может быть изготовлен из недефицитных местных материалов и широкого ассортимента отходов промышленности, которые имеются в большинстве регионов страны.

Освоенность технологии изготовления однослойных конструкций из ячеистых бетонов допускает их производство в удаленных районах и получение достаточно низкой заводской себестоимости одного кубического метра конструкций при низких удельных капитальных вложениях.

Показатели морозостойкости ячеистых бетонов в несколько раз превышают аналогичные для легких бетонов на основе пористых заполнителей, что обусловлено особенностями их макроструктуры. Хорошо известно, что структура ячеистых бетонов с точки зрения теории прочности и морозостойкости строительных материалов является наиболее эффективной, так как отличается высокой однородностью и наличием дисперсной пористости [37].

Таким образом, применяя конструкции из ячеистого бетона, получаем целый ряд существенных преимуществ перед традиционными строительными материалами:

- простота в монтаже, которая достигается высокой размерной геометрической точностью блоков, и возможность кладки на клей (специальная сухая смесь, упакованная в мешках и приготовляемая простым добавлением воды);
- отсутствие мостиков холода (толщина кладочного шва до 3 мм и, соответственно, исключение промерзания);
- уменьшение трудоемкости и расхода материалов на кладке и штукатурных работах (вследствие точной геометрии блоков);
- архитектурная выразительность благодаря несложности обработки (легко пилится, режется и фрезеруется);
- экологическая чистота (коэффициент экологичности ячеистого бетона составляет 2,0);
- пожаробезопасность – материал негорюемый (изделия соответствуют всем требованиям классов сопротивления огню);
- экономия на 20...30 % средств на отопление помещений благодаря высоким теплоизоляционным свойствам.

Таким образом, при строительстве зданий использование ячеистобетонных изделий и конструкций уменьшает трудозатраты, снижает себестоимость, упрощает сам процесс строительства и позволяет получить по-настоящему энергосберегающее здание.

Учитывая эффективность использования в строительстве ячеистых бетонов, их производство во всем мире постоянно расширяется. Наряду с этим идет непрерывный научно-технический поиск в направлении совершенствования технологии, возможности замены чистых кварцевых песков более дешевыми рядовыми, полного или частичного исключения из технологии помола кремнеземистой составляющей за счет использования промышленных тонкодисперсных отходов, а также новых вяжущих веществ [36, 37].

1.2 Виды ячеистых бетонов

Существует много разновидностей ячеистых бетонов, различающихся способами получения пористой структуры, видами вяжущих веществ, условиями твердения и другими признаками.

Согласно ГОСТ 25485 и ГОСТ 31359 [18, 22] ячеистые бетоны разделяют:

а) по назначению:

– конструкционные класса по прочности на сжатие не ниже В3,5, марки по средней плотности D700 и выше для несущих конструктивных элементов зданий;

– конструктивно-теплоизоляционные класса по прочности на сжатие не ниже В1,5, марки по средней плотности не выше D700 для ограждающих самонесущих конструкций;

– теплоизоляционные класса по прочности на сжатие не ниже В0,35, марки по средней плотности не выше D400;

б) по условиям твердения:

– автоклавные (синтезного твердения) – твердеющие в среде насыщенного пара при давлении выше атмосферного;

– неавтоклавные (гидратационного твердения) – твердеющие в естественных условиях, при электропрогреве или в среде насыщенного пара при атмосферном давлении (в пропарочных камерах, электромагнитных камерах, в термореактивных формах, в камерах с инфракрасным излучением и др.);

в) по способу порообразования:

– газобетоны, пористая структура которых достигается вспучиванием схватывающейся массы выделяющимися газами;

– пенобетоны, поризация которых достигается в процессе смешивания растворной составляющей из вяжущего, кремнеземистого компонента, минеральных добавок с предварительно приготовленной воздушной пеной;

– газопенобетоны, ячеистая структура которых образуется за счет воздухововлечения при пенообразовании и вспучивания при газовыделении;

г) по виду основного вяжущего:

– на известковых вяжущих, состоящих из известки-кипелки более 50 % по массе, шлака и гипса или добавки цемента до 15 % по массе;

– на цементных вяжущих, в которых содержание портландцемента 50 % и более по массе;

– на смешенных вяжущих, состоящих из портландцемента от 15 до 50 % по массе, известки или шлака, или шлако-известковой смеси;

– на шлаковых вяжущих, состоящих из шлака более 50 % по массе в сочетании с активизатором твердения (известь, гипс или щелочь);

– на зольных вяжущих, в которых содержание высокоосновных зол 50 % и более по массе;

д) по виду кремнеземистого компонента:

– на природных материалах – тонкомолотом кварцевом и других песках;

– на вторичных продуктах промышленности – золе-унос ТЭС, золе гидроудаления, вторичных продуктах обогащения различных руд, отходах ферросплавов и др.

Кремнеземистый компонент в ячеистом бетоне выполняет функции как мелкодисперсного заполнителя (в бетонах неавтоклавного твердения), так и составной активной части вяжущего (в автоклавных бетонах).

Материалы, бетоны, изделия и конструкции из них должны удовлетворять требованиям соответствующих нормативных документов, иметь гигиенические сертификаты, изготавливаться и применяться согласно технологической и технической документации, утвержденной в установленном порядке.

1.3 Основные свойства ячеистых бетонов

При проектировании бетонных и железобетонных элементов конструкций в зависимости от их назначения и условий работы сле-

дует устанавливать показатели качества ячеистого бетона, основными из которых являются:

- класс бетона по прочности на сжатие;
- марка по морозостойкости;
- марка по средней плотности.

Прочность автоклавного и неавтоклавного бетонов характеризуют классами по прочности на сжатие в соответствии с ГОСТ 25485 и ГОСТ 31359 [18, 22]: В0,35; В0,5; В0,75; В1; В1,5; В2; В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В17,5; В20.

Для конструкций, запроектированных без учета требований СТ СЭВ 1406, показатели прочности бетона на сжатие характеризуются марками: М7,5; М10; М15; М25; М35; М50; М75; М100; М150; М200.

В силу специфики образования пористой структуры ячеистые бетоны обладают анизотропией основных свойств. Предел их прочности при сжатии перпендикулярно направлению вспучивания на 15...25 % выше предела прочности образцов, испытанных нагрузкой, параллельной направлению вспучивания. Поэтому образцы ячеистых бетонов следует испытывать в соответствии с положением изделий в конструкции.

Средняя плотность ячеистого бетона характеризуется марками по плотности, определяемыми по ГОСТ 27005 [19]. По показателям средней плотности назначают следующие марки бетонов в сухом состоянии: D200; D250; D300; D350; D400; D450; D500; D600; D700; D800; D900; D1000; D1100; D1200.

Взаимосвязь между средними значениями прочностных характеристик материала и его средней плотностью показана в *табл. 1.1*.

Таблица 1.1

Зависимость прочности ячеистых бетонов от их средней плотности и вида вяжущего (по данным В. Д. Глуховского) [27]

Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии в зависимости от вида вяжущего, МПа			
	Цемент	Известь	Зола	Шлак
300	–	1,0...1,5	–	–
400	–	1,5...2,0	–	–
500	1,5...2,5	2,5...4,0	–	–
600	2,0...3,5	4,0...5,5	3,0	2,5
700	4,0...4,5	5,5...7,5	4,0	3,5

Примечание – прочность на изгиб составляет 0,5...0,6 прочности на сжатие

Стабильность показателей ячеистых бетонов по плотности и прочности на сжатие характеризуется коэффициентами вариации, которые определяются в соответствии с требованиями ГОСТ 18105 и ГОСТ 27005 [12, 19]. Средние значения межпартионных коэффициентов вариации бетонов не должны превышать значений: по плотности – 5 %; по прочности на сжатие – 15 %.

В случае ячеистых бетонов, предназначенных для изготовления ограждающих изделий и конструкций, подвергающихся попеременному замораживанию и оттаиванию, контролируют марки по морозостойкости: F15; F25; F35; F50; F75; F100, определяемые по ГОСТ 25485 [18].

Марку по морозостойкости ячеистых бетонов конкретных видов изделий устанавливают в нормативных или технических документах на эти изделия и назначают по нормам строительного проектирования в зависимости от режима эксплуатации изделий и расчетных зимних температур наружного воздуха в районе строительства.

Морозостойкость зависит, в основном, от характера структуры силикатного камня и от вида применяемого вяжущего. Как правило, морозостойкость ячеистых бетонов превышает 25 циклов. Она может меняться в значительных пределах от 35 до 200 и более циклов попеременного замораживания и оттаивания и зависит не только от характеристик пористой структуры, но и от качества структуры синтезируемого силикатного камня межпорового материала и влагосодержания.

Усадочные деформации ячеистых бетонов обусловлены, главным образом, действием капиллярных сил и уходом межкристаллической воды силикатного камня.

Усадка при высыхании ячеистых бетонов, определяемая по ГОСТ 25485, не должна превышать, мм/м:

0,5 – для автоклавных конструкционных и конструкционно-теплоизоляционных бетонов, изготовленных на кварцевом песке;

0,7 – для конструкционных и конструкционно-теплоизоляционных бетонов, изготовленных на других видах кремнеземистых компонентов;

3,0 – для неавтоклавных конструкционных и конструкционно-теплоизоляционных бетонов, изготовленных на кварцевом песке.

Для автоклавных бетонов марок по средней плотности D300, D350 и D400 и неавтоклавных бетонов по средней плотности D400 и D500 усадка при высыхании не нормируется.

Снижение усадочных деформаций и повышение трещиностойкости ячеистых бетонов достигается тщательным подбором оптимальной гранулометрии кремнеземистого компонента (заполните-

ля), назначением рациональных режимов тепловлажностной обработки, соотношением компонентов сырьевой массы.

Теплопроводность, паро- и воздухопроницаемость относится к определяющим строительно-эксплуатационным свойствам ячеистых бетонов и в основном являются функцией их средней плотности и влажности.

Коэффициент теплопроводности ячеистого бетона в сухом состоянии и коэффициент паропроницаемости в зависимости от марки по средней плотности по ГОСТ 25485 приведены в *табл. 1.2*.

Таблица 1.2

Коэффициент теплопроводности ячеистого бетона в сухом состоянии и коэффициент паропроницаемости в зависимости от марки по средней плотности

Марка бетона по средней плотности	Коэффициент				Сорбционная влажность бетона, %, не более			
	теплопроводности, Вт/(м·°С), не более		паропроницаемости, мг/(м·ч·Па), не менее		при относительной влажности воздуха 75 %		при относительной влажности воздуха 97 %	
	Бетон, изготовленный				Бетон, изготовленный			
	на песке	на золе	на песке	на золе	на песке	на золе	на песке	на золе
D300	0,08	0,08	0,26	0,23	8	12	12	18
D400	0,10	0,09	0,23	0,20	8	12	12	18
D500	0,12	0,10	0,20	0,18	8	12	12	18
D500	0,12	0,10	0,20	0,18	8	12	12	18
D600	0,14	0,13	0,17	0,16	8	12	12	18
D700	0,18	0,15	0,15	0,14	8	12	12	18
D800	0,21	0,18	0,14	0,12	10	15	15	22
D900	0,24	0,20	0,12	0,11	10	15	15	22
D1000	0,29	0,23	0,11	0,10	10	15	15	22
D1100	0,34	0,26	0,10	0,09	10	15	15	22
D1200	0,38	0,29	0,10	0,08	10	15	15	22
<i>Примечание</i> – для бетона марки по средней плотности D350, D450 нормируемые показатели определяют интерполяцией								

Отпускная влажность ячеистобетонных изделий и конструкций не должна превышать, % массы:

25 – на основе песка;

35 – на основе зол и других отходов производства.

Акустические свойства ячеистых бетонов достаточно высокие; они обладают звукопоглощающей и звукоизолирующей способностью.

Для звукоизоляционных материалов коэффициент поглощения звука в диапазоне частот 125...500 Гц должен быть не менее 0,4, а в диапазоне частот 2000...8000 Гц – не менее 0,6.

Звукопоглощение в материалах с порами малого диаметра и жесткой структурой, к которым относятся ячеистые бетоны, достигается за счет того, что звуковая волна, отражаясь от стенок пор, приводит в хаотическое движение воздух, находящийся в них, в результате чего его движение замедляется и часть энергии звуковой волны переходит в тепловую. Увеличение средней плотности материала отрицательно влияет на эти характеристики. Лучшими показателями обладают материалы, имеющие сопротивление по отношению к падающей звуковой волне, близкое к удельному сопротивлению воздуха, т. е. они должны быть пористыми. Поэтому повышению степени звукопоглощения способствует уменьшение средней плотности и диаметра пор материала.

Огнестойкость ячеистых бетонов высокая и связана с их негорючестью и хорошими теплоизолирующими свойствами. Она превышает огнестойкость тяжелых цементных бетонов. На материале в течение четырехчасового воздействия огня не отмечено видимых разрушений. При соприкосновении с водой нагретая поверхность разрушается незначительно. Так, прочность пенобетона со средней плотностью 700...800 кг/м³ падает на 20 % при температуре 500 °С, а при нагревании до температуры 800 °С – до 50 %.

Температуростойкость ячеистых бетонов невысокая. Предельные температуры применения изделий из ячеистых бетонов могут быть приняты примерно 400 °С. При более высоких температурах начинается дегидратация цементного камня и резко понижается прочность бетонов. Разрушающим фактором пеносиликата при высоких температурах является переход кремнезема песка из одной модификации кварца в другую (при 575 °С), что сопровождается увеличением объема кварца и образованием трещин в бетоне.

Введение в состав цементных пенобетонов тонкомолотого огнеупорного микронаполнителя (золы-уноса, цемянки, шамота, доменного шлака и др.) способствует улучшению жароупорных свойств. Материал в этом случае может выдерживать длительное воздействие

температур до 800 °С. Кроме высокой температуростойкости, такие жароупорные ячеистые бетоны обладают достаточной прочностью.

Повышение качества ячеистого бетона по показателям прочности, морозостойкости, теплопроводности и другим свойствам может быть достигнуто в результате:

- оптимизации состава сырьевой смеси;
- повышения гомогенности ячеистобетонной смеси;
- получения рационального состава цементирующих образований путем регулирования химической активности компонентов сырьевой смеси и параметров тепловой обработки;
- применения эффективных способов формования;
- уменьшения водотвердого отношения и др., обеспечивающих улучшение структуры ячеистого бетона и прочности межпорового вещества.

1.4 Виды изделий и конструкций из ячеистых бетонов

Использование ячеистых бетонов для объектов гражданского назначения является первоочередным, так как именно здесь с максимальной полнотой проявляются их положительные качества. Ячеистые бетоны целесообразно использовать, в основном, для ограждающих конструкций отапливаемых зданий, выполняющих несущие, теплоизоляционные и звукоизоляционные функции.

На предприятиях можно получать широкую номенклатуру ячеистобетонных изделий для жилищного, гражданского и промышленного назначения [26, 28].

Панели для наружных стен

Панели, изготавливаемые из автоклавных ячеистых бетонов, предназначены для наружных стен жилых, общественных, производственных и сельскохозяйственных зданий с относительной влажностью воздуха помещений не более 60 %. Допускается применение панелей в зданиях с относительной влажностью воздуха помещений не более 75 % при условии нанесения на внутренние поверхности панелей пароизоляционного покрытия, предусмотренного проектной документацией.

Стеновые панели могут быть сплошными и составными по технологическим признакам; в зависимости от воспринимающих нагрузок – навесными, самонесущими и несущими.

Учебное пособие

Сергей Григорьевич **Парфенов**
Екатерина Аркадьевна **Федоренко**
Дмитрий Юрьевич **Пикин**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
И СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ
ИЗ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ**

Расчет примеров: С.А. Окусок, А.С. Кожанова, П.А. Марченков

Компьютерная верстка: *Д.А. Матвеев, Е.В. Орлов*
Редактор: *В.В. Космин*
Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.
Подписано к печати 01.03.12. Формат 60х90/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Усл. 12 п.л. Тираж 500 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>