

Портик А. А. **Все о пенобетоне.** – СПб.: 2003. – 224 с.

Первая Российская книга о пенобетоне, в которой собрана уникальная информация о пенобетоне (что такое пенобетон, его характеристики, применение) для производителей стройматериалов и строительных фирм. Подробно описано необходимое оборудование и химикаты для производства пенобетона. Рассчитана окупаемость производства пенобетона на рынке России в настоящее время. Доступно рассказано, как построить коттедж на основе пенобетона. Также приведены ГОСТы и СНиПы, действующие сейчас в РФ. Собран обширный словарь бетонных терминов.

Книга предназначена для студентов высших учебных заведений строительных специальностей, а также может быть полезна магистрам, аспирантам, инженерно-техническим работникам и организаторам производства строительной индустрии.

© А. А. Портник, 2003

1. Введение

На сегодняшний день в строительство с огромной силой врываются новые технологии. Одна из таких технологий, обретшая вторую жизнь только сейчас, пенобетон. В разделе "История" Вы узнаете, что пенобетон производился в нашей стране уже в начале 30-х годов. Но потом технология была забыта и только сейчас, после ужесточения норм теплоизоляции (см. главу 13) пенобетон вновь стал востребован.

В Германии, Голландии, Скандинавских странах, Чехии пенобетон пользуется особой популярностью. Причем в Чехии, блоки из него называют "биоблоками", поскольку в качестве исходного сырья используются только экологически чистые природные компоненты: цемент, песок, вода. Популярность пенобетона не случайна и объясняется тем, что его легко произвести не только на больших заводах с дорогим оборудованием, но и непосредственно на стройке или на небольшом производстве. А практика давно доказала, если технология стала доступной для мелкого и среднего бизнеса, то её ждет большое развитие.

На данный момент в России всего лишь несколько крупных производств и довольно большое количество мелких. Точное количество оценить очень трудно, но можно предполагать на основе продаж нескольких фирм — производителей оборудования, что на сегодняшний день в

России работает около 1200 мелких производств пенобетона. Данное количество является недостаточным, о чем говорят очереди на пенобетон у большинства производителей. Скорее всего, в ближайшие два года количество производителей пенобетона увеличится, минимум, в четыре раза.

Большинство этих производств находится в стадии начального взрывного развития, и после освоения "базового" производства блоков начинают, или начнут, искать варианты увеличения производительности и/или новые ниши в строительном бизнесе связанные с пенобетоном.

Первое издание этой книги призвано показать возможные пути развития пенобетонных производств, варианты создания новых производств и модернизирования, с минимальными затратами, старых. Также, при написании книги мы не могли обойти стороной теорию пенобетона, и всего с ним связанного. Это может оказаться особенно полезным для начинающих (и не только) производителей, так как при более глубоком понимании материала, можно более оптимально его совершенствовать, и как следствие, более успешно конкурировать на рынке.

Также, книга будет полезна всем, кто хочет ознакомиться с технологией производства пенобетона и его применением в строительстве. После её прочтения, можно правильно выбрать оборудование для своих потребностей и условий и правильно подобрать вариант строительства дома.

Мы стремились сделать книгу максимально понятной, поэтому многие строительные термины упрощались, и в конце книги помещен словарь бетонных терминов, где максимально подробно объяснены все термины, которые могут вызвать затруднение в понимании.

2. История развития пенобетона

История ячеистых бетонов началась в начале XX века изобретением шведского архитектора А. Эриксона технологии получения искусственного камня, с близкими к дереву характеристиками. В 1924 году этот материал был защищен международным патентом. К 70-м годам пенобетон уже широко использовался в сорока странах по всему миру.

Наша страна также имеет опыт применения пенобетона в строительстве. В 30-ые годы он уже широко применялся для монолитной теплоизоляции кровель промышленных зданий. В 1953 году в Березниках были построены первые цельно-пенобетонные жилые дома. Но поскольку при автоклавной обработке пенобетон показал недостаточную трещиностойкость, в дальнейшем преимущество было отдано газобетонам, особенно после приобретения в конце 50-х годов в Польше десяти заводов автоклавного газобетона мощностью по 174 тысячи кубометров в год.

Заводы пенобетона постепенно закрывались. В Ленинграде остался один пенобетонный завод (изоляционно-сварочный), пущенный в 1958 году для производства монолитной теплоизоляции труб без канальной прокладки. Эта теплоизоляция прошла, успешные эксплуатационные испытания в течение сорока лет работы в сложных грунтовых условиях города и служит до сих пор.

В конце 50-х, в начале 60-х годов, началось преимуществонное производство автоклавного газобетона, из которого построено много жилых, общественных, промышленных и сельскохозяйственных зданий. Строились десятки заводов по производству изделий и конструкций из автоклавного газобетона уже по усовершенствованным отечественным технологиям. Но заводов пенобетона не строилось, за исключением Салаватского КПД, построенного по проекту ЛенЗНИИЭПа, который разработал для этого и типовую серию пенобетонных домов (108 серии), сформировавшую новый город.

Несмотря на доминирование газобетона, научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по пенобетону продолжались и намного опередили работы западных учёных.

В ЛенЗНИИЭПе (Ленинградском филиале Академии строительства и архитектуры СССР) в эти годы, по инициативе его создателя проф. П. И. Боженова, было разработано, испытано и нормировано много конструкций из пенобетонов (как ускоренного, так и естественного твердения), в том числе, стеновые блоки и панели, элементы каркаса (колонны, ригели, рамы подвала), многопустотные преднапряжённые панели перекрытий, фундаментные подушки, теплоизоляция подземных трубопроводов, сваи.

В пост перестроечный период, в связи с резким ростом цен на энергоносители, когда автоклавная обработка (да и сами стальные, энергоёмкие автоклавы) стала невыгодной, а требования к теплозащите зданий возросли более чем в 3 раза, вновь возродился интерес к неавтоклавному пенобетону. По сравнению с другими теплоизоляционными материалами, пенобетон морозостоек, долговечен, экологически чист, паропроницаем (дышит), но воздухопроницаем (не продуваем). Обладает хорошей адгезией к

конструктивным слоям, арматуре, отделочным материалам, огнеупорен, биостоек, прост в изготовлении, дешев.

СПбЗНИИПИ, по приказу Госстроя России, назначен головным институтом по применению ячеистых бетонов в жилищно-гражданском строительстве и технологии их производства, а также базовой организацией по их стандартизации. Институт принимал участие в разработке всех нормативных документов по ячеистым бетонам. Все нормативные документы по изготовлению и применению тяжелых пенобетонов, марок Д1000 - Д1800, включая расчёт несущих конструкции, разработаны ЛенЗНИИЭПом и имеют согласования Госстроя.

3. Теория бетонов

3.1. Что такое цемент и его виды

В качестве сырья для производства портландцемента используется смесь из известняка и глины. В редких случаях используется горная порода мергель, представляющая собой природную смесь известняка и глины в соотношении необходимом для получения портландцемента.

В XIX веке англичанин Аспдин на дороге, проходящей по мергелю, вблизи города Портленд, собрал дорожную пыль, сделал брикеты и обжог. Это и был первый портландцемент, и под этим названием Аспдин его запатентовал.

Цементные заводы имеют, как правило, собственные карьеры известняка и глины. Это позволяет выдерживать химический состав шихты с точностью до 0,1% , что очень важно для качества цемента.

Обжиг шихты приводится во вращающихся печах, диаметром от 3,6 до 7 м и длиной 100 – 150 м. В зоне спекания поддерживается температура $1450\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Продуктом спекания является клинкер, представляющий собой округлые гранулы диаметром 5 - 100 мм.

Клинкер размалывается в шаровых мельницах до удельной поверхности 3000 см квадратных на 1 грамм. При помоле обязательно добавляется 5% двуводного гипса. Гипс выполняет роль регулятора сроков схватывания.

Без гипса получается, так называемый, быстряк. Такой цемент схватывается мгновенно, и из него невозможно приготовить тесто.

Все минералы клинкера взаимодействуют с водой с образованием новых соединений, называемых, гидратами. Гидраты образуют пространственную структуру, которая и создает цементный камень. **Именно поэтому, если при изготовлении пенобетона, для приготовления смеси взять 400 кг цемента получится пенобетон большей плотности!**

Цемент применяют для кладки кирпича, фундамента и др. Его используют для получения бетона, а бетон, в свою очередь, для получения железобетона. Железобетон используют в строительстве жилых домов, зданий и других сооружений, так как он обладает особой прочностью. Подтверждением этому служит "Останкинская телебашня", которая сделана из железобетона. Все эти материалы нашли широкое применение в строительстве в настоящее время. Без них мы не можем представить себе современное сооружение.

Среди строительных материалов цементу принадлежит ведущее место. В современной строительной практике, роль цемента в выпуске новых прогрессивных материалов и изделий для полносборного домостроения, постоянно возрастает. Его применяют для изготовления монолитного и сборного бетона, железобетона, асбестоцементных изделий, строительных растворов, многих других искусственных материалов, скрепления отдельных элементов (деталей) сооружений, жароизоляции и др. Крупными потребителями цемента являются нефтяная и газовая промышленность. Цемент и, получаемые на его основе, прогрессивные строительные материалы успешно заменяют в строительстве дефицитную древесину, кирпич, известь и другие традиционные материалы.

Рассмотрим основные виды цемента:

- **Портландцемент**

Вид цемента, получивший наибольшее распространение. Это порошок тонкого помола, получаемый в результате обжига до спекания известняково-глинистой смеси (клинкер) и последующего ее помола в тонкий порошок. Обычно, его выпускают в смеси с активными добавками, количество и вид которых может меняться, в зависимости от назначения портландцемента (например, гипса).

Основная характеристика цемента – прочность при сжатии, это значение и является маркой цемента. Основные марки цемента М300, М400, М500, М600. Соответственно, прочность этих цементов варьируется от 30 до 60 МПа (или, если понятнее, от 300 до 600 кг/кв.см.).

Цементная промышленность выпускает, в основном, цементы М400 – М500. Прочность цемента высоких марок нарастает быстрее, чем цемента низких. При длительном хранении цемента происходит снижение прочности. Например, через три месяца уменьшение прочности может быть около 10%.

Портландцемент – это цемент, не содержащий никаких добавок кроме гипса. Также, его выпускают в бездобавочном варианте.

- **Сульфатостойкий цемент (портландцемент)**

Сульфатостойкий цемент отличается от обычного повышенной стойкостью в агрессивной среде, пониженной экзотермией и замедленной интенсивностью твердения. В качестве исходного сырья должна применяться глина с низким содержанием глинозема. Исходное сырье должно содержать железо в ограниченных количествах. Этот цемент не должен содержать ни активных, ни инертных минеральных добавок. Сырье, удовлетворяющее указанным

требованиям, не является распространенным - это и препятствует расширению производства сульфатостойкого портландцемента. Экзотермия у такого цемента должна быть невысокой потому, что он должен применяться при бетонировании подземных и подводных массивов.

- **Напрягающий цемент**

Напрягающий цемент – разновидность расширяющегося цемента. Развивает при твердении значительные усилия (до 4 МПа), что позволяет использовать его для получения предварительно напряженных железобетонных конструкций. Применяется, главным образом, для изготовления железобетонных труб и тонкостенных конструкций.

В заключение, приведем сравнительные характеристики основных марок цемента:

- **Портландцемент марки 400 с минеральными добавками (ПЦ 400 Д20) ГОСТ 10178-85**

Идеальный цемент для строительства коттеджей, дач, гаражей; для возведения строений на приусадебных участках, малоэтажной застройки. Как цемент общестроительного назначения применяется для подготовки кладочных растворов и бетонов. При изготовлении сборных железобетонных конструкций относится к первой группе по эффективности пропаривания.

- **Портландцемент марки 500 бездобавочный (ПЦ500Д0) ГОСТ 10178-85**

Цемент предназначен для производства бетонов дорожных и аэродромных покрытий, железобетонных напорных и безнапорных труб, железобетонных шпал, специальных мостовых конструкций, стоек опор высоковольтных линий электропередачи.

- **Сульфатостойкий портландцемент марки 400 бездобавочный (ССПЦ 400 Д0)ГОСТ 22266-94**

Сульфатостойкий цемент незаменим для изготовления бетонных и железобетонных конструкций для повышения их коррозионной стойкости. Этот вид цемента используется также в специальных видах строительства, таких как: гидротехническое, мелиоративное, транспортное и т.д., что обусловлено взаимодействием основных элементов с агрессивными сульфатными средами. Кроме того, применяется как цемент общестроительного назначения.

3.2. Виды бетонов и теория твердения

Бетон – это искусственный каменный материал, получаемый из цемента, заполнителей и специальных добавок и воды. Бетон один из основных строительных материалов.

Из истории. При возведении массивных сооружений и таких конструкций, как своды, купола, триумфальные арки, ещё древние римляне использовали бетон и в качестве вяжущих материалов применяли глину, гипс, известь, асфальт. С падением Римской империи применение бетона прекратилось и возобновилось лишь в 18 веке в западноевропейских странах.

Развитие и совершенствование технологии бетона связано с производством цемента, который появился в России в начале XVIII в. По архивным свидетельствам на строительстве Ладожского канала в 1728-29 был использован цемент, изготовленный на цементном заводе, существовавшем в Конорском уезде Петербургской губернии.

Широкое применение бетона в СССР было подготовлено трудами русских учёных Н. А. Белелюбского, А.

Р. Шуляченко и И. Г. Малюги, разработавших совместно в 1881 первые нормы на портландцемент. В 1890 И. Самович опубликовал результаты испытаний прочности растворов с различным содержанием цемента и предложил составы бетонной смеси для получения бетона наибольшей плотности. Профессор И. Г. Малюга в 1895 установил качественную зависимость между прочностью бетона и процентным содержанием воды в массе цемента и заполнителей. В работе американского учёного Д. Абрамса, опубликованной в США в 1918, были даны подробные графические зависимости прочности бетона от водо-цементного отношения и подвижности бетонной смеси, от состава бетон, крупности заполнителей и водо-цементного отношения. Научные основы проектирования состава бетона с учётом его прочности и подвижности бетонной смеси были развиты советским учёным Н. М. Беляевым. Представления о зависимости прочности бетона от водо-цементного отношения радикально не изменялись в течение длительного времени. Швейцарский учёный Болومه упростил практическое применение этой сложной зависимости путём перехода к линейной зависимости прочности бетона от обратной величины - цементно-водного отношения. В течение ряда лет эта зависимость применялась на практике. В 1965 советским учёным профессором Г. Скрамтаевым совместно с другими исследователями, было установлено, что линейная зависимость справедлива лишь в определённом диапазоне изменения цементно-водного отношения.

Бетон классифицируют по виду применяемого вяжущего материала: бетон на неорганических вяжущих материалах (цементный бетон, гипсобетон, силикатный бетон, кислотоупорный бетон, жаростойкий бетон и др. специальный бетон) и бетон на органических вяжущих материалах (асфальтобетон, пластбетон).

Цементные бетоны, в зависимости от объёмной массы (в кг/м³), подразделяются на особо тяжёлые (более 2500), тяжёлые (от 1800 до 2500), лёгкие (от 500 до 1800) и особо лёгкие (менее 500).

Особо тяжёлые бетоны предназначены для специальных защитных сооружений (от радиоактивных воздействий); они изготавливаются преимущественно на портланд-цементях и природных или искусственных заполнителях (магнетит, лимонит, барит, чугунный скрап, обрезки арматуры). Для улучшения защитных свойств от нейтронных излучений в особо тяжёлые бетоны обычно вводят добавку карбида бора или другие добавки, содержащие лёгкие элементы - водород, литий, кадмий.

Наиболее распространены тяжёлые бетоны, применяемые в железобетонных и бетонных конструкциях промышленных и гражданских зданий, в гидротехнических сооружениях, на строительстве каналов, транспортных и др. сооружений. Особое значение в гидротехническом строительстве приобретает стойкость бетонов, подвергающихся воздействию морских и пресных вод и атмосферы. К заполнителям для тяжёлых бетонов предъявляются специальные требования по гранулометрическому составу и чистоте. Суровые климатические условия ряда районов Советского Союза привели к необходимости разработки и внедрения методов зимнего бетонирования. В районах с умеренным климатом большое значение имеют процессы ускорения твердения бетонов, что достигается применением быстротвердеющих цементов, тепловой обработкой (электропрогрев, пропаривание, автоклавная обработка), введением химических добавок и другими способами. К тяжёлым бетонам относится также силикатный бетон, в котором вяжущим является кальциевая известь.

Промежуточное положение между тяжёлыми и лёгкими бетонами занимает крупнопористый (беспесчаный)

бетон, изготавливаемый на плотном крупном заполнителе с поризованным при помощи газо- или пенообразователей цементным камнем.

Лёгкие бетоны изготавливают на гидравлическом вяжущем и пористых искусственных или природных заполнителях. Существует много разновидностей лёгкого бетона; они названы в зависимости от вида примененного заполнителя - вермикулитобетон, керамзитобетон, пемзобетон, перлитобетон, туфобетон и др.

По структуре и степени заполнения межзернового пространства цементным камнем лёгкие бетоны подразделяются на обычные лёгкие бетоны (с полным заполнением межзернового пространства), малопесчаные лёгкие бетоны (с частичным заполнением межзернового пространства), крупнопористые лёгкие бетоны, изготавливаемые без мелко-го заполнителя, и лёгкие бетоны с цементным камнем, поризованные при помощи газо- или пенообразователей. По виду вяжущего лёгкие бетоны на пористых заполнителях разделяются на цементные, цементно-известковые, известково-шлаковые и силикатные. Рациональная область применения лёгких бетонов - наружные стены и покрытия зданий, где требуются низкая теплопроводность и малый вес. Высокопрочный лёгкий бетон используется в несущих конструкциях промышленных и гражданских зданий (в целях уменьшения их собственного веса). К лёгким бетонам относятся также конструктивно-теплоизоляционные и конструктивные ячеистые бетоны с объёмной массой от 500 до 1200 кг/м³. По способу образования пористой структуры ячеистые бетоны разделяются на газобетоны и пенобетоны, по виду вяжущего - на газо- и пенобетоны, получаемые с применением портландцемента или смешанных вяжущих; на газо- и пеносиликаты, изготавливаемые на основе извести; газо- и пеношлакобетоны с применением молотых доменных шлаков. При использовании золы вместо квар-

цевого песка ячеистые бетоны называются газо- и пенозолобетонами, газо- и пенозолосиликатами, газо- и пеношлакозолобетонами.

Особо лёгкие бетоны применяют главным образом как теплоизоляционные материалы.

Области применения бетона в современном строительстве постоянно расширяются. В перспективе намечается использование высокопрочных бетонов (тяжёлых и лёгких), а также бетонов с заданными физико-техническими свойствами: малой усадкой и ползучестью, морозостойкостью, долговечностью, трещиностойкостью, теплопроводностью, жаростойкостью и защитными свойствами от радиоактивных воздействий. Для достижения этого потребуется проведение широкого круга исследований, предусматривающих разработку важнейших теоретических вопросов технологии тяжёлых, лёгких и ячеистых бетонов: макро- и микроструктурной теорий прочности бетонов с учётом внутренних напряжений и микротрещинообразования, теорий кратковременных и длительных деформаций бетонов и др.

Основные физико-технические свойства бетонов - плотность, содержание связанной воды (для особо тяжёлых бетон), прочность при сжатии и растяжении, морозостойкость, теплопроводность и техническая вязкость (жёсткость смеси). Прочность бетонов характеризуется их маркой (временным сопротивлением на сжатие, осевое растяжение или растяжение при изгибе). Марка по прочности на сжатие тяжёлых цементных, особо тяжёлых, лёгких и крупнопористых бетонов определяется испытанием на сжатие бетонных кубов со стороной, равной 200 мм, изготовленных из рабочего состава и испытанных после определённого срока выдержки. Для образцов монолитного бетона, промышленных и гражданских зданий и сооружений, срок выдержки при нормальном твердении (при темпера-

туре 20°C и относительной влажности не ниже 90%) равен 28 суток.

Важно: рост прочности неавтоклавного пенобетона значительно отличается от роста прочности обычного бетона. При естественном твердении обычный бетон набирает 90-100% своей прочности, а пенобетон за это время лишь около 50%. остальную часть прочности пенобетон набирает в течении 6 месяцев. О причине данного аномального явления есть гипотеза – пенообразователь, как поверхностно-активное вещество (ПАВ) обволакивает частицы клинкерных минералов и наполнителя, тем самым замедляя процесс твердения.

Для установления марки бетона гидротехнических массивных сооружений срок выдержки образцов равен 180 суток. Срок выдержки и условия твердения образцов бетона сборных изделий указываются в соответствующих ГОСТах. За марку силикатных и ячеистых бетонов принимают временное сопротивление в кгс/см² на сжатие образцов тех же размеров, но прошедших автоклавную обработку одновременно с изделиями (1 кгс/см² " 0,1 Мн/м²). Особо тяжёлые бетоны имеют марки от 100 до 300 (~10-30 Мн/м²), тяжёлые бетоны - от 100 до 600 (~10-60 Мн/м²). Марки высокопрочных бетонов - 800-1000 (~80-100 Мн/м²). Применение высокопрочных бетонов наиболее целесообразно в центрально-сжатых или сжатых с малым эксцентриситетом колоннах многоэтажных промышленных и гражданских зданий, фермах и арках больших пролётов. Лёгкие бетоны на пористых заполнителях имеют марки от 25 до 200 (~2,5-20 Мн/м²), высокопрочные бетоны - до 400 (~40 Мн/м²), крупнопористые бетоны - от 15 до 100 (~1,5-10 Мн/м²), ячеистые бетоны - от 25 до 200 (~2,5-20 Мн/м²), особо лёгкие бетоны - от 5 до 50 (~0,5-5 Мн/м²). Прочность бетона на осевое растяжение ниже прочности бетона на сжатие примерно в 10 раз.

Требования по прочности на растяжение при изгибе могут предъявляться, например, к бетонам дорожных и аэродромных покрытий. К бетонам гидротехнических и специальных сооружений (телевизионные башни, градирни и др.), кроме прочностных показателей, предъявляются требования по морозостойкости, оцениваемой испытанием образцов на замораживание и оттаивание (попеременное) в насыщенном водой состоянии от 50 до 500 циклов. К сооружениям, работающим под напором воды, предъявляются требования по водонепроницаемости, а для сооружений, находящихся под воздействием морской воды или других агрессивных жидкостей и газов, - требования стойкости против коррозии. При проектировании состава тяжёлого цементного бетона учитываются требования к его прочности на сжатие, подвижности бетонной смеси и её жёсткости (технической вязкости), а при проектировании состава лёгких и особо тяжёлых бетонов - также и к плотности. Сохранение заданной подвижности особенно важно при современных индустриальных способах производства; чрезмерная подвижность ведёт к перерасходу цемента, а недостаточная затрудняет укладку бетонной смеси имеющимися средствами и нередко приводит к браку продукции. Подвижность бетонной смеси определяют размером осадки (в см) стандартного бетонного конуса (усечённый конус высотой 30 см, диаметром нижнего основания 20 см, верхнего - 10 см). Жёсткость устанавливается по упрощённому способу профессора Г. Скрамтаева либо с помощью технического вискозиметра и выражается временем в сек, необходимым для превращения конуса из бетонной смеси в равновеликую призму или цилиндр. Эти исследования производят на стандартной лабораторной виброплощадке с автоматическим выключателем, используемой также при изготовлении контрольных образцов.

4. Теория пенобетона

4.1. Что такое пенобетон, его отличия от газобетона и других материалов

- **Введение в ячеистые бетоны**

Ячеистый бетон - искусственный каменный материал на основе минерального вяжущего вещества и кремнеземистого компонента с равномерно распределенными по объему порами.

В зависимости от требований к изделиям и технологии производства, в качестве вяжущего наполнителя могут использоваться: цемент, известь, гипс или их композиции, а в качестве дисперсного: песок (молотый или немолотый) или зола ТЭЦ.

В зависимости от технологии изготовления, различаются пенобетон и газобетон. В пенобетоне поризация производится за счет введения пенообразователей, а в газобетоне за счет веществ, выделяющих газ при химических реакциях, обычно порошкообразный алюминий. Во время прохождения реакции между металлическим алюминием и щелочью выделяется водород, который и поризует смесь.

Пористость ячеистого бетона сравнительно легко регулировать в процессе изготовления, в результате получают бетоны разной плотности и назначения. Ячеистые бетоны делят на три группы:

1. теплоизоляционные, плотностью в высушенном состоянии не более 500 кг/м³;
2. конструктивно-теплоизоляционные (для ограждающих конструкций), плотностью 500-900 кг/м³;
3. конструкционные (для железобетона), плотностью 900-1200 кг/м³.

- **Материалы для ячеистого бетона.**

Вязущим для цементных ячеистых бетонов обычно служит портландцемент. Бесцементные ячеистые бетоны (газо- и пеносиликат) автоклавного твердения изготавливают, применяя молотую негашеную известь. Вяжущее применяют совместно с кремнеземистым компонентом, содержащим двуоксид кремния.

Кремнеземистый компонент (молотый кварцевый песок, речной песок, зола-унос ТЭС и молотый гранулированный доменный шлак) уменьшают расход вяжущего, усадку бетона и повышают качество ячеистого бетона. Кварцевый песок обычно размалывают мокрым способом и применяют в виде песчаного шлама. Измельчение увеличивает удельную поверхность кремнеземистого компонента и повышает его химическую активность.

Обычно, очень экономически выгодно применение побочных продуктов промышленности (зола-уноса, доменных шлаков, нефелинового шлама) для изготовления ячеистого бетона.

Образование пор в растворе может осуществляться двумя способами: химическим, когда в тесто вяжущего вводят газообразующую добавку и в смеси происходят химические реакции, сопровождающиеся выделением газа; механическим, заключающимся в том, что тесто вяжущего смешивают с отдельно приготовленной устойчивой пеной.

В зависимости от способа изготовления ячеистые бетоны делят на газобетон и пенобетон.

- **Газобетон и автоклавный метод**

Газобетон приготавливают из смеси портландцемента (часто с добавкой воздушной извести или едкого натра), кремнеземистого компонента и газообразователя.

По типу химических реакций газообразователи делят на следующие виды: вступающие в химические взаимодействия с вяжущим, или продуктами его гидратации (алюминиевая пудра); разлагающиеся с выделением газа (пергидроль); взаимодействующие между собой и выделяющие газ в результате обменных реакций (например, молотый известняк и соляная кислота).

Чаще всего, газообразователем служит алюминиевая пудра, которая, реагируя с гидратом окиси кальция, выделяет водород.

Литьевая технология предусматривает отливку изделий, как правило, в отдельных формах из текучих смесей, содержащих до 50-60% воды от массы сухих компонентов (водотвердое отношение В/Т = 0,5-0,6). При изготовлении газобетона, применяемые материалы - вяжущее, песчаный шлам и вода, дозируют и подают в самоходный газобетоносмеситель, в котором их перемешивают 4-5 мин; затем в приготовленную смесь вливают водную суспензию алюминиевой пудры и после последующего перемешивания теста с алюминиевой пудрой, газобетонную смесь заливают в металлические формы на определенную высоту, с таким расчетом, чтобы после вспучивания формы были заполнены доверху.

Избыток смеси ("горбушку") после схватывания срезают проволочными струнами. Для ускорения газообразования, а также процессов схватывания и твердения применяют "горячие" смеси на подогретой воде с температурой в момент заливки в формы около 40°C.

Тепловую обработку бетона производят преимущественно в автоклавах в среде насыщенного водяного пара при температуре 175-200°C и давлении 0,8-1,3 МПа.

Итак, для получения газобетона нужно следующее:

1. замешать раствор со всеми компонентами
2. вылить в форму, где он "вспучивается" под действием химической реакции
3. удалить излишки смеси ("шапку")
4. провести автоклавную обработку

• **Пенобетон и неавтоклавный метод**

Существует несколько технологий производства пенобетона. Подробное рассмотрение технологий и их сравнение будет рассмотрено далее. Технология приготовления пенобетона достаточно проста. В цементно-песчаную смесь добавляется пенообразователь или готовая пена. После перемешивания компонентов смесь готова для формирования из нее различных строительных изделий: стеновых блоков, перегородок, перемычек, плит перекрытия и т.д. Такой пенобетон с успехом можно использовать для заливки в формы, пола, кровли, а также для монолитного строительства.

В отличие от ячеистого газобетона, при получении пенобетона используется менее энергоемкая безавтоклавная технология. Кроме простоты производства, пенобетон обладает и множеством других положительных качеств. Например, в процессе его приготовления легко удастся придать этому материалу требуемую плотность путем изменения подачи количества пенообразователя. В результате возможно получение изделий плотностью от 200 кг/м³ до самых предельных значений легкого бетона 1200-1500.

- **Сравнение пенобетона и газобетона**

Газобетон имеет два преимущества - он более прочный и на него легче ложится штукатурка. По всем остальным параметрам он уступает пенобетону. Плюс надо учесть, что стоимость оборудования для производства газобетона исчисляется в сотнях тысячах долларов, а оборудования для производства пенобетона стоит около 100 000 рублей.

Пенобетону (в отличие от газобетона) присуща закрытая структура пористости, то есть пузырьки внутри материала изолированы друг от друга. В итоге, при одинаковой плотности, пенобетон плавает на поверхности воды, а газобетон тонет. Таким образом, за счет низкого водопоглощения пенобетон обладает более высокими теплозащитными и морозостойкими характеристиками. Благодаря этим свойствам, пенобетон может использоваться в местах повышенной влажности и на стыках "холод – тепло", т.е. там, где применение газобетона недопустимо.

Пенобетон вообще не впитывает влагу, в отличие от газобетона, имеющего сквозные поры, т.к. структура пенобетона - это скрепленные между собой замкнутые пузырьки - отсюда и название - "пенобетон".

Также, пенобетон, в отличие от газобетона, является экологически чистым материалом.

Из-за перечисленного выше, большинство работ по утеплению кровли, трубопроводов, внешних стен, подвалов и фундаментов проводят с помощью пенобетона. Соответственно, и на перегородки большинство строителей предпочитает использовать пенобетонные блоки.

- **Сравнение пенобетона и пенополистирола**

Главные преимущества пенобетона перед пенополистиролом:

- не горюч

- в течение 50 лет эксплуатационные свойства улучшаются, пенополистирол значительно ухудшает свои свойства в течение 10 лет
- не едят мыши

Ниже представлены результаты исследований пенополистирола:

Результаты обследований зданий и сооружений с наружными стенами и покрытиями, утепленными пенополистиролом, показывают, что пенополистирол имеет ряд особенностей, которые не всегда учитываются строителями. Стабильность теплофизических характеристик пенополистирола в условиях эксплуатации зависит от технологии его изготовления и совместимости с другими строительными материалами. Нельзя не учитывать и воздействия ряда случайных эксплуатационных факторов, ускоряющих естественный процесс деструкции пенополистирола. Это подтверждается различными сроками службы, устанавливаемыми отечественными специалистами в пределах от 13 до 80 лет на пенополистирол, чаще всего с одинаковыми физическими свойствами. Зарубежные специалисты устанавливают гарантированный срок службы 15-20 лет. Реже даются гарантии до 30 лет. При этом, не исключается возможность более длительной эксплуатации теплоизоляции при ухудшении физических свойств.

До введения новых норм по теплоизоляции стен и покрытий проблема разработки методики не стояла из-за малого объема применения пенополистирола. Например, в трехслойных железобетонных панелях и стенах с гибкими металлическими связями было достаточно принимать толщину пенополистирольных плит 4 - 9 см в зданиях, возводимых практически по всей России от Краснодара до Якутска. И, как правило, в капитальных жилых и общественных зданиях пенополистирол применялся в редких случаях. Согласно новым нормам, толщину пенополистироль-

ного слоя в стенах и панелях с гибкими металлическими связями приходится увеличивать, соответственно, до 15-30 см. При повышенной толщине утеплителей в стенах возрастают усадочные явления и температурные деформации, что приводит к образованию трещин, разрывам контактных зон с конструкционными материалами, изменяется воздухопроницаемость, паропроницаемость, и, в конечном итоге, снижаются теплозащитные качества наружных ограждающих конструкций. В северных регионах страны, с коротким холодным летом, стены с увеличенной толщиной теплоизоляции не успевают войти в квазистационарное влажностное состояние, что приводит к систематическому накоплению влаги и ускоренному морозному разрушению, снижению срока службы и более частым капитальным ремонтам.

Чтобы представить последствия влияния химических факторов, было исследовано действие растворителей на пенополистирольные плиты. В качестве химических реагентов использовали бензин, ацетон, уайт-спирит и толуол, т. е. вещества, входящие в состав многих красок, применяемых в строительстве и ремонте. При воздействии указанных веществ в жидком состоянии наступило полное растворение образцов пенополистирола через 40-60 с. В парах (в эксикаторах) полное растворение произошло через 15 сут. Хорошо известно, что пенополистирол имеет низкую огнестойкость. Но главная опасность для конструкций стен заключается не в низкой огнестойкости пенополистирола, а в его низкой теплостойкости. До возгорания при $t=80-90^{\circ}\text{C}$ в пенополистироле начинают развиваться процессы деструкции с изменением объема и выделением вредных веществ. Происходящие локальные пожары в отдельных квартирах домов в результате распространения температурной волны уничтожают утеплитель в стенах рядом расположенных квартир. Проведенные ис-

следования на бетонных, растворных и керамических образцах (30х30х20см) с внутренними полостями, заполненными пенополистиролом (20х20х10см) показали, что их выдерживание при температуре 100-110⁰С в течение двух часов приводит, практически, к полной деструкции пенополистирола с уменьшением в объеме в 3-5 раз. При этом, отобранный из полостей газ содержал вредные вещества. Обильное выделение вредных веществ началось при температуре 80⁰С, характеризующей начало процесса стеклования, и продолжалось до полного расплавления пенополистирола. Некоторая часть газов была поглощена бетоном, раствором, керамикой.

Значительные изменения теплотехнических свойств плит происходят в результате нарушения технологического регламента при производстве строительных работ. Например, на втором году эксплуатации торгового подземного комплекса, построенного на Манежной площади в Москве, сделали вскрытие покрытия, и при этом было обнаружено на большинстве пенополистирольных плит значительное число раковин и трещин. В результате, толщина плит изменилась с 77 до 14 мм. То есть отклонение от проектного значения, равного 80 мм, составило от 4 до 470%. При этом плотность пенополистирола в зоне самой тонкой части плиты увеличилась до 120 кг/м³, т.е. более чем в 4 раза, что вызвало изменение коэффициента теплопроводности материала в сухом состоянии с 0,03 до 0,07 Вт/(м²⁰С). Термическое сопротивление теплоизоляционного слоя покрытия в зоне чрезмерной деструкции пенополистирольных плит стало составлять 0,32 м²⁰С/Вт, что отличает его от проектного значения, равного 2,7 м²⁰С/Вт, более чем в 8 раз.

Качества пенополистирола ухудшаются под воздействием 3 факторов:

1. Технологические, влияющие на качество пенополистирола, отрицательное проявление которых может быть зафиксировано в условиях эксплуатации. Например, к беспрессовым пенополистиролам можно отнести неполное соединение гранул между собой, что увеличивает ячеистую более рыхлую структуру. Для всех пенополистиролов следует отметить время естественного удаления низкотеплопроводного газа из пор и заполнения пор воздухом.

2. Воздействия, возникающие в результате изготовления панелей или возведения стен. К ним относятся физические нагрузки и вибрирование, температурные воздействия при прогреве панелей, случайные воздействия красок и других материалов, содержащих летучие реагенты, несовместимые с пенополистиролом. Они неизбежны и будут возникать из-за незнания специфических свойств пенополистирола.

3. Эксплуатационные систематические воздействия, обусловленные внутренним эксплуатационным режимом помещений и изменчивостью наружного климата. Т.е. на естественную деструкцию пенополистирола и накладываются дополнительно влияние технологических и эксплуатационных случайных факторов. Поэтому естественный процесс старения пенополистирола, медленно происходящий во времени, сильно ускоряется.

Получается, что свойства пенополистирола меняются от воздействия случайных факторов, и выбор данного материала в качестве утеплителя, экономически не выгоден (при эксплуатации здания более 10 лет) и потенциально опасен.

4.2. Характеристики пенобетона

Показатель	Ед. изм.	Кирпич строительный		Строительные блоки		Пенобетон
		глин.	силик.	керамзит	газобетон	
Плотность	кг/м ³	1550 - 1750	1700 - 1950	900 - 1200	300 - 1200	300 - 1200
Масса 1 м ² стены	кг	1200 - 1800	1450 - 2000	500 - 900	90-900	90 - 900
Теплопроводность	Вт/мК	0.6 - 0.95	0.85 - 1.15	0.75 - 0.95	0.07 - 0.38	0.07 - 0.38
Морозостойкость	цикл	25	25	25	35	35
Водопоглощение	% по массе	12	16	18	20	14
Предел прочности при сжатии	МПа	2.5 - 25	5-30	3.5 - 7.5	0.5 - 25.0	0.25 - 12.5

Марка бетона по средней плотности в сухом состоянии	400	500	600	700	800	900	1000
Пределы отклонения средней плотности бетона в сухом состоянии, кг/м ³	351 - 450	451 - 550	551 - 650	651 - 750	751 - 850	851 - 950	951 - 1050
Коэффициент теплопроводности бетона в сухом состоянии не более, Вт/(мК)	0.1	0.12	0.14	0.18	0.21	0.24	0.29
Класс бетона по прочности на сжатие	B0.5 B0.75	B0.75 B1 B1.5	B1 B1.5 B2	B1.5 B2 B2.5	B2 B2.5 B3.5 B5	B2.5 B3.5 B5 B7.5	B5 B7.5 B10
Средняя прочность на сжатие (при коэффициенте вариации V _п =17%) не менее, МПа	0.7 1.1	1.1 1.4 2.2	1.4 2.2 2.9	2.2 2.9 3.6	2.9 3.6 5.0 7.2	3.6 5.0 7.2 10.7	7.2 10.7 14.3

Сравнительная таблица конструкций стен из пенобетона и керамического кирпича

№	Наименование	Материал		
		Керамический кирпич	Пенобетон	
1	Объемный вес, кг/м ³	1800	500	400
2	Размер, мм высота длина ширина	250 120 65	200 400 600	200 400 600
3	Объем шт в м ³	0,00195	0,048	0,048
4	Коэффициент теплопроводности (сух) (L), Вт/м*0С	0,80	0,12	0,10
5	Количество, шт в 1м ³	513	21	21
6	Количество, шт в м ² стены в 1 кирпич	33	13	13
7	Вес, шт/кг	3,51	24	19,2
8	Толщина стены, м для R=2.0	1,45 (с учетом р-ра)	0,24	0,20
9	Количество шт, для заданной R	744	5	4
10	Масса 1 м ² стены, кг (при задан- ной толщине)	2610	120	80
11	Трудозатраты на 1 м ² стены, чел/час	7,19	1,20	1,00

4.3. Требования к песку и воде

Для приготовления бетонных смесей используют водопроводную питьевую, а также любую воду, имеющую водородный показатель рН, не менее 4, т.е. не кислую, не окрашивающую лакмусовую бумагу в красный цвет. Вода не должна содержать сульфатов более 2700мг/л и всех солей более 5000мг/л.

Модуль крупности (см. словарь) используемого песка должен быть не более 2. Песок не должен содержать глинистых примесей более 3% от массы, т.к. глина, обволакивая зерна песка препятствует сцеплению его с цементным камнем.

В производстве пенобетона допустимо и рекомендуется использование золы-уноса ТЭС (см. словарь). При её использовании можно снизить количество используемого цемента до 30% без потерь качества конечной продукции.

4.4. Области применения пенобетона

- **Область применения пенобетона**
 - производство строительных блоков, для классического строительства домов и перегородок
 - монолитное домостроение
 - тепло- и звукоизоляция стен, полов, плит, перекрытий
 - заполнение пустотных пространств, пенобетон очень текуч, и им можно заполнять любые пустоты, даже в самых труднодоступных местах через небольшие отверстия (подоконники, трубы и т.п.)
 - теплоизоляция крыш, пенобетон низкой плотности дает превосходные тепловые свойства изоляции
 - заполнение траншейных полостей, пенобетон не оседает, не требует виброуплотнения и имеет превосходные характеристики по распределению нагрузки, обеспечивая заполнение высокого качества
 - использование в туннелях, пенобетон используется, чтобы заполнить пустоты, которые возникают при прокладке туннелей

- теплоизоляция трубопроводов (как при производстве труб, так и, непосредственно, на объектах в специальную опалубку)

- **Использование пенобетона для заливки полов и крыш**

Одной из самых трудоемких операций в строительстве является создание выравнивающих цементно-песчаных стяжек. Из-за высокой средней плотности таких стяжек (около 2000 кг/м³), увеличиваются нагрузки на перекрытия, стены и фундаменты зданий. Из-за сравнительно высокого коэффициента теплопроводности (0,6 Вт/(м²°C)), полы, которые впоследствии делаются на таком основании, получаются "холодные". Значительно облегчает работу и улучшает характеристики теплопроводности и веса применение пенобетонных стяжек плотностью около 700 кг/м³. В этом случае нагрузки уменьшаются на 60 %, повышается звукоизоляция за счет пористой структуры пенобетона, температура на поверхности основания повышается на 2-5 °C за счет уменьшения коэффициента теплопроводности в 2-2,5 раза, что значительно увеличивает комфортность пола.

Предварительно на полу должны быть сделаны лаги. Максимальный размер пространства без лагов, куда заливается пенобетон 2х2 метра. У пенобетона низкие показатели самовыравнивания и текучести, поэтому после заливки пола, поверхность надо выравнивать планками по направляющим. Ухаживают за залитым пенобетонным полом или крышей, как и за обычным бетонным - поливают и не пересушивают.

Важно: заливаемую пенобетоном поверхность необходимо увлажнить, для предотвращения усадки и появления трещин. Также, для предотвращения появления трещин,

используют полипропиленовую фибру. Обычно её добавляют от 0,5 до 1 кг на 1 куб.м. пенобетонной смеси

После вставания пенобетона можно наносить верхний армирующий слой. Это может быть половая плитка, самовыравнивающая смесь (Ветонит, Плитонит и т.п.) или, что предпочтительней, паркет, дерево, ламинат. Толщина слоя пенобетона для основания полов составляет 30-50 мм. Возможно нанесение слоя до 100 мм. Наименьшая толщина слоя пенобетона при укладке его по плитам перекрытия составляет 30 мм. Конструкция пола рассчитывается и проектируется для каждого конкретного объекта, в зависимости от его назначения.

Для устройства полов и потолков пенобетон должен отвечать требованиям ГОСТ 25485 - 89 "Бетон ячеистый", а качество поверхности полов соответствовать требованиям ГОСТ 13.015.0 - 83. Значительно сокращает время вставания и, соответственно, ускоряет работу ускоритель твердения.

- **Использование пенобетона для теплоизоляции трубопроводов**

Пенобетон на протяжении более полувека эксплуатировался в самых суровых условиях — это монолитная теплоизоляция трубопроводов бесканальной прокладки, свыше 6000 км в условиях болот, где строительные конструкции разъедаются гуминовыми кислотами, блуждающими токами и солевыми растворами. Трубы разрушаются, а пенобетон не теряет ни сплошности, ни прочности, ни теплоизоляционных свойств, не говоря уже о том, что это самый экологически чистый материал. Сверх этого, пенобетон пассивирует металл от коррозии, т.к. создает повышенную щелочность (pH) его поверхности.

На сегодняшний день стандартных методов заливки теплоизоляционного слоя для уже смонтированных трубо-

проводов не существует, но, по нашим данным, несколько фирм ведут такие разработки, и в скором времени, можно ожидать появления нескольких видов съемной опалубки.

5. Оборудование для производства пенобетона

5.1. Методы получения пенобетона и общий обзор видов оборудования

Способ приготовления формовочных пенобетонных масс зависит от принятой технологии и вида применяемого пенообразователя.

Приготовление пенобетонной смеси, независимо от метода вспенивания, основано на получении гетерогенной системы газ-жидкость-твердое и может быть организовано несколькими способами.

Согласно первому способу, специально приготовленную технологическую пену смешивают с цементным тестом или цементно-песчаным раствором, а затем, при интенсивном перемешивании массы, получают ячеистобетонную смесь, в которой последующее схватывание и твердение вяжущего фиксирует структуру материала (классическая схема).

Во втором варианте по технологии «сухой минерализации» пены приготовление смеси производят путем совмещения сухих компонентов с низкократной пеной, непрерывно подаваемой пеногенератором. При этом, по мнению А. П. Меркина, происходит «бронирование единичного воздушного пузырька частицами твердой фазы и отсывание воды из пены». Так образуется высокоустойчивая

пенобетонная масса с малым количеством свободной воды. На поверхности пенных пузырьков сорбируются (втягиваются в пленку ПАВ) мелкие и гидрофильные частицы твердой фазы. Высокая насыщенность ПАВ поверхности раздела «воздушная пора – дисперсионная среда» предопределяет формирование гладкой глянцевой поверхности стенок пор. Формируется плотный припоровый слой толщиной 12-30 мкм – слой, называемый зоной подкрепления. В условиях эксплуатационных нагрузок на пенобетон объем единичной поры работает как арка и плотный припоровый слой пенобетона «сухой минерализации» может рассматриваться как армированный нижний пояс конструкции.

Перспективна баротехнология производства ячеистобетонной смеси, предусматривающая насыщение массы в герметичном смесителе сжатым воздухом и последующую выгрузку смеси в формы, где в результате перепада давлений происходит вспучивание. По этому способу в смесь вводят воздухововлекающие добавки ПАВ и применяют специальный герметичный смеситель.

Другие способы приготовления пенобетонных смесей, описанные в литературе, не нашли широкого практического применения, хотя заложенные в них принципы имеют перспективу.

В технологии изготовления пенобетонных смесей могут быть использованы дополнительные операции, направленные на оптимизацию гранулометрического состава компонентов сырьевой смеси, регулирование пористой структуры смеси, одновременное применение пено- и газообразователей, комплексное использование ПАВ с пластифицирующим эффектом и функциональных добавок, например, ускоряющих структурообразование при твердении вяжущего или стабилизирующих структуру пенобетонной смеси.

Следовательно, при выборе способа производства пенобетонных смесей следует исходить из того, какие характеристики заданы для материала, от возможности предприятия в приобретении необходимого оборудования, а также от вида сырьевых материалов и ряда других исходных условий организации производства.

Ниже приведены наиболее распространенные схемы производства пенобетонных смесей.

- Классическая схема

Сущность способа заключается в смешении пены с растворной смесью. Концентрат пенообразователя и часть воды дозируют по объему, затем их смешивают с получением рабочего раствора пенообразователя. Рабочий раствор пенообразователя поступает в пеногенератор для получения пены. Вторую часть воды дозируют по объему, цемент и песок - по массе и из них изготавливают растворную смесь. В пенобетоносмеситель подается пена из пеногенератора и растворная смесь. Пенобетонная смесь, приготовленная в пенобетоносмесителе, насосом транспортируется к месту укладки в формы или монолитную конструкцию.

- Пенобаротехнология

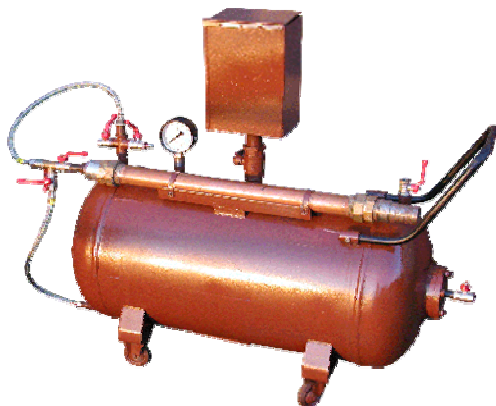
Сущность способа заключается в поризации под избыточным давлением смеси всех сырьевых компонентов. Концентрат пенообразователя и воду дозируют по объему, цемент и песок - по массе (или дозируется по массе специально изготовленная сухая смесь из сухого пенообразователя, цемента и песка). Все компоненты подают в пенобаробетоносмеситель, куда компрессором нагнетается воздух, создавая внутри давление. Пенобетонная смесь, полученная в пенобаробетоносмесителе, под давлением транспортируется из смесителя к месту укладки в формы или монолитную конструкцию.

Последующая стадия формования изделий из пенобетонных смесей осуществляется с соблюдением основного условия - получение поризованной массы с хорошо организованной пористостью.

5.2. Оборудование с пеногенератором

Мы рассмотрим данный тип оборудования на примере пеногенератора Санни-ПГ150, предлагаемый фирмой СТРОЙ-БЕТОН (www.iBeton.ru, тел:(921)6908985).

1. **Назначение:** пеногенератор предназначен для выработки пены, на основе которой последует производство пенобетона в любой растворомешалке (растворном узле).
2. **Устройство и принцип работы:** пеногенератор состоит из нижнего бака для смеси вода\пенообразователь, верхнего бачка для пенообразователя, впускных и регулирующих вентилей и выпускной трубы генерирующей пену. Пеногенератор подключается к воде (при от-



сутствии централизованной подачи воды, возможно

ручное заполнение ведрами через верхний бачок), через верхний бачок заливается пенообразователь (рекомендуется Ареком, но возможно использование любого другого пенообразователя, включая самостоятельно приготовленные). После этого компрессор подает давление и начинается выход пены через трубу генерирующую пену. При помощи вентилей возможна регулировка фактуры получаемой пены – от мелких закрытых пор (менее 0,1 мм), до пены с крупными порами.

3. **Конкурентные преимущества пеногенератора Санни-ПГ150:**

- высокая производительность, 200 литров в минуту
- работа на любом типе пенообразователя (рекомендуемый пенообразователь Ареком, но можно работать, даже на самостоятельно изготовленных пенообразователях. Рецепт пенообразователя прилагается)
- возможность совместной работы с растворомешалкой, штукатурной станцией или растворным узлом (рекомендуемый смеситель должен быть принудительного типа, т.е. с лопатками)
- возможность использования цемента марки 400 для производства пенобетона
- возможность регулировки плотности пены
- простота в обращении и очень высокая надежность
- возможность работы при отсутствии водопровода (воду можно заливать ведрами)
- предоставление, вместе с пеногенератором, всей информации о производстве пенобетона
- бесплатное обучение на действующем производстве, до тех пор, пока клиент не подпишет бумагу об окончании обучения
- помощь в сертификации получаемого пенобетона

- последующее неограниченное консультирование нашим технологом по телефону

Покупая этот пеногенератор, Вы получаете надежное оборудование, на базе которого Вы сможете создать масштабируемое производство пенобетона любых марок от 200 до 1800.

4. Цена пеногенератора Санни-ПГ150 указана прайс-листе производителя.

5. Характеристики:

Обслуживающий персонал	1 человек
Масса в незагруженном состоянии	80кг
Производительность пены	200 литр/1 мин
Габариты	1300x700x800 мм
Объем рабочей емкости	150 литров
Рабочее давление воздуха	7 атм.
Напряжение питания	220 В
Кратность пенообразования не менее	30
Диапазон регулировки плотности пены в пределах	10 - 500 грамм\литр
Потребляемая мощность кВт\час	5кВт (компрессор)

6. Необходимое дополнительное оборудование: компрессор К-2 или любой другой производительностью не менее 0,6 куб.м. в минуту и давлением не менее 7 атм. Рекомендуемый российский компрессор К-2, который проверен на производстве (за 2 года ни одной остановки) и также поставляется фирмой СТРОЙ-БЕТОН.

7. Схема организации производства пенобетона с использованием пеногенератора

Для открытия производства пенобетона с использованием пеногенератора необходим следующий комплект:

- пеногенератор
- компрессор
- растворомешалка принудительного типа, желательно сделанная специально для пенобетона (описание подобной ниже)
- героторный насос для подачи пенобетонной массы в нужное место

В растворомешалке подготавливается раствор, потом в неё подается пена из пеногенератора и после перемешивания героторным насосом перекачивается в нужное место (в формы или опалубку). Данный метод производства отличается высокой производительностью, низкой себестоимостью пенобетона. Также, пеногенератор легко встраивать в существующие бетонные производства без дополнительных затрат.

При использовании специальной растворомешалки можно обойтись без героторного насоса. Описание подобной мешалки идет ниже.

Смеситель принудительного типа Сання-СМ500 – (СТРОЙ-БЕТОН www.iBeton.ru, тел: (921)6908985).



1. **Назначение:** смеситель предназначен для создания раствора, и перемешивания его с пеной получаемой в пеногенераторе. После этого, полученная пеномасса может подаваться по шлангу в нужное место без использования героторного насоса, под действием давления. Смеситель Санни-СМ500 мобильный, на колесах и его легко можно перемещать по производству или строительным объектам. Смеситель может использоваться для получения пенобетона, как штукатурная станция или для получения высококачественного раствора.
2. **Устройство и принцип работы:** смеситель состоит из моторного блока, цистерны внутри которой расположен специальный размешивающий механизм, вентиля для подачи давления и крана для выпуска пенобетонной смеси.
3. **Конкурентные преимущества смесителя Санни-СМ500:**
 - производительность 4 куб.м. в час
 - не нужен героторный насос, смесь можно подавать на расстояние до 10 метров под избыточным давлением
 - универсальность – можно получать пенобетон, раствор для штукатурки и кладки.
 - возможность получать пенобетон любой плотности на 400-м цементе (с использованием пеногенератора)
 - простота в обращении и очень высокая надежность

4. **Характеристики:**

Обслуживающий персонал	2 человек
Масса в незагруженном состоянии	450 кг
Производительность пенобетона	3-4 куб.м. в час
Габариты	2000х1000х1200 мм

Объем рабочей емкости	500 литров
Рабочее давление воздуха	0,8 атм.
Напряжение питания	380 В
Потребляемая мощность кВт\час	5 кВт

И, в заключение, рассмотрим героторный насос:

1. Назначение: для напорного транспортирования пенобетона, малярных и штукатурных растворов, шпатлёвок, шламов и т.д. За счет транспортирования перекачиваемой смеси без оказания на смесь какого-либо давления, героторный насос идеально подходит для перекачки пенобетона. Пена в пенобетонной массе полностью сохраняется. Насос перекачивает все, что течет: мало или высоко вязкие жидкости с волокнами или твердыми частицами размером до 5 мм.

2. Устройство и принцип работы: основан на применении героторного механизма, где ротор (винт) совершает планетарное движение в статоре (обойме) с вытеснением объема транспортируемой среды, находящейся в замкнутых полостях между ротором и статором.

5.3. Установки кавитационного типа (с баросмесителями)

Мы рассмотрим данный тип оборудования на примере установки Санни-014, предлагаемый фирмой СТРОЙ-БЕТОН (www.iBeton.ru, тел: (921) 6908985).

1. Назначение: Установка предназначена для производства стенового и перегородочного пеноблока, а, также, применяется для утепления крыш, труб, заливки полов

и заливки в опалубку непосредственно на месте строительства.

2. **Устройство и принцип работы:** установка включает в себя бетономеситель, двигатель, приборную панель - все это жестко закреплено на станине. Установка мобильна, легко перемещается по цеху и строительному объекту, умещается на строительном поддоне и в прицепе легкового автомобиля. Загрузка компонентов осуществляется вручную через горловину. Под давлением происходит процесс образования пеносмеси. Подача к месту укладки осуществляется шлангом, (длинной 5 метров, прилагается к установке) за счет избыточного давления создаваемого в пенобетономесителе. Установку обслуживают 2-3 человека.
3. **Сущность технологии** состоит в возможности получения пенобетона с мелкодисперсной замкнутой пористостью в одну стадию. Диаметр подавляющего большинства пор менее 0,8 мм. Процесс поризации осуществляется в турбулентно-кавитационном смесителе, снабженном лопастями минимального аэродинамического сопротивления. Во время поризации за движущимися лопастями со специальными насадками образуются кавитационные каверны, давление в которых на 15-20% ниже атмосферного. Из-за разницы давления происходит процесс самопроизвольного засасывания воздуха в смесь, с образованием и равномерным распределением по объему смеси мельчайших пузырьков воздуха, которые стабилизируются пенообразователем и армируются частицами цемента и песка. Высокая устойчивость пенобетонной смеси к усадке и расслоению, недостижимая при применении других технологий, объясняется условиями формирования пузырьков воздуха при пониженном давлении. После прекращения процесса по-

ризации, давление возрастает до атмосферного и дополнительно сжимает пузырьки. В результате, впервые в мировой практике получен пенобетон, водонасыщение которого не превышает 10%.

4. **Комплектность:** Для начала работы необходимо: *установка Санни, компрессор K-11, напряжение питания 380В* и все. Наладки установка не требует и можно приступать к работе сразу после подключения ее к сети питания.
5. **Конкурентные преимущества данной установки:** Отсутствие пеногенератора сокращает стоимость оборудования, при получении продукции такого же качества. В производственном процессе используется безопасное давление (до 1 кг\м²) вследствие чего отпадает необходимость сертификации данного производства. Также не требует сертификации получаемая на данной установке продукция. Необходимо получение гигиенического сертификата на получаемую продукцию. Установка отличается низкой энергоемкостью, мобильна при достаточно высокой производительности. Простота эксплуатации. Ремонтопригодна даже для неспециалиста.
6. **Цену установки можно посмотреть в прайс-листе производителя.**
7. **Производительность – 10 куб.м. за смену (8 часов)** Если лить в опалубку, то достаточно 2 человек, если в формы то, учитывая разборку, смазку, сборку, необходимо 1 человек на 1,5 куб. м. (в среднем на все производство).
8. **Характеристики:**

Объем рабочей емкости	0,14 куб.м
Один цикл получения 140л пеномассы занимает	4 - 5 минут
Дальность подачи раствора по вертикали	5 м
Дальность подачи раствора по горизонтали	20 м
Рабочее давление воздуха	0,65 кг/см ²
Габаритные размеры	1300x700 x1250 мм
Мощность	3 кВт
Напряжение	380 В
Масса	150кг

9. Минимальная **площадь помещения** необходимая для производства 10куб.м. в смену – 200 кв. м.

Пеномассу, получаемую в установке, можно разливать как в опалубку непосредственно на строительстве, так и в специальные формы для получения пенобетонных блоков.

5.4. Сравнение методов производства и рекомендации по выбору оборудования

Рассмотрим важный вопрос для всех тех, кто собирается создать производство пенобетона или расширить его: "Какое оборудование выбрать – с пеногенератором или мобильную установку с баросмесителем". Все предыдущие обзоры такого рода были, на наш взгляд, необъективны, т.к. фирмы или люди, которые их писали, рекламировали свой вид оборудования.

Статья будет состоять из описания каждого вида оборудования, его плюсов и минусов и заключительной части с выводом.

1. Мобильное оборудование с баросмесителем (на примере установки Санни-014)

ПЛЮСЫ:

- дешевизна, нужна только установка и компрессор
- мобильность, за счет малого веса (170кг) и малых размеров (высота – 1300 мм, ширина 700 мм, длина - 1250;) легко перемещается в прицепе легкового автомобиля и по стройке. Например, при заливке полов, установку легко можно перетаскивать из комнаты в комнату.
- возможность работы с установкой даже неквалифицированного рабочего
- простота в обслуживании и ремонте

МИНУСЫ:

- "плавающая" плотность пенобетона, трудно получить пенобетон фиксированной плотности при больших объемах
- малая производительность
- невозможность внедрения в существующие бетонные производства
- более высокий расход пенообразователя
- более высокие требования к цементу, только 500Д0
- более высокие требования к пенообразователю, категорически не подходят дешевые и самостоятельно приготовленные пенообразователи

2. Оборудование на базе пеногенератора (на примере пеногенератора Санни-ПГ150)

ПЛЮСЫ:

- высокая производительность
- возможность внедрения на существующие бетонные производства
- возможность получения пены со стабильной плотностью

- работа на любом типе пенообразователя (рекомендуемый пенообразователь - Ареком, но можно работать, даже на самостоятельно изготовленных пенообразователях. Рецепт пенообразователя прилагается)
- меньший расход пенообразователя
- возможность работы совместно с растворомешалкой, штукатурной станцией или раствором узлом. (рекомендуемый смеситель должен быть принудительного типа, т.е. с лопатками)
- возможность использования цемента марки 400 для производства пенобетона
- возможность регулировки плотности пены
- простота в обращении и очень высокая надежность минусы:
- при условии начала производства "с нуля", более высокие начальные затраты на открытие производства
- затруднения с использованием в качестве мобильного оборудования

3. Заключение:

Мобильные установки с баросмесителями хорошо подходят для открытия небольших производств с ограниченным бюджетом и малого коттеджного строительства. Для создания производства пенобетона на базе существующих бетонных производств, или создания производств со средней или большой производительностью, пеногенератор оказывается более экономичным вариантом и позволяет снизить себестоимость продукции.

5.5. Разборные формы или резательные установки – сравнение и перспективы использования

Независимо от способа производства пенобетона, полученный пенобетон надо куда-либо разливать. Возможные варианты перечислены в разделе "Области применения пенобетона". Значительную часть производимого пенобетона разливают в специальные формы для получения блоков. Полученные блоки можно использовать в строительстве, как для перегородок, так и для основных стен.

На данный момент на большинстве производств применяется один из двух методов получения блоков: заливка в формы и разрезание большого массива. Рассмотрим плюсы и минусы обеих технологий.

Разливка по формам (кассетная технология):

плюсы:

- простота производства
- при объеме до 20 куб. м. в день, гораздо меньшие вложения в оборудование
- возможность постепенного наращивания объемов производства без больших вложений
- возможность производства уникальных блоков (пазогребневых и т.п.)

минусы:

- малая производительность
- не технологичное, ручное производство
- менее точные размеры
- менее привлекательный внешний вид продукции

Разливка в массивы с последующей разрезкой:

плюсы:

- точные размеры
- большой объем производства

- простота наращивания объемов производства
- меньшее количество ручного труда

минусы:

- высокая цена
- возможные поломки оборудования
- большое количество отходов

Так же, как и в случае с пеногенератором и баросмесителем, рекомендации зависят от объема производимой продукции. При производстве до 20 куб.м. пенобетона в день предпочтительнее использовать кассетную технологию (разливать в формы), при больших объемах можно порекомендовать использовать резательную технологию.

5.6. Расчет экономической целесообразности открытия производства пенобетона

Ниже приведен типовой бизнес-план открытия пенобетонного производства. На основе этого расчета, можно сделать вывод, что на сегодняшний день производство пенобетона имеет очень высокую степень рентабельности.

Бизнес-план создания производства пенобетона

Цены и расходы, зависящие от региона:

Расход	Сумма, руб.
Стоимость цемента М500Д0 за 1 тонну	1 600
Стоимость 1 тонны песка с доставкой	140
Зарплата 1 работника в месяц	5 000
Зарплата мастера смены в месяц	8 000
Зарплата бухгалтера в месяц	8 000
Аренда помещения	30 000
Стоимость электроэнергии, за 1КВт	2

Стоимость отопления за месяц (т.к. отопление нужно 7 месяцев в году, то берем не полную сумму, а $7/12$ от суммы за год)	7 000
Прочие коммунальные платежи, мес (уборка мусора, оплата воды и т.п.)	2 000
Прочие расходы, мес	1 500

Налоги не учитываем, т.к. выбираем упрощенную схему налогообложения с оплатой 6% от оборота. Расчет будет ниже.

Параметры производства:

Производительность, м ³ /сутки	10
Количество рабочих дней в месяц	30
Рыночная (отпускная) цена, руб/м ³	1 450
Количество рабочих	7
Количество мастеров	1
Количество бухгалтеров	1
Расход электричества в день, кВт	36

Капитальные вложения:

Название вложения	Кол-во	Цена	Сумма
Установка Санни-014	1	96 000	96 000
Компрессор К-11	1	12 800	12 800
Высокоточная, универсальная форма 500х300х100(200), 1куб.м.	10	38 000	380 000
Погрузчик 2 тонны	1	192 000	192 000

Итого: 680 800

Стоимость материалов необходимых для производства 1 куб.м. Пенобетона, плотность 800 кг/куб.м.

Наименование	Кол-во/ 1куб.м	Цена	Сумма
--------------	-------------------	------	-------

Цемент М500Д0, кг.	333	2	533
Песок, кг.	400	0,14	56
Пенообразователь Ареком-4, литров	1	38	38
Смазка форм Компил, литр	1	18	18
Ускоритель твердения Простон-Д18, кг.	1	28	14

Итого: 659

Расходы на производство пенобетона в месяц

Статья расхода	Итого, руб
Материалы для производства за месяц	197 640
Зарплата работников	35 000
Зарплата мастеров	8 000
Зарплата бухгалтеров	8 000
Налоги (6% с оборота)	13 700
Аренда	30 000
Отопление	7 000
Прочие коммунальные платежи, мес (уборка мусора, оплата воды и т.п.)	2 000
Электричество	68
Прочие расходы, мес	1 500

302 908

Расчет окупаемости:

Статья	Сумма
Затраты на открытие производства	680 800
Выручка от продажи пенобетона в месяц	435 000
Ежемесячные расходы	302 908
Чистая прибыль в месяц без затрат на открытие	132 092
Срок окупаемости, месяцев	5,15

Итак, мы получили, что производство пенобетона окупается за 5,15 месяцев. Если объем производства будет больше, то производство окупится быстрее.

6. Химикаты для производства пенобетона

6.1. Пенообразователи (виды, отличия, варианты приготовления и использования)

В настоящее время выпускается множество различных пенообразователей. Мы рассмотрим: каких они бывают типов, их отличия друг от друга и требования к пенообразователям, применяемым в производстве пенобетона.

Любой пенообразователь, существующий на рынке производства пенобетона должен удовлетворять следующим требованиям:

- **технико-экономические**

Расход пенообразователя в денежном выражении не должен превышать 2\$ на 1 кубический метр производимого пенобетона. При превышении этого показателя его применение становится экономически нецелесообразным из-за большого влияния на себестоимость продукции. Причем, является очевидным, что более дорогие пенообразователи не увеличат качество продукции на увеличенную стоимость.

- **постоянство свойств, независимо от партии**

Пенообразователь должен иметь одинаковые характеристики, независимо от партии и времени выпуска. В противном случае понадобится постоянная перенастройка технологического процесса производства или, если ее не делать, продукция будет получаться пониженного качества.

- достаточный срок хранения

Пенообразователь должен иметь срок хранения не меньше 1 года. Если срок хранения меньше, то придется покупать пенообразователь маленькими партиями и постоянно докупать новые. Это может быть проблематичным, в связи с большим временем доставки по железной дороге и удаленностью некоторых производств. Также, при окончании строительного сезона и значительном снижении объема производства, невостребованный пенообразователь может вообще испортиться до следующего сезона.

- малый расход

Расход пенообразователя не должен превышать 1,5 литров на 1 куб.м. производимого пенобетона. Это необходимо по двум причинам. Первая: для большего количества продукции получаемой из одной загрузки пеногенератора. Вторая: для меньшего влияния на процесс твердения пенобетона. Как известно, при большом количестве пенообразователя использованного для приготовления пенобетона, может увеличиваться время затвердевания пенобетона, понижаться его прочность, увеличиваться усадка.

- простота приготовления

Пенообразователь не должен быть многокомпонентным. Увеличение количества составляющих усложняет процесс приготовления рабочего раствора пенообразователя и снижает точность дозирования составляющих. Однокомпонентные пенообразователи имеют преимущества, особенно, при использовании в строительных условиях. А во избежание засорения трубопроводов и накопления осадка в рабочих емкостях, необходимо, чтобы пенообразователь был хорошо растворим в воде.

- высокая кратность и стойкость

Кратность пенообразователя и стойкость пены - это основные физические свойства технической пены, которые характеризуют качество пенообразователя. Они зависят от

вида пенообразователя, устройства приготовления пены, которые в значительной мере влияют на физико-механические свойства поризованного бетона. Кратность пенообразователя, должна быть не менее 10. Это необходимо для уменьшения отрицательного действия пенообразователей на гидратацию вяжущего. Кратность пенообразователя определяется по простой формуле: надо объем полученной пены разделить на объем исходного пенообразователя. Зачастую пенообразователи поставляются в концентрированном виде и требуют разбавления водой. Тогда кратность определяется: объем полученной пены деленный на объем исходного водного раствора. На прочность пенобетона оказывает влияние количество вводимой в поризуемую смесь воды с пеной, которая приводит к дополнительному образованию капиллярных пор. Уменьшение В/Т (водо-твердое соотношение см. словарь) в поризуемом растворе изменяет значение C , что приводит к увеличению плотности получаемого пенобетона. Поэтому, в технологии пенобетона некоторые производители используют относительно высокое значение В/Т. За счет такого технологического приема, увеличивая значение C , представляется возможным получить пенобетон меньшей плотности, уменьшая отрицательное воздействие пенообразователя на гидратацию вяжущего. Использование пен высокой кратности (так называемых условно "сухих пен") приводит к перераспределению воды из твердеющего раствора в межплочные слои пузырьков пены. Такой эффект наблюдается при использовании определенных видов пенообразователей и пен повышенной вязкости.

- соответствие санитарно-гигиеническим нормам

Пенообразователи должны быть нетоксичны, невзрывоопасны и, согласно классификации по ГОСТ 12.1.007-76, относится к 3, 4-ому классу малоопасных веществ, и отвечать санитарно- и радиационно-гигиеническим требовани-

ям. Биоразлагаемость разрабатываемых ПО должна удовлетворять требованиям предъявляемых при использовании ПАВ (Поверхностно активных веществ) в производстве строительных материалов.

- достаточная стойкость пены в растворе

Это один из важнейших показателей качества технической пены. Этот технологический параметр характеризуется коэффициентом стойкости пены в цементном тесте при лабораторных исследованиях, а в производственных условиях, коэффициентом использования пены. Значение этих коэффициентов отображает не только совместимость технической пены со средой твердеющего раствора, но и показывает объемную долю использования пены в приготовлении поризованного раствора. В лабораторных исследованиях определение коэффициента стойкости пены производится вручную при смешивании в течение 1 минуты в равных объемах (1 л) цементного теста ($V/C=0,4$) и пены, с последующим измерением полученного объема поризованного теста. Коэффициент стойкости пены в цементном тесте рассчитывают как результат среднего арифметического трех замеров. Проще говоря, берется 1 литр пены и 1 литр цемента. В течение 1 минуты они перемешиваются, и после этого измеряется объем полученной пеномассы. Объем полученной пеномассы делим на 2 и получаем некое число, назовем его C .

Получаемую техническую пену можно считать удовлетворительной, если значение C от 0,8 до 0,85, а качественной: $C = 0,95$. Например, на основе пенообразователя Ареком можно приготовить пену с $C = 0,96$. Этот показатель стойкости пены связан с плотностью и прочностью получаемого пенобетона. Чем выше коэффициент стойкости пены, тем меньший объем пены необходим для получения пенобетона требуемой плотности и, соответственно, необходим меньший расход пенообразователя. Пенообразова-

тель, как и любая добавка, в запредельном количестве на начальной стадии замедляет и может совсем приостановить твердение вяжущего. Количество пенообразователя, перешедшего в жидкую систему твердеющего вяжущего, зависит от C . Количество пенообразователя в жидкой фазе вяжущего можно определить через C . Поэтому необходимо использовать пены более высокой кратности, уменьшая объем пенообразователя, вводимого в бетонную смесь, но, сохраняя высокое значение C . Эти технологические параметры пены находятся во взаимосвязи и в противоречии. Поэтому, для каждого состава пенообразователя и технической пены необходимо определять приоритетное их влияние на технологические и физико-механические свойства пенобетона.

- стойкость смеси во времени

Стойкость поризованной смеси во времени характеризуется осадкой пенобетонной смеси. Можно предположить, что влияние на процесс осаждения оказывает изменение рН среды твердеющего бетона и перераспределение ПАВ (поверхностно активное вещество – пенообразователь) в дисперсной системе. При недостаточной структурной прочности межпоровых перегородок (результат действия ПАВ) происходит их прорыв и слияние, т.е. коалесценция поризованной смеси. Такие изменения поризованной смеси во времени измеряют высотой осадки поризованной смеси к начальной ее высоте. Чем меньше осадка пенобетонной смеси, тем качественней пенообразователь и приготовленная техническая пена.

Основные критерии оценки свойств пенообразователей: концентрация пенообразователя при приготовлении стойкой пены; кратность пены и коэффициент стойкости пены в вяжущем растворе. Эти показатели необходимо использовать для первоначальной оценки качества пенообразователя.

6.2. Рецепт простейшего пенообразователя

Данный пенообразователь возможно использовать только в оборудовании на базе пеногенератора. Для установок кавитационного типа он не подходит. Для приготовления надо измельчить:

150 гр едкого натра

1 кг канифоли

50 гр клея столярного

Нагревать и перемешать до полного растворения. Данный пенообразователь зачастую показывает результаты не намного худшие, чем некоторые предлагаемые на рынке.

6.3. Примеры пенообразователей

На сегодняшний день на рынке присутствуют пенообразователи 2-х типов: органические пенообразователи на основе натурального протеина и синтетические, получаемые при производстве моющих средств на различных химических комбинатах. Синтетические пенообразователи по многим показателям превосходят органические. Рассмотрим свойства распространенного пенообразователя Ареком-4 производимого фирмой СТРОЙ-БЕТОН.

Пенообразователь Ареком-4

Данный пенообразователь позволяет получить очень устойчивую пену (стойкую к плохой воде и дополнительным химикатам), и при производстве пенобетона показывает более лучшие результаты по сравнению с другими пенообразователями. Используется в качестве поро-

образователя при получении пенобетонов различных марок. Пенообразователь является экологически чистым, биоразлагаемым продуктом.

Внешний вид.	однородная прозрачная жидкость светло-коричневого цвета.
Плотность	1000-1200
Водородный показатель (pH) пенообразователя, в пределах	8-9
Кратность пены рабочего раствора с объемной долей пенообразователя 3% , не менее	12
Устойчивость пены, не менее	4 часов
Токсичность	малоопасное вещество.
Гарантийный срок хранения	18 месяцев.
Упаковка	бочки 200 литров

6.4. Ускорители твердения и смазки форм

Для начала, повторим важную информацию: рост прочности неавтоклавного пенобетона значительно отличается от роста прочности обычного бетона. При естественном твердении обычный бетон набирает 90-100% своей прочности, а пенобетон, за это время, лишь около 50%. остальную часть прочности пенобетон набирает в течение 6 месяцев. Также, при температуре в производственном помещении менее 10 градусов срок затвердевания пенобетона значительно увеличивается, и разборка форм становится

возможной только через 2-3 суток. Для решения этих проблем применяются различные ускорители.

Классический ускоритель – хлорид кальция. Его обычно добавляют 1-2% от массы цемента в растворе. Главная проблема, связанная с его применением, что в отличие от обычных бетонов, в пенобетоне одна из составляющих – пенообразователь, должна поддерживать форму пузырьком в течении нескольких часов. Хлористый кальций реагирует с пенообразователем и поэтому возможна большая усадка.

В настоящее время разработано значительное количество специальных добавок для ускорения процесса твердения бетона. В процессе исследования рынка, было выяснено, что на данный момент есть только один ускоритель, разработанный специально для пенобетона. По предварительным прогнозам, в ближайшее время не ожидается появления на рынке серьезных ускорителей разработанных специально для пенобетона. Единственный ускоритель выпускается 2-х типов и, соответственно, называется Простон-Д18 и Простон-Д19 и выпускается фирмой СТРОЙ-БЕТОН. Они позволяют производить пенобетон при температуре до 5 градусов и ускоряют процесс первичного схватывания примерно в 3 раза, и последующего твердения примерно на 50%.

Для смазки форм нельзя применять отработку и любые смазки на основе масел. На производственный процесс это не влияет, но в результате получается не товарный внешний вид, плохая адгезия к штукатурке (блоки не штукатурятся и не шпаклюются). При производстве пенобетона рекомендуется использовать биологически разлагаемые смазки (например, Компил), что позволяет получать экологически чистую и внешне привлекательную продукцию. Использование неправильных смазок даже по-

родило миф о том, что блоки из литого пенобетона не штукатурятся.

7. Слияние технологий – производство строительных изделий из пенобетона и других материалов

7.1. Пенобетон и вибропрессование

В настоящее время идет бурное развитие пенобетонных производств. В основном такие производства либо выпускают строительные блоки, либо льют пенобетон в опалубку. После заполнения рынка простыми пенобетонными блоками, начнется расширение производств в сторону увеличения производительности и производства новых видов продукции с использованием пенобетона. Одна из наиболее перспективных для этого технологий – вибропрессование.

При помощи данной технологии можно производить совершенно новый вид строительных блоков, обладающих огромным потенциалом по покупательскому спросу и применению, как в индивидуальном, так и в массовом строительстве. С помощью вибропрессования можно производить большой пустотелый блок (например, 400х200х200мм), с относительно тонкими стенками (2см) из тяжелого бетона (плотность 2400), куда сразу после их производства можно заливать легкий пенобетон плотностью около 250.

Плюсы технологии:

- высокая производительность

- ненужность металлических и каких-либо других форм
- полная идентичность (создаются в одной матрице) всех блоков
- возможность производить на этом же оборудовании тротуарную плитку
- возможность перевозки или укладки продукции уже через 3 дня после производства

Плюсы получаемых блоков:

- являются конструкционно-теплоизоляционными (из них можно строить высотные дома с тонкими стенами)
- не требуют внешней отделки
- легки в перевозке и укладке
- можно производить разных цветов
- имеют более высокую продажную цену при более низкой себестоимости
- морозостойки (500 циклов), по этой технологии делают брусчатку

Вибропрессовальное оборудование для использования совместно с пенобетоном должно удовлетворять нескольким требованиям:

- должна быть возможность получать пустотелый блок размерами до 400x200x200 мм. Причем, в этом блоке не должно быть внутренних перегородок, т.к. это сильно уменьшает теплопроводность. Как ни странно, большинство установок для вибролитья не удовлетворяет этому требованию. Это можно объяснить тем, что данное оборудование изначально создавалось для производства тротуарной плитки.
- установка должна уплотнять раствор до плотности 2400 кг\куб.м.

Одна из наиболее удачных и недорогих установок подобного типа:

Автоматическая установка для вибропрессования ВИПР 1-2м

1. Установка предназначена для производства широкого перечня изделий методом вибропрессования:
 - плитка тротуарная
 - бордюр тротуарный
 - бордюр дорожный
 - блок стеновой
 - пустотелый блок для последующей заливки пенобетоном
 - блок "рваный камень"

2. Установка состоит из:

- пульт управления
- гидростанция
- пресс + транспортер

Принцип работы: Раствор загружается в бункер. На пульте управления задается режим работы, включается автомат и, благодаря реле времени, происходит штамповка продукции, ее выход и возврат в исходное положение (при одиночном цикле), а при автоматическом цикле идет непрерывная штамповка.

Установку обслуживают: 2 человека.

3. Технология: БСУ готовит полусухой раствор (1:3) воды 2-2,5% от общей массы. После загрузки готового раствора в бункер дозатором раствор подается на матрицу. Происходит вибрация (предварительная). Раствор заполняет матрицу, а избыток раствора ровно снимается дозатором при возвращении в исходное положение. Затем под воздействием давления и вибрации происходит

штамповка изделия. Готовое изделие на поддоне транспортером передвигается вперед, матрица опускается на пустой поддон и цикл повторяется.

4. Преимущества производства изделий из тяжелого бетона методом вибропрессования перед вибролитьем:

- более технологичная организация производства (установка работает в автоматическом режиме, возможна правильная организация подачи раствора)
- более высокая производительность
- идентичность всех изделий (они делаются в одной прессформе)
- отпадает необходимость в пластиковых формах и пластификаторе
- гораздо более низкая себестоимость конечных изделий, при их более высоком качестве
- независимость качества продукции от работников

5. Преимущество изделий полученных методом вибропрессования перед вибролитьевым методом:

- большая плотность и, соответственно, большая прочность на сжатие
- низкое влагопоглощение
- высокая морозостойкость
- устойчивость к истиранию (плитка)

6. Производительность за смену (8 часов):

- плитка тротуарная 20 - 30 м² (форма на 8 плиток)
- бордюр тротуарный 80 - 100 м/п
- пустотелый блок для заливки пенобетоном 80 - 100 шт.

7. Характеристики установки:

- Длина - 0,8 м.

- Ширина - 1,1 м.
- Высота - 2,1 м.
- Потребляемая мощность 3 кВт.
- Вес - 1050 кг.

Цену установки можно посмотреть в прайс-листе производителя (фирма СТРОЙ-БЕТОН (www.iBeton.ru, тел:(921)6908985).

7.2. Пенобетон и вибролитье

Как известно, технология вибролитья применяется для производства тротуарной плитки и декоративных фигур и элементов (например, подоконники под мрамор, статуи, литые заборы и т.п.). Некоторое время на рынке предлагались пластиковые формы, в которые можно было залить около 4 см раствора, произвести вибрацию и после этого залить сверху пенобетоном. Полученный блок, с одной из сторон имел гладко красивое покрытие из тяжелого бетона, а всю остальную часть из пенобетона. В блоке были предусмотрены посадочные места для строительства стен.

Минусом данной технологии оказалось:

- слабая сцепка пенобетонной части и литевой – они просто отваливались друг от друга. При применении нормального армирования, стоимость производства сильно возрастала.
- малая производительность и сложность производства
- большие вложения в формы и их недолговечность
- тяжелая сборка и распалубка форм

В результате, можно сказать, что данная технология не перспективна, особенно, при наличии технологии вибропрессования.

8. Строительство коттеджа из пенобетона

8.1. Строительство фундамента

- **С ТОНКИМ СЛОЕМ РАСТВОРА СТРОИТЬ БЫСТРЕЕ.**

Одна из самых дорогостоящих работ при строительстве – это замешивание раствора при кладке стен, но не тогда, когда дом возводится из пенобетона. Крупные блоки и уменьшенный до 1 мм шов кладки, заполненный раствором, облегчают строительство: нужно всего лишь 10 л раствора, чтобы уложить один кубометр стены. А так как блоки по детски легки в работе, то любителю нужно всего около трех часов, чтобы переработать один кубометр блоков из пенобетона. Для сравнения: обычно строят дом со швом кладки в 12 мм и затрачивают около пяти часов на кубометр стены. Но пенобетон изготавливается не только в виде блоков. U – образные оболочки, массивные перемычки или сборные перекрытия образуют оптимальную строительную систему, с помощью которой можно выполнить почти все строительные-технические требования. Особенно хорошо также то, что дом строится массивным, но при этом ощутимо щадит ваши силы. А быстрое продвижение строительства является прекрасной мотивацией для каждого, кто строит своими руками: строить из пенобетона действительно просто.

• УКЛАДЫВАЕТСЯ ПЕРВЫЙ РЯД

Вот и начинается кладка стен. Но пока еще не с тонким слоем раствора, так как с помощью первого ряда нужно одновременно выровнять все неровности фундаментной плиты. а для этого замешивается обычный раствор.

До того как положен первый блок, нужно обозначить углы дома. Для этого необходима разбивка осей с натянутыми шнурами. В точке пересечения шнуров вы подвешиваете отвес, острие которого точно указывает угол дома. В этой точке в фундаментную плиту вбивается гвоздь. Совет: вначале просверлите маленькое отверстие. После того как размечены все углы, от гвоздя к гвоздю протяните шнуры. это внешние края стен подвала, которые затем обозначаются мелом или карандашом на плите. Правило подойдет в качестве линейки. Лучше всего обозначить сразу все стены. Поддон с блоками размещается рядом с будущей стеной.

Так как бетонная плита никогда не бывает абсолютно ровной, самый нижний ряд блоков нужно класть на выравнивающий слой раствора. Таким образом, получается абсолютно горизонтальная подкладка, необходимая для кладки стен с тонким слоем раствора. Первый блок из пенобетона кладется в том углу, который ближе всего находится к самой высокой точке фундаментной плиты. По этому блоку позднее выравниваются все остальные угловые блоки. Там, где фундаментная плитка имеет самую низкую точку, блоки кладутся, соответственно, на самый толстый слой раствора. Самую высокую точку фундаментной плиты определяют с помощью шлангового уровня или нивелира. В этой работе вам должен помогать специалист. Впрочем, большинство поставщиков сборных блоков для домов выполняют работу с нивелиром и укладку первых блоков в качестве бесплатной услуги.

После того как обозначены стены подвала, вы точно знаете, в каких местах будете класть раствор. используйте влагостойкий цементный раствор (раствор группы III), который можно купить в мешках в виде готовой для работы смеси. вы должны в нее добавить только воду. Преимущества готовой смеси: обеспечен однородный состав материала. Расход: на метр слоя раствора в среднем нужно 15 кг сухой смеси.

На слой раствора кладется изоляционный слой толя.

В качестве изоляционного слоя от поднимающейся снизу сырости на первый слой раствора кладется толь. Важно: в углах и везде, где нельзя избежать стыков, полосы изоляции должны перехлестываться минимум на 10 см. А толь должен быть шире стены.

Теперь на толь в самом высоком углу наносится раствор для первого блока. При этом поверхность раствора не разглаживается, а делается как бы ребристой. В этом месте старайтесь экономно расходовать раствор. Все другие блоки вы должны класть в слой раствора соответствующей толщины. Слишком много раствора в самом начале может означать, что и все остальные блоки вы должны будете класть на излишне толстый слой раствора. Теперь вы кладете первый угловой блок, который выравнивается с помощью резинового молотка и шлангового уровня. Внешний угол должен находиться точно над вбитым до этого гвоздем.

Справка: в разгар лета смачивайте фундаментную плиту и блоки (снизу). Тогда связка будет еще лучше.

Как только выровнена высота угловых блоков, от одного угла дома до другого угла натягиваются шнуры и кладется первый ряд стены. Если вы кладете блоки с отвесными выступами и пазами, то места стыка можно делать сухими. Важно: при кладке первого ряда блоков по-

думайте обо всех отверстиях для сточных труб и водопровода.

• ДОМ НАЧИНАЕТ РАСТИ

До этого вы опирались на помощь профессионалов. При составлении плана это был архитектор, при выемке котлована – экскаваторщик от фирмы. Без экспертов по бетону фундаментная плита, вероятно, не получилась бы такой красивой, а кладку первого ряда блоков вы делали вместе с мастером от фирмы по поставке сборных домов. А теперь начинается полностью самостоятельная деятельность. При строительстве с использованием тонкого слоя раствора вы не нуждаетесь больше в поддержке.

Так как весь первый ряд выровнен в слое раствора, уже нет разницы в высоте. Это – условие успешной и быстрой кладки стен с использованием тонкого слоя раствора. Первый блок второго ряда так же кладется снова в угол. Какой угол вы выберете, предоставляется решать вам, так как раствор наносится всюду одинаковой толщины.

Большинство изготовителей пенобетона поставляют вместе с блоками и нужное количество тонкослойного бетона. Эту готовую смесь нужно только развести водой. Это делается с помощью мутовки-перфоратора: поставьте, пожалуйста, низкое количество оборотов. Чтобы избежать ошибок в дозировке, раствор нужно делать из одного мешка.

Подцепите зубчатой гладилкой, соответствующей толщине стен, столько раствора, сколько нужно для одного углового блока. Зубцы гладилки автоматически обеспечивают нужную толщину слоя (около одного миллиметра).

Специальные инструменты находятся в пакете, приложенном к сборному дому.

Консистенция раствора считается подходящей, если след зубцов гладилки остается видимым и не растекается.

Кстати, специальные инструменты, необходимые для работы с пенобетоном, клиенты поставщиков сборных домов получают автоматически в пакете с инструментами (гладилки, терки, лопастная машина и т.д.).

После того, как раствор положен, уложите по возможности точно первый угловой блок: избегайте сдвигов в слое раствора. Небольшая коррекция возможна, но на коротком промежутке времени. Точная работа с пенобетоном не составляет проблемы, так как карманы для захвата обеспечивают легкое манипулирование блоками. Совет: отпилите сразу выступающие профили угловых блоков. Позднее это облегчит вам работу при гидроизоляции стен подвала и зачистке внешних стен. Лишний раствор, выступающий из швов кладки, должен также удаляться сразу. Так вы получите для отделки стен чистую поверхность. Откалывать застывший раствор позднее значительно труднее. Когда вечером уложен последний блок, нужно устранить все те остатки раствора, которые еще остались на швах кладки. Таким образом, разом готовится чистая стартовая площадка для следующего дня строительства. Когда все угловые блоки уложены, натяните между углами дома направляющий шнур, с помощью которого отмечается внешняя сторона кладки стен. К сожалению, очень часто любители полагают, что не нуждаются в направляющем шнуре. Кто последовательно делает кладку вдоль шнура, возводит точную линию дома. Направляющий шнур быстро натягивается и уже потому должен быть вне дискуссий.

При кладке второго ряда наносите слой раствора только 2-3 блоков, в жаркие дни лучше одного блока. Чтобы добиться нужной связки между блоками, раствор не должен подернуться подсохшей пленкой. Тест: осторожно ткните сжатыми пальцами в свежую массу. Если к пальцам ничего не прилипло, то раствор слишком схватился. Тогда вы должны удалить всю массу раствора, сколько нужно

для одного блока. И еще один совет для правильной укладки тонкого слоя раствора: часто можно наблюдать, что раствор берется гладилкой прямо из ковша. Таким образом, вскоре вся гладилка станет грязной, а раствор закапает все вокруг возводящихся стен. Значительно чище можно работать, когда раствор берется маленькой кельмой из ведра и кладется на зубчатую гладилку. Если дополнительно раствор равномерно наносится на кладку маленькой кельмой, до того как по нему проведут зубчатой гладилкой, - результат получается оптимальным.

Так как сегодня почти без исключения используют блоки с ответными выступами-пазами, то раствор кладется только в шов кладки. Места стыка сдвигаются всухую (пазы и выступы). Только в зоне соединения углов в месте стыка нужен раствор.

Кладите каждый блок по возможности точно и выравнивайте его положение с помощью резинового молотка и ватерпаса. Внимание: стыки лежащих один над другим рядов должны быть сдвинуты по отношению друг к другу минимум на 8 сантиметров.

Последний блок в ряду укладывается с помощью трюка.

Так как в нижних рядах кладки еще нет оконных ниш, можно класть блоки от угла до угла дома. Иногда бывает трудно уложить последний блок, так как отверстие ограничено с 2 сторон.

- Трюк 1: вы наносите мастерком раствор на последний блок, так как не можете добраться мастерком в оставшееся в стене маленькое отверстие. Затем осторожно посадите этот блок сверху. Выступающий раствор удалите, пожалуйста, сразу. Для любителей, которым все дается, не так легко, есть альтернатива.
- Трюк 2: последний блок распиливают посередине, а затем задвигают 2-ую половину сбоку. И для этого по-

следнего куска пенобетона действует правило: взгляд на ватерпас, несколько ударов резиновым молотком, и блок с точностью до миллиметра садится на место.

Несмотря на самую современную производственную технику, некоторые блоки из пенобетона могут иметь различия по высоте по отношению друг к другу. Возникающие в результате этого неровности в горизонтальном шве не составят проблем в будущем.

Неровности устраняются шлифовальной теркой

С помощью рубанка или шлифовальной терки быстро исправляются все неточности. Затем просто сметите пыль, оставшуюся от шлифовки, и укладывайте 2-ой ряд блоков. Совет: блоки, лежащие друг под другом на одном поддоне, кладите рядом друг с другом. Это блоки одного производственного цикла и поэтому всегда имеют одинаковую высоту. Таким образом, шлифовка сокращается до минимума.

Крайне редко бывает так, что отдельные блоки серьезно отклоняются от горизонтального шва плоскости: тогда нужно забыть о шлифовке. "Серьезными" в данном случае считаются все отклонения больше 2 мм.

- Случай 1: отдельный блок слишком низок. На этот блок наносят тонкий слой раствора и кладут, если это необходимо, еще так называемую стальную полосу. Блок, который нужно уложить, смазывается дополнительно сверху и снизу, а затем укладывается. Таким образом, перекрывается "дыра" в горизонтальном шве.
- Случай 2: Блок выпирает из горизонтального шва. Шлифовка была слишком утомительной. Ручной пилой надрезается выступающая часть. После этого очень просто снять выступающий слой шлифовальной теркой или рубанком для пенобетона.

Когда впервые поддоны с блоками израсходованы, начинается рутинная работа. Вы можете без особых разду-

мий поднять углы на несколько рядов. а затем выложить отдельные ряды сразу друг за другом. Так работа пойдет еще быстрее. Следите, пожалуйста: не забывайте: даже если работа продвигается хорошо, шлифуйте неровности, удаляйте пыль от шлифовки и натягивайте направляющий шнур.

Теперь вы знаете все важнейшие правила возведения стен дома. Но на один вопрос пока нет ответа: как связываются внутренние и внешние стены?

Существуют два способа соединения внутренних и внешних стен.

- Дело вкуса, возводить внутренние стены вместе с внешними (штрабы) или достраивать их позднее с помощью техники штыкового соединения.
- Штрабы означают, что каждый второй блок кладки внутренней стены входит в кладку внешней стены.

При технике стыкового соединения стены без всяких штрабов плотно прилегают друг к другу. В каждом втором или третьем горизонтальном шве должны вмуровываться в стену металлические полосы. О точных размерах и размещении вам скажет консультант поставщика сборных домов. Преимущество: при кладке стен остается много места для свободного передвижения. Это тогда имеет особый смысл, когда в работе принимают участие много помощников.

Но не только в отношении несущих стен имеется выбор между двумя техниками соединения стен. Также, ненесущие стены могут состыковываться с помощью штрабов или посредством стыкового соединения. Впрочем, в то время как несущие стены должны отделять друг от друга помещения и нести всю нагрузку от перекрытий, крыши и стен, вплоть до фундамента, ненесущие стены понимаются лишь как перегородки. Поэтому блоки верхнего ряда ненесущих стен подрезаются на два сантиметра.

Таким образом, на них не ложится сверху нагрузка, ненесящая стена остается тем, чем она является: перегородкой. Щель между стеной и потолком заделывается перед внутренней штукатуркой.

Совет: до того как строить внутренние стены, нужно наклеить на деревянную доску план проведения работ всего этажа (масштаб 1:50) и покрыть водонепроницаемой прозрачной клеящейся пленкой. Тогда у вас будут наготове все необходимые размеры. И еще: тот, кто вначале возводит внешние стены, а внутренние после, все же перед укладкой первых внешних блоков должен проверить все соотношения высоты внутренней поверхности фундаментной плиты. Если позже выяснится, что самая высокая точка фундаментной плиты находится в зоне внутренних стен, там нужно будет обрезать блоки, чтобы добиться одинаковой высоты рядов кладки внешних и внутренних стен. Поэтому перед кладкой первого ряда вы должны подумать о внутренних стенах.

При возведении стен следует предусмотреть шлицы и ниши

Во время кладки стен нужно предусмотреть большие шлицы для сточных труб и нагревательной системы (а так же для дренажа топливного бака) и ниши для распределительных щитков электротока и воды. Обозначьте место шлица на соответствующих блоках и ручной пилой с двух сторон сделайте надрезы нужной глубины. Нацеленным ударом молотка выбейте кусок из блока. Зачистите края разлома до того, как блок будет заделан! Позже это будет сделать трудней и с большим количеством пыли. Намного элегантней застройщики могут приступить к делу, имея ленточную электропилу: с обеих сторон проделываются боковые ограничительные пропилы. Затем делают на расстоянии около 3 см от края шлица третий пропил. Образовавшиеся узкие кусочки просто выпиливаются, и

блок поворачивается на 90^0 . Точно так же полотном пилы можно провести вдоль задней границы шлица. Так получают особенно чистый шлиц в стенной кладке.

Маленькие шлицы для электрокабеля вы сделаете позднее при электромонтажных работах с помощью шлицевой фрезы (молоток и зубило не подойдут).

Внимание: шлицы и выемки могут заметно повлиять на несущую способность и строительно-физические свойства стены. Принимайте во внимание планы шлицев, которые вы получили от своего электромонтажника или поставщика сборного оборудования. Эти планы производства работ в любом случае нужно обсудить со статиком! В стандарте DIN 1053 называются граничные величины поперечного сечения, ослабляющие кладку стен и допустимые в несущих стенах без дополнительного статистического освидетельствования. Совет: проводку соберите в пучок и проведите по всему дому через небольшое количество больших шлицев.

• КОЛЬЦЕВАЯ БАЛКА ЗАМЕНЯЕТ СТЕНУ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Своевременно скажите своему статiku, что хотите построить дом по своему плану. Тогда, в случае больших нагрузок на грунт, он примет решение о возведении отдельных кольцевых балок во внешних стенах подвала вместо массивных бетонных стен.

Те, кто строит сам, безнадежно измучаются, если должны будут возводить массивную бетонную стену. Чтобы сделать опалубку стены, нужно иметь много опыта и подходящего опалубочного материала. Армирование и бетонные работы тоже сами по себе тяжелый труд. Стены из железобетона строят, как правило, при высоких грунтовых водах и высоких нагрузках на грунт. Водонепроницаемый бетонный подвал могут построить только профессионалы.

Если нужно принимать во внимание только большие нагрузки на грунт, то кольцевая балка из железобетона – решение проблемы для любителя.

Тот, кто строит свой дом из пенобетона при использовании кольцевой балки, имеет хорошие возможности. Вместо опалубки из досок берутся U-образные блоки или плитки, предназначенные для облицовки стен снаружи и изнутри. Другое преимущество: для штукатурных работ уже получена одинаково ровная поверхность.

Иногда необходимо построить кольцевые балки только в 1 или в 2 стенах. При выполнении этих работ нужно обратить внимание на то, чтобы кольцевые балки действительно протягивались от одного угла дома до другого так, чтобы детали конструкции входили в прилегающие внешние стены.

Арматурный каркас собирается над опалубкой

Арматурный каркас собирается из стальных прутьев и скоб. Вначале длинные стальные прутья свободно выкладываются над опалубкой (на подпорках), а затем скобы задвигаются на место одна за другой. Скобы должны окружать стальные прутья. Скобы нужно проворачивать таким образом, чтобы их разъемы не были всегда в одном и том же месте. Разъемы разместить по кругу. Затем связать стальные прутья и скобки проволокой. Важно, чтобы скобы сохраняли по отношению друг к другу расстояние, предусмотренное статическими расчетами, а прутья располагались друг над другом: одни внутри, а другие снаружи. До начала арматурных работ переговорите со своим консультантом. Он скажет вам точно, где они должны находиться. Стыки в перехлест также не должны быть в одном месте: стыки располагайте со смещением. Теперь вы опускаете арматурный каркас в пустоту стены и ставите распорки. Они обеспечивают точное расположение арматуры.

До того, как запустите свою бетономешалку ил (при больших объемах работ) подвезете готовый бетон, смочите возведенную опалубку изнутри. Затем укладывайте бетон слоями, хорошо уплотняйте кельмой. На дне опалубки бетон должен хорошо залить металл. Верхнюю поверхность свежезабетонированной кольцевой балки нужно очень чисто выровнять. Остатки бетона сразу удалить, а выступающий гравий заполнителя бетонной смеси утопить в смеси или вынуть. После застывания бетона (от 1 до 3 дней) нанесите, как обычно, тонкий слой раствора: работа по возведению стен продолжается.

- **БЕЗ ДОСОК, БЕЗ КЛИНЬЕВ: ДЛЯ ПЕРЕМЫЧЕК БЕРУТСЯ ГОТОВЫЕ БЛОКИ**

Ваш подвал медленно приобретает законченный вид. Прошли времена, когда вы с удобством, стоя на полу, могли укладывать блоки. Вам теперь нужен прочный настил (подмости) для кладки стен. И еще кое-что новое: во внешних стенах вы должны предусмотреть ниши для окон подвала. Часто высота окон подвала составляет 75 см. При высоте этажа строения в 2,5 м и перемычки в 25 см вы должны на высоте стены в 1,5 м (высота подоконной стены) предусмотреть нишу для окон. У окон жилых помещений часто высота подоконной стены 1 м. Разумеется, можно сделать любую другую высоту. Но всегда лучше, когда придерживаются модульной сетки кладки стен. Это экономит время.

Если оконные ниши сделаны высоко, нужно точно, как у дверей, делать так называемые перемычки, с помощью которых перекрываются отверстия строения. Раньше для перемычек расточительно делалась опалубка из дерева, а затем проводилось бетонирование. Но сейчас используются готовые блоки. Перемычки бывают в виде монолитной строительной детали или в виде U-образной формы,

которая затем бетонируется. Технически возможно встроить монолитные перемычки из пенобетона, до ширины в просвете 1,75 м. Для любителя, не имеющего крана, все же есть смысл над дверными проемами в несущих стенах выбрать относительно легкие в этих местах перемычки. В несущих стенах U-образные блоки дают больше преимуществ: расточительная опалубка отпадает, так же, как и перемещение тяжестей, поскольку детали (U-образные блоки, арматура, бетон) лежат в допустимых границах.

До того, как встраиваемая перемычка или U-образный блок, с обеих сторон устанавливаются опоры: между 20 см и 25 см сечением. Высота в просвете у внешних строительных блоков (окна, дверь в дом) в большинстве случаев составляет 2,25 м. Во внутренних дверях должна уже учитываться более поздняя надстройка пола (изоляция, пол с монолитным покрытием, облицовка). Формула высоты двери в просвете гласит: "Высота надстройки пола плюс 2,01 м". В основном это от 2,10 м до 2,12 м. При кладке стен из пенобетона достаточно проверить опоры справа и слева от проема в стене, с помощью шлангового уровня, а затем убрать шлифовальной теркой небольшие отклонения. Справка: иногда недостаточно предела прочности при сжатии для блоков из пенобетона (обычно это классы P2 и P4) в области опор перемычек. Например, при больших окнах, когда на перемычку дополнительно действуют большие нагрузки: это могут быть детали строительной фирмы. Для таких случаев статика предусматривает блоки высокой прочности (например, силикатные кирпичи: KS20). В качестве альтернативы возможны бетонные опоры. Важно: в проемах внешних стен сделайте теплоизоляцию.

Как только сделаны поры, монолитные перемычки и U-образные блоки кладутся так же, как блоки из пенобетона, в тонкий слой раствора. Внимание: U-образные бло-

ки кладутся отверстием вверх. В монолитных перемычках обращайте внимание на обозначения "низ". Тот, кто ставит монолитные перемычки, уже закончил данную работу. При установке перемычек из U-образных блоков собирается арматурный каркас. С этой работой вы уже знакомы по кольцевой балке. С одним отличием: арматурный каркас перемычки намного легче.

Вначале укладывают над двумя блоками куски стальных прутьев в положение, предусмотренное статическими расчетами, и хорошо прикрепляют к ним отдельные скобы. Совет для облегчения работы: не каждая точка пересечения прутьев и скоб перевязывается проволокой. Нужно сделать лишь столько узлов, сколько необходимо для сохранения формы конструкции. После укрепления первого положения прутьев каркас переворачивают и укрепляют второе положение прутьев со скобами. В заключение каркас ставится в U-образный блок таким образом, чтобы сторона с большим количеством прутьев находилась внизу. Пример: три длинных прута расположены внизу, два сверху. Важно: арматурный каркас поставить на распорки. Расстояние до стенки опалубки: точно 1,5 см. При бетонных работах металл не должен перемещаться. До того, как начать бетонные работы, опалубка должна, как всегда при бетонных работах, смачиваться. Лишь после этого слоями кладется бетон. Сразу хорошо уплотнять кельмой!

Прямо над оконными перемычками обычно находится потолок. Над перемычками внутренних дверей еще нужно возводить стену. Лучше всего заготовить подходящие блоки, с помощью которых можно точно достичь высоты прилегающего ряда блоков. Или придется снова непрерывно класть стену, или сразу дойти до высоты потолка подвала.

- **ТЕПЕРЬ МОЖНО ДЕЛАТЬ ПЕРЕКРЫТИЕ ПОДВАЛА**

Застройщики, возводящие стены из блоков пенобетона, не совершают ошибки, если решают использовать готовые детали перекрытия из того же материала. Так возникает однородное строение с лучшими строительно-физическими свойствами.

Готовые сборные блоки в работе. Чтобы сделать опалубку для всего этажа, а затем забетонировать целиком перекрытие, требуется много рабочих часов. Но со сборными блоками может возникнуть проблема, если элементы лежат на стенной кладке не совсем горизонтально: тогда плиты качаются. С пенобетоном решение по-детски легкое. Если опоры не абсолютно плоские, берут шлифовальную терку и убирают все неровности.

Перекрытием занимаются уже за много недель до окончания кладки стен подвала, когда в соответствии с планом строительства чертятся планы укладки перекрытий, на основе которых на заводе готовятся сборные детали.

И когда-нибудь доходит очередь до этого: грузовик привозит плиты на строительную площадку, которые затем одна за другой укладываются на возведенные стены. Если на вашей строительной площадке не стоит строительный кран, это не трагедия. Так как большинство поставщиков сборных домов предоставляют автокран, то в течение двух-трех часов завершается перекрытие одного этажа. Поставщик, как правило, организует помощь двух-трех человек, которые вместе с мастером по сервису от поставщика перекрытий укладывают сборные блоки. На грузовике стоит один человек, который закрепляет плиты в грейфере крана. Два человека затем размещают детали на стенной кладке. Минимальная глубина опоры составляет при этом 7 см. Последний прием: с помощью стяжного хомута пли-

ты стягиваются. При этом шпунты входят в пазы, и возникает перекрытие, по которому можно сразу ходить.

Кстати, неважно, у вас простая горизонтальная проекция или вам нужны кососрезанные детали у стен балкона. Можно производить сборные блоки точно в соответствии с любыми потребностями.

Закрыть кладкой край перекрытия, забетонировать кольцевой анкер – и подвал готов.

Как только уложены плиты перекрытия, кладутся так называемые блоки облицовки краев перекрытия для подготовки сплошного кольцевого бетонного анкера на внешних стенах. Их высота точно соответствует толщине сборных блоков. Блоки не должны обрабатываться до укладки. Позже бортовые блоки дают преимущество, создавая сплошную поверхность, удобную для внешней штукатурки. Важно: для того, чтобы смещение сборных блоков перекрытия не привело к трещинам в прилегающей кладке, внутри у бортовых блоков перекрытия подставляются изоляционные полосы из минеральной шерсти. Таким образом, одновременно достигается необходимая теплоизоляция.

Благодаря кольцевому анкеру из железобетона отдельные элементы сборных блоков становятся перекрытием с равномерной нагрузкой. Арматура обычно состоит из двух уровней стального прута (диаметром 10мм). Стыки старайтесь делать со смещением. Над несущими внутренними стенами также прокладывается арматура. в области внешних углов и везде, где соединяются внутренние несущие стены, монтируются стальные скобы в соответствии с планом укладки перекрытий. не забывайте устанавливать распорки.

Перед бетонными работами смочите прилегающую кладку стены и плиты перекрытия в области опор. Хорошо уплотните бетон. Узкие зазоры между плитами заполните

раствором, а не бетоном, так как добавленный в бетон гравий имеет больший диаметр, чем ширина зазоров.

Через день после бетонирования перекрытие выдерживает полную нагрузку.

• ПРОСТОРНО И НЕДОРОГО: СМЕЩЕННАЯ ПОЛОСТЬ

Первый этаж маленьких домов кажется более просторным, если делается с открытым в горизонтальной проекции. Дополнительно преимущество: отказ от стен и дверей экономит много денег. А тот, кто, например, свою жилую комнату опускает на несколько ступеней, впускает еще больше свежего воздуха во внутреннюю архитектуру.

Строительство двух разных уровней внутри одного этажа кажется сложным только на плане. Как только эскизы готовы, можно заготавливать плиты перекрытия и необходимые стальные детали.

В нашем примере жилая комната опущена на две ступени. Высота просвета в подвальном помещении составляет 2,50 м. Только в районе расположения жилой комнаты стены подвала возводятся на высоту всего 2,15 м. Каждый может себе представить, что сооружение разной высоты не представляет проблемы. Только в месте смещения нужно немного задуматься. Мы рассматриваем три ситуации:

- Ситуация 1: сборные блоки обоих уровней проходят перпендикулярно по отношению к линии смещения. Пояснение: плиты расположены на общей стене подвала, которая одновременно должна быть высотой 2,15 м и 2,50 м.

В этом месте воздвигают несущую стену (толщиной 24 см) сначала до высоты 2,15 м. В качестве опоры для верхнего уровня служит часть стены шириной 10 см, которая доводится высоты 2,50 м. При укладке перекрытия

проследите, чтобы сборные детали легли на этот узкий участок стены с наибольшей точностью. Избегайте грубых ударов. Тогда ничего не случится.

Внимание: так как позднее в подвале под жилой комнатой высота помещения в просвете будет только 2,15 м (высота строения минус монолитное покрытие пола), можно не встраивать перемычку двери под плоскостью перекрытия. Трюк: сборные детали кладут на стальные балки, которые берут на себя функции перемычки. Как только плиты перекрытия уложены, бетонируется вначале нижний, а затем верхний уровни. При глубине опоры в 7 см и остаточной толщине стены в 14 см (24 минус 10) остается место для кольцевого анкера толщиной 7 см. Этого достаточно.

- Ситуация 2: плиты перекрытия проходят параллельно с линией смещения. В этом случае работа особенно проста, так как общая стена вначале доводится до 2,15 м высоты. После укладки плит первым бетонируется нижний уровень. Затем делается кладка стены между верхней плоскостью нижнего уровня и нижней плоскостью верхней плиты. Наконец возводится кольцевой анкер, и заполняются зазоры между плитами.
- Ситуация 3: В одной плоскости плиты проходят перпендикулярно, в другой – параллельно линии смещения. Когда верхние плиты расположены параллельно, общую стену поднимают, как в ситуации 2. Если верхние плиты укладываются перпендикулярно, общая стена доводится, как в ситуации 1, до высоты 2,50 м. Во всяком случае, для верха можно подобрать блоки толщиной от 17,5 см, так как в низу нужное место только для кольцевого анкера, а для опоры – нет.

Совет: лестницу между уровнями выгоднее всего делать из бетона.

- **АЛЬТЕРНАТИВА: ПОЛАЯ ПЛИТА ИЛИ ПОЛУ-ФАБРИКАТ СБОРНЫХ БЛОКОВ**

Некоторые застройщики, использующие пенобетон, решают возводить перекрытия из другого материала. для этого может быть много причин: поставщик сборных блоков может предлагать другие типы сборных блоков по более умеренным ценам или предпочитается традиционная строительная техника и берутся полуфабрикаты сборных блоков.

Чтобы транспортировка в строительной площадке оставалась экономичной, сборные детали должны весить как можно меньше. Наряду с легковесными плитами из пенобетона есть и другие системы перекрытий. Две из них используются особенно часто: перекрытия из полых плит и из полуфабрикатов сборных блоков.

Перекрытие из пустотелой плиты (называемое также полноmontажным перекрытием) почти не отличается от плиты из пенобетона по технике установки. Подготовка опоры осуществляется, как уже описывалось: неровности гребня кладки шлифуются. Так как при относительно больших площадях пустотелых перекрытий, даже маленькие неровности опоры приводят к неудовлетворительным результатам, (плита качается), то дополнительно прокладываются полосы изоляции. Теперь укладываются плиты. Если на строительной площадке нет крана, используется передвижной кран. Продолжительность укладки на один этаж: от двух до трех часов (с тремя помощниками). Когда плита уложена, собирается стальная арматура для сплошного кольцевого анкера, осуществляется кладка по краю плиты и бетонируется кольцевой анкер. перекрытие уже выдерживает полную нагрузку. Возведение перекрытия удобно осуществить в выходной день в конце недели.

Кстати, трубчатые пустоты в плите перекрытия с боков закрыты крышками, препятствующими проникнове-

нию бетона в перекрытие во время бетонирования кольцевого анкера: расход материала был бы неоправданно высоким.

Полуфабрикаты сборных перекрытий (филигранное перекрытие) часто можно увидеть на профессиональных стройплощадках. На предварительно установленные подпорки укладываются бетонные плиты толщиной 4-5 см. В плитах уже при их изготовлении вмонтирована часть арматуры, необходимо уложить на верхнюю поверхность лишь несколько стальных решеток для армирования поверхности. Затем с помощью толстого слоя бетона плита доводится до нужной толщины.

Перекрытие из полуфабрикатов сборных деталей может стоить для любителей очень дорого

То, что для профессионального строителя является повседневной рутиной, становится проблемой для застройщика-любителя. У кого же в запасе есть подпорки, перекрытия и брус, чтобы сделать основу для перекрытия площадью от 80 до 100 квадратных метров? Эти вспомогательные средства нужно либо купить, либо занять. Когда плиты уложены, проводятся бетонные работы. Для этого нужна команда, как при возведении фундамента. И нельзя забывать о стоимости бетонного насоса!

Вывод: перекрытие из блочных полуфабрикатов подходит лишь для храбрых застройщиков-любителей, для которых не имеет значение удлинение сроков строительства: работа от установки подпорок до начала строительства следующего этажа будет продолжаться три недели и более.

Внимание: если перекрытие отделяет друг от друга два жилья (комната для постояльцев, многосемейный дом), с целью звукоизоляции нужно возводить массивную бетонную плиту. Тогда вряд ли есть альтернатива блочным полуфабрикатам и бетонному покрытию.

Ссылка: для каждого типа блочных полуфабрикатов имеются плиты по индивидуальному крою. Важно: перед изготовлением должны быть тщательно определены все размеры.

Смещенные уровни в доме можно сделать и с перекрытиями из пустотелых плит, и с перекрытиями из блочных полуфабрикатов. рабочие инструкции по установке перекрытий из пенобетона на предыдущих страницах годятся и для них.

• ПОДНИМАЕМСЯ ВВЕРХ: ЛЕСТНИЦА ИЗ ПОДВАЛА НА ПЕРВЫЙ ЭТАЖ

В то время как лестница от поверхности земли до верхнего этажа часто имеет облегченную строительную конструкцию из дерева или стали, почти все застройщики выбирают для лестницы в подвал массивную бетонную конструкцию. Менее информированные застройщики решают при этом делать лестницу из готовых блоков, переоценивая опалубочные работы. Нужно знать: во время возведения перекрытия этажа сборные блоки не подвергаются ударам, с лестницей дело обстоит по-другому. Тут сможет каждый, кто стоит сам, сэкономить достаточно много денег.

Для прямого лестничного пролета сделать опалубку совсем просто. Косая нижняя сторона опалубки состоит из отдельных деревянных досок, которые снизу хорошо подпираются. в плане расчета статических нагрузок вы можете прочесть, сколько арматуры требуется для лестницы. Большое внимание следует уделить опоре. Если лестница расположена слева или справа в стенной кладке, то необходимы боковые шлицы, в которые вводится арматура. Должна быть гарантия того, что стены выдержат нагрузку лестницы. Если сбоку нет несущих стен, то лестница имеет верхнюю и нижнюю опоры. В районе фундаментной пли-

ты с этим никогда нет проблем. У перекрытия делается усиление: железобетонная балка или стальной профиль. Перед бетонными работами ваш консультант осмотрит арматуру. После установки стальной арматуры подходит очередь ступенек лестницы, ее пролет предварительно нужно начертить на стенах. Доски ступеней укрепить в стене гвоздями. Важно: гвозди забивайте не до конца. Иначе позднее возникнут ненужные трудности с опалубкой. Доски ступеней должны быть минимум 2,4 см толщиной, а при ширине лестницы в один метр иметь дополнительное усиление каждой ступени. Не недооценивайте, пожалуйста, давление бетона!

Важно: установите доски отдельных ступеней с небольшим смещением. Нижний край "ступени 2" устанавливается на 1-2 см ниже верхнего края "ступени 1". По этому принципу делается опалубка всей лестницы. Этой разницы достаточно, чтобы бетон не вылился из-под досок. Если доски опалубки разместить по-другому, бетон, которым заполняется верх, выльется из нижних ступеней. Совет: не замешивайте слишком жидкий бетон. Каждый раз между бетонированием ступеней делайте несколько минут перерыва. Тогда бетон сможет уже выдержать давление следующей ступени.

Не забывайте перед бетонными работами смачивать опалубку и прилегающую кладку стены, а также уплотнять уложенный бетон. Чисто выравнивайте отдельные ступени: делается окончательная поверхность, на которую позднее будет уложена половая плитка.

Часто на плане начерчены изгибающиеся лестницы. Проблема: если хочется возвести изгибающуюся лестницу в угловатом лестничном пролете, то опалубочные работы будут непомерными. Решение: округлые лестницы между двумя округлыми стенами. Тогда работа больше не будет такой сложной, к тому же округлые лестницы быстро воз-

водятся именно из пенобетона. При маленьком радиусе (до 2 м) нужно предварительно заказать блоки необходимой формы. При больших радиусах можно строить из исходных материалов. Для этого нужен "циркуль". В центре круга забивается гвоздь, к нему привязывается шнур. Свободный конец шнура обернуть вокруг карандаша, и чертежный инструмент готов. Первый ряд блоков кладется на стандартный раствор (положить изоляционный картон). Далее идет работа с тонким слоем раствора. Важно: чаще измеряйте расстояние до центра.

Вернемся к строительству лестницы: вначале нарисуйте на стене ступени лестницы. Длина и высота ступеней всегда одинаковы. При изгибающейся лестнице в угловатом лестничном пролете, наоборот, у каждой ступени другая форма.

Далее в боковой стене должна быть выточена боковая опора лестницы (на глубину до 7 – 10 см).

Затем строится опалубка. Деревянные брусья (4 x 6 см), которые соединяются со стеной шпонками, образуют основание. Так как расстояние до обеих стен у лестницы везде одинаковое, используются планки одинаковой длины. Изготовление простое: при высоте этажа около 2,60 м до нижнего края перекрытия подвала вам нужно около 110 кровельных планок (сечением 2,45 x 4,8 см).

С помощью цепной пилы или ленточной электропилы за минуту вы заготовите нужное количество планок. И тогда вы почувствуете преимущество округлой лестницы в округлом лестничном пролете: прикрепление нижней опалубки просто мелочь. Но и в этом случае важно хорошо укрепить опалубку снизу, например, остатками строительной древесины или пустыми поддонами от блоков. Затем в соответствии с расчетом статических параметров нагрузки встраивается металлическая арматура. Части арматуры вводятся в шлицы боковых стен на достаточную глубину,

обеспечивающую прочность железобетонной лестницы. Совет: проложите синтетическую пленку между опалубкой и стальной арматурой. Позднее будет легче снимать опалубку, и вы сможете использовать неповрежденные доски для другой лестницы.

Последним шагом в возведении округлой лестницы является установка досок ступеней. Новое преимущество: и в этом случае все доски имеют одинаковые размеры. Важно: усильте жесткость конструкции.

После смачивания опалубки забетонируйте ступени и хорошо уплотните бетон.

Кстати, округлая лестница обладает приятным дополнительным эффектом. Она производит элегантное и богатое впечатление. И еще кое-что: позади внешней закругленной стены возникает помещение, в которое можно убрать остатки строительных материалов. Или там прокладывают электропроводку. Или то и другое.

Совет: сделайте расчет всей массы бетона, которая нужна для кольцевого анкера перекрытия и лестницы подвала. Если вы бетонируете их одновременно, то лучше заказать машину бетона, чем с трудом замешивать эти кубометры в собственном бетоносмесителе.

• РЯД ЗА РЯДОМ, И ПОДВАЛ СТАНОВИТСЯ ГЕРМЕТИЧНЫМ

Раньше, было принято внешние стены подвала покрывать штукатуркой из цементного раствора и защищать от сырости особым покрытием. Эти трудные времена прошли. Сегодня используется битумная шпаклевка (покрытие тонким слоем) или рулонный битумный гидроизоляционный материал. По эффективности оба метода равны. До того как белые стены из пенобетона почернеют, тщательно готовится основа: удаляются остатки раствора и шпаклюются дефекты, а так же выемки для захвата в блоках и швы стыков.

Выступающие профили шпунтов снимают шлифованной теркой. В заключение всю поверхность обметают: основа должна быть чистой, без пыли. Важно: переход от стены к фундаменту выполняется в виде выкружки. С помощью бутылки в качестве инструмента моделируется "скат", по которому стекает с дома вода. Как альтернатива можно кельмой сделать косую плоскость.

Широкой кистью наносят грунтовку. При некоторых методах гидроизоляции предлагается готовая грунтовка в больших ведрах или канистрах. Также часто на месте разводят шпаклевку большим количеством воды и используют как грунтовку. Важно: точно изучите информацию изготовителя. При теплой погоде после одного-двух часов можно начинать работу по гидроизоляции подвала. При прохладной погоде нужно с этим подождать до следующего дня. Минимальная температура для работы 2 °С. Есть два разных вида шпаклевки.

Однокомпонентная битумная гидроизоляция, полностью готовая, сразу из ведра наносится слоем около 5 мм толщиной с помощью гладилки.

Двух компонентная масса требует больше усилий. Вначале смешиваются битумная масса с порошкообразный отвердитель: используйте мутовку-перфоратор! Затем наложите первый слой (минимальная толщина 2 мм). На еще свежую массу для повышения трещиностойкости, укладывается стеклоткань (прижать гладилкой). Отдельные полотна ткани должны перехлестываться минимум на 10 см.

После полного высыхания первого слоя шпаклевки наносится второй слой, который должен быть такой толщины, чтобы совершенно не было видно армирования из стеклоткани.

Совет: никогда не замешивайте битумную шпаклевку про запас, перерабатывайте материал сразу. И еще замечание, что именно в теплые дни материал очень быст-

ро застывает, если в смесь вводится указанное количество отвердителя полностью. Лучше брать около половины или двух третьей указанной дозы.

Независимо от того, работаете вы с однокомпонентной или двухкомпонентной шпаклевочной массы, се подходы труб (сточные, питьевая вода, электричество и т.д.), а также выкружка должны обрабатываться особенно тщательно. Материал довести минимум на 15 см ниже верхнего края фундамента. Совет: арматуру из ткани на подходах к трубам разрежьте. Затем узкую полоску ткани дополнительно обмотайте вокруг трубы и густо смажьте битумной массой. Проследите за тем, чтобы в любом месте влага стекала беспрепятственно. Выполняйте аккуратно все гидроизоляционные работы, так как дефектная гидроизоляция может быстро нанести ущерб строению.

Впрочем, рекомендацию изготовителя: "рабочие инструменты мыть водой" – можно забыть. Битумная масса такова, что ее не удалишь. Успокойтесь: к кладке стен она прилипает также хорошо. Пожалуйста, не совершайте ошибки и не чистите инструменты дизельным топливом. Это действует, но потом на строительной площадке часами стоит зловонье, как после аварии на химическом заводе!

Совет: некоторые битумные массы могут применять даже при давлении воды. Выполнять работу нужно, следующим образом: грунтовка, наклеивание первого слоя, укладка стеклоткани, нанесение наружного слоя. Важно: Минимальная толщина слоя составляет 6 мм.

Дренаж тоже защищает дом от сырости

Если дом стоит на хорошем, не пропускающем воду фундаменте, дренаж, во всяком случае, защищает от ущерба, наносимого сыростью. Падающая на внешнюю поверхность вода стекает по стене подвала через дренажные плиты к фундаменту. Маленькие отверстия в дренаже собира-

ют эту воду, которая потом направляется в дренажный колодец или в канал на улице (менее приемлемо для окружающей среды).

Вокруг дома лопатой делается дренажный слой. При этом нужно учитывать окончательный уклон (от 0,5 до 1 см на 1 м трубопровода).

Важно: дренаж должен быть расположен всегда ниже поверхности фундаментной плиты. Следующим этапом является укладка на подошве фундамента фильтра из ваточного холста. Это препятствует засорению дренажной системы мелкозернистыми частицами почвы. На фильтровальный холст укладывается слой гравия толщиной 5 см. Уплотняйте тщательно, пожалуйста! Сверху затем прокладывается дренажный трубопровод (постоянно проверяйте уклон). На углах дома рекомендуется встраивать угловые муфты.

Некоторые специалисты предлагают специальные угловые детали, на которые можно насадить вертикальное удлинение для контрольной шахты. Предусмотрите в самой высокой точке дренажной системы контрольную трубу, которая выводится выше уровня земли. Если действие дренажа слабеет, то загрязнение можно вымыть сильной струей воды. Рекомендация изготовителей: самое меньшее, через каждые два года нужно делать промывание системы. Под запланированными световыми шахтами встраиваются "тройники". От них наверх прокладывают дренажные трубы для осушения световых шахт. Альтернатива: сточные трубы. Когда дренаж уложен, кладется следующий слой гравия; минимальная толщина: 10 см. Чтобы защитить дренажную трубу от засорения сверху, укладывается фильтр из нетканого материала. Если ширина недостаточна, уложите с перехлестом в 10 см следующий фильтровальный холст.

Теперь к кладке стены крепко приклеиваются первые дренажные плиты и снаружи также защищаются нетканым полотном. Рабочее пространство траншеи может быть уже сейчас забутовано на несколько сантиметров за счет выемки земли. Так получают прочную основу для следующего этапа работ. Дальше начинается монтаж световых шахт их полиэфира, усиленных стекловолокном. Для разметки отверстий под винты шахту устанавливают у стены в нужное положение. Перед этим нужно закрепить колосниковую решетку. Теперь можно просверлить отверстия в стене, вставить дюбели и привинтить световую шахту. В заключение, к остальным дренажным плитам прикрепляются фильтры из ваточного холста. Кстати, плиты также защищают битумную гидроизоляцию от повреждений острыми камнями и служат дополнительной теплоизоляцией подвального этажа.

8.2. Возведение стен

• СТРОИТЕЛЬСТВО "СВЕТЛОЙ" ЧАСТИ ДОМА: ПЕРВЫЙ ЭТАЖ

Строительные работы продвигаются теперь быстрее, чем в подвале, так как блоки внешних стен первого этажа из-за необходимой теплоизоляции намного легче, чем блоки, используемые для строительства подвала. Большое количество пор, наполненных воздухом, повышает теплоизоляцию и снижает вес.

До того как продолжатся работы по кладке стен первого этажа, займемся немного наукой о строительных материалах. В строительстве вашего дома используются преимущественно блоки с классом прочности R2 (низкая плотность) и R4 (более высокая плотность). При этом внешние стены выше уровня земли кладутся из блоков

класса Р2, весь подвальный этаж, а также все внутренние стены из блоков класса Р4. Лишь для опор перемычек, несущих большие нагрузки, требуется еще более высокий класс прочности. Основная цифра информирует о минимальном пределе прочности при сжатии каждого блока в Н/мм² (ньютон на кв. мм.) Один "ньютон" можно сравнить со 100г. Чтобы избежать на стройплощадке путаницы в классах прочности, блоки из пористого бетона метятся краской: зеленые Р2, голубые Р4, красные Р6.

Внимание: минимальный предел прочности при сжатии отдельного блока не равен допустимой нагрузке всей стены! Ее несущая способность может быть заметно меньше.

И все же строительство дома продвигается быстрее не только из-за более легких блоков. Тот факт, что на первом этаже у вас значительно больше окон, чем в подвале, влияет на скорость кладки стен. И, наконец, должно перерабатываться явно меньше блоков. Поэтому не удивляйтесь, когда соседи в изумлении будут останавливаться около вашей стройки, так как темп строительства теперь заметен каждому.

До того как подъедет первая фура с блоками для первого этажа, вы должны разметить стены на готовом перекрытии подвала. Если выясняется, что внешние размеры не совсем точно соответствуют данным плана, погрешность должна быть сразу устранена. Вы не должны приходить в замешательство из-за небольших выступов или вмятин в кладке. Такие погрешности легко могут быть исправлены потом внешней штукатуркой.

Внимание: хотя перекрытие подвала теперь выдерживает полную нагрузку, вы не должны ставить поддоны с блоками, где попало, так как перекрытие этого не выдержит. Поддоны размещают вблизи несущих стен, чтобы они находились под рукой, но не мешали продолжать работать.

Вы быстро поймете: этапы работы, знакомые по строительству подвала, постоянно повторяются. Первый ряд блоков кладется обычным порядком. Угловые блоки положите на выравнивающий слой раствора, натяните шнуры и укладывайте блоки рядами. от изоляционного картона, как правило, отказываются. Совет: у кого больше нет в распоряжении нивелира, тот может проверить высоту угловых блоков также с помощью шлангового уровня. Цель та же: первый ряд блоков должен быть расположен точно в одной плоскости. Дальше кладка стен продолжается без заминки на тонком слое раствора.

Технику возведения стен больше не нужно объяснять, так как вы давно знаете, как кладутся блоки на тонком слое раствора. Соединение внутренних стен, а также шлицы для оборудования вы не забудете, как и шлифовку неровностей. Стоп, все же есть два вопроса:

- Где встраиваются ниши для распределителей отопления и воды?
- Нужно предусматривать ниши для радиаторов или нет?

В то время как на первый вопрос ответить совсем просто, заглянув в план размещения отверстий (его получают от поставщика узлов оборудования или от монтажника), то о нишах для радиаторов нужно хорошо подумать.

Так как в большинстве случаев радиаторы размещаются под окнами, раньше подоконные стенки были тоньше, чем остальная кладка внешних стен. Так частично прикрывались довольно массивные радиаторы. В наши дни давно не говорят так много о нишах, поскольку современные комнатные радиаторы перестали быть невзрачными конструкциями. Кроме того, тонкая стена нуждалась в дополнительной теплоизоляции (неблагоприятно со строительно-физической точки зрения: опасность образования росы). Совет: откажитесь от ниш, выберете плоские ком-

натные радиаторы и, соответственно, широкие подоконники.

Большой шаг на пути к дому с низкой энергозатратой: толстые стены

И еще по одной причине нужно думать не об уменьшении, а скорее об увеличении поперечного сечения внешних стен. Ключевое выражение: "дом с низкой энергозатратой". Со стенами из пенобетона толщиной 30 см добиваются великолепной теплоизоляции, но еще лучше – стены из блоков толщиной 36,5 см. Техника кладки остается той же. Совет: попросите вашего поставщика рассчитать разницу в цене. Большие затраты, во всяком случае, окупятся: стоимость эксплуатации будет ниже, щадится окружающая среда.

И еще кое-что о внешних стенах: стена из одинарной оболочки является лучшей конструкцией, так как она проста и возводится без какого-либо риска. И все же, если в условиях воздействия частых проливных дождей желательна хорошая теплоизоляция в сочетании с оптимальной звукоизоляцией, кладка внешних стен должна быть двойной. Облицовка соединяется с внутренней стеной нержавеющей проволокой с анкерами. Уже сейчас эти куски стальной проволоки заранее замуровывают в горизонтальный шов. Количество: 5 штук на квадратный метр площади стены. Не забудьте Z-гидроизоляцию. Внешняя облицовка делается после того, как дом построен.

Для застройщиков, запланировавших опоры фасада, самое время заняться этими строительными деталями. Уобразные оболочки, которые обычно берутся при устройстве дверных проемов и оконных ниш для экономии времени, используют так же при возведении опор. Хотя нужно обратить внимание на то, что стандарт для железобетонных изделий требует минимальной толщины строительных блоков 20 см. Но так как только статическая на-

грузка на монолитное поперечное сечение стержня из железобетона внутри U-образной оболочки является существенной, U-образные оболочки выбирают с соответствующими большими размерами. Рекомендация: подумайте о поперечном сечении и конструкции опор во время планирования и обсудите этот вопрос со статиком.

А как это делается: фасонную деталь из пенобетона установите на двух тонких кусочках дерева (будущая толщина слоя раствора) и зафиксируйте с боков брусом. U-образную оболочку выровняйте с помощью ватерпаса. Затем соберите арматурный каркас в соответствии с расчетом статических параметров нагрузки и вмонтируйте. Соединение с основанием осуществляется с помощью соединительной арматуры, которая бетонируется в кольцевом анкере перекрытия.

Внимание: если между железобетонным стержнем и U-образной оболочкой требуется дополнительная теплоизоляция, размеры арматурного каркаса должны быть немного меньше. Но при этом соблюдаются требования к минимальному поперечному сечению железобетона.

Теперь деревянные прокладки можно удалить, а пространство между плитой и U-образной оболочкой запрессовать раствором. Сейчас и на всех следующих этапах следует проверить положение U-образной оболочки с помощью ватерпаса. В этом состоянии коррекция еще возможна.

Сразу после запрессовки раствором начинается бетонирование. Не ждите, пока раствор затвердеет. Тогда, собственно, достаточно будет маленького толчка, чтобы сломать крепления раствором. Если вы сразу начнете бетонные работы, то бетон и раствор затвердеют одновременно. Результат будет оптимальным.

Узкая плита из пенобетона (около 60 см длины) в вертикальном положении прикрепляется раствором к от-

крытой стороне U-образной оболочки. Это первая секция бетонирования. Важно: плиту усиливают деревянной доской и струбциной, так как бетон развивает на оболочку экстремальное давление. Оболочку перед бетонированием следует смочить.

После заполнения и уплотнения первой секции вторая плита из пенобетона прикрепляется раствором к следующей секции бетонирования. В этом темпе продолжается работа. Стальные прутья, выступающие наружу наверху U-образной оболочки, увязывают в перемычке или в коробке шторных ставней.

Шторные ставни или перемычки? В обоих случаях нужны ровные опоры

Тот, кто стрит сам и решается на установку шторных ставней, должен при возведении стен над оконными нишами уложить коробки, в которых позднее наматывается экран шторных ставней. Для этого существуют две возможности: ненесущие коробки с дополнительной перемычкой из железобетона или несущие коробки, которые одновременно являются перемычкой и местом размещения ставней.

Ясно, что второй вариант выполняется быстрее, чем коробка с отдельной перемычкой. Но несущие коробки со шторными ставнями заметно дороже своих ненесущих конкурентов. Совет: позвольте снова предложить вам оба варианта, и не забудьте при ненесущей коробке включить в калькуляцию металл и бетон.

Но у застройщика-любителя есть важная причина на всякий случай принять решение в пользу несущей коробки со шторными ставнями. А именно, тогда, когда планируют высокие окна и одновременно не хотят отказаться от преимуществ перекрытия из сборных блоков. Следует уяснить: строительная высота комбинированного сборного блока (перемычка и коробка шторного ставня в одном) в

большинстве случаев составляет около 25 см. прямо над ним может быть уложено перекрытие. То есть высокие окна возможны. Если хочется сэкономить деньги и, несмотря на это, иметь высокие окна, то необходимая перемычка над несущей коробкой шторного ставня обычно интегрируется в локально забетонированном перекрытии (или в перекрытии из полуфабрикатов сборных блоков). но это стоит большого количества сил и времени.

Встраивание: до установки коробки со шторным ставнем, нужно проверить боковые опоры – разложены ли они точно на одной высоте? Также важно, чтобы поверхность опор несущих коробок шторных ставней была абсолютно горизонтальной. На всякий случай отшлифуйте опоры. Если, например, у коробки со шторным ставнем только точечное касание в области края, то это может привести к обкалыванию блока. Дополнительную надежность дает укладка строительного блока не всухую, а точно так, как кладутся блоки на тонкий слой раствора. Так выравниваются небольшие шероховатости опоры. Несущие коробки со шторными ставнями очень тяжелые, так как эффективный с точки зрения статической нагрузки стержень состоит из монолитной стали (от 40 до 60 кг один метр). Поэтому при установке необходим хотя бы один помощник. При длине строительного блока более двух метров вы должны работать вдвоем или вчетвером. Одному под силу передвигать только бенжамен под несущей коробкой со шторным ставнем (длина один метр). Важно: вы должны построить прочные леса. Пример расчета: коробка со шторным ставнем, устанавливаемая четырьмя помощниками, имеет нагрузку на леса до 500 кг!

Совет: если большие коробки со шторными ставнями служат опорами перекрытия, вы можете перед установкой перекрытия поднять их на стену с помощью крана

(тот, кто строит сам, в большинстве случаев – автокраном). Так можно избежать тяжелой работы.

Если площади опор очень малы (например, на колоннах стен) или ставятся шторные ставни на замысловатый балкон, то несущая коробка поставляется по особому заказу. Изготовителю вы должны дать в письменном виде все расчеты статических параметров нагрузки и всю информацию об архитектурных деталях: необходимая несущая способность, размеры опоры, расстояние между опорами и толщина стен. Внимание: поместится ли длинный экран шторного ставня двери террасы в коробку ставня? о таких тонкостях вы должны думать уже во время строительства дома.

После установки несущей коробки бетонируются только боковые карманы. Предварительно смочите прилегающую кладку стен. Затем продолжается возведение стен или укладывается перекрытие.

• ГАЛЕРЕЯ ИЗ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА, ИЗ СБОРНЫХ БЛОКОВ БАЛКОН

Дом постепенно принимает свой облик. Возведены стены первого этажа, и можно привозить следующее перекрытие. Процедура укладки перекрытия вам известна по опыту строительства подвального этажа. На грузовике прибывает на стройплощадку весь комплект плит для перекрытия и устанавливается с помощью передвижного крана.

Для первого этажа вашего дома запланировано совершенно обычное перекрытие из сборных блоков? Тогда вам не нужно читать дальше. Перелистайте страницы назад до описания перекрытия подвала. А что, если расчет статических параметров нагрузки требует возведения прогона, равного перекрытию, или обычные сборные блоки не позволяет осуществить желаемую внутреннюю архитектуру

ру? Нет проблем! В нашем примере перекрытия первого этажа объединены почти все возможные особые случаи, которые могут возникнуть при строительстве перекрытия. Не пугайтесь, пожалуйста, многочисленности вариантов: они выступают в таком объединенном виде очень редко. Но даже если вы обнаружите ту или иную особенность в вашем плане строительства, то, как это сделать, вы узнаете на следующих страницах. Начнем.

Для сборных блоков есть свои ограничения: до 4,50 м все делается как обычно. Если расстояние между опорами, нужна плита большей толщины. Но и такая плита ограничена 5,50 м. Например, при площади комнаты 8,20 м на 4,35 м нет особых забот потому, что перекрытия кладутся на короткую стену (4,35 м). Но именно на первом этаже, где, может быть, хочется иметь жилую комнату с размерами 6,00 м на 6,20 м, можно работать со сборными блоками, если известен один трюк.

Стальные балки для больших пролетов: на первом этаже – просторно

Вот так просто увеличивают расстояние между опорами сборных блоков: на стены укладывается стальная балка (двутавровая), которая служит промежуточной опорой. Можно строить не только большие помещения, стальные балки обеспечивают свободный обзор открытого пространства первого этажа.

Там, где укладываются стальные балки, чаще всего большие нагрузки переносятся на стены. Поэтому опоры должны возводиться из бетона. В этом месте уже во время возведения стен готовятся выемки. Когда стена возведена, строится опалубка. Внимание: поверхность опоры должна быть ниже гребня стены на столько миллиметров, сколько составляет толщина стали балки. Тогда все сборные блоки будут расположены точно в одной плоскости.

После бетонирования опор нужно подождать минимум два дня, прежде чем укладывать перекрытия. времени достаточно, чтобы проверить все другие опоры перекрытия и убрать шлифовальной теркой все неровности. Затем можно приступать: вы на месте с тремя помощниками и вот пребывает перекрытие. Вначале размещают стальную балку или балки на предусмотренном для нее/них месте. Затем могут укладываться сборные блоки. Используя чутье и подавая ясные сигналы крановщику (визуальный контакт), вдевают сборные блоки перекрытия стальную балку. Все остальные плиты, включая косые плиты над балконами, укладываются обычным способом. Затем нужно еще только сделать арматуру кольцевого анкера и облицевать край перекрытия. Не забудьте внутри под облицовкой по краю перекрытия проложить полосы теплоизоляции. Если над первым этажом возводится крыша, соединительная арматура закрепляется в кольцевом анкере перекрытия. Выступающие части стальной балки позднее соединяются с арматурой кольцевого анкера фронтона и с опорами стропильной фермы. В чердачном полуэтаже также нужна соединительная арматура. Относительно деталей выполнения этой работы спросите своего консультанта.

Теперь вы должны еще забетонировать кольцевой анкер и зацементировать раствором швы между плитами перекрытия – и вот уже первый этаж готов. Впрочем, решить проблему увеличения пролета с помощью стальной балки можно также, используя для перекрытия пустотелые плиты.

Изогнутая галерея моделируется с помощью бетона

Используя сборные блоки нельзя осуществить только необычные архитектурные желания, как, например, причудливо сформированный передний край галереи. В этом случае нужен монолитный бетон. Возведение опалубки обходится достаточно дорого. Но тот, кто сделал эту

работу, знает цену преимущества сборных блоков, ему никогда не придет в голову мысль делать полную опалубку всей площади. одна только установка опор и укладка поперечных брусьев требует максимальной тщательности.

Совет: если у вас есть небольшой запас досок для опалубки, используйте пустые поддоны из-под блоков в качестве материала для опалубки. Следите за тем, чтобы не повредить поддоны, так как, вскоре, они могут снова понадобиться.

Как только готово основание, возводится опалубка, предназначенная для бетонирования. Для того, чтобы деревянная конструкция лучше держалась, нужно доски опалубки прибить маленькими гвоздями. Важно: верхняя поверхность досок должна находиться точно в одной плоскости с нижней стороной перекрытия и сборных блоков. Тогда штукатурка или облицовка потолка при внутренней отделке не будут представлять трудностей. Теперь приступают к боковой опалубке. Опалубка прямого края делается совсем просто из сплошной прочной доски. Если должно, как в нашем случае, делаться закругление, то отрезки досок нужно установить вдоль изгибающей линии и закрепить струбцинами и брусом во избежание их падения или сдвига. Опалубки, проходящие через угол, стабилизируются проще всего с помощью диагональных элементов жесткости.

В плане расчета статических параметров нагрузок указано, сколько металла вы должны проложить. Важно, чтобы арматура доходила до прилегающих сбоку несущих стен. Нижние стальные решетки положите на распорки. Для этого подойдут "змеи" или "козлы", как ранее при возведении фундаментной плиты. Важно: в любом случае не забывайте необходимые цулаги (подкладки) из стального прута. В случае если перила галереи хочется сделать в виде монолитной парапетной стенки, вертикальная монолит-

ная арматура соединяется с арматурой в пределах пролета. Статик назовет вам количество и размеры этих стальных элементов. Совет: отдельные прутья лучше всего фиксируются в своем положении, если соединяются между собой остатками стальной решетки. В нашем примере делается перекрытие из сборных блоков с бетонным покрытием, поэтому верхняя арматура монолитного бетонного покрытия находится в одной плоскости с арматурными решетками верхнего слоя бетона в перекрытии.

Иногда для перекрытия из сборных блоков необходимо бетонное покрытие

Если в соответствии с расчетом статических параметров нагрузки перекрытие из сборных блоков должно выполняться с бетонным покрытием, тогда в швы между отдельными плитами перекрытия из пенобетона вначале вставляются тонкие стальные прутья (диаметр 8 мм). Соединение с примыкающим кольцевым анкером перекрытия осуществляется следующим путем: концы стальных прутьев длиной 60 - 80 см загибаются и перевязываются проволокой с арматурой кольцевого анкера.

Облицовку края перекрытия кладут на необходимую суммарную высоту: толщина перекрытия плюс толщина требуемого бетонного покрытия. Снова также прокладывают теплоизоляционную ленту. Теперь укладываются на распорки стальные решетки. Места нахлеста связывают проволокой, тогда стальные прутья не смогут вылезти из тонкого слоя бетона.

Для того, чтобы через отверстия перекрытия (например, для трубы) позднее не смог стечь бетон, поставьте узкие бордюрные камни высотой в толщину бетонного покрытия. В качестве альтернативы можно взять также деревянные планки. перед бетонированием поставьте в кольцевой анкер везде, где будет прокладываться оборудование (сточные трубы, водопроводные трубы и пр.), чурки из же-

стого пенопласта. Выемки в перекрытии из пенобетона разрешается иметь диаметром максимум 15 см. Поперечное ослабление отдельной плиты не должно превышать 25%. Более крупные отверстия делаются с помощью стального профиля.

Для перекрытия площадью 100 квадратных метров при бетонном покрытии толщиной 4 см плюс кольцевой анкер понадобится ровно 5 кубометров бетона. Это слишком много для самостоятельного замешивания и слишком мало для заказа машины с насосом. Но если вы бетонирование перекрытия скомбинируете со строительством лестницы (и фундаментом садового забора, террасой, крыльцом входной двери), оправдывается заказ насоса и готового бетона. Поэтому, теперь вы должны сделать опалубку лестницы, если выбрали лестницу не из сборных блоков.

Внимание: вы предусмотрели деревянную или железобетонную конструкцию без промежуточных опор в качестве лестницы между первым и верхним этажами? Спросите у специалиста по строительству лестниц, какие подготовительные работы должны быть проведены.

Балкон: без проблем с пенобетоном

Даже если балкон часто является дорогостоящей роскошью, многие застройщики не хотели бы от него отказываться. Особую красотой отличается строительство балкона из сборных блоков из пенобетона, которые просто выдаются над внешней стеной (консоли). В то время как другие тип блоков нуждаются в сложной теплоизоляции внешних стен (чтобы тепло не уходило на улицу через бетонную плиту), для пенобетона это не нужно, делать, так, как он по своей природе обладает высокой теплоизоляцией. Впрочем, если вы захотели в доме иметь галерею с прямым краем, тогда балконные плиты должны уходить внутрь. Важно: надписью "консоль" на плитах перекрытия маркируется выступающая деталь.

Что нужно делать, если плиты перекрытия проходят параллельно планируемому балкону? В этом случае имеется два варианта решения.

На несущие стены на расстоянии трех – четырех метров от балкона укладывается стальная двутавровая балка. Тогда на противоположной балкону стороне помещения плиты перекрытия проходят параллельно стальной балке. Консольные плиты балкона располагают перпендикулярно к ним: с одной стороны они задвигаются в балку, а с другой – выступают над кладкой стены. Важно: консоль не должна быть длиннее 1,50 метра.

Кому решение проблемы с помощью двутавровой балки кажется слишком сложным, тот может, как в нашем примере, уложить балконные плиты на боковые выступы стен. Это самый простой и дешевый способ.

Во всяком случае, архитектура дома должна допускать этот способ решения проблемы. Внимание: область кольцевого анкера над внешней стеной между внутренним помещением и балконом должна быть из железобетона. Поэтому там нужно проложить теплоизоляцию. Важно: в любом случае для балкона из пенобетона необходимо бетонное покрытие.

И снова пройден большой этап

Теперь вы изучили все особые варианты решения проблем, которые могут возникнуть при возведении перекрытия из сборных блоков. Рассчитайте необходимую массу бетона для кольцевого анкера, бетонного покрытия, лестницы, плиты из монолитного бетона и т. д. тогда начинается последний круг. В жаркие дни вы должны предварительно хорошо смочить перекрытие, чтобы тонкий слой бетона не высох слишком быстро. Совет: заказывайте бетон с так называемым замедлителем, который растягивает по времени процесс затвердевания бетона (запросите предприятие о составе бетона!).

Рекомендуется фракция заполнителя бетонной смеси 0/8. Важно: бетонирование швов между плитами перекрытия и бетонное покрытие делается в один рабочий прием или как минимум "свежее на свежее". и еще один совет застройщикам, которые качают бетонную массу для перекрытия первого этажа с помощью насоса: не подавайте слишком много бетона на одно место. Необходимое количество бетона поступает намного быстрее, чем кажется вначале. Следствием становится утомительное распределение бетонной массы лопатой. для надежности мобилизуйте по возможности больше помощников.

Как и при бетонировании фундаментной плиты, верхняя поверхность после уплотнения выравнивается с помощью вибратора. В любом случае поверхность предварительно разглаживается правилом. Эту работу можно снова поручить специалисту, чтобы получить максимально оптимальную поверхность перекрытия. При определенных погодных условиях бетон должен подвергаться дополнительной обработке.

Кстати, тому, кто делает одновременно и бетонное покрытие и лестницу нужен бетон разной консистенции, для лестницы немного гуще. Сообщите эти сведения еще при заказе бетона. Во всяком случае, груз распределят по двум транспортным средствам.

И еще один этап пройден. Уже через день после бетонирования вы можете чертить стены для следующего этажа. Но с поставкой новых поддонов с блоками вы должны подождать еще три дня.

8.3. Укладка крыши

- **ПРИБЫЛИ НАВЕРХ: ЧЕРДАЧНОЕ ПОМЕЩЕНИЕ**

Работы по возведению стен подходят к концу. И все же в конце строительства дома вы изучите еще две новые области: как переносят скат фронтона с плана на строение и как готовят опоры для стропильной фермы.

Укладка угловых блоков стала для вас обычной работой. Не задумываясь, вы укладываете первый ряд блоков в выравнивающий слой раствора. А как возводить стены на тонком слое раствора, уже, действительно, нет нужды объяснять. И все же, до того, как прозвучит стартовый выстрел для последнего круга в строительстве дома, нужно послушать несколько важных советов.

- Встретьтесь на стройплощадке с плотником и согласуйте с ним высоту опор стропильной фермы.
- Самое позднее, с началом возведения стен чердачного помещения, вам нужны леса, которые лучше всего заказать в специализированной ферме.
- Начинайте работу по возведению стен не со стороны улицы. иначе вы не сможете больше ставить последние поддоны с блоками с грузовика прямо в чердачное помещение. Лишь после того, как будут доставлены последние блоки, возводится стена со стороны улицы.

Теперь замешивайте свежий раствор и начинайте сооружать стены фронтона. Совсем не просто скат крыши перенести с плана на стены. В конце концов, стены фронтона должны быть расположены со стропилами по одной линии. Хорошую помощь оказывает доска, прикрепленная к кладке так, что ее вершина отмечает гребень будущих стропил. Оттуда к углам дома протягиваются шнуры, и, таким образом, получают линию прохождения пока еще не существующего верхнего края стропил. Отдельные ряды блоков укладываются лестницей рядом со шнурами.

Как на строение уложены балки, точно кладутся последние блоки. Если в соответствии с расчетом физических параметров нагрузки необходим фронтонный кольце-

вой анкер, на стену, выложенную лестницей, ставятся узкие опалубочные блоки и пустое пространство бетонируется. Перед этим встройте, согласно расчету статических параметров нагрузки арматуру.

Под крышей с наклонными стропилами можно возвести чердачный полуэтаж

В чердачном помещении, которое строится как жилое, часто устраивается полуэтаж. при крышах с наклонными стропилами в соответствии с расчетом статических параметров нагрузки достаточно возвести часть внешней стены и сделать опору для подстропильных прогонов из U-образных блоков, которые затем забетонировать. Потом на железобетонном гребне чердачного полуэтажа подстропильные прогоны крепятся предварительно забетонированными металлическими лентами или болтами. В крышах с висячими стропилами и затяжками, в виде балок перекрытия, или с ригелями стропильной фермы редко обращаются к идее чердачного полуэтажа из железобетона из-за горизонтальных сил нижней опоры. Совет: по возможности остановите выбор на крыше с наклонными стропилами.

Кстати, если отказываются от чердачного полуэтажа, то тогда подстропильные прогоны располагаются прямо на перекрытии и прочно связываются железобетонным кольцевым анкером.

Опору для среднего прогона строят также из блоков U-образной формы. Как только устанавливают расположение этих лежащих выше балок, возводятся внутренние стены. Опора среднего прогона редко будет располагаться точно в модульной сетке стеной кладки. Но при наличии пенобетона эта проблема перестает быть проблемой. Тот, кто хотел строить блоки U-образной формы высотой 25 см, при высоте опоры, например, 2,43 м, возводит стену высотой точно 2,18 м (блоки верхнего ряда соответственно

спилить). Это относится к U-образным блокам, которые бетонируются.

9. Заливка пенобетоном различных строительных объектов

9.1. Заливка пенобетоном крыш и полов

Одной из самых трудоемких операций в строительстве является создание выравнивающих цементно-песчаных стяжек. Из-за большой средней плотности таких стяжек (около 2000 кг/м³), увеличиваются нагрузки на перекрытия, стены и фундаменты зданий. Из-за сравнительно высокого коэффициента теплопроводности, (0,6 Вт/(м*С)) полы, которые в последствии делаются на таком основании, получают "холодные". Значительно облегчает работу и улучшает характеристики теплопроводности и веса применение пенобетонных стяжек плотностью около 700 кг/м³. В этом случае нагрузки уменьшаются на 60 %, повышается звукоизоляция за счет пористой структуры пенобетона, температура на поверхности основания повышается на 2-5⁰С за счет уменьшения коэффициента теплопроводности в 2-2,5 раза, что значительно увеличивает комфортность пола.

Методика заливки полов и крыш пенобетоном

Предварительно на полу или крыше должны быть сделаны лаги, максимальный размер пространства без лагов, куда заливается пенобетон 2х2 метра. Поверхность, на которую будет заливаться пенобетон должна быть очищена от мусора и пыли и увлажнена. Увлажнение помогает избежать последующего проседания и растрескивания. У

пенобетона низкие показатели самовыравнивания и текучести, поэтому после заливки пола, поверхность надо выравнивать планками по направляющим. Ухаживают за залитым пенобетонным полом или крышей, как и за обычным бетонным - поливают и не пересушивают.

После вставания пенобетона можно наносить верхний армирующий слой или стелить паркет, ламинат, дерево или половую плитку. Нельзя стелить напрямую на пенобетон мягкие и "гуляющие" покрытия - линолеум и т.п.

Толщина слоя пенобетона для основания полов составляет 30-50 мм. Возможно нанесение слоя до 100 мм. Наименьшая толщина слоя пенобетона при укладке его по плитам перекрытия составляет 30 мм. Конструкция пола рассчитывается и проектируется для каждого конкретного объекта в зависимости от его назначения.

Для устройства полов и потолков пенобетон должен отвечать требованиям ГОСТ 25485 - 89 "Бетон ячеистый", а качество поверхности полов соответствовать требованиям ГОСТ 13.015.0 - 83. Значительно сокращает время вставания и, соответственно, ускоряет работу ускоритель твердения.

При появлении трещин для их профилактики применяют полипропиленовую фибру. Фибра добавляется в количестве от 0,5 до 1кг на 1куб.м. заливаемого пенобетона.

10. Документы, нормирующие производство пенобетона

10.1. ГОСТ 25485-89 Бетоны ячеистые. Технические условия.

БЕТОНЫ ЯЧЕИСТЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

ГОСТ 25485—89

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ
СССР**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

БЕТОНЫ ЯЧЕИСТЫЕ

ГОСТ

Технические условия

25485-89

Cellulary concretes.

Specifications

Дата введения 01.01.90

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на ячеистые бетоны (далее — бетоны).

Требования настоящего стандарта должны соблюдаться при разработке новых и пересмотре действующих стандартов и технических условий, проектной и технологической документации на изделия и конструкции из этих бетонов, а также при их изготовлении.

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Бетоны должны удовлетворять требованиям ГОСТ 25192 и их следует изготовлять в соответствии с требованиями настоящего стандарта по технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

1.2. Основные параметры

1.2.1. Бетоны подразделяют:

- по назначению;
- по условиям твердения;
- по способу порообразования;
- по видам вяжущих и кремнеземистых компонентов.

1.2.2. По назначению бетоны подразделяют на:

- конструкционные;
- конструкционно-теплоизоляционные;
- теплоизоляционные.

1.2.3. По условиям твердения бетоны подразделяют на:

- 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.

1.2.4. По способу порообразования бетоны подразделяют:

- на газобетоны;
- на пенобетоны;
- на газопенобетоны.

1.2.5. По виду вяжущих и кремнеземистых компонентов бетоны подразделяют:

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 смешанных 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 известью, гипсом или щелочью;

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

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 других.

1.2.6. Наименования бетонов должны включать как основные, так и специфические признаки: назначение, условия твердения, способ порообразования, вид вяжущего и кремнеземистого компонентов.

1.3. Характеристики

1.3.1. Прочность автоклавного и неавтоклавного бетонов характеризуют классами по прочности на сжатие в соответствии со СТ СЭВ 1406.

Для бетонов установлены следующие классы: B0,5; B0,75; B1; B1,5; B2; B2,5; B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15.

Для конструкций, запроектированных без учета требований СТ СЭВ 1406, показатели прочности бетона на сжатие характеризуются марками: M7,5; M10; M15; M25; M35; M50; M75; M100; M150; M200.

1.3.2. По показателям средней плотности назначают следующие марки бетонов в сухом состоянии: D300; D350; D400; D500; D600; D700; D800; D900; D1000; D1100; D1200.

1.3.3. Для бетонов конструкций, подвергающихся попеременному замораживанию и оттаиванию, назначают и контролируют следующие марки бетона по морозостойкости: F15; F25; F35; F50; F75; F100.

Назначение марки бетона по морозостойкости проводят в зависимости от режима эксплуатации конструкции и расчетных зимних температур наружного воздуха в районах строительства.

1.3.4. Показатели физико-механических свойств бетонов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели физико-механических свойств бетонов

Вид бетона	Марка бетона по средней плотности	Бетон автоклавный		Бетон неавтоклавный	
		класс по прочности на сжатие	марка по морозостойкости	класс по прочности на сжатие	марка по морозостойкости
	D300	B0,75		—	—

		B0,5			
Теплоизоляционный	D350	B1	Не нормируется		
		B0,75			
	D400	B1,5		B0,75	
		B1		B0,5	Не нормируется
	D500	—	—	B1	
				B0,75	
Конструкционно-теплоизоляционный	D500	B2,5			
		B2	От F15 до F35	—	—
		B1,5			
		B1			
	D600	B3,5			
		B2,5	От F15 до F75	B2	От F15 до F35
		B2		B1	
		B1,5			
		B5		B2,5	
	D700	B3,5		B2	От F15 до F50
Конструкционно-теплоизоляционный		B2,5		B1,5	
		B2	От F15 до F100		
		B7,5		B3,5	
	D800	B5		B2,5	
		B3,5		B2	
		B2,5			От F15 до F75
		B10		B5	
	D900	B7,5	От F15 до F75	B3,5	
		B5		B2,5	
		B3,5			
		B12,5		B7,5	
	D1000	B10		B5	
		B7,5			
Конструкционный			От F15 до F50		От F15 до F50
		B15		B10	
	D1100	B12,5		B7,5	
		B10			
	D1200	B15		B12,5	
		B12,5		B10	

Примечание. Рекомендуемая номенклатура изделий и конструкций из бетона приведена в приложении 1.

1.3.5. Усадка при высыхании бетонов, определяемая по приложению 2, не должна превышать, мм/м:

0,5 — для автоклавных бетонов марок D600-D1200, изготовленных на песке;

0,7 — то же, на других кремнеземистых компонентах;

3,0 — для неавтоклавных бетонов марок D600—D1200.

Примечание. 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.

1.3.6. Коэффициенты теплопроводности бетонов не должны превышать значений, приведенных в табл. 2 более чем на 20 %.

Таблица 2

Нормируемые показатели физико-технических свойств бетонов

Вид бетона	Марка бетона по сред- ней плот- ности	Коэффициент				Сорбционная влажность бето- на, % не более			
		теплопровод- ности, Вт/(м · °С), не более, бетона в сухом состоянии, из- готовленного		паропроница- емости, мг/(м · ч · Па), не менее, бето- на, изго- товленного		при относи- тельной влаж- ности воздуха 75 %		при относи- тельной влаж- ности воздуха 97 %	
						Бетон, изготовленный			
						на песке	на золе	на песке	на золе
Теплоизоля- ционный	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
Конструк- ционно-теп- лоизоляци- онный	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
Конструк- ционный	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

Примечание. Для бетона марки по средней плотности D350 нормируемые показатели определяют интерполяцией.

1.3.7. Отпускная влажность бетонов изделий и конструкций не должна превышать (по массе), %:

25 — на основе песка;

35 — на основе зол и других отходов производства.

1.3.8. В стандартах или технических условиях на конструкции конкретных видов устанавливают показатели сорбционной влажности и паропроницаемости, приведенные в табл. 2, и другие показатели, предусмотренные ГОСТ 4.212.

Кроме того, при изучении новых свойств бетонов и для данных, необходимых при нормировании расчетных характеристик бетонов, качество бетона характеризуют призменной прочностью, модулем упругости, прочностью при растяжении.

1.3.9. Материалы

1.3.9.1. Вяжущие, применяемые для бетонов:

портландцемент — по ГОСТ 10178 (не содержащий добавок трепела, глиежа, трассов, глинита, опоки, пеплов), содержащий трехкальциевый алюминат (C_3A) не более 6 % для изготовления крупноразмерных конструкций на цементном или смешанном вяжущем;

известь негашеная кальциевая — по ГОСТ 9179, быстро и среднегасящаяся, имеющая скорость гашения 5—25 мин и содержащая активные $CaO + MgO$ более 70 %, „пережога“ менее 2 %;

шлак доменный гранулированный — по ГОСТ 3476;

зола высокоосновная — по ОСТ 21—60, содержащая CaO не менее 40 %, в том числе свободную CaO не менее 16 %, SO_3 — не более 6 % и R_2O — не более 3,5 %.

1.3.9.2. Кремнеземистые компоненты, применяемые для бетонов:

песок — по ГОСТ 8736, содержащий SiO_2 (общий) не менее 90 % или кварца не менее 75 %, слюды не более 0,5 %, илистых и глинистых примесей не более 3 %;

зола-унос ТЭС — по ОСТ 21—60, содержащая SiO_2 не менее 45 %, CaO — не более 10 %, R_2O — не более 3 %, SO_3 — не более 3 %;

продукты обогащения руд, содержащие SiO_2 не менее 60 %.

1.3.9.3. Удельную поверхность применяемых материалов принимают по технологической документации в зависимости от требуемой средней плотности, тепловлажностной обработки и размеров конструкции.

1.3.9.4. Допускается применять другие материалы, обеспечивающие получение бетона, отвечающего заданным физико-техническим характеристикам, установленным настоящим стандартом.

1.3.9.5. Порообразователи, применяемые для бетонов:

газообразователь — алюминиевая пудра марок ПАП-1 и ПАП-2 — по ГОСТ 5494;

пенообразователь на основе:

костного клея — по ГОСТ 2067;

мездрового клея — по ГОСТ 3252;

сосновой канифоли — по ГОСТ 19113;

едкого технического натра — по ГОСТ 2263;

скрубберной пасты — по ТУ 38-107101 и другие пенообразователи.

1.3.9.6. Регуляторы структурообразования, нарастания пластической прочности, ускорители твердения и пластифицирующие добавки:

камень гипсовый и гипсоангидритовый — по ГОСТ 4013;

калий углекислый — по ГОСТ 4221;

кальцинированная техническая сода — по ГОСТ 5100;

стекло жидкое натриевое — по ГОСТ 13078;
триэтаноламин — по ТУ 6-09-2448;
тринатрийфосфат — по ГОСТ 201;
суперпластификатор С-3 — по ТУ 6-14-625;
натр едкий технический — по ГОСТ 2263;
карбоксилметилцеллюлоза — по ОСТ 6-05-386;
сульфат натрия кристаллизационный — по ГОСТ 21458 и другие добавки.

1.3.9.7. Вода для приготовления бетонов — по ГОСТ 23732.

1.3.9.8. Подбор составов бетона — по ГОСТ 27006, методикам, пособиям и рекомендациям научно-исследовательских институтов, утвержденным в установленном порядке.

1.4. Маркировка и упаковка

Маркировку и упаковку изделий и конструкций из бетонов проводят в соответствии с требованиями стандартов или технических условий на изделия и конструкции конкретных видов.

2. ПРИЕМКА

2.1. Приемка бетона изделий и конструкций — по ГОСТ 13015.1 и стандартам или техническим условиям на конструкции конкретных видов.

2.2. Приемку бетона по прочности, средней плотности и отпускной влажности проводят для каждой партии изделий.

2.3. Контроль бетона по показателям морозостойкости, теплопроводности и усадки при высыхании проводят перед началом массового изготовления, при изменении технологии и материалов, при этом по показателям морозостойкости и усадки при высыхании не реже одного раза в 6 мес и по показателю теплопроводности — не реже одного раза в год.

2.4. Контроль бетона по показателям сорбционной влажности, паропроницаемости, призмочной прочности, модуля упругости проводят по стандартам или техническим условиям на изделия и конструкции конкретных видов.

2.5. Контроль прочности бетона проводят по ГОСТ 18105, средней плотности — по ГОСТ 27005.

3. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

Контроль физико-технических показателей проводят:

прочность на сжатие и растяжение — по ГОСТ 10180;

среднюю плотность — по ГОСТ 12730.1 или ГОСТ 17623;

отпускную влажность — по ГОСТ 12730.2, ГОСТ 21718;

морозостойкость — по приложению 3;

усадку при высыхании — по приложению 2;

теплопроводность — по ГОСТ 7076, отбор проб — по ГОСТ 10180;
сорбционную влажность — по ГОСТ 24816 и ГОСТ 17177;
паропроницаемость — по ГОСТ 25898;
призмennую прочность — по ГОСТ 24452;
модуль упругости — по ГОСТ 24452 и (или) приложению 5.

4. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

Транспортирование и хранение конструкций из бетонов осуществляется в соответствии с требованиями стандартов или технических условий на изделия и конструкции конкретных видов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 *Справочное*

РЕКОМЕНДУЕМАЯ НОМЕНКЛАТУРА ИЗДЕЛИЯ И КОНСТРУКЦИЙ

1. Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий — по ГОСТ 11024.

2. Панели из автоклавных ячеистых бетонов для внутренних несущих стен, перегородок и перекрытий жилых и общественных зданий — по ГОСТ 19570.

3. Изделия из ячеистых бетонов теплоизоляционные — по ГОСТ 5742.

4. Блоки из ячеистых бетонов стеновые мелкие — по ГОСТ 21520.

5. Панели стеновые внутренние бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий — по ГОСТ 12504.

6. Панели из автоклавных ячеистых бетонов для наружных стен зданий — по ГОСТ 11118.

Примечание. Автоклавные бетоны применяют для изготовления всей рекомендуемой номенклатуры изделий и конструкций, неавтоклавные — преимущественно для изготовления мелких стеновых блоков и теплоизоляции.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 *Обязательное*

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСАДКИ ПРИ ВЫСЫХАНИИ

Сущность метода заключается в определении изменения длины образца, бетона, мм, при изменении его влажности от 35 до 5 % по массе.

1. Изготовление и отбор образцов

1.1. Усадку при высыхании бетона определяют испытанием серии из трех образцов-призм размерами 40X40X160 мм.

1.2. Образцы серии выпиливают из конструкции или из неармированного контрольного блока, длина и ширина которого должны быть не менее 40 см, высота — равна высоте конструкции, изготовленного одновременно с конструкцией из его средней части таким образом, чтобы торцевые грани образцов были параллельны его заливке, а расстояние до краев конструкции — не менее 10 см.

1.3. Образцы из конструкции выпиливают не позднее чем через 24 ч после окончания тепловлажностной обработки и до испытания хранят в закрытых эксикаторах над водой.

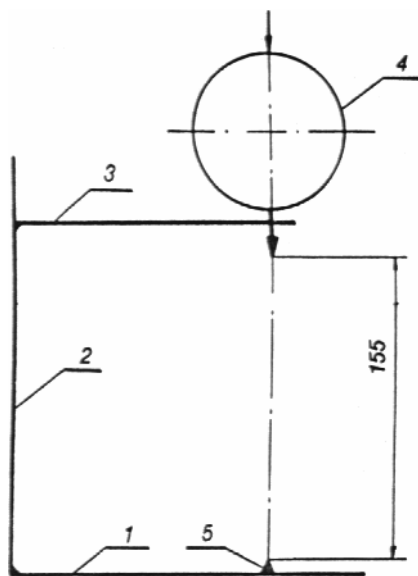
1.4. Отклонения линейных размеров образцов от номинальных, указанных в п. 1.1 — в пределах ± 1 мм.

2. Требования к методам контроля

Для проведения испытаний применяют:

штатив с индикатором часового типа с ценой деления 0,01 мм и ходом штока 10 мм, приведенный на черт. 1;

Схема штатива с индикатором часового типа



1 — основание; 2 — стойка; 3 — кронштейн; 4 — индикатор;
5 — шаровая опора

Черт. 1

весы технические — по ГОСТ 24104;
шкаф сушильный лабораторный типа СНОЛ;
эксикатор — по ГОСТ 25336;
ванну с крышкой;
карбонат калия безводный — по ГОСТ 4221.

3. Подготовка к испытаниям

3.1. В центре каждой торцевой грани образца быстро полимеризующимся клеем укрепляют репер из нержавеющей стали, для этого применяют квадратную пластину толщиной не менее 1 мм с ребрами не менее 10 мм и отверстием диаметром 1,5 мм в центре.

Допускается применять клей следующего состава, г:

эпоксидная смола	80
полиэтиленполиамин	3
дибутилфталат	1

3.2. Перед испытанием измеряют длину образцов и взвешивают их. Погрешность измерения образца — в соответствии с ГОСТ 10180.

4. Проведение испытаний

4.1. Образцы насыщают водой погружением в горизонтальном положении в воду температурой $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 3 сут на глубину 5–10 мм.

4.2. После насыщения образцы выдерживают в плотно закрытом эксикаторе над водой при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 3 сут.

4.3. Непосредственно после извлечения из эксикатора образцы взвешивают и делают начальный отсчет по индикатору.

Погрешность взвешивания образцов должна составлять $\pm 0,1$ г, погрешность определения изменения длины образцов — $\pm 0,005$ мм.

4.4. Серию образцов помещают в плотно закрытый эксикатор, расположенный над безводным карбонатом калия. На серию образцов каждые 7 сут испытаний берут 600 ± 10 г карбоната калия. Через каждые 7 сут влажный карбонат калия заменяют сухим.

4.5. Температура помещения, в котором проводят испытания образцов, должна быть $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

4.6. В течение первых четырех недель определяют изменение длины и массы образцов каждые 3–4 сут. В дальнейшем измерения проводят не реже одного раза в неделю до достижения образцами постоянной массы.

Массу образцов считают постоянной, если результаты двух последовательных взвешиваний, проведенных с интервалом в одну неделю, отличаются не более чем на 0,1 %.

4.7. После окончания измерения усадки образцы высушивают при температуре $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ до постоянной массы и взвешивают.

5. Обработка результатов

5.1. Для каждого образца вычисляют:
значение усадки при высыхании ε_i , мм/м, после каждого измерения по формуле

$$\varepsilon_i = \frac{l_0 - l_i}{L} \cdot 1000, \quad (1)$$

где l_0 — начальный отсчет по индикатору после водонасыщения образца, мм;

l_i — отсчет по индикатору после i дней выдержки образца в эксикаторе над карбонатом калия, мм;

L — длина образца, м;

влажность бетона (по массе) w_i , %, после завершения испытания для каждого срока измерения по формуле

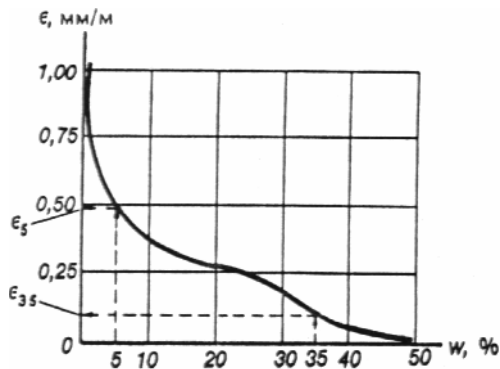
$$w_i = \frac{m_i - m_0}{m_0} \cdot 100, \quad (2)$$

где m_i — масса влажного образца после i дней выдержки в эксикаторе над карбонатом калия, г;

m_0 — масса образца, г, высушенного при температуре $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$.

5.2. По значениям ε_i и w_i строят для каждого образца кривую усадки. Примерная кривая усадки приведена на черт. 2.

Примерная кривая усадки при высыхании образцов бетона



Черт. 2

5.3. По черт. 2 определяют усадку при высыхании образца от влажности ε_i , мм/м, в интервале от 35 до 5 % по массе по формуле

$$\varepsilon_0 = \varepsilon_5 - \varepsilon_{35}, \quad (3)$$

где ε_5 — значение усадки при высыхании образца от его водонасыщенного состояния до влажности 5 % по массе, мм/м;

ε_{35} — значение усадки при высыхании образца от его водонасыщенного состояния до влажности 35 % по массе, мм/м.

5.4. Контрольное значение усадки при высыхании ε_k для испытываемого бетона определяют как среднее арифметическое ε_0 трех испытанных образцов.

5.5. Бетон соответствует требованиям, если контрольное значение усадки при высыхании ε_k не превышает нормируемую ε_n , принимаемую по п. 1.3.5 настоящего стандарта, а значение усадки отдельных образцов — $1,25 \varepsilon_n$.

5.6. Результаты определения усадки при высыхании должны быть занесены в журнал испытаний.

В журнале указывают:

номер партии, дату изготовления, размеры и массу образцов;

дату и результаты каждого определения изменения длины и массы образцов;

дату и результаты вычисления влажности каждого образца;

заключение по результатам испытаний бетона на усадку.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 *Обязательное*

МЕТОД КОНТРОЛЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНА

1. Общие положения

1.1. Настоящий метод распространяется на конструкционные и конструкционно-теплоизоляционные бетоны.

1.2. Морозостойкость бетона — способность сохранять физико-механические свойства при многократном воздействии попеременного замораживания и оттаивания на воздухе над водой.

Морозостойкость бетона характеризуется его маркой по морозостойкости.

1.3. За марку бетона по морозостойкости F принимают установленное число циклов попеременного замораживания и оттаивания по методу настоящего приложения, при котором прочность бетона на сжатие снижается не более чем на 15 % и потеря массы бетона образцов — не более чем на 5 %.

2. Требования к средствам контроля

2.1. Для контроля морозостойкости применяют:

камеру морозильную — по ГОСТ 10060;

камеру для оттаивания образцов, оборудованную устройством для поддержания относительной влажности $(95 \pm 2) \%$ и температуры плюс $(18 \pm 2) ^\circ\text{C}$;

ванну для насыщения образцов;

сетчатые стеллажи в морозильной камере;

сетчатые контейнеры для размещения образцов.

2.2. Для контроля морозостойкости бетонов могут быть применены камеры с автоматическим регулированием температуры и влажности, обеспечивающие возможность поддержания температуры и влажности, указанных в п. 2.1.

3. Подготовка к испытаниям

3.1. Испытания на морозостойкость бетона проводят при достижении им прочности на сжатие, соответствующей его классу (марке).

3.2. Морозостойкость бетона контролируют путем испытания образцов-кубов размерами 100X100X100 мм или образцов-цилиндров диаметром и высотой 100 мм.

3.3. Образцы (кубы или цилиндры) выпиливают только из средней части контрольных неармированных блоков или изделий в соответствии с ГОСТ 10180. Допускается при проведении научно-исследовательских работ, а также для испытания пенобетона, изготавливать образцы в индивидуальных формах, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 22685.

3.4. Образцы, предназначенные для контроля морозостойкости, принимают за основные.

Образцы, предназначенные для определения прочности на сжатие без замораживания и оттаивания, принимают за контрольные.

3.5. Число образцов для испытаний по табл. 3 должно составлять не менее двадцати одного (12 — основных, 6 — контрольных для установленного и промежуточного циклов и 3 — для определения потери массы бетона).

3.6. Основные и контрольные образцы бетона перед испытанием на морозостойкость должны быть насыщены водой при температуре плюс $(18 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Насыщение образцов проводят погружением в воду (с обеспечением условий, исключающих их всплытие) на 1/3 их высоты и после-

дующим выдерживанием в течение 8 ч; затем погружением в воду на 2/3 их высоты и выдерживанием в таком состоянии еще 8 ч, после чего образцы погружают полностью и выдерживают в таком состоянии еще 24 ч. При этом образцы должны быть со всех сторон окружены слоем воды не менее 20 мм.

4. Проведение испытаний

4.1. Основные образцы загружают в морозильную камеру при температуре минус 18 °С в контейнерах или устанавливают на сетчатые полки стеллажей камеры так, чтобы расстояние между образцами, стенками контейнеров и вышележащими полками было не менее 50 мм. Если после загрузки камеры температура воздуха в ней повышается выше минус 16 °С, то началом замораживания считают момент установления в камере температуры минус 16 °С.

4.2. Температуру воздуха в морозильной камере следует измерять в центре ее рабочего объема в непосредственной близости от образцов.

4.3. Продолжительность одного цикла замораживания при установившейся температуре в камере минус (18 ± 2) °С должна быть не менее 4 ч, включая время перехода температуры от минус 16 до минус 18 °С.

4.4. Образцы после их выгрузки из морозильной камеры оттаивают в камере оттаивания при температуре плюс (18 ± 2) °С и относительной влажности (95 ± 2) %.

Образцы в камере оттаивания устанавливают на сетчатые полки стеллажей таким образом, чтобы расстояние между ними, а также вышележащей полкой было не менее 50 мм. Продолжительность одного цикла оттаивания должна быть не менее 4 ч.

4.5. Число циклов замораживания и оттаивания основных образцов бетона в течение 1 сут должно быть не менее одного. Во время вынужденных перерывов при испытаниях на морозостойкость образцы должны находиться в оттаянном состоянии, исключаящем их высыхание (в камере оттаивания).

4.6. Контрольные образцы до испытания на сжатие выдерживают в камере оттаивания в течение времени, соответствующего числу циклов, указанному в табл. 3.

Таблица 3

Марка бетона по морозостойкости	F15	F25	F35	F50	F75	F100
Число циклов, после которых	10	15	25	35	50	75

испытывают образцы бетона на сжатие	15	25	35	50	75	100
--	----	----	----	----	----	-----

4.7. Прочность на сжатие, массу и влажность основных и контрольных образцов определяют через число циклов, указанных в табл. 3.

4.8. В случае появления явных признаков разрушения образцов проводят их испытание на сжатие досрочно, ранее циклов, указанных в табл. 3.

5. Обработка результатов

5.1. По результатам испытания на сжатие основных образцов после заданного в табл. 3 числа циклов, а также контрольных образцов, определяют прочность и рассчитывают коэффициент вариации контрольных образцов по ГОСТ 10180, который должен быть не более 15 %; а также определяют потерю их массы.

5.2. Относительное снижение прочности R_{rel} , %, основных образцов рассчитывают по формуле

$$R_{rel} = \left(1 - \frac{\bar{R}_{min}}{\bar{R}_{mk}} \right) \cdot 100, \quad (4)$$

где \bar{R}_{min} — среднее значение прочности основных образцов после заданного числа циклов испытаний, МПа;

\bar{R}_{mk} — среднее значение прочности контрольных образцов, МПа.

5.3. Потерю массы Δm , %, образцов вычисляют по формуле

$$\Delta m = \frac{m_n (1 - w_n) - \bar{m}_n (1 - \bar{w}_n)}{m_n (1 - w_n)} \cdot 100, \quad (5)$$

где m_n — среднее значение массы основных образцов, г, после водонасыщения по п. 3.6;

w_n — среднее значение влажности контрольных образцов, в частях от единицы, после водонасыщения по п. 3.6;

\bar{m}_n — среднее значение массы основных образцов, г, после прохождения установленного или промежуточного числа циклов;

\bar{w}_n — среднее значение влажности основных образцов, в частях от единицы, после прохождения установленного или промежуточного числа циклов.

5.4. Влажность бетона определяют по ГОСТ 12730.2 на пробах от контрольных образцов после завершения их водонасыщения и от основных образцов — сразу после их испытания на прочность.

Пробы для определения влажности отбирают от трех контрольных и трех основных образцов.

5.5. Марка бетона по морозостойкости соответствует требуемой, если относительное снижение прочности бетона после прохождения числа циклов испытаний, равного требуемому, составит менее 15 %, а средняя потеря массы серии основных образцов не превысит 5 %.

5.6. Марка бетона по морозостойкости не соответствует требуемой, если относительное снижение прочности бетона после прохождения циклов, численно равных требуемой марке, составит более 15 % или средняя потеря массы серии основных образцов бетона превысит 5 %. В этом случае марка бетона по морозостойкости соответствует числу циклов, равному предшествующей марке.

5.7. Марка бетона по морозостойкости не соответствует требуемой, если относительное снижение прочности бетона после прохождения промежуточных циклов испытаний будет более 15 % или средняя потеря массы серии основных образцов более 5 %.

5.8. Исходные данные и результаты испытаний контрольных и основных образцов должны быть занесены в журнал испытаний по форме, приведенной в приложении 4.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Рекомендуемое

ФОРМА ЖУРНАЛА ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ БЕТОНА НА МОРОЗОСТОЙКОСТЬ

Исходные данные контрольных						
и основных образцов						
Дата поступления образцов	Номер партии (серии) и маркировка	Размеры, мм	Дата изготовления	Класс (марка) бетона по прочности на сжатие В (М)	Проектная марка бетона по морозостойкости F	Подписи ответственных лиц, принявших образцы на испытание

--	--	--	--	--	--	--

Результаты испытаний образцов			
контрольных			
Дата испытаний	Масса, г	Прочность на сжатие, МПа	Влажность, %

основных							
Промежуточные испытания							
Дата начала испытаний бетона на морозостойкость	Масса образцов в насыщенном состоянии до начала испытания, г	Дата испытаний	Число циклов	Масса, г	Прочность на сжатие, МПа	Влажность, %	Подпись ответственного лица, проводившего испытания

Итоговые испытания				
Дата испытаний	Число циклов	Масса, г	Прочность на сжатие, МПа	Влажность, %

Заключение о результатах испытаний бетона на морозостойкость F	Подпись ответственного лица	Примечание

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Рекомендуемое

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ

Настоящий метод распространяется на автоклавный бетон и на неавтоклавный бетон в проектном возрасте и устанавливает модуль упругости при испытании образцов-балочек на изгиб.

Метод основан на равенстве значений модуля упругости бетона при сжатии и растяжении с использованием графика (диаграммы) зависимости „нагрузка—деформация” растягиваемой поверхности образца, записанного при его непрерывном нагружении с постоянной скоростью до разрушения.

1. Образцы, их изготовление и отбор

1.1. Модуль упругости определяют на образцах-балочках размера 40X40X160 мм.

1.2. Образцы изготавливают сериями. Серия должна состоять не менее чем из трех образцов.

1.3. Образцы выпиливают из готовых изделий или из контрольных неармированных блоков, изготовленных одновременно с изделиями. Схемы выпиливания принимают по ГОСТ 10180. Продольная ось образцов должна соответствовать направлению определения модуля упругости с учетом условий работы конструкции или изделия при эксплуатации (перпендикулярно или параллельно направлению вспучивания бетона).

1.4. Отклонения размеров и формы образцов от номинальных не должны превышать значений, установленных ГОСТ 10180.

2. Требования к оборудованию и приборам

2.1. Для проведения испытаний применяют:
испытательные машины или нагружающие установки и устройство для испытания бетона на растяжение при изгибе по ГОСТ 10180;

проводниковые тензорезисторы базой 20 мм на бумажной основе по ГОСТ 21616;

электрический силоизмеритель, например, тензорезисторный датчик силы по ГОСТ 15077. Погрешность силоизмерителя не должна превышать $\pm 1\%$;

промежуточный измерительный преобразователь, например, тензометрический усилитель и согласованный с ним двухкоординатный самопишущий прибор по ГОСТ 24178;

клей для наклейки тензорезисторов, например БФ-2, по ГОСТ 12172;

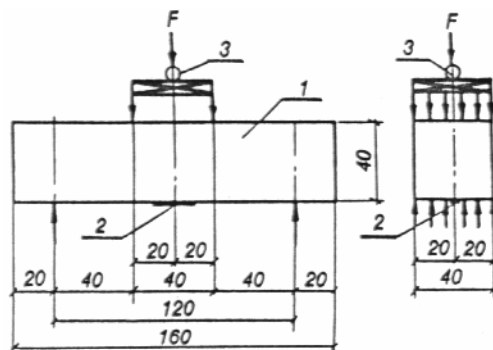
приборы и средства для взвешивания образцов, их измерения, определения точности геометрии и т.д. по ГОСТ 10180.

2.2. Испытательные машины, установки и приборы должны быть аттестованы и проверены в установленном порядке в соответствии с ГОСТ 8.001.

3. Подготовка к испытаниям

3.1. На образцах выбирают грани, к которым должны быть приложены усилия в процессе нагружения, и растягиваемую поверхность, на которую должен быть наклеен тензорезистор, и отмечают места опирания, передачи усилий и наклейки тензорезисторов согласно схеме нагружения опытного образца, приведенной на черт. 3. Плоскость изгиба образцов при высыхании должна быть перпендикулярна направлению вспучивания бетона, если продольная ось образца параллельна направлению вспучивания бетона.

Схема нагружения опытного образца



1 — опытный образец; 2 — тензорезистор базой 20 мм;
3 — электрический силоизмеритель

Черт. 3

3.2. Измеряют линейные размеры образцов в соответствии с ГОСТ 10180.

3.3. Перед испытанием образцы должны не менее 2 ч находиться в помещении лаборатории, где проводят испытание.

4. Проведение испытаний

4.1. Образцы взвешивают (погрешность в пределах $\pm 1 \%$) и устанавливают в устройство для испытания.

4.2. Тензорезистор подсоединяют к измерительной системе.

4.3. Устанавливают масштаб записи на двухкоординатном самописце. Ожидаемое разрушающее усилие (масштаб вертикальной оси) устанавливают испытанием одного-двух образцов без тензорезисторов. Ожидаемую максимальную деформацию (масштаб горизонтальной оси) принимают равной 1,2 мм/м.

4.4. Образец нагружают по схеме, приведенной на черт. 3, непрерывно возрастающей нагрузкой, обеспечивающей скорость прироста напряжений в образце $(0,05 \pm 0,2)$ МПа/с $[(0,5 \pm 0,2) \text{ кгс}/(\text{см}^2 \cdot \text{с})]$, записывают диаграмму „нагрузка—деформация” растянутой поверхности образца до момента его разрушения.

4.5. После разрушения образца осматривают сечение его разрыва и при наличии дефектов фиксируют их расположение и величину в виде схемы на записанной диаграмме.

4.6. Определяют влажность материала образца по ГОСТ 12730.2.

5. Обработка результатов

5.1. Модуль упругости определяют для каждого образца по записанной диаграмме „нагрузка—деформация” растянутой поверхности образца ε_{bt} следующим образом:

к кривой $F - \varepsilon_{bt}$ проводят касательную в ее начальной точке при $F = 0$ (черт. 4). Касательная отсекает на линии, соответствующей разрушающей нагрузке F_{us} , отрезок, длина которого равняется упругой составляющей предельной относительной деформации растяжения ε_{ubt} ; значение модуля упругости E_b рассчитывают по формуле

$$E_b = R_{bt} / \varepsilon_{ubt}, \quad (6)$$

где R_{bt} — значение прочности на растяжение при изгибе, МПа (кгс/см²), рассчитываемое по формуле

$$R_{bt} = M_u / W = F_u l / 6W, \quad (7)$$

где M_u — разрушающий изгибающий момент, Н · м (кгс · см);

F_u — разрушающая нагрузка, Н (кгс);

l — расстояние между опорами, м (см);

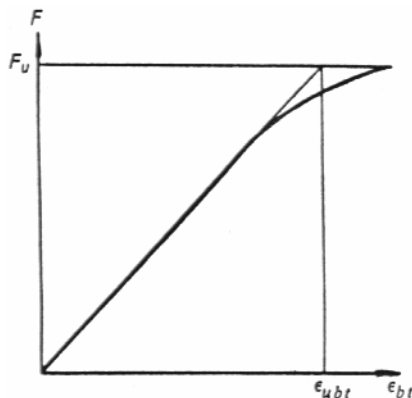
W — момент сопротивления поперечного сечения образца, м³ (см³), рассчитываемый по формуле

$$W = bh^2 / 6, \quad (8)$$

где b — ширина поперечного сечения образца, м (см);

h — высота поперечного сечения образца, м (см).

График зависимости деформации бетона растянутой поверхности образца от изгибающей нагрузки



F — нагрузка; F_u — разрушающая нагрузка; ϵ_{bt} — деформация растянутой поверхности образца; ϵ_{ubt} — предельная относительная деформация растяжения

Черт. 4

5.2. Модуль упругости бетона в серии определяют как среднее арифметическое значение модуля упругости всех испытанных образцов.

Примечание. При наличии в сечении разрыва образцов существенных дефектов результат его испытания при вычислении среднего значения не учитывают.

5.3. Среднюю плотность материала каждого образца рассчитывают по ГОСТ 12730.1.

5.4. Журнал результатов испытаний должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 10180 и ГОСТ 24452. К журналу должны быть приложены записанные диаграммы деформирования.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАН Научно-исследовательским, проектно-конструкторским и технологическим институтом бетона и железобетона (НИИЖБ) Госстроя СССР

Центральным научно-исследовательским и проектно-экспериментальным институтом комплексных проблем строительных конструкций и сооружений имени В. А. Кучеренко (ЦНИИСК им. Кучеренко) Госстроя СССР Научно-исследовательским институтом строительной физики (НИИСФ) Госстроя СССР

Ленинградским Зональным научно-исследовательским и проектным институтом типового и экспериментального проектирования жилых и общественных зданий (ЛенЗНИИЭП) Госкомархитектуры

Государственным строительным комитетом ЭССР

ИСПОЛНИТЕЛИ

Р. Л. Серых, д-р техн. наук; **Т. А. Ухова**, канд. техн. наук (руководители темы); **Б. П. Филиппов**, канд. техн. наук; **А. Т. Баранов**, д-р техн. наук; **В. В. Макаричев**, канд. техн. наук; **Л. С. Усова**; **Л. А. Тарасова**; **И. М. Дробященко**, канд. техн. наук; **Н. И. Левин**, канд. техн. наук; **Б. А. Новиков**, канд. техн. наук; **С. В. Александровский**, д-р техн. наук; **И. Я. Киселев**, канд. техн. наук; **А. Е. Штанько**, канд. техн. наук; **М. Н. Гузиков**; **Л. И. Острат**; **Г. Ф. Грюнер**, канд. хим. наук; **К. К. Эскуссон**, канд. техн. наук; **У. И. Юурвез**; **В. А. Пинскер**, канд. техн. наук; **Э. О. Кесли**; **Р. М. Колтовская**; **И. Н. Нагорняк**

2. ВНЕСЕН Научно-исследовательским, проектно-конструкторским и технологическим институтом бетона и железобетона (НИИЖБ) Госстроя СССР

3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного строительного комитета СССР от 30 марта 1989 г. № 57

4. ВЗАМЕН ГОСТ 25485-83, ГОСТ 12852-67, ГОСТ 12852.3-77, ГОСТ 12852.4-77

5. СРОК ПРОВЕРКИ — 1996 г.

6. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, приложения	Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, приложения
ГОСТ 4.212-80	1.3.8	ГОСТ 17177-87	Разд. 3
ГОСТ 8.001-80	Приложение 5	ГОСТ 17623-87	Разд. 3
ГОСТ 201-76	1.3.9.6	ГОСТ 18105-86	2.5
ГОСТ 2067-80	1.3.9.5	ГОСТ 19113-84	1.3.9.5
ГОСТ 2263-79	1.3.9.5; 1.3.9.6	ГОСТ 19570-74	Приложение 1
ГОСТ 3252-80	1.3.9.5	ГОСТ 21458-75	1.3.9.6
ГОСТ 3476-74	1.3.9.1	ГОСТ 21520-89	Приложение 1
ГОСТ 4013-82	1.3.9.6	ГОСТ 21616-76	Приложение 5
ГОСТ 4221-76	1.3.9.6; приложение 2	ГОСТ 21718-84	Разд. 3
ГОСТ 5100-85 Е	1.3.9.6	ГОСТ 22685-89	Приложение 3
ГОСТ 5494-71 Е	1.3.9.5	ГОСТ 23732-79	1.3.9.7
ГОСТ 5742-76	Приложение 1	ГОСТ 24104-80 Е	Приложение 2
ГОСТ 7076-87	Разд. 3	ГОСТ 24178-80	Приложение 5
ГОСТ 8736-85	1.3.9.2	ГОСТ 24452-80	Разд. 3; приложение 5
ГОСТ 9179-77	1.3.9.1	ГОСТ 24816-81	Разд. 3
ГОСТ 10060-87	Приложение 3	ГОСТ 25192-82	1.1
ГОСТ 10178-85	1.3.9.1	ГОСТ 25336-82 Е	Приложение 2
ГОСТ 10180-89	Разд. 3; приложения 2, 3, 5	ГОСТ 25898-83	Разд. 3
ГОСТ 11024-84	Приложение 1	ГОСТ 27005-86	2.5
ГОСТ 11118-73	Приложение 1	ГОСТ 27006-86	1.3.9.8
ГОСТ 12172-74	Приложение 5	ОСТ 6-05-386-80	1.3.9.6
ГОСТ 12504-80	Приложите 1	ОСТ 21-60-84	1.3.9.1; 1.3.9.2
ГОСТ 12730.1-78	Разд. 3; приложение 5	ТУ 6-09-2448-78	1.3.9.6
ГОСТ 12730.2-78	Разд. 3; приложения 3, 5	ТУ 6-14-625-80	1.3.9.6
ГОСТ 13015.1-81	2.1	ТУ 38-107101-76	1.3.9.5
ГОСТ 13078-81	1.3.9.6	СТ СЭВ 1406-78	1.3.1
ГОСТ 15077-78	Приложение 5		

10.2. СНиП II-3-79 Строительная теплотехника.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

СНиП II-3-79*

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

Госстрой России

Москва 1998

Разработаны НИИСФ Госстроя СССР с участием НИИЭС и ЦНИИпромзданий Госстроя СССР, ЦНИИЭП жилища Госгражданстроя, ЦНИИЭПсельстроя Госагропрома СССР, МИСИ им. В.В.Куйбышева Минвуза СССР, ВЦНИИОТ ВЦСПС, НИИ общей и коммунальной гигиены им. А.Н.Сысина Академии медицинских наук СССР, НИИ Мосстроя и МНИИТЭП Мосгорисполкома.

Редакторы— инженеры *Р.Т. Смольяков, В.А. Глухарев* (Госстрой СССР), доктора техн. наук *Ф.В. Ушков, Ю.А. Табуничиков*, кандидаты техн. наук *Ю.А. Матросов, И.Н. Бутовский, М.А. Гуревич* (НИИСФ Госстроя СССР), канд. экон. наук *И.А. Апарин* (НИИЭС Госстроя СССР) и канд. техн. наук *Л.Н. Ануфриев* (ЦНИИЭПсельстрой Госагропрома СССР).

С введением в действие СНиП II-3-79 “Строительная теплотехника” утрачивает силу глава СНиП II-A.7-71 “Строительная теплотехника”.

СНиП II-3-79* “Строительная теплотехника” является переизданием СНиП II-3-79 “Строительная теплотехника” с изменениями, утвержденными и введенными в действие с 1 июля 1986 г. постановлением Госстроя СССР от 19 декабря 1985 г. № 241 и изменением № 3, введенным в действие с 1 сентября 1995 г. постановлением Минстроя России от 11.08.95 г. № 18-81.

Пункты, таблицы и приложения, в которые внесены изменения, отмечены в СНиП звездочкой.

Единицы физических величин даны в единицах Международной системы (СИ).

При пользовании нормативным документом следует учитывать утвержденные изменения строительных норм и правил и государственных

ных стандартов, публикуемые в журнале “Бюллетень строительной техники” и информационном указателе “Государственные стандарты”.

Государственный комитет СССР по делам строительства (Госстрой СССР)	Строительные нормы и правила	СНиП II-№-79*
	Строительная теплотехника	Взамен главы СНиП II-A.7-71

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие нормы строительной теплотехники должны соблюдаться при проектировании ограждающих конструкций (наружных и внутренних стен, перегородок, покрытий, чердачных и междуэтажных перекрытий, полов, заполнений проемов: окон, фонарей, дверей, ворот) новых и реконструируемых зданий и сооружений различного назначения (жилых, общественных¹, производственных и вспомогательных промышленных предприятий, сельскохозяйственных и складских²) с нормируемыми температурой или температурой и относительной влажностью внутреннего воздуха.

¹ Номенклатура общественных зданий в настоящей главе СНиП принята в соответствии с общесоюзным классификатором “Отрасли народного хозяйства” (ОКОНХ), утвержденным постановлением Госстандарта СССР от 14 ноября 1975 г. № 18.

² Далее в тексте для краткости здания и сооружения: складские, сельскохозяйственные и производственные промышленных предприятий, когда нормы относятся ко всем этим зданиям и сооружениям, объединяются термином “производственные”.

1.2. В целях сокращения потерь тепла в зимний период и поступлений тепла в летний период при проектировании зданий и сооружений следует предусматривать:

а) объемно-планировочные решения с учетом обеспечения наименьшей площади ограждающих конструкций;

б) солнцезащиту световых проемов в соответствии с нормативной величиной коэффициента теплопропускания солнцезащитных устройств;

в) площадь световых проемов в соответствии с нормированным значением коэффициента естественной освещенности;

г) рациональное применение эффективных теплоизоляционных материалов;

д) уплотнение притворов и фальцев а заполнениях проемов и сопряжений элементов (швов) в наружных стенах и покрытиях.

Внесены НИИСФ	Утверждены постановлением	Срок введения
------------------	------------------------------	------------------

Госстроя СССР	Государственного комитета СССР по делам строительства от 14 марта 1979 г. № 28	в действие 1 июля 1979 г.
------------------	--	------------------------------

1.3. Влажностный режим помещений зданий и сооружений в зимний период в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха следует устанавливать по табл. 1.

Зоны влажности территории СССР следует принимать по прил. 1*.

Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства следует устанавливать по прил. 2.

Т а б л и ц а 1

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре		
	до 12°C	св. 12 до 24°C	св. 24°C
Сухой	До 60	До 50	До 40
Нормальный	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60	Св. 40 до 50
Влажный	Св. 75	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60
Мокрый	-	Св. 75	Св. 60

1.4. Гидроизоляцию стен от увлажнения грунтовой влагой следует предусматривать (с учетом материала и конструкции стен):

горизонтальную — в стенах (наружных, внутренних и перегородках) выше отмостки здания или сооружения, а также ниже уровня пола цокольного или подвального этажа;

вертикальную — подземной части стен с учетом гидрогеологических условий и назначения помещений.

1.5*. При проектировании зданий и сооружений следует предусматривать защиту внутренней и наружной поверхностей стен от воздействия влаги (производственной и бытовой) и атмосферных осадков (устройством облицовки или штукатурки, окраской водоустойчивыми составами и др.) с учетом материала стен, условий их эксплуатации и требований нормативных документов по проектированию отдельных видов зданий, сооружений и строительных конструкций.

В многослойных наружных стенах производственных зданий с влажным или мокрым режимом помещений допускается предусматривать устройство вентилируемых воздушных прослоек, а при непосредственном периодическом увлажнении стен помещений — устройство вентилируемой прослойки с защитой внутренней поверхности от воздействия влаги.

1.6. В наружных стенах зданий и сооружений с сухим или нормальным режимом помещений допускается предусматривать неvented (замкнутые) воздушные прослойки и каналы высотой не более высоты этажа и не более 6 м.

1.7. Полы на грунте в помещениях с нормируемой температурой внутреннего воздуха, расположенные выше отмостки здания или ниже ее не более чем на 0,5 м, должны быть утеплены в зоне примыкания пола к наружным стенам шириной 0,8 м путем укладки по грунту слоя неорганического влагостойкого утеплителя толщиной, определяемой из условия обеспечения термического сопротивления этого слоя утеплителя не менее термического сопротивления наружной стены.

2. СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

2.1*. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_o следует принимать в соответствии с заданием на проектирование, но не менее требуемых значений, R_o^{mp} , определяемых исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий по формуле (1) и условий энергосбережения — по табл. 1а* (первый этап) и табл. 1б* (второй этап).

В табл. 1а* (первый этап) приведены минимальные значения сопротивления теплопередаче, которые должны приниматься в проектах с 1 сентября 1995 года и обеспечиваться в строительстве начиная с 1 июля 1996 года, кроме зданий высотой до трех этажей со стенами из мелкоштучных материалов. В заданиях на проектирование могут быть установлены более высокие показатели теплозащиты, в том числе соответствующие нормам табл. 1б*.

В табл. 1б* (второй этап) приведены минимальные значения сопротивления теплопередаче для зданий, строительство которых начинается с 1 января 2000 года. При этом, для вновь строящихся зданий высотой до 3-х этажей со стенами из мелкоштучных материалов, а также реконструируемых и капитально ремонтируемых независимо от этажности сроки введения в действие требований табл. 1б* устанавливаются как для первого этапа.

Для зданий с влажным или мокрым режимом, зданий с избытками явного тепла более 23 Вт/м. куб., предназначенных для сезонной эксплуатации (осенью или весной), и зданий с расчетной температурой внутреннего воздуха 12 °С и ниже, а также для внутренних стен, перегородок и перекрытий между помещениями при разности расчетных температур воздуха в этих помещениях более 6 °С приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением

светопрозрачных) следует принимать не ниже значений, определяемых по формуле (1).

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций охлаждаемых зданий и сооружений следует принимать по СНиП 2.11.02-87.

Т а б л и ц а 1а*

Здания и помещения	Гра- дусо- сутки ото- пи- тельно- го при- ода, °С · сут	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций не менее $R_{\text{оп}}^{mp}$, м ² , °С/Вт				
		стен	по- крытий и пере- крытий над хо- лодными проез- дами	по- крытий чер- дачных, над хо- лодными под- польями и подва- лами	окон и бал- конных дверей	фонарей
Жилые, лечеб- но- профилактиче- ские и детские учреждения, школы, интер- наты	2000	1,2	1,8	1,6	0,30	0,30
	4000	1,6	2,5	2,2	0,45	0,35
	6000	2,0	3,2	2,8	0,60	0,40
	8000	2,4	3,9	3,4	0,70	0,45
	10000	2,8	4,6	4,0	0,75	0,50
	12000	3,2	5,3	4,6	0,80	0,55
Обществен- ные, кроме ука- занных выше, административ- ные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режи- мом	2000	1,0	1,6	1,4	0,30	0,30
	4000	1,4	2,3	2,0	0,40	0,35
	6000	1,8	3,0	2,6	0,50	0,40
	8000	2,2	3,7	3,2	0,60	0,45
	10000	2,6	4,4	3,8	0,70	0,50
	12000	3,0	5,1	4,4	0,80	0,55
Производствен- ные с сухим и нормальным режимами	2000	0,8	1,4	1,2	0,25	0,20
	4000	1,1	1,8	1,5	0,30	0,25
	6000	1,4	2,2	1,8	0,35	0,30
	8000	1,7	2,6	2,1	0,40	0,35
	10000	2,0	3,0	2,4	0,45	0,40
	12000	2,3	3,6	2,7	0,50	0,45

П р и м е ч а н и я: 1. Промежуточные значения R^{mp}_o следует определять интерполяцией.

2. Нормы сопротивления теплопередаче светопрозрачных ограждающих конструкций для помещений производственных зданий с влажным или мокрым режимом, с избытками явного тепла от 23 Вт/м.куб., а также для помещений общественных, административных и бытовых зданий с влажным или мокрым режимом следует принимать как для помещений с сухим и нормальным режимами производственных зданий.

3. Приведенное сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее, чем в 1,5 раза выше сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих изделий.

4. В отдельных обоснованных случаях, связанных с конкретными конструктивными решениями заполнения оконных и других проемов, допускается применять конструкции окон, балконных дверей и фонарей с приведенным сопротивлением теплопередаче на 5 % ниже устанавливаемого в таблице.

Т а б л и ц а 16*

Здания и помещения	Граду-со-утки отопительного периода, °С · сут	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R^{mp}_o , м ² , °С/Вт				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над холодными подпольями и подвалами	окон и балконных дверей	фонарей
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	2000	2,1	3,2	2,8	0,30	0,30
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,60	0,40
	8000	4,2	6,2	5,5	0,70	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,50
	12000	5,6	8,2	7,3	0,80	0,55
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением	2000	1,6	2,4	2,0	0,30	0,30
	4000	2,4	3,2	2,7	0,40	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,50	0,40
	8000	3,6	4,8	4,1	0,60	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,70	0,50
	12000	4,8	6,4	5,5	0,80	0,55

помещений с влажным или мокрым режимом						
Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	1,4	2,0	1,4	0,25	0,20
	4000	1,8	2,5	1,8	0,30	0,25
	6000	2,2	3,0	2,2	0,35	0,30
	8000	2,6	3,5	2,6	0,40	0,35
	10000	3,0	4,0	3,0	0,45	0,40
	12000	3,4	4,5	3,4	0,50	0,45

Примечание: 1. Промежуточные значения R^{mp}_o следует определять интерполяцией.

2. Нормы сопротивления теплопередаче светопрозрачных ограждающих конструкций для помещений производственных зданий с влажным или мокрым режимом, с избытками явного тепла от 23 Вт/м.куб., а также для помещений общественных, административных и бытовых зданий с влажным или мокрым режимом следует принимать как для помещений с сухим и нормальным режимами производственных зданий.

3. Приведенное сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее, чем в 1,5 раза выше сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих изделий.

4. В отдельных обоснованных случаях, связанных с конкретными конструктивными решениями заполнения оконных и других проемов, допускается применять конструкции окон, балконных дверей и фонарей с приведенным сопротивлением теплопередаче на 5 % ниже устанавливаемого в таблице.

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) следует определять по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от.пер.}}) Z_{\text{от.пер.}}, \quad (1a)$$

где $t_{\text{в}}$ - то же, что в формуле (1);

$t_{\text{от.пер.}}$,

$Z_{\text{от.пер.}}$ - средняя температура, °С, и продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С по СНиП 2.01.01-82.

2.2*. Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных), отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям, определяют по формуле

$$R_o^{mp} = \frac{n(t_g - t_n)}{\Delta t'' \alpha_g}, \quad (1)$$

где n - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по табл. 3*;

t_g - расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая согласно ГОСТ 12.1.005-88 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений;

t_n - расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СНиП 2.01.01-82;

$\Delta t''$ - нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемых по табл. 2*;

α_g - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по табл. 4*.

Требуемое сопротивление теплопередаче R_o^{mp} дверей и ворот должно быть не менее $0,6R_o^{mp}$ стен зданий и сооружений, определяемого по формуле (1) при расчетной зимней температуре наружного воздуха, равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92.

П р и м е ч а н и я: 1. При определении требуемого сопротивления теплопередаче внутренних ограждающих конструкций в формуле (1) следует принимать $n = 1$ и вместо t_n - расчетную температуру воздуха более холодного помещения.

2. В качестве расчетной зимней температуры наружного воздуха, t_n , для зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации, следует принимать минимальную температуру наиболее холодного месяца, определяемую по СНиП 2.01.01-82 с учетом среднесуточной амплитуды температуры наружного воздуха.

Пункт 2.3 исключен.

2.4*. Тепловую инерцию D ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$D = R_1 s_1 + R_2 s_2 + \dots + R_n s_n , \quad (2)$$

где R_1, R_2, \dots, R_n — термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, определяемые по формуле (3);

s_1, s_2, \dots, s_n — расчетные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, принимаемые по прил. 3*.

П р и м е ч а н и я: 1. Расчетный коэффициент теплоусвоения воздушных прослоек принимается равным нулю.

2. Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются.

2.5. Термическое сопротивление $R, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R = \frac{\delta}{\lambda} , \quad (3)$$

где δ — толщина слоя, м;

λ — расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$, принимаемый по прил. 3*.

Т а б л и ц а 2*

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t_n, ^\circ\text{C}$, для		
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проезда ми, подвала ми и под- польями
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0
2. Общественные, кроме указанных в п. 1, адми-	4,5	4,0	2,5

нистративные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом			
3. Производственные с сухим и нормальным режимами	$t_b - t_p$, но не более 7	0,8 ($t_b - t_p$), но не более 6	2,5
4. Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$(t_b - t_p)$	0,8 ($t_b - t_p$)	2,5
5. Производственные здания со значительными избытками явного тепла (более 23 Вт/м.куб.)	12	12	2,5

Обозначения, принятые в табл. 2*:

t_b - то же, что в формуле (1);

t_p - температуры точки росы, °С, при расчетной температуре и относительной влажности внутреннего воздуха принимаемым по ГОСТ 12.1.005-88, СНиП 2.04.-5-91 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений.

Т а б л и ц а 3*

Ограждающие конструкции	Коэффициент N
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительно-климатической зоне	1
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительно-климатической зоне	0,9

3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
5. Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

Т а б л и ц а 4*

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{в},$ Вт/(м ² ·°С)
1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $\frac{h}{a} \leq 0,3$	8,7
2. Потолков с выступающими ребрами при отношении $\frac{h}{a} \leq 0,3$	7,6
3. Зенитных фонарей	9,9

П р и м е ч а н и е. Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{в}$ внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии со СНиП 2.10.03-84.

Табл. 5* исключена.

2.6*. Сопротивление теплопередаче $R_o, \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$, ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{в}} + R_{к} + \frac{1}{\alpha_{н}}, \quad (4)$$

где $\alpha_{в}$ — то же, что в формуле (1);

R_k — термическое сопротивление ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, определяемое: однородной (однослойной) — по формуле (3), многослойной — в соответствии с пп. 2.7 и 2.8;

α_n — коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции. $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$, принимаемый по табл. 6*.

При определении R_k слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются.

Т а б л и ц а 6*

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий, α_n , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
1. Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	23
2. Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	17
3. Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4. Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими, подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

2.7. Термическое сопротивление R_k , $\text{м} \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев:

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{\text{в.п.}}, \quad (5)$$

где R_1, R_2, \dots, R_n — термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, определяемые по формуле (3);

$R_{\text{в.п.}}$ — термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, принимаемое по прил. 4 с учетом примеч. 2 к п. 2.4*.

2.8. Приведенное термическое сопротивление $R^{\text{пр}}_k$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, неоднородной ограждающей конструкции (многослойной каменной стены облегченной кладки с теплоизоляционным слоем и т.п.) определяется следующим образом:

а) плоскостями, параллельными направлению теплового потока, ограждающая конструкция (или часть ее) условно разрезается на участки, из которых одни участки могут быть однородными (однослойными) — из одного материала, а другие неоднородными — из слоев различных материалов, и термическое сопротивление ограждающей конструкции R_a , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, определяется по формуле

$$R_a = \frac{F_1 + F_2 + \dots + F_n}{\frac{F_1}{R_1} + \frac{F_2}{R_2} + \dots + \frac{F_n}{R_n}}, \quad (6)$$

где F_1, F_2, \dots, F_n — площади отдельных участков конструкции (или части ее), м^2 ;

R_1, R_2, \dots, R_n — термические сопротивления указанных отдельных участков конструкции, определяемые по формуле (3) для однородных участков и по формуле (5) для неоднородных участков;

б) плоскостями, перпендикулярными направлению теплового потока, ограждающая конструкция (или часть ее, принятая для определения R_a) условно разрезается на слои, из которых одни слои могут быть однородными — из одного материала, а другие неоднородными — из

однослойных участков разных материалов. Термическое сопротивление однородных слоев определяется по формуле (3), неоднородных слоев — по формуле (6) и термическое сопротивление ограждающей конструкции R_6 — как сумма термических сопротивлений отдельных однородных и неоднородных слоев — по формуле (5). Приведенное термическое сопротивление ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R_{\kappa}^{np} = \frac{R_a + 2R_{np}}{3}, \quad (7)$$

Если величина R_a превышает величину R_6 более чем на 25 % или ограждающая конструкция не является плоской (имеет выступы на поверхности), то приведенное термическое сопротивление R_{κ}^{np} такой конструкции следует определять на основании расчета температурного поля следующим образом:

по результатам расчета температурного поля при t_v и t_n определяются средние температуры, °C, внутренней $\tau_{в.ср.}$ и наружной $\tau_{н.ср.}$ поверхностей ограждающей конструкции и вычисляется величина теплового потока $q^{расч}$, Вт/м², по формуле

$$q^{расч} = \alpha_v (t_v - \tau_{в.ср.}) = \alpha_n (\tau_{н.ср.} - t_n), \quad (8)$$

где α_v , t_v , t_n — то же, что в формуле (1);

α_n — то же, что в формуле (4);

приведенное термическое сопротивление конструкций определяется по формуле

$$R_{\kappa}^{np} = \frac{\tau_{в.ср.} - \tau_{н.ср.}}{q^{расч}}, \quad (9)$$

2.9*. Приведенное сопротивление теплопередаче R_o , м² · °C/Вт, неоднородной ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R_o = \frac{t_v - t_n}{q^{расч}}, \quad (10)$$

где t_v , t_n — то же, что в формуле (1);

$q^{расч}$ — то же, что в формуле (8).

Допускается приведенное сопротивление теплопередаче R_o наружных панельных стен жилых зданий принимать равным:

$$R_o = R_o^{\text{усл}} \cdot \gamma, \quad (11)$$

где $R_o^{\text{усл}}$ — сопротивление теплопередаче панельных стен, условно определяемое по формулам (4) и (5) без учета теплопроводных включений, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

γ — коэффициент теплотехнической однородности, принимаемый по прил. 13*.

Коэффициент теплотехнической однородности γ ограждающих конструкций должен быть не менее значений, приведенных в табл. 6а*.

Т а б л и ц а 6а*

Ограждающая конструкция	Коэффициент R
1. Из однослойных легковесных панелей	0,90
2. Из легковесных панелей с термовкладышами	0,75
3. Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем и гибкими связями	0,70
4. Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем и железобетонными шпонками или ребрами из керамзитобетона	0,60
5. Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем и железобетонными ребрами	0,50
6. Из трехслойных металлических панелей с эффективным утеплителем	0,75
7. Из трехслойных асбоцементных панелей с эффективным утеплителем	0,70

2.10*. Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции по теплопроводному включению (диафрагмы, сквозного шва из раствора, стыка панелей, жестких связей стен облегченной кладки, элементов фахверка и др.) должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха при расчетной зимней температуре наружного воздуха (согласно п. 2.2*).

П р и м е ч а н и е. Относительную влажность внутреннего воздуха для определения температуры точки росы в местах теплопроводных включений ограждающих конструкций жилых и общественных зданий следует принимать:

для зданий жилых, больничных учреждений, диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов — 55 %;

для общественных зданий (кроме вышеуказанных) — 50 %.

2.11*. Температуру внутренней поверхности τ_B , °C, ограждающей конструкции (без теплопроводного включения) следует определять по формуле

$$\tau_B = t_B - \frac{n(t_B - t_H)}{R_o \alpha_B}, \quad (12)$$

Температуру внутренней поверхности τ'_B , °C, ограждающей конструкции (по теплопроводному включению) необходимо принимать на основании расчета температурного поля конструкции.

Для теплопроводных включений, приведенных в прил. 5*, температуру τ'_B , °C, допускается определять:

для неметаллических теплопроводных включений — по формуле

$$\tau'_B = t_B - \frac{\eta(t_B + t_H)}{R_o^{ysl} \alpha_B} \left[1 + n \left(\frac{R_o^{ysl}}{R'_o} - 1 \right) \right], \quad (13)$$

для металлических теплопроводных включений — по формуле

$$\tau'_B = t_B - \frac{\eta(t_B - t_H)}{R_o^{ysl} \alpha_B} (1 + \xi R_o^{ysl} \alpha_B), \quad (13a)$$

В формулах (12) - (13a):

n, t_B, t_H, α_B — то же, что в формуле (1);

R_o — то же, что в формуле (4);

$R'_{o, R_o^{ysl}}$ — сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, $m^2 \cdot ^\circ C / Bt$, соответственно в местах теплопроводных включений и вне этих мест, определяемые по формуле (4);

η, ξ — коэффициенты, принимаемые по табл. 7* и 8*.

2.12*. исключен.

2.13*. Приведенное сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей) необходимо принимать по прил. 6*.

Т а б л и ц а 7*

Схема теплопроводного включения по прил. 5*		Коэффициент η при $\frac{\alpha}{\delta}$							
		0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0
I		0,52	0,65	0,79	0,86	0,90	0,93	0,95	0,98
IIa	При $\frac{\delta_{в}}{\delta_{и}}$								
	0,5	0,30	0,46	0,68	0,79	0,86	0,91	0,97	1,00
	1,0	0,24	0,38	0,56	0,69	0,77	0,83	0,93	1,00
	2,0	0,19	0,31	0,48	0,59	0,67	0,73	0,85	0,94
	5,0	0,16	0,28	0,42	0,51	0,58	0,64	0,76	0,84
III	При $\frac{C}{\delta}$								
	0,25	3,60	3,26	2,72	2,30	1,97	1,71	1,47	1,38
	0,50	2,34	2,26	1,97	1,76	1,62	1,48	1,31	1,22
	0,75	1,28	1,52	1,40	1,28	1,21	1,17	1,11	1,09
IV	При $\frac{C}{\delta}$								
	0,25	0,16	0,28	0,45	0,57	0,66	0,74	0,87	0,95
	0,50	0,23	0,39	0,57	0,60	0,77	0,83	0,91	0,95
	0,75	0,29	0,47	0,67	0,78	0,84	0,88	0,93	0,95
<p>П р и м е ч а н и я: 1. Для промежуточных значений $\frac{\alpha}{\delta}$ коэффициент η следует определять интерполяцией.</p> <p>2. При $\frac{\alpha}{\delta} > 2,0$ следует принимать $\eta = 1$.</p> <p>3. Для параллельных теплопроводных включений типа IIa табличное значение коэффициента η следует принимать с поправочным множителем $1 + e^{-5L}$ (где L - расстояние между включениями, м).</p>									

Т а б л и ц а 8*

Схема теплопроводного включения по прил. 5*		Коэффициент ξ при $\frac{\alpha\lambda_T}{\delta\lambda}$								
		0,25	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	20,0	50,0	150,0
I		0,105	0,160	0,227	0,304	0,387	0,430	0,456	0,485	0,503
Пб		-	-	-	0,156	0,206	0,257	0,307	0,369	0,436
III	При $\frac{c}{\delta}$									
	0,25	0,061	0,075	0,085	0,091	0,096	0,100	0,101	0,101	0,102
	0,50	0,084	0,112	0,140	0,160	0,178	0,184	0,186	0,187	0,188
	0,75	0,106	0,142	0,189	0,227	0,267	0,278	0,291	0,292	0,293
IV	При $\frac{c}{\delta}$									
	0,25	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005
	0,50	0,006	0,008	0,011	0,012	0,014	0,017	0,019	0,021	0,022
	0,75	0,013	0,022	0,033	0,045	0,058	0,063	0,066	0,071	0,073
V	При $\frac{\delta_B}{\delta_H}$									
	0,75	0,007	0,021	0,055	0,147	-	-	-	-	-
	1,00	0,006	0,017	0,047	0,127	-	-	-	-	-
	2,00	0,003	0,011	0,032	0,098	-	-	-	-	-
<p>П р и м е ч а н и я: 1. Для промежуточных значений $\frac{\alpha\lambda_T}{\delta\lambda}$ коэффициент ξ следует определять интерполяцией.</p> <p>2. Для теплопроводного включения типа V при наличии плотного контакта между гибкими связями и арматурой (сварка или скрутка вязальной проволокой) в формуле (13а) вместо $R_o^{усл}$ следует принимать $R_o^{пр}$.</p>										

2.14*. Коэффициент теплопроводности материалов в сухом состоянии теплоизоляционных слоев ограждающих конструкций, как правило, должен быть не более 0,3 Вт/(м · °С).

Пункты 2.15*, 2.16* и табл. 9* и 9а* исключены.

2.17*. В жилых и общественных зданиях площадь окон (с приведенным сопротивлением теплопередачи меньше 0,56 м² · °С/Вт) по отношению к суммарной площади светопрозрачных и непрозрачных ограждающих конструкций стен должна быть не более 18 %.

3. ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

3.1*. В районах со среднемесячной температурой июля $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций (наружных стен с тепловой инерцией менее 4 и покрытий менее 5) A_{τ_B} зданий жилых, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов, а также производственных зданий, в которых должны соблюдаться оптимальные нормы температуры и относительной влажности воздуха в рабочей зоне или по условиям технологии должны поддерживаться постоянными температура или температура и относительная влажность воздуха, не должна быть более требуемой амплитуды $A_{\tau_B}^{TP}$, $^{\circ}\text{C}$, определяемой по формуле

$$A_{\tau_B}^{TP} = 2,5 - 0,1 (t_H - 21), \quad (18)$$

где t_H — среднемесячная температура наружного воздуха за июль, $^{\circ}\text{C}$, принимаемая согласно СНиП 2.01.01-82.

3.2. Амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций A_{τ_B} , $^{\circ}\text{C}$, следует определять по формуле

$$A_{\tau_{\%}} = \frac{A_{in}^{pac}}{V}, \quad (19)$$

где A_{in}^{pac} — расчетная амплитуда колебаний температуры наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$, определяемая согласно п. 3.3*;

v — величина затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха A_{in}^{pac} в ограждающей конструкции, определяемая согласно п. 3.4*.

3.3*. Расчетную амплитуду колебаний температуры наружного воздуха A_{in}^{pac} , $^{\circ}\text{C}$, следует определять по формуле

$$A_{in}^{pac} = 0,5 A_t + \frac{\rho(l_{\max} - l_{-p})}{\alpha}, \quad (20)$$

где A_{t_n} — максимальная амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха в июле, °C, принимаемая согласно СНиП 2.01.01-82;

ρ — коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по прил. 7;

$I_{\max}, I_{\text{ср}}$ — соответственно максимальное и среднее значения суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной), Вт/м², принимаемые согласно СНиП 2.01.01 -82 для наружных стен — как для вертикальных поверхностей западной ориентации и для покрытий — как для горизонтальной поверхности;

α_n — коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции по летним условиям, Вт/(м² • °C), определяемый по формуле (24).

3.4*. Величину затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха v в ограждающей конструкции, состоящей из однородных слоев, следует определять по формуле

$$v = 0,9e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(s_1 + \alpha_b)(s_2 + \gamma_1) \dots (s_n + \gamma_{n-1})(\alpha_n + \gamma_n)}{(s_1 + \gamma_1)(s_2 + \gamma_2) \dots (s_n + \gamma_n)\alpha_n}, \quad (21)$$

где $e = 2,718$ — основание натуральных логарифмов;

D — тепловая инерция ограждающей конструкции, определяемая по формуле (2):

s_1, s_2, \dots, s_n — расчетные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев ограждающей конструкции, Вт/м² • °C), принимаемые по прил. 3*;

$\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_{n-1}, \gamma_n$ — коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности отдельных слоев ограждающей конструкции, Вт/(м² • °C), определяемые согласно п. 3.5;

α_b — то же, что в формуле (1);

α_n — то же, что в формуле (20).

Для многослойной неоднородной ограждающей конструкции с теплопроводными включениями в виде обрамляющих ребер величину затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха v в ограждающей конструкции следует определять в соответствии с ГОСТ 26253—84.

П р и м е ч а н и е. Порядок нумерации слоев в формуле (21) принят в направлении от внутренней поверхности к наружной.

3.5. Для определения коэффициентов теплоусвоения наружной поверхности отдельных слоев ограждающей конструкции следует предварительно вычислить тепловую инерцию D каждого слоя по формуле (2).

Коэффициент теплоусвоения наружной поверхности слоя γ , Вт/(м² · °С), с тепловой инерцией $D \geq 1$ следует принимать равным расчетному коэффициенту теплоусвоения s материала этого слоя конструкции по прил. 3*.

Коэффициент теплоусвоения наружной поверхности слоя γ с тепловой инерцией $D < 1$ следует определять расчетом, начиная с первого слоя (считая от внутренней поверхности ограждающей конструкции) следующим образом:

а) для первого слоя — по формуле

$$\gamma_1 = \frac{R_1 s_1^2 + \alpha_B}{1 + R_1 \alpha_B}, \quad (22)$$

б) для i -го слоя — по формуле

$$\gamma_i = \frac{R_i s_i^2 + \gamma_{i-1}}{1 + R_i \gamma_{i-1}}, \quad (23)$$

где R_1, R_i — термические сопротивления соответственно первого и i -го слоев ограждающей конструкции, м² · °С/Вт, определяемые по формуле (3);

s_1, s_i — расчетные коэффициенты теплоусвоения материала соответственно первого и i -го слоев, Вт/(м² · °С), принимаемые по прил. 3*;

α_B — то же, что в формуле (1);

$\gamma_1, \gamma_i, \gamma_{i-1}$ — коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности соответственно первого, i -го и $(i-1)$ -го слоев ограждающей конструкции, Вт/(м² · °С).

3.6*. Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции по летним условиям α_n , Вт/(м² · °С), следует определять по формуле

$$\alpha_n = 1,16 \left(5 + 10 \sqrt{v} \right), \quad (24)$$

где v — минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, повторяемость которых составляет 16 % и более, принимаемая согласно СНиП 2.01.01-82, но не менее 1 м/с.

Пункт 3.7* исключен.

3.8. В районах со среднемесячной температурой июля $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше для окон и фонарей зданий жилых, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов, а также производственных зданий, в которых должны соблюдаться оптимальные нормы температуры и относительной влажности воздуха в рабочей зоне или по условиям технологии должны поддерживаться постоянными температура или температура и относительная влажность воздуха, следует предусматривать солнцезащитные устройства.

Коэффициент теплопропускания солнцезащитного устройства должен быть не более нормативной величины $\beta_{сз}^H$, установленной табл. 10.

Т а б л и ц а 10

Здания	Коэффициент теплопропускания солнцезащитного устройства (нормативная величина) $\beta_{сз}^H$
1. Здания жилые, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов	0,2
2. Производственные здания, в которых должны соблюдаться оптимальные нормы температуры и относительной влажности в рабочей зоне или по условиям технологии должны поддерживаться постоянными температура или	0,4

температура и относительная влажность воздуха

П р и м е ч а н и е. Коэффициент теплопропускания солнцезащитного устройства - отношение количества тепла, проходящего через световой проем с солнцезащитным устройством, к количеству тепла, проходящего через этот световой проем без солнцезащитного устройства.

3.9. Коэффициенты теплопропускания солнцезащитных устройств следует принимать по прил. 8.

4. ТЕПЛОУСВОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛОВ

4.1. Поверхность пола жилых и общественных зданий, вспомогательных зданий и помещений промышленных предприятий и отапливаемых помещений производственных зданий (на участках с постоянными рабочими местами) должна иметь показатель теплоусвоения $\gamma_{\text{п}}$, Вт/(м² · °С), не более нормативной величины, установленной табл. 11*.

Т а б л и ц а 11*

Здания, помещения и отдельные участки	Показатель теплоусвоения поверхности пола (нормативная величина) $\gamma_{\text{п}}^{\text{н}} \gamma_{\text{п}}^{\text{н}}$, Вт/(м ² · °С)
1. Здания жилые, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов), детских домов и детских приемников-распределителей	12
2. Общественные здания (кроме указанных в поз. 1); вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий; участки с постоянными рабочими местами в отапливаемых помещениях, где выполняются легкие физические работы (категория I)	14

3. Участки с постоянными рабочими местами в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются физические работы средней тяжести (категория II)

17

П р и м е ч а н и я. 1. Не нормируется показатель теплоусвоения поверхности пола:

- а) имеющего температуру поверхности выше 23 °С;
- б) в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются тяжелые физические работы (категория III);
- в) производственных зданий при условии укладки на участки постоянных рабочих мест деревянных щитов или теплоизолирующих ковров;
- г) помещений общественных зданий, эксплуатация которых не связана с постоянным пребыванием в них людей (залов музеев и выставок, фойе театров, кинотеатров и т.п.).

2. Теплотехнический расчет полов животноводческих, птицеводческих и звероводческих зданий следует выполнять с учетом требований СНиП 2.10.03-84.

4.2*. Показатель теплоусвоения поверхности пола Y_n , Вт/(м² · °С), следует определять следующим образом:

а) если покрытие пола (первый слой конструкции пола) имеет тепловую инерцию $D_1 = R_1 s_1 \geq 0,5$, то показатель теплоусвоения поверхности пола следует определять по формуле

$$Y_n = 2 s_1, \quad (27)$$

б) если первые n слоев конструкции пола ($n \geq 1$) имеют суммарную тепловую инерцию $D_1 + D_2 + \dots + D_n < 0,5$, но тепловая инерция $(n + 1)$ -го слоев $D_1 + D_2 + \dots + D_{n+1} \geq 0,5$, то показатель теплоусвоения поверхности пола Y_n следует определять последовательно расчетом показателей теплоусвоения поверхностей слоев конструкции, начиная с n -го до 1-го:

для n -го слоя — по формуле

$$Y_n = \frac{2R_n s_n^2 + s_{n+1}}{0,5 + R_n s_{n+1}}, \quad (28)$$

для i -го слоя ($i = n - 1; n - 2; \dots; 1$) — по формуле

$$Y_i = \frac{4R_i s_i^2 + Y_{i+1}}{1 + R_i Y_{i+1}}, \quad (28a)$$

Показатель теплоусвоения поверхности пола Y_n принимается равным показателю теплоусвоения поверхности 1-го слоя Y_1 .

В формулах (27) — (28a) и неравенствах:

D_1, D_2, \dots, D_{n+1} — тепловая инерция соответственно 1-го, 2-го, ..., $(n + 1)$ -го слоев конструкции пола, определяемая по формуле (2);

R_i, R_n — термические сопротивления, $m^2 \cdot ^\circ C/Вт$, i -го и n -го слоев конструкции пола, определяемые по формуле (3);

S_1, S_2, S_n, S_{n+1} — расчетные коэффициенты теплоусвоения материала 1-го, i -го, n -го, $(n + 1)$ -го слоев конструкции пола, $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$, принимаемые по прил. 3*, при этом для зданий, помещений и отдельных участков, приведенных в поз. 1 и 2 табл. 11*, — во всех случаях при условии эксплуатации А;

Y_{n+1} — показатель теплоусвоения поверхности $(i + 1)$ -го слоя конструкции пола, $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$.

5. СОПРОТИВЛЕНИЕ ВОЗДУХОПРОНИЦАНИЮ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

5.1. Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций, за исключением заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей), зданий и сооружений R_n должно быть не менее требуемого сопротивления воздухопроницанию R_n^{TP} , $m^2 \cdot ч \cdot Па/кг$, определяемого по формуле

$$R_u^{mp} = \frac{\Delta p}{G^n}, \quad (29)$$

где Δp — разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па, определяемая в соответствии с п. 5.2*;

G^H — нормативная воздухопроницаемость ограждающих конструкций, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, принимаемая в соответствии с п. 5.3*.

5.2*. Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций Δp , Па, следует определять по формуле

$$\Delta p = 0,55H (\gamma_n - \gamma_v) + 0,03 \gamma_n v^2, \quad (30)$$

где H — высота здания (от поверхности земли до верха карниза), м;

γ_n , γ_v — удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, $\text{Н}/\text{м}^3$, определяемый по формуле

$$\gamma = \frac{3463}{273 + t}; \quad (31)$$

здесь t — температура воздуха: внутреннего (для определения γ_v), наружного (для определения γ_n) — согласно указаниям п. 2.2*;

v — максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16 % и более, принимаемая согласно СНиП 2.01.01-82; для типовых проектов скорость ветра v следует принимать равной 5 м/с, а в климатических подрайонах 1Б и 1Г — 8 м/с.

5.3*. Нормативную воздухопроницаемость G^H , $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, ограждающих конструкций зданий и сооружений следует принимать по табл. 12*.

Т а б л и ц а 12*

Ограждающие конструкции	Воздухопроницаемость G^H , $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, не более
1. Наружные стены, перекрытия и покрытия жилых, общественных, административных и бытовых зданий и помещений	0,5
2. Наружные стены, перекрытия и покрытия производственных зданий и помещений	1,0
3. Стыки между панелями наружных стен: а) жилых зданий	0,5

б) производственных зданий	1,0
4. Входные двери в квартиры	1,5
5. Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в переплетах: Пластмассовых или алюминиевых ; деревянных	5,0 6,0
6. Окна, двери и ворота производственных зданий Окна производственных зданий с кондиционированием воздуха	8,0 6,0
7. Зенитные фонари производственных зданий	10,0

П р и м е ч а н и е. Воздухопроницаемость стыков между панелями наружных стен жилых зданий должна быть не более 0,5 кг(м · ч).

5.4. Сопротивление воздухопроницанию многослойной ограждающей конструкции $R_{и}, м^2 \cdot ч \cdot Па/кг$, следует определять по формуле

$$R_{и} = R_{и1} + R_{и2} + \dots R_{ин}, \quad (32)$$

где $R_{и1}, R_{и2}, \dots, R_{ин}$ - сопротивления воздухопроницанию отдельных слоев ограждающей конструкции, $м^2 \cdot ч \cdot Па/кг$, принимаемые по прил. 9*.

П р и м е ч а н и е. Сопротивление воздухопроницанию слоев ограждающих конструкций (стен, покрытий), расположенных между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитывается.

5.5*. Сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей жилых и общественных зданий, а также окон и фонарей производственных зданий $R_{и}$ должно быть не менее требуемого сопротивления воздухопроницанию $R_{и}^{тp}, м^2 \cdot ч/кг$, определяемого по формуле

$$R_{и}^{тp} = \frac{1}{G} \frac{1}{H} \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_o} \right)^{2/3}, \quad (33)$$

где G^H — то же, что в формуле (29);

Δp — то же, что в формуле (30);

$\Delta p_0 = 10$ Па — разность давления воздуха, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию $R_{и}$.

Пункт 5.6* и 5.7 исключены.

Табл. 13* исключена.

6. СОПРОТИВЛЕНИЕ ПАРОПРОНИЦАНИЮ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

6.1*. Сопротивление паропроницанию $R_{п}$, $m^2 \cdot ч \cdot Па/мг$, ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) должно быть не менее наибольшего из следующих требуемых сопротивлений паропроницанию:

а) требуемого сопротивления паропроницанию $R_{п1}^{тр}$, $m^2 \cdot ч \cdot Па/мг$ (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации), определяемого по формуле

$$R_{п1}^{тр} = \frac{(e_v - E) R_{п.н}}{E - e_n}; \quad (34)$$

б) требуемого сопротивления паропроницанию $R_{п2}^{тр}$, $m^2 \cdot ч \cdot Па/мг$ (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха), определяемого по формуле

$$R_{п2}^{тр} = \frac{0,0024 z_0 (e_v - E_0)}{\gamma_w \delta_w \Delta w_{ср} + \eta}, \quad (35)$$

В формулах (34) и (35):

e_v — упругость водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчетной температуре и влажности этого воздуха;

$R_{п.н}$ — сопротивление паропроницанию, $m^2 \cdot ч \cdot Па/мг$, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью возможной конденсации, определяемое в соответствии с п. 6.3;

e_n — средняя упругость водяного пара наружного воздуха, Па, за годовой период, определяемая согласно СНиП 2.01.01-82;

z_o — продолжительность, сут, периода влагонакопления, принимаемая равной периоду с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха согласно СНиП 2.01.01-82;

E_o — упругость водяного пара, Па, в плоскости возможной конденсации, определяемая при средней температуре наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами;

γ_w — плотность материала увлажняемого слоя, кг/м^3 , принимаемая равной γ_o по прил. 3*;

δ_w — толщина увлажняемого слоя ограждающей конструкции, м, принимаемая равной $2/3$ толщины однородной (однослойной) стены или толщине теплоизоляционного слоя (утеплителя) многослойной ограждающей конструкции;

Δw_{cp} — предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале (приведенного в прил. 3*) увлажняемого слоя, %, за период влагонакопления z_o , принимаемое по табл. 14*;

E — упругость водяного пара, Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации, определяемая по формуле

$$E = \frac{1}{12}(E_1 z_1 + E_2 z_2 + E_3 z_3), \quad (36)$$

где E_1, E_2, E_3 — упругости водяного пара, Па, принимаемые по температуре в плоскости возможной конденсации, определяемой при средней температуре наружного воздуха соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов;

z_1, z_2, z_3 — продолжительность, мес, зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов, определяемая согласно СНиП 2.01.01-82 с учетом следующих условий:

а) к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха ниже минус 5°C ;

б) к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от минус 5°C до плюс 5°C ;

в) к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха выше плюс 5°C ;

η — определяется по формуле

$$\eta = \frac{0,0024(E_o - e_{н.о})z_o}{R_{п.н}}, \quad (37)$$

где $E_{н.о}$ — средняя упругость водяного пара наружного воздуха, Па, периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, определяемая согласно СНиП 2.01.01-82.

П р и м е ч а н и я: 1. Упругости E_1 , E_2 , E_3 и E_0 для конструкций помещений с агрессивной средой следует принимать с учетом агрессивной среды.

2. При определении упругости E_3 для летнего периода температуру в плоскости возможной конденсации во всех случаях следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода, упругость водяного пара внутреннего воздуха E_v — не ниже средней упругости водяного пара наружного воздуха за этот период.

3. Плоскость возможной конденсации в однородной (однослойной) ограждающей конструкции располагается на расстоянии, равном 2/3 толщины конструкции от ее внутренней поверхности, а в многослойной конструкции совпадает с наружной поверхностью утеплителя.

Т а б л и ц а 14*

Материал ограждающей конструкции		Предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале $\Delta W_{ср}, \%$
1.	Кладка из глиняного кирпича и керамических блоков	1,5
2.	Кладка из силикатного кирпича	2,0
3.	Легкие бетоны на пористых заполнителях (керамзитобетон, шунгизитобетон, перлитобетон, пемзобетон и др.)	5,0
4.	Ячеистые бетоны (газобетон, пенобетон,	6,0

	газосиликат и др.)	
5.	Пеногазостекло	1,5
6.	Фибролит цементный	7,5
7.	Минераловатные плиты и маты	3,0
8.	Пенополистирол и пенополиуретан	25,0
9.	Теплоизоляционные засыпки из керамзита, шунгизита, шлака	3,0
10.	Тяжелые бетоны	2,0

6.2*. Сопротивление паропрооницанию $R_{п}$, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}$, чердачного перекрытия или части конструкции вентилируемого покрытия, расположенной между внутренней поверхностью покрытия и воздушной прослойкой, в зданиях со скатами кровли шириной до 24 м должно быть не менее требуемого сопротивления паропрооницанию $R_{п}^{\text{тр}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}$, определяемого по формуле

$$R_{п}^{\text{тр}} = 0,0012 (e_{\text{в}} - e_{\text{н.о}}) , \quad (38)$$

где $e_{\text{в}}$, $e_{\text{н.о}}$ — то же, что в формулах (34), (35) и (37).

6.3. Сопротивление паропрооницанию $R_{п}$, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}$, однослойной или отдельного слоя многослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R_{п} = \frac{\delta}{\mu} , \quad (39)$$

где δ — толщина слоя ограждающей конструкции, м;

μ — расчетный коэффициент паропрооницаемости материала слоя ограждающей конструкции, $\text{мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$, принимаемый по прил. 3*.

Сопротивление паропрооницанию многослойной ограждающей конструкции (или ее части) равно сумме сопротивлений паропрооницанию составляющих ее слоев.

Сопротивление паропрооницанию $R_{\text{п}}$ листовых материалов и тонких слоев пароизоляции следует принимать по прил. 11*.

П р и м е ч а н и я: 1. Сопротивление паропрооницанию воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать равным нулю независимо от расположения и толщины этих прослоек.

2. Для обеспечения требуемого сопротивления паропрооницанию $R_{\text{п}}^{\text{тр}}$ ограждающей конструкции следует определять сопротивление паропрооницанию $R_{\text{п}}$ конструкции в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации.

3. В помещениях с влажным или мокрым режимом следует предусматривать пароизоляцию теплоизолирующих уплотнителей сопряжений элементов ограждающих конструкций (мест примыкания заполнений проемов к стенам и т.п.) со стороны помещений: сопротивление паропрооницанию в местах таких сопряжений проверяется из условия ограничения накопления влаги в сопряжениях за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха на основании расчета температурного и влажностного полей.

6.4. Не требуется определять сопротивление паропрооницанию следующих ограждающих конструкций:

а) однородных (однослойных) наружных стен помещений с сухим или нормальным режимом;

б) двухслойных наружных стен помещений с сухим или нормальным режимом, если внутренний слой стены имеет сопротивление паропрооницанию более $1,6 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$.

6.5. Для защиты от увлажнения теплоизоляционного слоя (утеплителя) в покрытиях зданий с влажным или мокрым режимом следует предусматривать пароизоляцию (ниже теплоизоляционного слоя), которую следует учитывать при определении сопротивления паропрооницанию покрытия в соответствии с п. 6.3.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ПОМЕЩЕНИЙ И ЗОН ВЛАЖНОСТИ

Влажностный режим помещений (по табл. 1)	Условия эксплуатации А и Б в зонах влажности (по прил. 1*)		
	сухой	нормальный	влажный
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетное массовое отношение влаги в материале (при условиях эксплуатации по прил. 2) $w, \%$	
	плотность $\gamma_n, \text{кг/м}^3$	удельная теплоемкость $c_o, \text{кДж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$	коэффициент теплопроводности $\lambda_o, \text{Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$		
				А	Б
I. Бетоны и растворы					
<i>А. Бетоны на природных плотных заполнителях</i>					
1. Железобетон	2500	0,84	1,69	2	3
2. Бетон на гравии или щебне из природного камня	2400	0,84	1,51	2	3
<i>Б. Бетоны на природных пористых заполнителях</i>					
3. Туфобетон	1800	0,84	0,64	7	10
4. "	1600	0,84	0,52	7	10
5. "	1400	0,84	0,41	7	10
6. "	1200	0,84	0,29	7	10
7. Пемзобетон	1600	0,84	0,52	4	6
8. "	1400	0,84	0,42	4	6
9. "	1200	0,84	0,34	4	6
10. "	1000	0,84	0,26	4	6
11. "	800	0,84	0,19	4	6
12. Бетон на вулканическом шлаке	1600	0,84	0,52	7	10
13. То же	1400	0,84	0,41	7	10
14. "	1200	0,84	0,33	7	10

15. "	1000	0,84	0,24	7	10
16. "	800	0,84	0,20	7	10
<i>В. Бетоны на искусственных пористых заполнителях</i>					
17. Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1800	0,84	0,66	5	10
18. То же	1600	0,84	0,58	5	10
19. "	1400	0,84	0,47	5	10
20. "	1200	0,84	0,36	5	10
21. "	1000	0,84	0,27	5	10
22. "	800	0,84	0,21	5	10
23. "	600	0,84	0,16	5	10
24. "	500	0,84	0,14	5	10
25. Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	1200	0,84	0,41	4	8
26. То же	1000	0,84	0,33	4	8
27. "	800	0,84	0,23	4	8
28. Керамзитобетон на перлитовом песке	1000	0,84	0,28	9	13
29. То же	800	0,84	0,22	9	13
30. Шунгизитобетон	1400	0,84	0,49	4	7
31. "	1200	0,84	0,36	4	7
32. "	1000	0,84	0,27	4	7
33. Перлитобетон	1200	0,84	0,29	10	15
34. "	1000	0,84	0,22	10	15
35. "	800	0,84	0,16	10	15
36. "	600	0,84	0,12	10	15
37. Шлакопемзобетон (термозитобетон)	1800	0,84	0,52	5	8
38. То же	1600	0,84	0,41	5	8
39. "	1400	0,84	0,35	5	8
40. "	1200	0,84	0,29	5	8
41. "	1000	0,84	0,23	5	8
42. Шлакопемзопеной шлакопемзогазо-бетон	1600	0,84	0,47	8	11
43. То же	1400	0,84	0,35	8	11
44. "	1200	0,84	0,29	8	11
45. "	1000	0,84	0,23	8	11
46. "	800	0,84	0,17	8	11
47. Бетон надоменных гранулированных шлаках	1800	0,84	0,58	5	8
48. То же	1600	0,84	0,47	5	8

49. "	1400	0,84	0,41	5	8
50. "	1200	0,84	0,35	5	8
51. Аглопоритобетоны на топливных (котельных) шлаках	1800	0,84	0,70	5	8
52. То же	1600	0,84	0,58	5	8
53. "	1400	0,84	0,47	5	8
54. "	1200	0,84	0,35	5	8
55. "	1000	0,84	0,29	5	8
56. Бетон на зольном гравии	1400	0,84	0,47	5	8
57. То же	1200	0,84	0,35	5	8
58. "	1000	0,84	0,24	5	8
59. Вермикулетобетон	800	0,84	0,21	8	13
60. "	600	0,84	0,14	8	13
61. "	400	0,84	0,09	8	13
62. "	300	0,84	0,08	8	13
<i>Г. Бетоны ячеистые</i>					
63. Газо- и пенобетон	1000	0,84	0,29	10	15
<i>газо- и пеносиликат</i>					
64. То же	800	0,84	0,21	10	15
65. "	600	0,84	0,14	8	12
66. "	400	0,84	0,11	8	12
67. "	300	0,84	0,08	8	12
68. Газо- и пенозолобетон	1200	0,84	0,29	15	22
69. То же	1000	0,84	0,23	15	22
70. "	800	0,84	0,17	15	22
<i>Д. Цементные, известково-вые и гипсовые растворы</i>					
71. Цементно-песчаный	1800	0,84	0,58	2	4
72. Сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,84	0,52	2	4
73. Известковопесчаный	1600	0,84	0,47	2	4
74. Цементношлаковый	1400	0,84	0,41	2	4
75. "	1200	0,84	0,35	2	4
76. Цементноперлитовый	1000	0,84	0,21	7	12
77. "	800	0,84	0,16	7	12
78. Гипсо-перлитовый	600	0,84	0,14	10	15
79. Поризованный гипсоперлитовый	500	0,84	0,12	6	10
80. То же	400	0,84	0,09	6	10
81. Плиты из гипса	1200	0,84	0,35	4	6
82. То же	1000	0,84	0,23	4	6

83. Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	800	0,84	0,15	4	6
II. Кирпичная кладка и облицовка природным камнем					
<i>А. Кирпичная кладка из сплошного кирпича</i>					
84. Глиняного обыкновенного (ГОСТ 530-80) на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,56	1	2
85. Глиняного обыкновенного на цементно-шлаковом растворе	1700	0,88	0,52	1,5	3
86. Глиняного обыкновенного на цементно-перлитовом растворе	1600	0,88	0,47	2	4
87. Силикатного (ГОСТ 379-79) на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,70	2	4
88. Трепельного (ГОСТ 648-73) на цементно-песчаном растворе	1200	0,88	0,35	2	4
89. То же	1000	0,88	0,29	2	4
90. Шлакового на цементно-песчаном растворе	1500	0,88	0,52	1,5	3
<i>Б. Кирпичная кладка из кирпича керамического и силикатного пустотного</i>					
91. Керамического плотностью 1400 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1600	0,88	0,47	1	2
92. Керамического пустотного плотностью 1300 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1400	0,88	0,41	1	2
93. Керамического пустотного плотностью 1000 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1200	0,88	0,35	1	2
94. Силикатного одинарного пустотного на цементно-песчаном растворе	1500	0,88	0,64	2	4
95. Силикатного четырехрядного пустотного на цементно-песчаном растворе	1400	0,88	0,52	2	4
<i>В. Облицовка природным</i>					

<i>камнем</i>					
96. Гранит, гнейс и базальт	2800	0,88	3,49	0	0
97. Мрамор	2800	0,88	2,91	0	0
98. Известняк	2000	0,88	0,93	2	3
99. "	1800	0,88	0,70	2	3
100. "	1600	0,88	0,58	2	3
101. "	1400	0,88	0,49	2	3
102. Туф	2000	0,88	0,76	3	5
103. "	1800	0,88	0,56	3	5
104. "	1600	0,88	0,41	3	5
105. "	1400	0,88	0,33	3	5
106. "	1200	0,88	0,27	3	5
107. "	1000	0,88	0,21	3	5
III. Дерево, изделия из него и других природных органических материалов					
108. Сосна и ель поперек волокон (ГОСТ 8486-66**, ГОСТ 9463-72*)	500	2,30	0,09	15	20
109. Сосна и ель вдоль волокон	500	2,30	0,18	15	20
110. Дуб поперек волокон (ГОСТ 9462-71*, ГОСТ 2695-83)	700	2,30	0,10	10	15
111. Дуб вдоль волокон	700	2,30	0,23	10	15
112. Фанера клееная (ГОСТ 3916-69)	600	2,30	0,12	10	13
113. Картон облицовочный	1000	2,30	0,18	5	10
114. Картон строительный много-слойный (ГОСТ 4408-75*)	650	2,30	0,13	6	12
115. Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные (ГОСТ 4598-74*, ГОСТ 10632-77*)	1000	2,30	0,15	10	12
116. То же	800	2,30	0,13	10	12
117. "	600	2,30	0,11	10	12
118. "	400	2,30	0,08	10	12
119. "	200	2,30	0,06	10	12
120. Плиты фибролитовые (ГОСТ 8928-81) и арболит (ГОСТ 19222-84) на портланд-цементе	800	2,30	0,16	10	15
121. То же	600	2,30	0,12	10	15
122. "	400	2,30	0,08	10	15

123. "	300	2,30	0,07	10	15
124. Плиты камышитовые	300	2,30	0,07	10	15
125. То же	200	2,30	0,06	10	15
126. Плиты торфяные тепло- изоляционные (ГОСТ 4861- 74)	300	2,30	0,064	10	15
127. То же	200	2,30	0,052	15	20
128. Пакля	150	2,30	0,05	7	12
IV. Теплоизоляционные материалы					
<i>А. Минераловатные и стекло- волокнистые</i>					
129. Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880-76) и на синтетическом связую- щем (ГОСТ 9573-82)	125	0,84	0,056	2	5
130. То же	75	0,84	0,052	2	5
131. "	50	0,84	0,048	2	5
132. Плиты мягкие, полу- жесткие и жесткие минера- ловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573-82, ГОСТ 10140-80, ГОСТ 12394-66)	350	0,84	0,091	2	5
133. То же	300	0,84	0,084	2	5
134. "	200	0,84	0,070	2	5
135. "	100	0,84	0,056	2	5
136. "	50	0,84	0,048	2	5
137. Плиты минераловатные повышенной жесткости на органофосфатном связую- щем (ТУ 21 РСФСР-3-72-76)	200	0,84	0,064	1	2
138. Плиты полужесткие минераловатные на крах- мальном связующем (ТУ 400-1- 61-74 Мосгориспол- кома)	200	0,84	0,07	2	5
139. То же	125	0,84	0,056	2	5
140. Плиты из стеклянного штапельного волокна на син- тетическом связующем (ГОСТ 10499-78)	50	0,84	0,056	2	5
141. Маты и полосы из стек- лянного волокна прошивные (ТУ 21-23-72-75)	150	0,84	0,061	2	5
<i>Б. Полимерные</i>					

142. Пенополистирол (ТУ 6-05-11-78-78)	150	1,34	0,05	1	5
143. То же	100	1,34	0,041	2	10
144. Пенополистирол (ГОСТ 15588-70*)	40	1,34	0,038	2	10
145. Пенопласт ПХВ-1 (ТУ 6-05-1179-75) и ПВ-1 (ТУ 6-05-1158-78)	125	1,26	0,052	2	10
146. То же	100 и менее	1,26	0,041	2	10
147. Пенополиуретан (ТУ В-56-70, ТУ 67- 98-75, ТУ 67-87-75)	80	1,47	0,041	2	5
148. То же	60	1,47	0,035	2	5
149. "	40	1,47	0,029	2	5
150. Плиты из резольноформальдегидного пенопласта (ГОСТ 20916-75)	100	1,68	0,047	5	20
151. То же	75	1,68	0,043	5	20
152. "	50	1,68	0,041	5	20
153. "	40	1,68	0,038	5	20
154. Перлитопласт-бетон (ТУ 480-1-145-74)	200	1,05	0,041	2	3
155. То же	100	1,05	0,035	2	3
156. Пер-литофо сфогелевые изделия (ГОСТ 21500-76)	300	1,05	0,076	3	12
157. То же	200	1,05	0,064	3	12
<i>В. Засыпки</i>					
158. Гравий керамзитовый (ГОСТ 9759-83)	800	0,84	0,18	2	3
159. То же	600	0,84	0,14	2	3
160. "	400	0,84	0,12	2	3
161. "	300	0,84	0,108	2	3
162. "	200	0,84	0,099	2	3
163. Гравий шунгизитовый (ГОСТ 19345-83)	800	0,84	0,16	2	4
164. То же	600	0,84	0,13	2	4
165. "	400	0,84	0,11	2	4
166. Щебень из доменого шлака (ГОСТ 5578-76), шлако-вой пемзы (ГОСТ 9760-75) и аглопорита (ГОСТ 11991-83)	800	0,84	0,18	2	3
167. То же	600	0,84	0,15	2	3
168. "	400	0,84	1,122	2	3
169. Щебень и песок из пер-	600	0,84	0,11	1	2

лита вспученного (ГОСТ 10832-83)					
170. То же	400	0,84	0,076	1	2
171. "	200	0,84	0,064	1	2
172. Вермикулит вспученный (ГОСТ 12865-67)	200	0,84	0,076	1	3
173. То же	100	0,84	0,064	1	3
174. Песок для строительных работ (ГОСТ 8736-77*)	1600	0,84	0,35	1	2
<i>Г. Пеностекло или газостекло</i>					
175. Пеностекло или газостекло (ТУ 21-БССР-86-73)	400	0,84	0,11	1	2
176. То же	300	0,84	0,09	1	2
177. "	200	0,84	0,07	1	2
V. Материалы кровельные гидроизоляционные, облицовочные и рулонные покрытия для полов					
<i>А. Асбесто-цементные</i>					
178. Листы асбестоцементные плоские (ГОСТ 18124-75*)	1800	0,84	0,35	2	3
179. То же	1600	0,84	0,23	2	3
<i>Б. Битумные</i>					
180. Битумы нефтяные строительные и кровельные (ГОСТ 6617-76*, ГОСТ 9548-74*)	1400	1,68	0,27	0	0
181. То же	1200	1,68	0,22	0	0
182. "	1000	1,68	0,17	0	0
183. Асфальто-бетон (ГОСТ 9128-84)	2100	1,68	1,05	0	0
184. Изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136-80)	400	1,68	0,111	1	2
185. То же	300	1,68	0,067	1	2
186. Рубероид (ГОСТ 10923-82), перга-мин (ГОСТ 2697-83), толь (ГОСТ 10999-76*)	600	1,68	0,17	0	0
<i>В. Лиолеумы</i>					
187. Лиолеум поливинилхлоридный многослойный (ГОСТ 14632-79)	1800	1,47	0,38	0	0
188. То же	1600	1,47	0,33	0	0
189. Лиолеум поливинил-	1800	1,47	0,35	0	0

хлоридный на тканевой под- основе (ГОСТ 7251-77)					
190. То же	1600	1,47	0,29	0	0
191. "	1400	1,47	0,23	0	0
VI. Металлы и стекло					
192. Сталь стержневая арма- турная (ГОСТ 10884-81)	7850	0,482	58	0	0
193. Чугун	7200	0,482	50	0	0
194. Алюминий (ГОСТ 22233-83)	2600	0,84	221	0	0
195. Медь (ГОСТ 859-78*)	8500	0,42	407	0	0
196. Стекло оконное (ГОСТ 111-78)	2500	0,84	0,76	0	0
Материал	Расчетные коэффициенты (при усло- виях эксплуатации по прил. 2)				
	теплопровод- ности λ , Вт/(м ·°C)	тепло усвое- ния (при пе- риоде 24 ч) s, Вт/(м ² ·°C)		паро про- ни- цае- мос- ти μ, мг/ (м·ч· Па)	
	А	Б	А	Б	А, Б
I. Бетоны и растворы					
<i>А. Бетоны на природных плотных заполнителях</i>					
1. Железобетон	1,92	2,04	17,98	18,95	0,03
2. Бетон на гравии или щебне из природного камня	1,74	1,86	16,77	17,88	0,03
<i>Б. Бетоны на природных пористых заполнителях</i>					
3. Туфо бетон	0,87	0,99	11,38	12,79	0,090
4. "	0,70	0,81	9,62	10,91	0,11
5. "	0,52	0,58	7,76	8,63	0,11
6. "	0,41	0,47	6,38	7,20	0,12
7. Пемзобетон	0,62	0,68	8,54	9,30	0,075
8. "	0,49	0,54	7,10	7,76	0,083
9. "	0,40	0,43	5,94	6,41	0,098
10. "	0,30	0,34	4,69	5,20	0,11
11. "	0,22	0,26	3,60	4,07	0,12

12. Бетон на вулканическом шлаке	0,64	0,70	9,20	10,14	0,075
13. То же	0,52	0,58	7,76	8,63	0,083
14. "	0,41	0,47	6,38	7,20	0,090
15. "	0,29	0,35	4,90	5,67	0,098
16. "	0,23	0,29	3,90	4,61	0,11
<i>В. Бетоны на искусственных пористых заполнителях</i>					
17. Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопе	0,80	0,92	10,50	12,33	0,090
18. То же	0,67	0,79	9,06	10,77	0,090
19. "	0,56	0,65	7,75	9,14	0,098
20. "	0,44	0,52	6,36	7,57	0,11
21. "	0,33	0,41	5,03	6,13	0,14
22. "	0,24	0,31	3,83	4,77	0,19
23. "	0,20	0,26	3,03	3,78	0,26
24. "	0,17	0,23	2,55	3,25	0,30
25. Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	0,52	0,58	6,77	7,72	0,075
26. То же	0,41	0,47	5,49	6,35	0,075
27. "	0,29	0,35	4,13	4,90	0,075
28. Керамзитобетон на перлитовом песке	0,35	0,41	5,57	6,43	0,15
29. То же	0,29	0,35	4,54	5,32	0,17
30. Шунгизитобетон	0,56	0,64	7,59	8,60	0,098
31. "	0,44	0,50	6,23	7,04	0,11
32. "	0,33	0,38	4,92	5,60	0,14
33. Перлитобетон	0,44	0,50	6,96	8,01	0,15
34. "	0,33	0,38	5,50	6,38	0,19
35. "	0,27	0,33	4,45	5,32	0,26
36. "	0,19	0,23	3,24	3,84	0,30
37. Шлакопемзобетон (термозитобетон)	0,63	0,76	9,32	10,83	0,075
38. То же	0,52	0,63	7,98	9,29	0,090
39. "	0,44	0,52	6,87	7,90	0,098
40. "	0,37	0,44	5,83	6,73	0,11
41. "	0,31	0,37	4,87	5,63	0,11
42. Шлакопемзопеной шлакопемзогоазобетон	0,63	0,70	9,29	10,31	0,09
43. То же	0,52	0,58	7,90	8,78	0,098
44. "	0,41	0,47	6,49	7,31	0,11
45. "	0,35	0,41	5,48	6,24	0,11
46. "	0,29	0,35	4,46	5,15	0,13
47. Бетон на доменных гра-	0,70	0,81	9,82	11,18	0,083

нулированных шлаках					
48. То же	0,58	0,64	8,43	9,37	0,09
49. "	0,52	0,58	7,46	8,34	0,098
50. "	0,47	0,52	6,57	7,31	0,11
51. Аглопоритобетоны на топливных (котельных) шлаках	0,85	0,93	10,82	11,90	0,075
52. То же	0,72	0,78	9,39	10,34	0,083
53. "	0,59	0,65	7,92	8,83	0,09
54. "	0,48	0,54	6,64	7,45	0,11
55. "	0,38	0,44	5,39	6,14	0,14
56. Бетон на зольном гравии	0,52	0,58	7,46	8,34	0,09
57. То же	0,41	0,47	6,14	6,95	0,11
58. "	0,30	0,35	4,79	5,48	0,12
59. Вермикулитобетон	0,23	0,26	3,97	4,58	-
60. "	0,16	0,17	2,87	3,21	0,15
61. "	0,11	0,13	1,94	2,29	0,19
62. "	0,09	0,11	1,52	1,83	0,23
<i>Г. Бетоны ячеистые</i>					
63. Газо- и пенобетон газо- и пеноси-ликат	0,41	0,47	6,13	7,09	0,11
64. То же	0,33	0,37	4,92	5,63	0,14
65. "	0,22	0,26	3,36	3,91	0,17
66. "	0,14	0,15	2,19	2,42	0,23
67. "	0,11	0,13	1,68	1,95	0,26
68. Газо- и пено-золобетон	0,52	0,58	8,17	9,46	0,075
69. То же	0,44	0,50	6,86	8,01	0,098
70. "	0,35	0,41	5,48	6,49	0,12
<i>Д. Цементные, известковые и гипсовые растворы</i>					
71. Цементно-песчаный	0,76	0,93	9,60	11,09	0,09
72. Сложный (песок, известь, цемент)	0,70	0,87	8,95	10,42	0,098
73. Известково-песчаный	0,70	0,81	8,69	9,76	0,12
74. Цементношлаковый	0,52	0,64	7,00	8,11	0,11
75. "	0,47	0,58	6,16	7,15	0,14
76. Цементно-перлитовый	0,26	0,30	4,64	5,42	0,15
77. "	0,21	0,26	3,73	4,51	0,16
78. Гипсо-пер-литовый	0,19	0,23	3,24	3,84	0,17
79. Поризованный гипсопер-литовый	0,15	0,19	2,44	2,95	0,43
80. То же	0,13	0,15	2,03	2,35	0,53
81. Плиты из гипса	0,41	0,47	6,01	6,70	0,098

82. То же	0,29	0,35	4,62	5,28	0,11
83. Листы гипсовые обшивочные(сухая штукатурка)	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
II. Кирпичная кладка и облицовка природным камнем					
<i>А. Кирпичная кладка из сплошного кирпича</i>					
84. Глиняного обыкновенного (ГОСТ 530-80) на цементно-песчаном растворе	0,70	0,81	9,20	10,12	0,11
85. Глиняного обыкновенного на цементношлаковом растворе	0,64	0,76	8,64	9,70	0,12
86. Глиняногообыкновенного на цементноперлиовом растворе	0,58	0,70	8,08	9,23	0,15
87. Силикатного (ГОСТ 379-79) на цементно-песчаном растворе	0,76	0,87	9,77	10,90	0,11
88. Трепельного (ГОСТ 648-73) на цементно-песчаном растворе	0,47	0,52	6,26	6,49	0,19
89. То же	0,41	0,47	5,35	5,96	0,23
90. Шлакового на цементно-песчаном растворе	0,64	0,70	8,12	8,76	0,11
<i>Б. Кирпичная кладка из кирпича керамического и силикатного пустотного</i>					
91. Керамического плотностью 1400 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
92. Керамического пустотного плотностью 1300 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16
93. Керамического пустотного плотностью 1000 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17
94. Силикатного одиннадцати пустотного на цементно-песчаном растворе	0,70	0,81	8,59	9,63	0,13
95. Силикатного четырнадцати пустотного на цементно-песчаном растворе	0,64	0,76	7,93	9,01	0,14

<i>В. Облицовка природным камнем</i>					
96. Гранит, гнейс и базальт	3,49	3,49	25,04	25,04	0,008
97. Мрамор	2,91	2,91	22,86	22,86	0,008
98. Известняк	1,16	1,28	12,77	13,70	0,06
99. "	0,93	1,05	10,85	11,77	0,075
100. "	0,73	0,81	9,06	9,75	0,09
101. "	0,56	0,58	7,42	7,72	0,11
102. Туф	0,93	1,05	11,68	12,92	0,075
103. "	0,70	0,81	9,61	10,76	0,083
104. "	0,52	0,64	7,81	9,02	0,09
105. "	0,43	0,52	6,64	7,60	0,098
106. "	0,35	0,41	5,55	6,25	0,11
107. "	0,24	0,29	4,20	4,80	0,11
III. Дерево, изделия из него и других природных органических материалов					
108. Сосна и ель поперек волокон (ГОСТ 8486-66**, ГОСТ 9463-72*)	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
109. Сосна и ель вдоль волокон	0,29	0,35	5,56	6,33	0,32
110. Дуб поперек волокон (ГОСТ 9462-71*, ГОСТ 2695-83)	0,18	0,23	5,00	5,86	0,05
111. Дуб вдоль волокон	0,35	0,41	6,9	7,83	0,30
112. Фанера клееная (ГОСТ 3916-69)	0,15	0,18	4,22	4,73	0,02
113. Картон облицовочный	0,21	0,23	6,20	6,75	0,06
114. Картон строительный много-слойный (ГОСТ 4408-75*)	0,15	0,18	4,26	4,89	0,083
115. Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные (ГОСТ 4598-74*, ГОСТ 10632-77*)	0,23	0,29	6,75	7,70	0,12
116. То же	0,19	0,23	5,49	6,13	0,12
117. "	0,13	0,16	3,93	4,43	0,13
118. "	0,11	0,13	2,95	3,26	0,19
119. "	0,07	0,08	1,67	1,81	0,24
120. Пли-ты фибролитовые (ГОСТ 8928-81) и арболит (ГОСТ 19222-84) на портланд-цементе	0,24	0,30	6,17	7,16	0,11
121. То же	0,18	0,23	4,63	5,43	0,11

122. "	0,13	0,16	3,21	3,70	0,26
123. "	0,11	0,14	2,56	2,99	0,30
124. Пли-ты камышитовые	0,09	0,14	2,31	2,99	0,45
125. То же	0,07	0,09	1,67	1,96	0,49
126. Пли-ты торфяные тепло- изоляционные (ГОСТ 4861-74)		0,08	2,12	2,34	0,19
127. То же		0,064	1,60	1,71	0,49
128. Пакля		0,07	1,30	1,47	0,49
IV. Теплоизоляционные материалы					
<i>А. Минераловатные и стекловолокни- стые</i>					
129. Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880-76) и на синтетическом связующем (ГОСТ 9573-82)	0,07	0,73	0,82	0,30	
130. То же	0,064	0,55	0,61	0,49	
131. "	0,06	0,42	0,48	0,53	
132. Плиты мягкие, полужесткие и же- сткие ми-нераловатные на синтети- ческом и битум-ном связующих (ГОСТ 9573-82, ГОСТ 10140-80, ГОСТ 12394- 66)	0,11	1,46	1,72	0,38	
133. То же	0,09	1,32	1,44	0,41	
134. "	0,08	1,01	1,11	0,49	
135. "	0,07	0,64	0,73	0,56	
136. "	0,06	0,42	0,48	0,60	
137. Плиты минера-ловат-ные по- вы- шен-ной жестко-сти на ор-гано фосфат- ном связующем (ТУ 21- РСФСР-3-72- 76)	0,076	0,94	1,01	0,45	
138. Плиты полу-жесткие минера-ловат- ные на крах-мальном связующем (ТУ 400-1-61-74 Мосгор- исполкома)	0,08	1,01	1,11	0,38	
139. То же	0,064	0,70	0,78	0,38	
140. Плиты из стеклянного шта-пель- ного волокна на синтети-ческом связую- щем (ГОСТ 10499-78)	0,064	0,44	0,50	0,60	
141. Маты и полосы из стеклянного волокна прошив-ные (ТУ 21-23-72-75)	0,07	0,80	0,90	0,53	
<i>Б. Полимерные</i>					
142. Пенополистирол (ТУ 6-05-11-78-78)	0,06	0,89	0,99	0,05	
143. То же	0,052	0,65	0,82	0,05	
144. Пенополистирол (ГОСТ 15588-70*)	0,05	0,41	0,49	0,05	
145. Пенопласт ПХВ-1 (ТУ 6-05-1179- 75) и ПВ-1 (ТУ 6-05- 1158-78)	0,064	0,86	0,99	0,23	
146. То же	0,052	0,68	0,80	0,23	
147. Пенополиуретан (ТУ В-56-70, ТУ	0,05	0,67	0,70	0,05	

67-98-75, ТУ 67-87-75)				
148. То же	0,041	0,53	0,55	0,05
149. "	0,04	0,40	0,42	0,05
150. Плиты из резольнофор-маль-дегид-ного пено-пласта (ГОСТ20916-75)	0,076	0,85	1,18	0,15
151. То же	0,07	0,72	0,98	0,23
152. "	0,064	0,59	0,77	0,23
153. "	0,06	0,48	0,66	0,23
154. Перли-топласт-бетон (ТУ 480-1-145-74)	0,06	0,93	1,01	0,008
155. То же	0,05	0,58	0,66	0,008
156.Пер-литфо-сфогеле-вые изделия (ГОСТ 21500-76)	0,12	1,43	2,02	0,20
157. То же	0,09	1,10	1,43	0,23
<i>В. Засыпки</i>				
158. Гра-вий ке-рамзито-вый (ГОСТ 9759-83)	0,23	3,36	3,60	0,21
159. То же	0,20	2,62	2,91	0,23
160. "	0,14	1,87	1,99	0,24
161. "	0,13	1,56	1,66	0,25
162. "	0,12	1,22	1,30	0,26
163. Гра-вий шун-гизито-вый (ГОСТ 19345-83)	0,23	3,28	3,68	0,21
164. То же	0,20	2,54	2,97	0,22
165. "	0,14	1,87	2,03	0,23
166. Ще-бень из домен-ного шлака (ГОСТ 5578-76), шлако-вой пемзы (ГОСТ 9760-75) и агло-порита (ГОСТ 11991-83)	0,26	3,36	3,83	0,21
167. То же	0,21	2,70	2,98	0,23
168. "	0,16	1,94	2,12	0,24
169. Ще-бень и песок из перлита вспу-чен-ного (ГОСТ 10832-83)	0,12	2,07	2,20	0,26
170. То же	0,09	1,50	1,56	0,30
171. "	0,08	0,99	1,04	0,34
172. Вер-микулит вспу-ченный (ГОСТ 12865-67)	0,11	1,08	1,24	0,23
173. То же	0,08	0,70	0,75	0,30
174. Песок для строи-тельныхработ (ГОСТ 8736-77*)	0,58	6,95	7,91	0,17
<i>Г. Пеностекло илигазо-стекло</i>				
175. Пено стеклоилигазо-стекло (ТУ 21-БССР-86-73)	0,14	1,76	1,94	0,02
176. То же	0,12	1,46	1,56	0,02
177. "	0,09	1,01	1,10	0,03

V. Материалы кровельные, гидроизоляционные, облицовочные и рулонные по-крытия для полов				
<i>А. Асбесто-цемент-ные</i>				
178. Ли-сты ас-бестоце-ментныеплоские (ГОСТ 18124-75*)	0,52	7,55	8,12	0,03
179. То же	0,41	6,14	6,80	0,03
<i>Б. Битумные</i>				
180. Битумы нефтяные строи-тельные и кро-вельные (ГОСТ 6617-76*, ГОСТ 9548-74*)	0,27	6,80	6,80	0,008
181. То же	0,22	5,69	5,69	0,008
182. "	0,17	4,56	4,56	0,008
183. Асфальто-бетон (ГОСТ 9128-84)	1,05	16,43	16,43	0,008
184. Изделия из вспучен-ного перлита на битумном свя-зующем (ГОСТ 16136-80)	0,13	2,45	2,59	0,04
185. То же	0,099	1,84	1,95	0,04
186. Рубероид (ГОСТ 10923-82), перга-мин (ГОСТ 2697-83), толь (ГОСТ 10999-76*)	0,17	3,53	3,53	См. прил. 11*
<i>В. Линолеумы</i>				
187. Линолеум поли-винил-хло-ридныймного-слойный(ГОСТ14632-79)	0,38	8,56	8,56	0,002
188. То же	0,33	7,52	7,52	0,002
189. Линолеум поли-винил-хло-ридный на тка-невой под-основе (ГОСТ 7251-77)	0,35	8,22	8,22	0,002
190. То же	0,29	7,05	7,05	0,002
191. "	0,23	5,87	5,87	0,002
VI. Металлы и стекло				
192. Сталь стерж-невая арма-турная (ГОСТ 10884-81)	58	126,5	126,5	0
193. Чугун	50	112,5	112,5	0
194. Алюминий (ГОСТ 22233-83)	221	187,6	187,6	0
195. Медь (ГОСТ859-78*)	407	326	326	0
196. Стекло оконное (ГОСТ111-78)	0,76	10,79	10,79	0

П р и м е ч а н и я: 1. Расчетные значения коэффициента теплоус-воения (при периоде 24 ч) материала в конструкции вычислены по формуле $s = 0,27 \sqrt{\lambda_{\gamma_0} (c_0 + 0,0419w)}$, где λ , γ_0 , c_0 , w принимают по соответствующим графам настоящего приложения.

2. Характеристики материалов в сухом состоянии приведены при массовом отношении влаги в материале w , %, равном нулю.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

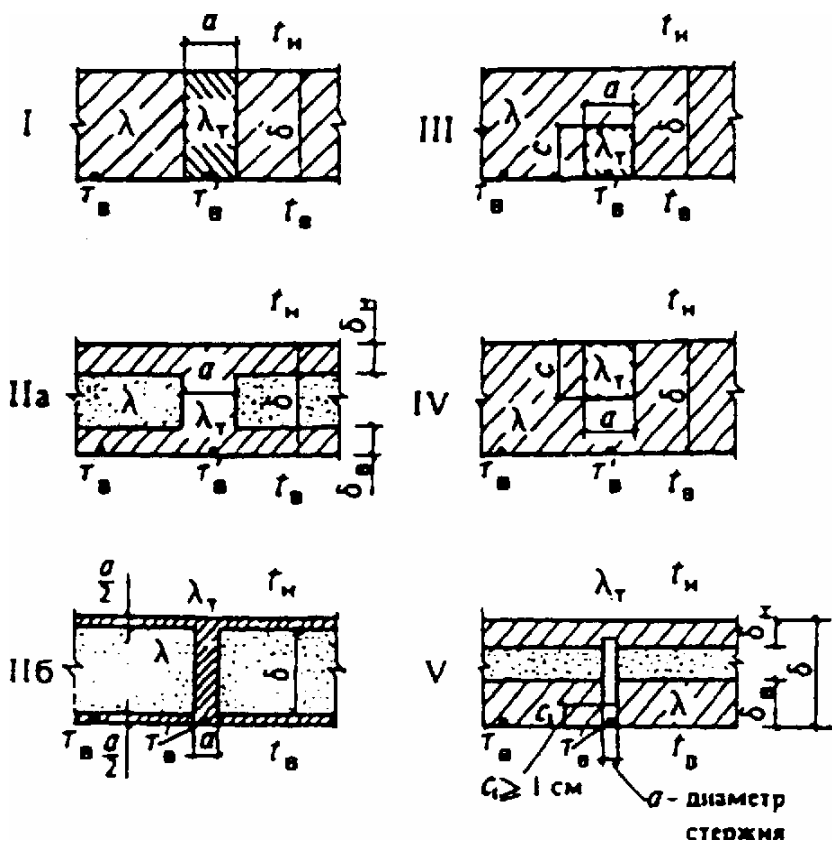
ТЕРМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ЗАМКНУТЫХ ВОЗДУШНЫХ ПРОСЛОЕК

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки $R_{в.п.} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$			
	горизонтальной при потоке тепла снизу вверх и вертикальной		горизонтальной при потоке тепла сверху вниз	
	при температуре воздуха в прослойке			
	положи- тельной	отрица- тельной	положи- тельной	отрица- тельной
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2-0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

П р и м е ч а н и е. При оклейке одной или обеих поверхностей воздушной прослойки алюминиевой фольгой термическое сопротивление следует увеличивать в 2 раза.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5*

СХЕМЫ ТЕПЛОПРОВОДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ



ПРИЛОЖЕНИЕ 6*
(Справочное)

ПРИВЕДЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОКОН,
БАЛКОННЫХ ДВЕРЕЙ И ФОНАРЕЙ

Заполнение светового проема		Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	
1.	Двойное остекление в спаренных переплетах	0,4	-
2.	Двойное остекление в отдельных переплетах	0,44	0,34*
3.	Блоки стеклянные пустотные с шириной швов между ними 6 мм, размером, мм:		
	194 x 194 x 98	0,31 (без переплета) 0,33 (без переплета) 0,31 (без переплета)	
	244 x 244 x 98		
4.	Профильное стекло коробчатого сечения		
5.	Двойное из органического стекла зенитных фонарей	0,36	-
6.	Тройное из органического стекла зенитных фонарей	0,52	-
7.	Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	0,55	0,46
8.	Однокамерный стеклопакет из стекла:		
	Обычного	0,38	0,34
	С твердым селективным покрытием	0,51	0,43
	С мягким селективным покрытием	0,56	0,47
9.	Двухкамерный стеклопакет из стекла:		
	Обычного (с межстекольным расстоянием 6 мм)	0,51	0,43

	Обычного (с межсте- кольным расстоянием 12 мм)	0,54	0,45
	С твердым селективным покрытием	0,58	0,48
	С мягким селективным покрытием	0,68	0,52
	С твердым селективным покрытием и заполнени- ем аргоном	0,65	0,53
10.	Обычное стекло и одно- камерный стеклопакет в раздельных переплетах из стекла:		
	Обычного	0,56	-
	С твердым селективным покрытием	0,65	-
	С мягким селективным покрытием	0,72	-
	С твердым селективным покрытием и заполнени- ем аргоном	0,69	-
11.	Обычное стекло и двух- камерный стеклопакет в раздельных переплетах из стекла:		
	Обычного	0,68	-
	С твердым селективным покрытием	0,74	-
	С мягким селективным покрытием	0,81	-
	С твердым селективным покрытием и заполнени- ем аргоном	0,82	-
12.	Два одинамерного стек- лопакета в спаренных переплетах	0,70	-
13.	Два одинамерного стек- лопакета в раздельных переплетах	0,74	-

14.	Четырехслойное остекление в двух спаренных переплетах	0,80	-
<p>* В стальных переплетах.</p> <p>П р и м е ч а н и я: 1. К мягким селективным покрытиям стекла относят покрытия с тепловой эмиссией менее 0,15, к твердым — более 0,15.</p> <p>Значения приведенных сопротивлений теплопередаче заполнений световых проемов даны для случаев, когда отношение площади остекления к площади заполнения светового проема равно 0,75.</p> <p>2. Значения приведенных сопротивлений теплопередаче, указанных в таблице, допускается применять в качестве расчетных при отсутствии этих значений в стандартах или технических условиях на конструкции или не подтвержденных результатами испытаний.</p> <p>3. Температура внутренней поверхности конструктивных элементов окон зданий (кроме производственных) должна быть не ниже 3 °С при расчетной температуре наружного воздуха.</p>			

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

КОЭФФИЦИЕНТЫ ПОГЛОЩЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ МАТЕРИАЛОМ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ

Материал наружной поверхности ограждающей конструкции		Коэффициент поглощения солнечной радиации ρ
1.	Алюминий	0,5
2.	Асбестоцементные листы	0,65
3.	Асфальтобетон	0,9
4.	Бетоны	0,7
5.	Дерево неокрашенное	0,6
6.	Защитный слой рулонной кровли из светлого гравия	0,65

7.	Кирпич глиняный красный	0,7
8.	Кирпич силикатный	0,6
9.	Облицовка природным камнем белым	0,45
10.	Окраска силикатная темно-серая	0,7
11.	Окраска известковая белая	0,3
12.	Плитка облицовочная керамическая	0,8
13.	Плитка облицовочная стеклянная синяя	0,6
14.	Плитка облицовочная белая или палевая	0,45
15.	Рубероид с песчаной посыпкой	0,9
16.	Сталь листовая, окрашенная белой краской	0,45
17.	Сталь листовая, окрашенная темно-красной краской	0,8
18.	Сталь листовая, окрашенная зеленой краской	0,6
19.	Сталь кровельная оцинкованная	0,65
20.	Стекло облицовочное	0,7
21.	Штукатурка известковая темно-серая или терракотовая	0,7
22.	Штукатурка цементная светло-голубая	0,3
23.	Штукатурка цементная темно-зеленая	0,6
24.	Штукатурка цементная кремовая	0,4

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПРОПУСКАНИЯ СОЛНЦЕЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ

Солнцезащитные устройства	Коэффициент теплопроводности Солнцезащитных Устройств $\beta_{сз}$
<i>А. Наружные</i>	
1. Штора или маркиза из светлой ткани	0,15
2. Штора или маркиза из темной ткани	0,20

3. Ставни-жалюзи с деревянными пластинами	0,10/0,15
4. Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,15/0,20
<i>Б. Межстекольные (непроветриваемые)</i>	
5. Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,30/0,35
6. Шторы из светлой ткани	0,25
7. Штора из темной ткани	0,40
<i>В. Внутренние</i>	
8. Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,60/0,70
9. Штора из светлой ткани	0,40
10. Штора из темной ткани	0,80

П р и м е ч а н и я: 1. Коэффициенты теплопропускания даны дробью: до черты - для солнцезащитных устройств с пластинами под углом 45°, после черты - под углом 90° к плоскости проема.

2. Коэффициенты теплопропускания межстекольных солнцезащитных устройств с проветриваемым межстекольным пространством следует принимать в 2 раза меньше.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9*

СОПРОТИВЛЕНИЕ ВОЗДУХОПРОНИЦАНИЮ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Материалы и конструкции	Толщина слоя, мм	Сопроти- вление воздухо- проницанию $R_{и}$, $м^2 \cdot ч \cdot Па/кг$
1. Бетон сплошной (без швов)	100	19 620
2. Газосиликат сплошной (без швов)	140	21
3. Известняк-ракушечник	500	6
4. Картон строительный (без швов)	1,3	64
5. Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном рас-	250 и более	18

	творе толщиной в 1 кирпич и более		
6.	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в полкирпича	120	2
7.	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в 1 кирпич и более	250 и более	9
8.	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в полкирпича	120	1
9.	Кладка кирпича керамического пустотного на цементно-песчаном растворе толщиной в полкирпича	-	2
10.	Кладка из легкогобетонных камней на цементно-песчаном растворе	400	13
11.	Кладка из легкогобетонных камней на цементно-шлаковом растворе	400	1
12.	Листы асбестоцементные с заделкой швов	6	196
13.	Обои бумажные обычные	-	20
14.	Обшивка из обрезных досок, соединенных в притык или в четверть	20-25	0,1
15.	Обшивка из обрезных досок, соединенных в шпунт	20-25	1,5
16.	Обшивка из досок двойная с прокладкой между обшивками строительной бумаги	50	98

17.	Обшивка из фибролита или из древесно-волоконистых бесцементных мягких плит с заделкой швов	15-70	2,5
18.	Обшивка из фибролита или из древесно-волоконистых бесцементных мягких плит без заделки швов	15-70	0,5
19.	Обшивка из жестких древесно-волоконистых листов с заделкой швов	10	3,3
20.	Обшивка из гипсовой сухой штукатурки с заделкой швов	10	20
21.	Пенобетон автоклавный (без швов)	100	1960
22.	Пенобетон неавтоклавный	100	196
23.	Пенополистирол	50-100	79
24.	Пеностекло сплошное (без швов)	120	Воздухо-непроницаемые
25.	Плиты минераловатные жесткие	50	2
26.	Рубероид	1,5	Воздухо-непроницаемые
27.	Толь	1,5	490
28.	Фанера клееная (без швов)	3-4	2940
29.	Шлакобетон сплошной (без швов)	100	14
30.	Штукатурка цементно-песчаным раствором по каменной или кирпичной кладке	15	373

31. Штукатурка известковая по каменной или кирпичной кладке	15	142
32. Штукатурка известково-гипсовая по дереву (по драни)	20	17
33. Керамзитобетон плотностью 900 кг/м ³	250-400	13-17
34. То же, 1000 кг/м ³	250-400	53-80
35. То же, 1100-1300 кг/м ³	250-450	390-590
36. Шлакопемзобетон плотностью 1500 кг/м ³	250-400	0,3

П р и м е ч а н и я: 1. Для кладок из кирпича и камней с расшивкой швов на наружной поверхности приведенное в настоящем приложении сопротивление воздухопроницанию следует увеличивать на $20 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/кг}$.

2. Сопротивление воздухопроницанию воздушных прослоек и слоев ограждающих конструкций из сыпучих (шлака, керамзита, пемзы и т.п.), рыхлых и волокнистых (минеральной ваты, соломы, стружки и т.п.) материалов следует принимать равным нулю независимо от толщины слоя.

3. Для материалов и конструкций, не указанных в настоящем приложении, сопротивление воздухопроницанию следует определять экспериментально.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10* исключено.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11*

СОПРОТИВЛЕНИЕ ПАРОПРОНИЦАНИЮ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТОНКИХ СЛОЕВ ПАРОИЗОЛЯЦИИ

Материал	Толщина слоя, мм	Сопротивление паропрооницанию R_p
----------	------------------	-------------------------------------

		м ² ·ч·Па/мг
1. Картон обыкновенный	1,3	0,016
2. Листы асбоцементные	6	0,3
3. Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	10	0,12
4. Листы древесно-волокнистые жесткие	10	0,11
5. Листы древесно-волокнистые мягкие	12,5	0,05
6. Окраска горячим битумом за один раз	2	0,3
7. Окраска горячим битумом за два раза	4	0,48
8. Окраска масляная за два раза с предварительной шпатлевкой и грунтовкой	-	0,64
9. Окраска эмалевой краской	-	0,48
10. Покрытие изольной мастикой за один раз	2	0,60
11. Покрытие битумно-кукерсольной мастикой за один раз	1	0,64
12. Покрытие битумно-кукерсольной мастикой за два раза	2	1,1
13. Пергамин кровельный	0,4	0,33
14. Полиэтиленовая пленка	0,16	7,3
15. Рубероид	1,5	1,1
16. Толь кровельный	1,9	0,4
17. Фанера клееная трехслойная	3	0,15

ПРИЛОЖЕНИЕ 12*. Исключено.

ПРИЛОЖЕНИЕ 13*

Справочное

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЙ ОДНОРОДНОСТИ γ ПАНЕЛЬНЫХ СТЕН

1. Коэффициент γ для участков трехслойных бетонных конструкций с ребрами и теплоизоляционными вкладышами следует вычислять по формуле

$$\gamma = \gamma_1 \gamma_2, \quad (1)$$

где γ_1 - коэффициент, учитывающий относительную площадь ребер в конструкции, следует принимать по табл. 1 прил. 13*;

γ_2 - коэффициент, учитывающий плотность материала ребер конструкции, — по табл. 2 прил. 13*.

Таблица 1

$R_o^{усл},$ $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	γ_1 при F_1/F_2		
	0,25	0,15	0,05
3,0	0,5	0,56	0,79
2,1	0,67	0,73	0,83
1,7	0,76	0,80	0,86
1,4	0,83	0,85	0,87

Обозначения, принятые в табл. 1:
 F_1 - площадь ребер в конструкции, $м^2$;
 F_2 - площадь конструкции (без учета площади оконных и дверных проемов), $м^2$.

Таблица 2

Плотность материала $\gamma, кг/м^3$	1000	1200	1400	1600	2400
γ_2	1,0	1,0	0,9	0,8	0,6

П р и м е ч а н и е. Для трехслойных конструкций толщиной менее 0,3 м коэффициент γ следует умножать на 0,9.

2. Коэффициент γ для участков ограждающих конструкций из панелей с гибкими металлическими связями в сочетании с утеплителем из

минеральных волокон или вспененных пластмасс допускается принимать по табл. 3 прил. 13* с уточнением по фактическим значениям.

Таблица 3

Конструктивные слои		Коэффициент γ при расстоянии между гибкими связями a , м							
		0,6		0,8		1,0		1,2	
	плот- ность	Диаметр стержня гибкой связи d , мм							
материал	мате- риала γ , кг/м ³	8	12	8	12	8	12	8	12
Керамзи- тобетон	1000	0,95	0,91	0,96	0,94	0,97	0,96	0,98	0,96
	1200	0,93	0,89	0,95	0,92	0,96	0,94	0,97	0,95
	1400	0,91	0,87	0,94	0,90	0,95	0,92	0,96	0,94
	1600	0,89	0,84	0,93	0,88	0,94	0,91	0,95	0,93
Тяжелый бетон	2400	0,74	0,69	0,80	0,75	0,84	0,81	0,87	0,85

П р и м е ч а н и я: 1. Промежуточные значения γ_1 , γ_2 и γ по табл. 1—3 следует определять интерполяцией.

2. Для конструкций, не приведенных в настоящем приложении, коэффициент γ следует определять по ГОСТ 26254—84 или температурным полям.

11. Словарь бетонных терминов

Абиетат натрия - гидрофобизирующая добавка, вводимая в бетонную смесь с целью вовлечения в нее мельчайших пузырьков воздуха для улучшения подвижности бетонной смеси. Абиетат натрия - натриевая соль абиетиновой кислоты, получаемая в виде порошка или жидкости путем омыления канифоли едким натром.

Аглопоритобетон - разновидность легкого бетона, в котором в качестве заполнителя используется аглопорит

Белый портландцемент - изготавливается из сырья, характеризующегося весьма малым содержанием железистых и др. окрашиваемых соединений. Обжиг ведется на беззольном топливе, а помол клинкера производится в мельницах с футеровкой из фарфоровых либо кремневых плит или плит из твердой трудноистираемой стали. Измельчение осуществляется кремневой галькой или мелющими телами из особой трудноистираемой стали. Для обеспечения большей белизны горячий клинкер отбеливается (путем восстановления окиси железа до закиси-окиси) в специальном аппарате воздействием на него в течение нескольких минут восстановительной среды при температуре 800...1000С с последующим охлаждением (без доступа кислорода) до 200...300С.

Бентонит - коллоидная глина, состоящая в основном из минералов группы монтмориллонита. Б. Имеет резко выраженные сорбционные свойства, характерную способность к разбуханию при увлажнении, высокую пластичность.

Беспесчаный бетон - то же, что крупнопористый бетон

Бетон - сложный по структуре камнеподобный материал конгломератного строения, состоящий из заполнителей различной формы и размеров, скрепленных вяжущим веществом, распределенным тонким слоем по поверхности

зерен и в межзерновом пространстве. Все бетоны, даже очень плотные, на заполнителях из плотных пород имеют капиллярно-пористую структуру, состоящую из трех основных компонентов: заполнителя, склеивающего вещества и пустот в виде пор и капилляров, заполненных воздухом, водой и водяным паром. Физико-механические и другие строительно-технические свойства бетона определяются свойствами его структурных составляющих, их контактами между собой и строением бетона.

Бетон - шприц - машина - машина для транспортирования и послойного нанесения на поверхности с помощью сжатого воздуха бетонных смесей с максимальной крупностью заполнителей 20...25 мм.

Бетон для сборных конструкций пропариваемых - изготавливают на шлакопортландцементе и портландцементе минеральными добавками (бетон класса В 25) или применяют бездобавочный портландцемент марок 500 и 600 (бетоны кл. В 30 и выше). Заполнители должны быть чистые и фракционированные, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 10268-80. На ускорение твердения бетона оказывают влияние минералогический состав и активность цемента, состав бетона и подвижность (жесткость) бетонной смеси, время предварительной выдержки, режим тепловой обработки, вид форм (открытые или закрытые) для пропаривания изделия и др. Влияние всех факторов учесть очень сложно. Поэтому подбор состава бетона должен основываться на проведении пробных затворений конкретно применяемых материалов при трех-четырех значениях В/Ц и тепловой обработке бетонных образцов по принятому на заводе ЖБИ режиму пропаривания

Бетонная смесь - рационально подобранная и тщательно перемешанная смесь вяжущего, заполнителя, воды и, в некоторых случаях, добавок до ее формирования и начала твердения. Вид, качество и соотношение компонентов Бетон-

ной смеси определяют ее свойства, а также свойства полученного из нее бетона. С позиции реологии Бетонные смеси являются пластично-вязкими системами, свойства которых резко меняются при воздействии на них внешних сил (вибрация, встряхивание и т.п.).

Бетонные конструкции и изделия - элементы зданий и сооружений, выполненные из бетона без арматуры или с небольшим количеством (конструктивным) арматуры. Вследствие малой прочности бетона на растяжение бетонные конструкции и изделия применяют в тех случаях, когда они должны воспринимать преимущественно сжимающие усилия

Бетонные работы - работы, выполняемые при возведении монолитных бетонных и железобетонных конструкций и сооружений из цементных бетонов. Бетонные работы включают в себя приготовление бетонной смеси, ее транспортирование к месту укладки, укладку в опалубку, уплотнение и уход за твердеющим бетоном.

Бетонный завод - предприятие для приготовления бетонной смеси. В состав Бетонного завода входят приемные и распределительные устройства для компонентов бетонной смеси, склады, расходные емкости, дозировочные и смесительные устройства и устройства (бункеры) для выдачи готовой бетонной смеси на транспорт. Смеси могут готовиться мокрые и сухие

Бетоновоз - специальный автомобиль, оборудованный емкостью для перевозки бетонной смеси

Бетононасос - машина для транспортирования свежеприготовленной бетонной смеси по трубам к месту ее укладки. Непременное условие, которое должно соблюдаться при транспортировании бетонных смесей, - консистенция смеси должна быть пластичной, с осадкой конуса 4...12 см.

Бетонополимер - бетон на минеральном вяжущем (обычно на цементе), пропитанный полимерами. Для получения

Б. затвердевший и высушенный бетон пропитывают в вакууме мономерами (стиролом, метилметакрилатом и др.) с последующей их полимеризацией жидкими олигомерами и отверждением, вследствие чего поры и дефекты бетона оказываются закупоренными, что улучшает ряд физико-механических свойств бетона

Бетоносмеситель - машина для приготовления однородной бетонной смеси механическим перемешиванием всех ее составляющих. Б. бывают периодического и непрерывного действия, имеют разную вместимость, различаются по конструктивному исполнению и в зависимости от вида бетона (цементобетоны, гипсобетоны и т.д.).

Бетоноукладочная машина - машина для приема и укладки бетонной смеси в формы или места укладки (напр., дорожное полотно).

Биоцидные бетоны - бетоны, обладающие биоцидными свойствами, т.е. бактерицидностью и фунгицидностью – способностью предотвращать развитие на поверхности и в пустотах бетона бактерий и микроскопических грибов. Биоцидные бетоны и биоцидные строительные растворы получают путем введения в их состав с водой затворения биологически активных химических соединений или пропиткой бетонных и железобетонных изделий растворами этих препаратов, как например, катапина-бактерицида или катапина-ингибитора

Быстротвердеющие цементы - цементы, интенсивность твердения которых может быть повышена различными способами: подбором минералогического состава клинкера, увеличением содержания в цементе гипса, более тонким помолом цемента, введением химических добавок – ускорителей твердения и т.д. Качество быстротвердеющих цементов регламентируется техническими условиями, согласно которым предел прочности при сжатии кубиков размером 7,07 . 7,07 . 7,07 см, изготовленных из раствора

состава 1:3 жесткой консистенции, должен быть в однодневном возрасте не менее 20 МПа, а в трехдневном – не менее 30 МПа

Вакуум - состояние заключенного в сосуд газа, имеющего давление значительно ниже атмосферного.

Вермикулит - теплоизоляционный материал в виде чешуйчатых зерен, получаемый после вспучивания, которое происходит при его обжиге при температуре 900...10000С. При быстром нагреве вермикулит увеличивается в объеме в 15...20 раз за счет испаряющейся из него кристаллизационной воды.

Вермикулитобетон - разновидность особо легкого бетона, в котором заполнителем является вспученный вермикулит.

Взаимозаменяемость - возможность смонтировать в сооружении без дополнительной обработки и пригонки любое изделие из данной или другой партии однотипных изделий независимо от того, на каком предприятии это изделие было изготовлено

Взаимозаменяемость стальных конструкций железобетонными - сборный железобетон позволяет значительно сократить расход металла в строительстве. Опыт показал, что 1т металлических конструкций может быть заменена 2,2 м3 сборного железобетона. Если учесть, что трудовые затраты при монтаже стальных и железобетонных конструкций примерно одинаковы, то экономия от замены 1т стальных конструкций сборными железобетонными составит: по трудовым затратам – 22%; топлива – 53%, электроэнергии – 42% и денежных средств – 30%

Вибратор - механизм для возбуждения механических колебаний, используемый самостоятельно (напр., для уплотнения бетонных смесей) либо как узел машин или агрегатов, работающих посредством вибрации (например, виб-

ротранспортеры и др.). Вибраторы бывают электромоторные, электромагнитные, пневматические

Вибрационная болезнь - возникает при интенсивном и длительном воздействии вибрации на человека, вызывая необратимые патологические изменения, захватывающие сердечно-сосудистую, нервную и эндокринную системы. При воздействии местной вибрации на конечности человека в них появляются боли, происходит потеря чувствительности в кончиках пальцев, понижается температура и повышается потоотделение.

Водо-твердое соотношение В/Т – коэффициент характеризующий растворы, равен отношению массы воды к массе сухой смеси

Газобетон - разновидность ячеистого бетона, в котором для образования пустот используется газообразователь

Газозолобетон - разновидность ячеистого бетона, изготавливаемого из смеси портландцемента, молотой известки-кипелки, золы-уноса ТЭЦ, алюминиевой пудры и воды

Газообразователи - химические вещества, как, например, алюминиевая пудра, которые при взаимодействии с цементным раствором вызывают реакцию газообразования и его вспучивание

Давление - вызывается силой 1 Н , равномерно распределенной по нормальной к ней поверхности площадью 1 м^2 , и измеряется в паскалях. 1 Н – сила, придающая телу массой 1 кг ускорение 1 м/с^2 в направлении действия силы

Датчики влажности материалов - приборы для определения влажности заполнителей на бетонно-растворных заводах и установках. От этого определения в большой степени зависит качество готового бетона. Для измерения влажности материалов применяются прямой метод, которым определяют непосредственно массу воды и массу сухого вещества после их разделения, и косвенный метод, определяющий количество воды измерением др. величины,

связанной с влажностью (электрической, газометрической и т.д.).

Деструкция - разрушение, нарушение нормальной структуры чего-либо, например структуры бетона.

Дефекты и неоднородности структуры цементного камня - неотъемлемое содержание реальных твердых тел, являющиеся особенностью, отличающей их от идеально бездефектных твердых тел, прочность которых соответствует прочности межатомных связей. Все дефекты и неоднородности цементного камня как композиционного материала могут быть разделены по трем признакам: масштабу (размеру), виду (в физико-химическом смысле) и природе (происхождению).

Дефекты структуры бетона - макрополости, микрополости, ослабленные участки контактов цементного камня с поверхностью заполнителей и контакты зерен заполнителя без прослойки цементного клея. Макрополости образуются за счет избыточной воды затворения и подсоса воздуха (в жестких смесях). Микрополости (поры геля) образуются в основном за счет контракции. Ослабленные участки контактов цементного камня с поверхностью заполнителей возникают из-за утолщения водных пленок на поверхности заполнителей. Бесцементные контакты зерен заполнителей являются следствием недостатков в приготовлении бетонной смеси. На поверхности бетона за счет внешнего расслаивания появляются щели и рыхлые места, а под зернами крупных частиц заполнителя и арматуры – неплотности, иногда пустоты, образующиеся от внутреннего расслаивания бетонной смеси, и микротрещины усадочного характера, возникающие при значительном температурном и влажностном перепадах. Таким образом, в бетоне уже до приложения нагрузок всегда реально имеются многочисленные структурные дефекты и разрывы, снижающие прочность бетона по сравнению с теоретически возможной

Деформации ползучести бетона - способность бетона деформироваться во времени при длительном действии постоянной нагрузки. Физическая природа ползучести еще недостаточно выяснена, но принято считать, что пластические деформации ползучести бетона обуславливаются пластическими свойствами цементного камня и изменением состояния цементной составляющей бетона. Деформации ползучести бетона наиболее заметно развиваются в первые сроки после приложения нагрузки и постепенно затухают. На ползучесть бетона влияют расход и вид цемента, водоцементное отношение, вид и крупность заполнителя, степень уплотнения бетона, степень гидратации цемента к моменту приложения нагрузки, температура и влажность окружающей среды и самого бетона, размеры образца и относительная величина напряжения в бетоне. Деформация ползучести бетона увеличивается при повышении содержания цемента, увеличении В/Ц, уменьшении крупности заполнителей. Исходная мера ползучести принимается равной для бетона на обычном портландцементе $15,2 \cdot 10^{-6}$ и для бетона на высокопрочном цементе $10,2 \cdot 10^{-6}$ см²/кгс ($15,2 \cdot 10^{-7}$ и $10,2 \cdot 10^{-7}$ см²/Н).

Деформация бетона - объемные изменения бетонной смеси и бетона, возникающие в процессе приготовления бетонной смеси, ее твердения и эксплуатации бетона под действием различных факторов: структуры бетона, свойств его составляющих, особенностей технологии его изготовления и др. факторов. Деформации бетона оказывают большое влияние на качество и долговечность бетонных и железобетонных конструкций. Все деформации бетона можно разделить (условно) на следующие виды: собственные деформации бетонной смеси (первоначальная усадка) и деформации твердеющего бетона (усадка, контракция и расширение), возникающее под действием физических и физико-химических процессов, протекающих в бетоне:

деформации от действия механических нагрузок (ползучесть бетона); температурные деформации от температурных воздействий. Объемные деформации бетона могут возникать без появления внутренних напряжений, например, вследствие изменения температуры или содержания влаги

Европейский комитет по бетону (ЕКБ) - организация, основной задачей которой является изучение научных и технических вопросов, способствующих прогрессу в области применения железобетона в строительстве. Каждая страна может быть представлена в ЕКБ тремя членами, причем один из них должен быть конструктором и один инженером, работающим в области научных исследований по бетону.

Жаростойкие железобетонные конструкции - конструкции из жаростойкого железобетона, предназначенные для работы в условиях высоких температур (промышленные печи, дымовые трубы, боровы и др.).

Жаростойкий бетон - бетон, предназначенный для строительных конструкций, работающих при длительном воздействии высоких температур и сохраняющих свои физико-механические свойства в заданных пределах. Жаростойкий бетон изготавливают из вяжущего (в которое, в необходимых случаях вводится еще минеральная тонкомолотая добавка), вода (или др. затворителя) и жаростойких заполнителей. В качестве вяжущих веществ в жаростойком бетоне используются портландцемент, шлакопортландцемент, глиноземистый цемент и жидкое стекло. Для улучшения структуры цементного камня и сохранения прочности в вяжущее вводят минеральные добавки: хромитовую руду, бой шамотного, магнезитового или обычного кирпича, андезит, пемзу лессовидного суглинка, гранулированный доменный шлак, топливный шлак и золу-унос. Тонкость помола добавок должна быть 70% (сито №009). В

качестве мелкого и крупного заполнителей Ж.б. применяют фракции (не более 40 мм для массивных конструкций и не более 20 мм для всех остальных) из хромитовой руды, магнезитового, шамотного и глиняного кирпича, шамота, доменного отвального шлака, базальта, диабазы, андезит, туфа.

Железнение - выравнивание поверхностей бетонных конструкций, придание им прочности и водонепроницаемости

Железобетон - искусственный строительный материал, в котором соединены в монолитное целое стальная арматура и бетон. При таком соединении можно полнее использовать те свойства бетона и стали, которые обеспечивают общее высокое сопротивление составного материала. Термин «Железобетон» часто употребляется и как собирательное название железобетонных конструкций и изделий. Совместная работа материалов в железобетоне обеспечивается прочным сцеплением бетона с арматурой. Бетон в железобетоне воспринимает в основном сжимающие усилия, а арматура – растягивающие; бетон придает также жесткость конструкции и защищает арматуру от коррозии. Основные достоинства железобетона – высокая прочность, долговечность, простота формообразования. Появление железобетона относится к 2-й половине 19 века

Железобетонные конструкции - один из основных видов современных строительных конструкций. Делятся на монолитные (изготавливаются на строительной площадке), сборные (заводского изготовления) и сборно-монолитные

Железобетонные конструкции - один из основных видов современных строительных конструкций. Делятся на монолитные (изготавливаются на строительной площадке), сборные (заводского изготовления) и сборно-монолитные

Жесткая бетонная смесь - смесь, не дающая осадки стандартного конуса и имеющая показатель удобоукладываемости (жесткости) на стандартном техническом виско-

зиметре не менее 30 с. К жестким бетонным смесям относят обычные жесткие смеси с показателем удобоукладываемости 30...200 с и сверхжесткие смеси - более 200 с.

Жесткость - физическая характеристика элемента конструкции, коэффициент пропорциональности (в пределах закона Гука) между усилием (осевой силой, крутящим моментом, изгибающим моментом) и относительной линейной, угловой деформацией или кривизной

Жесткость бетонных смесей - характеризуется временем вибрирования (с), необходимым для того, чтобы отформованная в виде конуса стандартных размеров бетонная смесь равномерно распределилась по высоте во внутреннем кольце и внешнем цилиндре специального прибора - технического вискозиметра.

Зависимость подвижности и жесткости бетонной смеси от различных факторов - характеризуется связностью смеси, способностью растекаться и плотно заполнять форму в зависимости от количества цементного теста и свойств цемента. Содержание воды – главный фактор, определяющий консистенцию бетонной смеси. Подвижность смеси зависит от крупности зерен заполнителя и от соотношения между песком и щебнем. Повысить подвижность бетонной смеси можно введением в смесь пластифицирующих добавок

Зависимость прочности бетона от водоцементного отношения - прямолинейная зависимость между прочностью бетона, активного цемента и цементно-водным отношением в интервале $V/C = 0,4...0,7$. При понижении V/C менее 0,4 прямолинейная зависимость между прочностью бетона и V/C нарушается

Заводская готовность сборных железобетонных изделий - определяется следующими показателями: габаритными размерами, уровнем отделки поверхности изделий, укомплектованностью сантехприборами и т.д.

Закладные детали - предназначаются для соединения между собой сборных железобетонных конструкций. Закладные детали готовят из отрезков круглой, полосовой, листовой, угловой или швеллерной стали. Надежность соединения З.д. с бетоном конструкции обеспечивается сваренными к ней и заделываемыми в бетон анкерами

Запаривание в автоклавах при повышенном давлении

- автоклавная обработка бетонных и железобетонных изделий, заключается в ускорении твердения бетона при повышении температуры и сохранении достаточной влажности среды. Температура автоклавной обработки составляет +174,50 С и более. Установлено, что при 8-часовом прогреве при этой температуре и давлении 0,8 МПа и более цемент связывает такое количество воды, которое связывается после 2...3 мес. твердения на воздухе. В связи с этим прочность бетона, подвергнутого автоклавной обработке, значительно больше прочности бетона, твердеющего на воздухе, при сохранении прочих равных условий. Эффект автоклавной обработки повышается при введении в бетонную смесь молотых кремнеземистых добавок (молотого кварцевого песка, золы, глины, трепела), которые химически взаимодействуют с гидратом окиси кальция, выделяющимся при твердении портландцемента. Образующийся гидросиликат кальция увеличивает содержание цементирующего вещества в бетоне

Заполнители - природные или искусственные материалы определенного зернового состава, которые в рационально составленной смеси с раствором вяжущего вещества образуют бетон. Стоимость заполнителя составляет около 50% стоимости бетонных и до 30% стоимости железобетонных конструкций (а иногда и более, например в гидратных бетонах). Заполнители являются основной частью в бетонах по объему – до 90%

Заполнители для легких бетонов - простые заполнители, природные или получаемые в результате вспучивания и поризации минералов или шлаков, применяются для бетонных и железобетонных изделий с плотностью менее 1800 кг/м³. В качестве мелкого пористого заполнителя используются пески от дробления крупного заполнителя либо специально подбираемые пески заданной плотности. Пористые заполнители разделяются на фракции: песок крупностью до 1,2 и от 1,2 до 5 мм; щебень или гравий фракций 5...10; 10...20; и 20...40 мм

Затравки - измельченные частицы гидратированных и высушенных цементов, вводимых в количестве 1...3% от массы цемента с целью ускорения процесса твердения цементных растворов и бетонов. Цементные затравки являются центрами кристаллизации

Защитные покрытия форм - полимерные покрытия стальных форм, позволяющие получить железобетонные изделия (лестничные марши, проступи, подоконные доски и др.) с гладкими поверхностями, снизить затраты на чистку и смазку форм, уменьшить усилие вытягивания вибровкладышей при производстве труб, объемных блоков и пустотелых изделий. Покрытие формы смесью эпоксидной смолы с графитом выдерживает при немедленной распахке до 400 оборотов формы, а в условиях вибрации и тепловой обработки – до 50...75 оборотов без ремонта. Формы, находившиеся в эксплуатации, непригодны для покрытия полимерными материалами. В качестве растворителя для обезжиривания применяют бензин или уайт-спирит. Перед нанесением полимерного покрытия поверхность форм очищают пескоструйным аппаратом при помощи металлического песка или дробы либо суспензий кварцевого песка с водой и промывают 3...5%-ным раствором серной или соляной кислоты. Расход полимерного состава – 150...250 г на 1 м² при толщине слоя 0,15...0,2

мм. Приготовленный состав можно использовать в течение 30...40 мин

Защитный слой бетона до любой арматуры в железобетонных конструкциях и сооружениях - должен соответствовать требованиям СНиП. На промышленных объектах защитный слой бетона должен быть не менее: для плоских и ребристых плит – 20 мм; для стенок, стеновых панелей – 20 мм; для балок, ферм, колонн – 25мм; для фундаментных балок, фундаментов – 30 мм. На электрифицированном железнодорожном транспорте – не менее: для шпал – 20 мм; для опор контактной сети – 20 мм. На объектах метрополитена: для монолитных железобетонных обделок – не менее 30 мм; для сборных железобетонных обделок и шпал – не менее 20 мм. Для железобетонных подземных сооружений (коллекторов, каналов, тоннелей) – не менее 20 мм

Зерновой гранулометрический состав заполнителей - содержание зерен разной крупности. Зерновой гранулометрический состав определяется просеиванием пробы заполнителей через стандартные сита с величиной отверстий от 0,14 до 70 мм и более

Золы - минеральная часть твердого топлива, остающаяся после сгорания его органической составляющей. В составе золы содержатся метаксаолинит, кремнезем, глинозем и др. породы, а также от 0,5 до 20% несгоревших частиц топлива. Золы используются при получении зольных цементов как кислый компонент. Размер частиц золы не менее 0,14 мм, более крупные зерна относятся к шлаковому песку и щебню. Золы-уносы (дымоходные золы) более однородны по составу и свойствам, чем золы отвала. Пригодность золы определяется химическим анализом и опытной проверкой на содержание вредных примесей, к которым относятся несгоревшее топливо, сера, негашеная известь, окись магния

Золы ТЭС – образуются при сжигании пылевидных углей из их минеральной части, которая содержит глинистые вещества, кварц и карбонатные породы. Минеральная часть углей оплавляется или плавится полностью. При охлаждении образуется стекловидная фаза материала. Частицы золы осаждаются в электрофильтрах и удаляются из них сухим (зола-унос) или мокрым (зола гидроудаления). Зола унос имеет более высокие свойства и широко используется в бетонных производствах.

Известково-глинистый цемент - вяжущее, получаемое тонким измельчением извести совместно с обожженной выше температуры 650°C глиной

Известково-зольный цемент - вяжущее, получаемое измельчением извести совместно с золой от сжигания топлива

Известково-кремнеземистые и известково-нефелиновые вяжущие - вещества, применяемые для изготовления строительных изделий и сборных конструкций, подвергаемых автоклавной обработке. Марки вяжущих устанавливаются техническими условиями

Известково-пуццолановые вяжущие - порошкообразные смеси строительной извести с различными активными минеральными добавками

Известково-пуццолановый цемент - вяжущее, получаемое измельчением извести совместно с минеральной (пуццолановой) добавкой

Известково-шлаковый цемент - вяжущее, изготавливаемое совместным помолом доменного гранулированного шлака, 10...30% извести и 5% гипсового камня

Известняк - карбонатная порода, состоящая преимущественно из кальцита

Измерение деформаций бетона - дает возможность судить о происходящих в бетоне изменениях и о его качестве

Каменные природные строительные материалы - строительные материалы, получаемые в результате механической обработки горных пород, которые делятся на следующие группы: изверженные глубинные- гранит, диорит, сиенит, лабрадорит, габбро и другие; изверженные излившиеся- базальт, андезит, диабаз, туф вулканический; осадочные- известняк мраморовидный, плотный, пористый (ракушечник), доломит, песчаник, гипсовый камень; метаморфические- мраморы, брекчия и конгломераты карбонатные, кварцит

Камеры пропаривания - ямные камеры пропаривания используются на поточно-агрегатных линиях производства железобетонных изделий. Пар поступает в ямные камеры через перфорированные трубы, укладываемые у пола. Выпуск пара из труб должен производиться вверх – в пространство между изделиями и стеной. Диаметр отверстий перфорированных труб принимают в пределах 3...5 мм. Расчетный расход пара через одно отверстие-2,4...6,5 кг в 1 ч при давлении 0,02 МПа. Ямная камера сообщается с атмосферой по вертикальному каналу, снабженному водяным затвором в целях сохранения давления внутри камер на уровне атмосферного (с избыточным давлением не более 200 Па). Для установки форм в ямные камеры пропаривания применяют стойки с поворотными кронштейнами. Удельный расход пара при тепловой обработке бетона в ямных камерах зависит от коэффициента загрузки камер и металлоемкости форм

Карбонизационная усадка цементного камня и бетона - следствие уменьшения объема цементного камня в бетоне в результате соединения свободной извести с углекислотой, находящейся в атмосфере. Этот вид усадки, происходящий в поверхностном слое бетона, в отдельных случаях вызывает на поверхности конструкций тонкие трещины

Катучая опалубка - передвижная опалубка для бетонирования обделок туннелей, облицовок каналов, подпорных стенок набережных, тонкостенных сводов и других подобных сооружений

Качественные характеристики бетона - нормируемые в задании на проектирование бетона его физико-механические свойства. В соответствии со СНиПами и другими нормативными документами по проектированию бетонных и железобетонных конструкций установлены марки (классы) бетона: по прочности на сжатие, по прочности на осевое растяжение и растяжение при изгибе. Качественные характеристики бетона определяются по морозостойкости, водонепроницаемости, истираемости, коррозионной стойкости и другим показателям. Количественные величины качественных характеристик бетона, заданные в проекте, называются «нормируемые». Определение качественных характеристик материалов, бетонной смеси и бетона должно производиться по действующим стандартам

Кварц - двуокись кремния SiO_2 , наиболее распространенный минерал земной коры, находящийся в природе в виде самостоятельной горной породы (кварцевые пески, стекла, горный хрусталь) или входящий в состав полиминеральных горных пород. Плотность кварца 2650 кг/м^3 , твердость 7, прочность при сжатии около 2000 МПа . В среде насыщенного водяного пара и при температуре $150...200^\circ\text{C}$ кварц вступает в реакцию с известью Ca(OH)_2 , образуя гидросиликаты. Это свойство используется при получении силикатов и ячеистых бетонов (цементных).

Кварциты - горная порода, состоящая в основном из кварца. Образование кварцита связано с уплотнением и цементацией первичных кварцевых песков, переформировавшихся в результате этих процессов в кварцевые песчаники, метаморфическое изменение которых приводит к образованию кварцита

Кельвин, К - основная единица температуры или степени нагретости тела по термодинамической температурной шкале, в которой для температуры тройной точкой воды установлено значение 273,16К (точно). За нулевую термодинамическую температуру принята температура, при которой прекращается движение молекул. Один градус Цельсия равен одному Кельвину, но число единиц в Кельвинах, выражающих температуру, на 273,16 больше, чем в градусах Цельсия. Температура тройной точки воды равна 273,16 К, или 0,01°С

Керамзит - искусственный материал (заполнитель), полученный путем вспучивания и обжига легкоплавких глинистых пород, имеющих мелкопористую ячеистую структуру, предварительно смешанных с выгорающими жидкими (нефть) или твердыми (угольная пыль) добавками

Керамзитобетон - вид легкого бетона, в котором заполнителем является керамзит, а вяжущим – цемент, гипс, синтетические смолы и вяжущие автоклавного твердения

Классификация бетонных смесей - производится по степени их подвижности и удобоукладываемости. Мерой подвижности бетонной смеси, которую измеряют сразу же после снятия конуса-формы. Оценку жесткости бетонной смеси производят на специальных приборах (стандартный или упрощенный прибор проф. Б. Г. Скрамтаева). Классификация бетонных смесей по степени их подвижности представлена в таблице

Классификация бетонов - распределение всего многообразия различных бетонов на группы по определенным признакам: по средней плотности, в зависимости от применяемого вяжущего, от назначения, класса и по другим признакам. По плотности бетоны делят на особо тяжелые с плотностью более 2500 кг/м³; тяжелые – 1800...2500; легкие – 500...1800; особо легкие – менее 500 кг/м³. По виду используемого вяжущего – бетоны цементные, силикат-

ные, гипсовые, шлакощелочные, полимербетоны, полимерцементы. По назначению различают: обычный бетон для железобетонных конструкций (фундаменты, колонны, балки, перекрытия, фермы и т.д.); гидротехнический бетон для плотин, шлюзов, водопроводно-канализационных сооружений и т.д.; бетон для ограждающих конструкций (стены, перегородки и т.д.); дорожный бетон (покрытия дорог, тротуаров, аэродромов); бетоны специального назначения – кислотостойкий, жароупорный, гидратный (для радиационной защиты). Бетоны разделяют на классы : B1;B1,5;B2;B2,5;B3,5;B5;B7,5;B10;B12,5;B15;B20;B25;B30;B35;B40;B45;B50;B55;B60. Класс бетона определяется величиной гарантированной прочности на сжатие с обеспеченностью 0,95. Переход от класса бетона В к его средней прочности (МПа), контролируемой на производстве на образцах размером 15х15х15 см, осуществляют расчетом по формуле $R_{срб} = B/0,778$, где R срб – средняя прочность бетона

Классификация вибраторов - по способу воздействия на бетонную смесь вибраторы делятся на: внутренние (глубинные), погружаемые рабочей частью в бетонную смесь и передающие ей колебания через корпус; поверхностные, устанавливаемые на уложенную бетонную смесь и передающие ей колебания через рабочую площадку; наружные, укрепляемые на опалубке при помощи тисков или другого захватного устройства и передающие бетонной смеси колебания через опалубку; виброплощадки, являющиеся стационарным формующим оборудованием и применяемые на заводах и полигонах сборных железобетонных изделий

Классификация заполнителей - производится по следующим признакам: По наибольшему размеру зерен (кусков) – мелкие заполнители (пески) с зернами крупностью до 5 мм и крупные заполнители (гравий, щебень), состоящие из кусков крупностью от 5 до 150 мм; По происхож-

дению – природные, образовавшиеся в результате разрушения горных пород (природный песок, гравий) или полученные путем дробления и отсева горных пород (песок, щебень); искусственные, подразделяемые на отходы промышленности (металлургические и топливные шлаки, бой обыкновенного глиняного кирпича, шамота, металлический скрап и другие) и специально изготавливаемые (керамзит, аглопорит, шлаковая пемза, вспученный перлит и другие); По насыпной плотности в сухом состоянии: тяжелые – песок плотностью более 1200 кг/м³ и крупные заполнители плотностью более 1000 кг/м³; пористые – мелкий заполнитель с насыпной плотностью песка менее 1200 кг/м³ и крупные – плотностью менее 1000 кг/м³; По назначению – для бетонов (крупные и мелкие заполнители) и для растворов (только мелкие заполнители).

Классификация пор в цементном камне - производится по размерам: микропоры, диаметр которых не больше 0,01 мкм; переходные поры диаметром от 0,01 до 0,2 мкм; макропоры диаметром более 0,2 мкм; капиллярные поры диаметром до 20...30 мкм. Пустоты в цементном камне имеют диаметр более 30 мкм

Классификация строительных растворов - строительные растворы классифицируют следующим образом: По насыпной плотности в сухом состоянии – тяжелые плотностью 1500 кг/м³ и более, изготавливаемые на легких заполнителях, и легкие – менее 1500 кг/м³, изготавливаемые на легких заполнителях; По виду вяжущих, которые входят в состав раствора, - цементные, известковые, гипсовые и сложные (цементно-известковые, известково-гипсовые, известково-шлаковые, известково-глинистые, цементно-глинистые и т.п.); По назначению – для каменных кладок стен, отделочные и специальные; По маркам – в зависимости от предела прочности на сжатие (кг/см²) кубов размером 7X7X7 см в возрасте 28 суток естественного тверде-

ния; 4,10,25,50,75,100,150,200,300; растворы марок 4 и 10 изготавливают преимущественно на извести (марки 4,10, а также 25 можно готовить и на местных вяжущих): По морозостойкости (Мрз) в зависимости от числа выдерживаемых циклов попеременного замораживания и оттаивания – на марки 10,15,25,35,50,100,150,200 и 300

Клееканифольный пенообразователь - применяется для образования пены в ячеистом бетоне, готовится из мездрового клея или костного клея, канифоли и водного раствора едкого натра. Клееканифольный пенообразователь при длительном взбивании эмульсии дает большой объем устойчивости пены. Хранить клееканифольный пенообразователь можно 20 суток. Расход клееканифольного пенообразователя – 8...12% от количества воды, идущей на изготовление цементного ячеистого бетона.

Клинкер портландцементный - продукт обжига до полного спекания при температуре 1400...1600°C сырьевых смесей известняков или мергелей с глинами и отходов производства, обеспечивающих синтез вещества заданного химического и минералогического состава

Коагуляция - разделение коллоидного раствора на две фазы – растворитель и студнеобразную массу, или загустевание раствора в результате укрупнения частиц растворенного вещества

Коллоидный цементный клей (КЦК) - конструкционный дисперсный материал с кристаллизационной структурой, образующейся в результате твердения и полученной при «предельном» вибрировании высококонцентрированной пасты из частиц комплексного минерального вяжущего цемента в сочетании с тонкодисперсным кварцем в дисперсионной среде – в воде с добавкой ПВА и, в ряде случаев, ускорителей твердения

Кондуктометрические методы определения оптимального времени повторной вибрации бетона - позволяют

следить за кинетикой изменения свойств непосредственно в материале от момента затворения в нормальных условиях твердения и при термообработке. Кондуктометрические методы основаны на изменении электрической емкости и электросопротивления твердеющего цементного теста. Оптимальный интервал повторного вибрирования соответствует максимальной электроемкости цементного теста, что является следствием наибольшей концентрации образовавшихся растворов электролитов, которая наступает после окончания растворения клинкерных материалов цемента

Консистенция - в растворах и полужидких телах степень мягкости вещества, густота. В бетонных смесях консистенция характеризует их подвижность, что, в свою очередь, определяет удобоукладываемость

Консистенция бетонной смеси - состояние подвижности бетонной смеси, характеризующее состояние совокупности всех сил внутреннего сцепления (трения, адсорбционных, капиллярных и химического взаимодействия) частиц твердой фазы в конкретных условиях и в данный момент. Взаиморасположение и форма частиц твердой фазы, а также количественное соотношение составляющих фаз (жидкая фаза различной вязкости, воздух и твердая дисперсионная фаза) определены в объеме структурированной системы, вследствие чего изменение какого-либо из ее компонентов вызовет изменение консистенции. Бетонные смеси в зависимости от их консистенции разделяют на подвижные и жесткие. Подвижная бетонная смесь обладает способностью растекаться без расслаивания и заполнять форму под влиянием собственной массы или небольшого механического воздействия. Жесткая бетонная смесь требует интенсивного вибрирования в процессе заполнения ею формы и для ее уплотнения. Подвижность смеси характеризуется величиной осадки конуса стандартных размеров

из контролируемой бетонной смеси под действием собственной массы. Смеси, имеющие осадку стандартного конуса от нуля до 4 см, называют малоподвижными, с осадкой 5 см и более – подвижными

Консольно-щитовая опалубка - применяется в гидротехническом строительстве при бетонировании сооружений массивными блоками высотой до 1,5 м

Конструктивный размер - проектный размер элемента, отличающийся от номинального, как правило, на нормированный зазор

Контактно-конденсационные цементы - гидравлические вяжущие вещества, тонкодисперсные гидраты аморфной или нестабильной кристаллической структуры, обладающие способностью конденсироваться в камнеподобное водостойкое тело в момент возникновения контактов между дисперсными частицами

Контакт стальной арматуры с бетоном - — подразделяется на следующие виды: соединения на связях сдвига, к которым относится и адгезионные связи; трение, при котором сопротивление сдвигу происходит в основном за счет зацепления, эффективного при наличии усилий, приложенных нормально к поверхности контакта; сцепление, т.е. соединение с помощью обетонирования стального элемента арматуры; обжатие арматуры бетоном после его усадки; электрохимическое взаимодействие стальной арматуры и цементного раствора

Контактно-конденсационный известково-пуццолановый цемент - порошкообразное вещество, получаемое тонким помолом, гидратацией в дисперсионном состоянии при $B/T=1...3$ в условиях пропаривания, автоклавирования или кипячения и последующей сушки 25...65% извести с 35...75% пуццолановой добавки. Прочность колеблется от 15...30 МПа при плотности соответственно 1200...1800 кг/м³.

Контракционные напряжения в бетоне - возникают в результате контракции в виде растягивающих усилий, сосредотачивающихся на перемычках между контракционными микрополостями. Величина контракционных напряжений в бетоне зависит от степени гидратации цемента и других факторов и может в отдельных случаях приводить к разрыву пленок цементного камня

Контракция (стяжение) - объемная деформация цементного камня и бетона, суть которой заключается в том, что в процессе гидратации суммарный объем, занимаемый твердой и жидкой фазой, уменьшается из-за уплотнения химически связанной воды. Величины контракции для обычных цементов достигают 5...8 мл на 100г или в среднем 6...7 л на 100кг цемента. Показатели контракции увеличиваются с повышением водоцементного фактора, а также при использовании цементов с повышенным содержанием алюминатов и алюмоферритов кальция

Контролируемый период - период времени, в течение которого производится статистический контроль прочности бетона, при этом коэффициент вариации ее принимают постоянным, определенным за предшествующий анализируемый период

Легкие бетоны - бетоны с пониженной плотностью (не выше 1800 кг/м³). По способу получения делятся на две основные группы : бетоны с внутризерновой пористостью (изготавливаемые на основе пористых заполнителей) и бетоны с межзерновой пористостью (беспесчаные), иначе называемые крупнопористыми. Наибольшее распространение в строительстве имеют бетоны первой группы (применяются в виде изделий). Крупнопористые бетоны используются для бетонирования монолитных конструкций и изготовления крупных блоков. Значение легких бетонов в строительстве велико, так как их применение по-

звolyет уменьшить толщину теплоограждающих конструкций и снизить массу несущих конструкций.

Липарит - вулканическая порода, аналогичная по своему составу граниту. Для липарита характерно наличие плотной скрытокристаллической основной массы, состоящей из кварца и щелочного полевого шпата. Плотность 2,2...2,4 г/см³. Твердость 5 (по Моосу). Предел прочности на сжатие 160...200 МПа.

Ложное схватывание – загустевание, или потеря пластичности сразу же после перемешивания цемента с водой. При повторном перемешивании смесь опять приобретает подвижность и схватывается нормально. Причины ложного схватывания полностью еще не установлены.

Ложное схватывание – преждевременное загустевание цементного теста при затворении его водой с последующим разжижением при перемешивании (это происходит из-за быстрой гидратации полуводного гипса и ангидрита). Нормальные цементы не должны иметь ложного схватывания. Если оно наблюдается, то для нейтрализации можно ввести СДБ или использовать более стойкий пенообразователь + увеличить время перемешивания

Магнитно-импульсное формование изделий - основано на взаимодействии сильных импульсных электромагнитных полей с металлической заготовкой и используется для импульсного пластического деформирования металлов и сплавов на основе преобразования электрической энергии в механическую работу. Давление, необходимое для механической деформации, создается в результате взаимодействия проводника (металлической заготовки) с быстро нарастающим магнитным полем соленоида.

Макроструктура бетона - строение бетона, видимое глазом или при небольшом увеличении. В макроструктуре бетона различают структурные элементы : крупный заполнитель, песок, цементный камень, воздушные поры. Иногда

макроструктура бетона условно принимается из двух составляющих крупного заполнителя и цементно-песчаного раствора.

Марка цемента - соответствует пределу прочности при сжатии половинок балочек размером 40х40х160мм из раствора состава цемент : песок (вольский) в соотношении 1:3 по массе, твердевших 28 суток в воде при температуре 20+2°C (первые сутки до распалубки образцы твердеют на влажном воздухе).

Марки бетона - величины основных характеристик качества бетона, определенные по результатам испытаний соответствующих контрольных образцов. Марки бетона установлены по прочности на сжатие, на осевое растяжение и растяжение при изгибе, по морозостойкости, по водонепроницаемости, а в некоторых случаях и по другим признакам – по истираемости, жаростойкости и т.д. За марку бетона по прочности при сжатии (все бетоны, кроме ячеистых) принимается предел прочности при сжатии образцов размером 150х150х150 мм, изготовленных из рабочего состава и испытанных через 28 суток нормального твердения (при среднесуточной температуре 20+2°C и относительной влажности не менее 90%.

Математические методы, применяемые в технологии сборного железобетона - условно делятся на три группы : группа А – вероятностно-статистические методы, включающие использование общей теории вероятностей, описательной статистики, выборочного метода и проверки статистических гипотез, дисперсионного и регрессионного анализа, математической теории экспериментов и другие; группа Б – методы исследования операций, включающие линейное, нелинейное и динамическое программирование (теорию игр, теорию массового обслуживания, теорию графов, сетей и т.д.); группа В – методы математического анализа, включающие дифференциальное, интегральное и

векторное исчисление, дифференциальные уравнения, в том числе уравнения математической физики, и используемые для составления и расчета математических моделей на основе определенных предпосылок о физико-химии исследуемых процессов. Математические методы в технологии бетона повышают достоверность наших знаний для получения оптимальных решений, однако математические методы не заменяют химические, физические и другие методы познания сложных явлений, свойственных технологии бетона и железобетона, а лишь позволяют расширить возможности познания и управления, наблюдаемыми явлениями. Не следует придавать математическим методам самодавяющий смысл. Их нужно применять разумно, имея в основе достаточные знания существа явлений и процессов, протекающих в цементном камне и бетоне.

Международная Федерация по предварительно напряженному железобетону (ФИП) - организация, осуществляющая постоянные связи между национальными ассоциациями, сосредотачивающая все сведения в области науки и техники по вопросам предварительно напряженного железобетона и организующая обмен ими и проведение международных конференций и конгрессов. Членами ФИП являются ассоциации и национальные комитеты по предварительно напряженному железобетону и другие организации, занимающиеся вопросами предварительного напряжения бетона.

Межкристаллитная коррозия - происходит без видимого внешнего разрушения металла вследствие того, что коррозионный процесс идет в основном по границам зерен кристаллов.

Мезоскопический уровень исследований - исследование части конгломерата, в котором размещены глобулы цементирующего вещества, наполнителя (пылевидные зерна), контактные зоны, мезопоры, а также явлений и процессов

формирования тонкодисперсных капиллярно-пористых структур. На этом уровне исследований изучаются геометрические, реологические, структурно-механические, технологические, физические и другие параметры тонкодисперсных капиллярно-пористых систем.

Микроструктура бетона - строение бетона, видимое при большом увеличении под микроскопом. Особое значение для бетона имеет микроструктура цементного камня, которая состоит из непрореагировавших зерен цемента, новообразований и микропор различных размеров.

Микроструктура цементного камня - состоит из непрореагированных частиц цемента, новообразований и микропор различных размеров, микроструктура цементного камня напоминает строение бетона и поэтому была названа профессором В.Н.Юнгом микробетоном.

Микротрещин определение - производится при испытании новых и обследовании эксплуатируемых строительных конструкций (из железобетона и других материалов), образцов строительных материалов на выносливость, при оценке режимов термообработки. На местах появления микротрещин устанавливают гипсовые или стальные стержни и периодически измеряют базы – расстояния между наружными гранями стержней. Для измерения развития трещин используются механические и электрические тензометры.

Модуль крупности песка – показатель крупности зерен в песке широко используемый в литературе и теории. Для его вычисления килограмм песка просеивается через сита диаметрами 5, 2,5, 1,25, 0,63, 0,315, 0,15мм. После этого остатки песка на каждом сите в процентах умноженное на модуль крупности складываются и делятся на 100. Полученное число и есть модуль крупности песка.

Монолитный бетон и железобетон - конструкции из бетона и железобетона, которые возводятся непосредственно

на месте их расположения в сооружении путем устройства опалубки – формы, точно определяющей конфигурацию будущей установки арматуры, укладки бетонной смеси, ее уплотнения и ухода за твердеющим бетоном.

Морозостойкость бетона - способность бетона в насыщенном водой состоянии выдерживать многократные попеременные замораживания и оттаивания вследствие давления на стенки пор, капилляров и микротрещин, создаваемого замерзающей водой, которая при замерзании увеличивается в объеме более чем на 9%. Оценкой морозостойкости (Мрз) является количество циклов, при котором потеря в массе образца составляет менее 5%, а его прочность снижается не более чем на 25%. Это количество циклов определяет марку бетона по морозостойкости, например Мрз 100, Мрз 200 и т.д. Морозостойкость бетона зависит от строения бетона, особенно от пористости, так как в микропорах бетона размером до 10^{-5} см обычно содержится связанная вода, которая не переходит в лед даже при очень низких температурах (до -70°C). Повысить морозостойкость бетона можно повышением плотности бетона (снижением в нем пустотности) или кольматацией пор специальными составами, а также введением в бетон специальных воздухововлекающих добавок для создания резервного объема воздушных пор (до 20% от объема замерзающей воды), которые при обычном водонасыщении бетона не заполняются водой, а при ее замерзании оказываются как бы резервным объемом.

Муаровый метод определения деформации - состоит в том , что на поверхность бетонного образца наносят или проецируют рабочий растр, представляющий собой частую сетку линий или точек. При деформации образца меняется положения отдельных элементов растра, и при совмещении его с контрольным растром, не изменяющим своих

размеров, возникает муаровая картина, по которой можно определить величину деформации образца.

Набрызг-бетон - бетонная смесь, наносимая послойно набрызгом при помощи бетон-шприц-машины

Набухание бетона - увеличение его объема вследствие утолщения межплоскостных водных пленок в субмикрористаллах гелевой составляющей цементного камня и развития в ней более значительного осмотического давления. Величина набухания бетона в 10 раз меньше, чем его усадка. Причиной усадки и набухания цементного камня в основном является изменение его влажностного состояния при изменении содержания капиллярной и адсорбированной воды в системе.

Назначение арматуры в бетоне - продольная арматура воспринимает растягивающие напряжения и препятствует образованию вертикальных трещин в растянутой зоне железобетонных конструкций; поперечная арматура и хомуты препятствуют образованию наклонных трещин от возникающих косых скалывающих напряжений вблизи опор, а также связывают бетон сжатой зоны с арматурой в растянутой зоне. В конструкциях, воспринимающих сжимающие усилия, продольная арматура воспринимает часть нагрузки, работая совместно с бетоном. С целью предотвращения образования трещин, уменьшения прогибов, снижения расхода арматурной стали и собственной массы железобетонной конструкции производится предварительное напряжение арматуры с последующей передачей этих усилий (сжатия) на бетон.

Наибольшая крупность заполнителей - назначается в зависимости от вида бетонируемых конструкций и способов подачи бетонной смеси к месту укладки: для плит покрытий, перекрытий - не более $\frac{1}{2}$ толщины плиты; для балок, колонн, рам - не более $\frac{3}{4}$ наименьшего расстояния между стержнями арматуры; при укладке бетонной смеси в

скользящую опалубку – не более $1/6$ наименьшего размера поперечного сечения конструкции; при подаче бетонной смеси через хоботы и по бетоноводам – не более $1/3$ диаметра отверстия при содержании заполнителей в виде ле- щадки не более 15%

Напрягаемая арматура - арматура, подвергаемая предварительному натяжению

Напрягающие бетоны - бетоны на напрягающем цементе, обладающие плотной непроницаемой структурой и способностью расширяться в процессе отвердения. Напрягающие бетоны применяются для преднапряженных (самонапряженных) конструкций, самонапрягаемых стыков бассейнов, резервуаров, трубопроводов, выполняемых из сборных элементов, с нормированной (расчетной) величиной самонапряжения

Напрягающий цемент (НЦ) - быстросхватывающееся и быстротвердеющее вяжущее сульфоалюминатного расширения. Напрягающий цемент – тонкоизмельченная смесь, состоящая из 65...70% силикатного компонента – портландцементного клинкера, 16...20% алюминатного компонента – высокоглиноземистого шлака и 14...16% сульфатного компонента – гипса. Напрягающий цемент обладает свойством расширяться на 3...4% в свободном состоянии и 0,25...0,75% в упругоограниченном. Начало схватывания 2...8 минут, конец – 6...8 минут

Напряжение от обжатия - бетона напряжения, возникающие в бетоне (арматуре) от усилий обжатия конструкции

Неавтоклавный пенобетон - бетон, изготавливаемый из чистого портландцементного теста. Отформованные изделия твердеют на воздухе. В/Ц подбирается из условий получения нужной консистенции цементного теста и пенобетонной смеси и обычно равно 0,5...0,6. При изготовлении пенобетонных изделий применяются деревянные и метал-

лические разборные формы. Высота заливки форм зависит от срока схватывания цемента и может быть тем больше, чем раньше наступает начало схватывания. Высота заливки составляет 20...25 см, для чего требуется применение цемента с началом схватывания не позднее 3 часов. Начало схватывания цемента может быть ускорено добавлением хлористого кальция. После заполнения формы пенобетонной смесью ее поверхность заглаживают гладилками, опирающимися на борта формы. Распалубку форм производят в зависимости от активности цемента и температуры воздуха через 2...4 суток после формования. Пенобетонные изделия укладывают после распалубки в штабеля для вызревания. Во избежание пересушки изделий необходима их длительная (до двух недель) и обильная поливка (до 2...3 раз в сутки). В холодное время года пенобетон надо штабелировать в отепленном помещении. Для ускорения твердения пенобетона, особенно в зимнее время, желательно его пропаривание. Однако вследствие малой теплопроводности пенобетонной смеси для пропаривания в обычных камерах (при нормальном давлении) требуется длительный срок. По этой причине пропаривание пенобетона на практике применяется крайне редко. Плотность неавтоклавного пенобетона в сухом состоянии 400...450кг/см³, предел прочности при сжатии 0,5...0,8 МПа. Пористость пенобетона 75...85%. Расчетная теплопроводность составляет 0,15...0,17 Вт. Водопоглощение неавтоклавного пенобетона составляет 20% по объему; коэффициент размягчения 0,75. Понижение прочности пенобетона при 25-кратном попеременном увлажнении и высушивании не превышает 20%. Пенобетон обладает достаточной морозостойкостью, выдерживая 20...25 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

Приборы неразрушающего контроля железобетона - измерительная аппаратура, которая может быть разделена

на несколько групп: переносная контрольно-измерительная аппаратура; стационарные установки и стенды; передвижные радиофизические лаборатории; стационарная измерительная аппаратура контроля операций технологического процесса изготовления сборного железобетона

Равномерность изменения объема - цементный камень не обладает постоянством объема: при высокой влажности он несколько набухает, а высыхая, дает усадку

Радиационная коррозия бетона - изменение свойств бетона вследствие действия на него потоков ионизирующих излучений от различных источников. Уровни радиации вокруг современных источников ионизирующих излучений настолько велики, что изменение свойств строительных материалов, в т.ч. и бетона, в результате их воздействия приводит к потере необходимых эксплуатационных качеств. Для улучшения защитных свойств бетонов и растворов в некоторых случаях необходимо вводить в их состав бор путем добавки бората кальция. При дозах облучения до $2 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-2}$ происходит радиолиз воды, содержащейся в цементном камне, и его обезвоживание, т.е. теряется механически и физически связанная вода путем газовыделения. При больших интегральных потоках начинают проявляться положительные радиационные деформации большинства заполнителей, а следовательно бетонов и растворов. Радиационная коррозия бетона зависит от дозы облучения, количества цементного камня. В результате облучения системы «раствор-бетон» в ее составляющих происходят структурные изменения: деформируется кристаллическая решетка минералов, слагающих заполнитель, в ряде случаев вплоть до полной аморфизации, т.е. имеют место фазовый переход; переход кристалла в стекло сопровождается увеличением объема тела; расширение минералов является причиной расширения заполнителя и в последующего об-

разования в нем сначала микро-, а затем макротрещин и даже полного разрушения

Радиационная стойкость бетона - способность бетона сохранять свои первоначальные физико-механические свойства во время и после ионизирующего облучения

Разрушающие факторы, действующие на бетон - могут быть классифицированы на несколько групп: физические, химические, физико-химические, электрохимические и биологические. Разрушающие факторы вызывают сульфатную коррозию, коррозию выщелачивания, общекислотную и углекислотную коррозию; магниезальную коррозию, коррозию за счет подсоса и кристаллизации солей; биологическую коррозию; многократное попеременное замораживание и оттаивание воды в порах бетона; коррозию под действием органических соединений; усадку и набухание цементного камня при изменении влажности; химическое воздействие различных агрессивных газов; контракционные явления, сопровождающие гидратацию цемента в условиях эксплуатации; различные механические воздействия (в том числе и воды); осмотическое давление на пленки геля; электрохимические процессы коррозии арматуры и бетона.

Разрушение бетона - происходит от механических, химических и тепловых воздействий. Разрушение бетона протекает постепенно: вначале возникают перенапряжения, а затем микротрещины в отдельных микрообъемах, что в дальнейшем приводит к образованию сплошного разрыва. Разрушение бетона в основном зависит от прочности и стойкости бетона

Разрушение бетона в воздушных средах - наблюдается при наличии в воздушной среде различных газов, которые вместе с парами влаги адсорбируются бетоном и разрушают его. Такое разрушение по аналогии с разрушением природных каменных материалов называют выветриванием.

Сроки службы каменных сооружений (из естественного камня), построенных несколько веков назад, во много раз превышают сроки эксплуатации бетонных сооружений, возведенных менее ста лет назад

Свойства портландцемента - качество портландцемента характеризуется тонкостью помола, сроками схватывания, равномерностью изменения объема, прочностью и рядом других свойств

Связность бетонной смеси - способность бетонной смеси сохранять однородность при всевозможных технологических пределах и механических воздействиях (транспортирование смеси, ее укладка, уплотнение и других).

Серия образцов - это группа контрольных образцов (кубов, балочек и т.п.), изготовленных из одной пробы (порции) бетонной смеси одного состава, твердевших в одинаковых условиях и испытанных в одном возрасте одинаковым методом

Сетчатая структура полимербетона – строение бетона, в котором поры и капилляры заполнены прочным полимером полностью, в результате чего повышается прочность, долговечность и стойкость бетона.

Сжимаемость бетонной смеси - зависит от ее состава и применяемых материалов. Особенно большое влияние на величину сжимаемости бетонной смеси оказывает воздух, вовлеченный в бетонную смесь при ее приготовлении, который может быть удален при интенсивном уплотнении бетонной смеси или вакуумированием

Силикатный бетон - искусственный камнеподобный материал, состоящий из минерального заполнителя, сцементированного в основном гидросиликатами кальция. Для производства силикатного бетона используют известь и кварцевый песок

Система допусков - наибольшие допустимые отклонения размеров сборных железобетонных конструкций, установ-

ливаемые в зависимости от требований к точности и взаимозаменяемости элементов

Скользкая опалубка - подвижная опалубка, применяемая при возведении железобетонных сооружений значительной высоты с вертикальными стенками (например, силосов, башен). Эти сооружения при толщине стенок не менее 0,12 и высоте 12 м и более бетонируют в непрерывно или периодически поднимающейся вверх опалубке, причем опалубка высотой 1...1,2 м охватывает сразу весь контур возводимого сооружения

Смазка форм - обязательная технологическая операция при изготовлении железобетонных изделий. Смазка должна удовлетворять следующим требованиям: обеспечивать возможность механизации и автоматизации ее приготовления и нанесения, а также освобождение изделий из форм без повреждения и без ухудшения их механических свойств; не допускать загрязнения поддона и бортов форм остатками бетона; не вызывать коррозии металлических форм; быть недефицитной и несложной по технологии изготовления и нанесения; быть безопасной в пожарном отношении; постоянной по составу, однородной и устойчивой при хранении; хорошо удерживаться на вертикальных поверхностях форм. Эффективность различных смазок зависит не только от их свойств и особенностей, но и от условий применения – конфигурации изделий, чистоты форм и прочих. Основным критерием эффективности смазки является степень снижения адгезионной прочности бетона к опалубке по сравнению с эталонными образцами (не смазанными). Смазки делятся на суспензии, эмульсии, растворы вязких нефтепродуктов, отходы нефтеперерабатывающей и пищевой промышленности

Смолосапониновый пенообразователь - приготавливается из мыльного корня, воды и жидкого стекла в качестве стабилизатора, что увеличивает стойкость пены. Пена смо-

лосапонинового пенообразователя может сохраняться до 1 месяца. Расход смолосапонинового пенообразователя для получения пены – 12...16% от количества воды

Смятие бетона - состояние бетона при местном нагружении жестким штампом. Основные явления, сопровождающие смятие бетона: появление и развитие трещин отрыва, внутризерновой и межзерновой сдвиг. Разрушение происходит от межзернового сдвига, подготовленного развитием трещин отрыва, а также в результате раскалывания, вызванного развитием внутризерновых сдвигов (пластичности) и ростом поперечных растягивающих напряжений

Содержание песка в бетоне - должно быть оптимальным, т.е. таким, при котором расход цемента будет минимальным, а плотность бетона наибольшей. Содержание песка в бетоне зависит от вида, фракционного состава и крупности заполнителей, от подвижности или жесткости бетонной смеси. При содержании песка в бетоне выше или ниже оптимального можно получить требуемую прочность бетона, однако в том, и в другом случае будет перерасход цемента по сравнению с минимально необходимым его количеством. Кроме того, «запесоченные» бетоны обладают повышенной усадкой, увеличенной экзотермией и пониженной морозостойкостью. Бетонные смеси с недостатком песка расслаиваются и плохо поддаются уплотнению. Бетон получается низкого качества, с раковинами и другими дефектами

Содержание цементного теста - количество цементного раствора в бетонной смеси. С увеличением содержания цементного теста подвижность бетонной смеси повышается при сохранении практически той же прочности после затвердевания. Увеличение подвижности бетонной смеси объясняется тем, что при более высоком содержании цементного теста оно не только заполняет пустоты и обволакивает зерна заполнителей,

но и раздвигает их, создавая между ними прослойки, что повышает подвижность смеси

Состав бетона – качественный расход всех составляющих материалов (вяжущее, вода, заполнители и добавки) по массе. Состав бетона должен обеспечивать заданные свойства бетона. Запрещается назначение состава бетона (или водоцементного отношения) только по таблицам и графикам или расчетно-теоретическим путем без опытной проверки

Составы коллоидного цементного раствора - подбирают экспериментально на различных составах смеси портландцемента и микрозаполнителя. Последний имеет существенное значение для создания упорядоченной мелкокристаллической микрокапиллярной структуры цементного камня, играя роль «готовых подложек», на поверхности которых преимущественно образуются зародыши гидратных новообразований, так как физико-химические свойства микрозаполнителя наиболее близки к возникающим новообразованиям

Способы производства сборных железобетонных изделий - применяется три способа производства: Стендовый способ, когда изделие остается неподвижным в стационарных формах в течение всех производственных операций (укладки арматуры и бетонной смеси, уплотнения смеси и твердения бетона); Поточно-агрегатный способ, когда изделие вместе с формой перемещается по технологическому потоку с длительными остановками на нескольких рабочих местах для выполнения производственных операций. Твердение бетона при этом происходит не на месте формирования, как при стендовом способе, а в камерах периодического действия или автоклавах; Конвейерный способ, когда изделия непрерывно движутся с кратковременными остановками на отдельных рабочих местах для выполнения

той или другой операции. Твердение бетона происходит в камерах непрерывного действия

Способы тепловой обработки - сушка, дегидратация или удаление гидратной влаги, обжиг (в том числе декарбонизация) без спекания материала или с частичным его спеканием, плавка, варка, тепловлажностная обработка при атмосферном давлении, при вакууме, при давлении выше атмосферного (автоклавная обработка).

Сроки схватывания - это начало и конец схватывания цемента. За начало схватывания принимается начало потери подвижности (пластичности) цементным тестом, а конец схватывания характеризуется некоторым его затвердением. Начало схватывания портландцемента должно наступать не ранее 45 минут, а конец – не позднее 12 часов. Для строителей необходимо знать сроки схватывания цемента, так как применять свежеприготовленные бетоны и растворы можно только до начала схватывания. При несоблюдении этого условия прочность растворов и бетонов будет низкой, так как схватившееся цементное тесто утратит клеящую способность. С повышением температуры окружающей среды сроки схватывания ускоряются, а с понижением замедляются. На сроки схватывания оказывает влияние тонкость помола: с повышением тонкости помола сроки схватывания уменьшаются. Показателем прочности портландцемента является его марка, устанавливаемая по результатам испытания на сжатие и растяжение образцов, изготовленных из раствора жесткой консистенции состава 1:3 (по массе) и испытанных в возрасте 28 дней. Предел прочности при сжатии в этом возрасте называют активностью цемента. Портландцемент делится на 6 марок, которые обозначаются по пределу прочности на сжатие: 200,250,300,450,500 и 600

Стадии напряженно-деформированного состояния железобетона - развиваются при постепенном увеличении

внешней нагрузки. Различают три характерные стадии; 1 – до появления трещин в бетоне растянутой зоны, растягивающие усилия в местах, где образовались трещины, воспринимаются арматурой и бетоном совместно; 2 – после появления трещин в бетоне растянутой зоны; растягивающие усилия в местах, где образовались трещины, воспринимаются арматурой и участком бетона над трещиной, а на участках между трещинами – арматурой и бетоном совместно; 3 – стадия разрушения, когда за короткий период напряжения в растянутой арматуре достигают физического или условного предела текучести – временного сопротивления, а напряжения в бетоне сжатой зоны – временного сопротивления сжатию. В зависимости от степени армирования элемента последовательность разрушения растянутой и сжатой зон может изменяться

Сталебетон - твердый износостойкий бетон, приготовляемый из смеси высокопрочного портландцемента, воды, чистого острогранного кварцевого песка и очищенных (обезжиренных) стальных стружек и опилок. Сталебетон применяется для верхнего слоя бетонных бесшовных покрытий или сборных (из плит) полов промышленных зданий.

Стекложелезобетон - материал, состоящий из железобетона и включенных в него полых или литых изделий из стекла. Стекложелезобетон применяется для устройства светопрозрачных наружных или внутренних ограждений, обладающих высокими эксплуатационными качествами

Стеклопластбетонные конструкции - бетонные конструкции, армированные стеклопластиковой арматурой

Стеклопластиковая арматура - гетерогенная система, состоящая из ориентированных стеклянных волокон, склеенных в пучок полимерным связующим. Стеклопластиковой арматурой армируют бетонные конструкции

Стеклоцемент композиция цементного раствора и дисперсно- распределенных в нем отрезков стекловолокна

Стимуляторы в бетоне - вещества, находящиеся в бетоне и увеличивающие скорость коррозии стальной арматуры. Стимуляторами в бетоне могут быть ионы хлора, серная кислота и другие

Стиробетон - бетон, составленный из вспученных гранул полистирола и цементно-водного раствора. Гранулы занимают 60...70% объема. Плотность стиробетона составляет не менее 600кг/м³, а расход цемента – 300...500 кг на 1 м³.

Стойкость пены (для получения ячеистого бетона) - свойство пены длительное время сохранять свою структуру без разрушения. Стойкость пены характеризуется величиной оседания столба пены в единицу времени. На стойкость пены влияет ее плотность, размер пузырьков, толщина пленок пены, их состав и прочность

Строение бетона - количественное содержание отдельных структурных составляющих, а также характер их распределения в каждом данном объеме бетона. Строение бетона (структура) является результатом не только состава бетона и характеристик исходных материалов, но и технологической обработки исходных материалов бетонной смеси и последующего ухода за твердеющим бетоном. Поэтому можно изменять в широких пределах свойства бетонов, приготовляемых из одних и тех же материалов

Строение затвердевшего бетона - представляется в виде пространственной решетки из затвердевшего цементного раствора (цементного камня) с распределенными в ней включениями из мелких зерен песка и более крупных зерен щебня или гравия. Пустоты между зернами должны заполняться только цементным раствором, так как цементный камень является самой нестойкой частью бетона. Цементный раствор должен обволакивать зерна заполнителей очень тонким и в то же время по возможности плотным

слоем; тонкие слои плотного цементного камня на поверхности зерен дают большую стойкость, чем толстые слои. Нельзя заполнять пустоты между зернами щебня лишь мелкими частицами, так как последние имеют большую общую поверхность, что вызывает перерасход цемента. Заполнять эти пустоты только крупными зернами также невыгодно. Нормальной плотный бетон должен состоять из зерен разных размеров, при этом пустоты между зернами щебня заполняются более мелкими зернами песка, а цементный раствор обволакивает все зерна тонким слоем

Строительный раствор - удобоукладываемая смесь, минимально необходимая для получения заданной прочности конструкции, состоящая из неорганического вяжущего материала, мелкого заполнителя и воды и твердеющая после укладки в конструкцию. Для придания строительному раствору дополнительных свойств в него вводят специальные добавки.

Строчная структура бетонополимера - строение бетона, у которого поры заполнены не полностью, а отдельными участками (строчками)

Структура бетона - сложная многофазовая система, состоящая из цементного камня с равномерно распределенными заполнителями разных размеров и пустот в виде капилляров и пор, заполненных водными растворами минеральных веществ, воздухом или газом. Структура считается однородной, если все три фазы – твердая; жидкая и газообразная распределены равномерно.

Структура бетонополимеров - определяет их свойства и долговечность. Структура бетонополимеров зависит от структуры бетона, режима его обработки и от применяемых полимеров. При пропитке бетона мономером с последующей его полимеризацией масса бетона имеет особую структуру. Структура бетонополимеров состоит из затвердевшего цементного камня, скрепляющего зерна заполни-

теля в единый монолит, и разветвленные системы нитей и включений полимера, заполняющих поры и капилляры цементного камня, заполнителя и контактной зоны между ними, делая их водо- и газонепроницаемыми. В результате пропитки бетона мономером и его полимеризации могут быть получены блокированная строчная и сетчатая структура бетонополимеров

Структурообразование бетона - происходит в результате схватывания и затвердевания бетонной смеси и последующего твердения бетона. Главным в становлении структуры бетона является схватывание и твердение цемента. Различают три стадии структурообразования бетона: превращение бетонной смеси в бетон; постепенное упрочнение бетона; стабилизированный период, когда структура бетона во времени не изменяется. В процессе формирования структуры бетона и ее последующего твердения изменяется не только прочность бетона, но и другие свойства, как, например, пористость, тепловыделение и другие. В дальнейшем в процессе эксплуатации под воздействием внешних факторов (температура, влага и других) структура бетона может изменяться

Сульфатная коррозия бетона (коррозия кристаллизации) - возникает при действии на бетон природных вод, содержащих сульфаты. Разрушение проявляется в виде разбухания и искривления конструктивных элементов. В этом случае не происходит удаления составляющих из объема цементного камня, а наоборот, в результате химических реакций между цементным камнем и веществами, поступающими из внешней среды, образуются новые соединения, объем которых больше объема цементного камня. Характерным примером такой коррозии является образование гидросульфатоалюмината кальция, названного «Цементной бациллой».

Сульфитно-спиртовая барда (ССБ) - поверхностно-активная добавка (ПАВ), диспергирующая коллоидную систему цементного теста и тем самым улучшающая его текучесть и пластичность ССБ получают из отходов и побочных продуктов химической промышленности в виде порошка или жидкости из сульфатных щелоков, образующихся при переработке целлюлозы.

Суперпластификаторы - новые химические добавки, которые резко увеличивают подвижность и текучесть бетонной смеси и существенно улучшают физико-технологические свойства бетона

Схватывание бетонной смеси - момент потери подвижности и способности формироваться, наступающий в процессе ее загустевания. В это время смесь обладает незначительной механической прочностью и в ней проявляются свойства хрупкой смеси, т.е. способность разрушаться без пластической деформации. Схватывание бетонной смеси, так же как и твердение, является следствием химических реакций, происходящих между минеральным вяжущим и водой затворения

Сцепление арматуры с бетоном - соединение бетона по поверхности контакта с арматурой, что обеспечивает их совместную работу. На сцепление арматуры с бетоном влияют следующие факторы: 1) адгезионное и молекулярное сцепление («склеивание») арматуры с бетоном; 2) сопротивление сдвигу арматуры в бетоне за счет шероховатой поверхности арматуры; 3) обжатие арматуры бетоном за счет его усадки; 4) одинаковое температурное расширение стали и бетона. Прочность сцепления арматуры с бетоном устанавливается различными способами, основные из них (как наиболее достоверные) – это выдавливание арматурного стержня из бетонного образца или выдавливание арматурного стержня из бетонного образца. Следует помнить, что при выдавливании значение сцепления арма-

туры с бетоном будет иметь большую величину. Сцепление арматуры с бетоном зависит от прочности бетона, величины его усадки, формы сечения арматуры и вида ее поверхности, а также от возраста бетона

Твердение бетона - сложный физико-химический процесс, сопровождающийся непрерывным изменением свойств цементного камня и бетона в целом. Твердение бетона характеризуется полной потерей пластичности бетонной смеси и превращением ее в искусственный каменный материал, обладающий прочностью и другими свойствами.

Твердение высокоглиноземистых цемента - характеризуется пониженной, в сравнении с обычными глиноземистыми цементами, скоростью гидратации и твердения. Ускорению твердения высокоглиноземистых цемента способствуют увеличение тонкости помола и тепловлажностная обработка. При пропаривании такие цементы через 1 сутки имеют прочность до 80% от 28-суточной нормальной твердения.

Твердение железобетонных изделий - применяются естественный и искусственный способы твердения. При естественном твердении свежесформованные изделия выдерживают до получения ими заданной прочности в условиях нормальной температуры (15...20°C) и повышенной влажности. Продолжительность естественного твердения при обычных цементах нередко превышает 10...14 дней, однако прочность бетона к этому сроку достигает 70...80% от марочной. В целях сокращения производственного процесса на механизированных заводах применяют, как правило, ускоренное твердение изделий, подвергая их тепловлажностной обработке. При стендовом способе тепловлажностная обработка изделий производится прогревом изделий через стенки матрицы или стенда. При поточно-агрегатном способе применяют пропарочные камеры периодического действия и автоклавы. В камерах тепловлажностная обра-

ботка происходит при нормальном давлении и температуре 80...90° С, а в автоклавах – при давлении до 0,8 МПа и температуре до 170° С. При поточном способе применяют два вида пропарочных камер: напольные, когда пол камеры совпадает с полом формовочного цеха, а изделия в камерах располагаются на вагонетках, что облегчает загрузку и разгрузку камер, и ямные, когда пол камеры располагается ниже уровня пола формовочного цеха, загрузка изделий производится сверху, камера закрывается крышкой, а затем в камеру подается пар

Твердение портландцемента - протекает только при наличии влаги и положительной температуры. В химическую реакцию с цементом полностью вступает от 19 до 28% воды (от массы цемента), в том числе к месячному возрасту в среднем 10%. За тот же срок образуется в среднем 17% гидрата окиси кальция

Текстура бетона сложение и скрепление отдельных компонентов бетона в искусственный камнеподобный материал. Строение отдельных компонентов бетона определяют термином структуры каждого из них

Температурные деформации бетона - расширение при нагревании и сжатие при охлаждении. Средний температурный коэффициент линейного расширения бетона $10 \cdot 10^{-6}$. Но в действительности этот коэффициент колеблется в зависимости от состава бетона и свойств составляющих материалов. С увеличением содержания цементного камня коэффициент линейного расширения увеличивается. Бетон на граните имеет коэффициент линейного расширения $9,8 \cdot 10^{-6}$ бетон на керамзите – $7,4 \cdot 10^{-6}$, а бетон на известняке – $8,6 \cdot 10^{-6}$. При остывании бетона ниже 0° С могут происходить деформации расширения, называемые давлением образующего льда. Температурные деформации бетона близки к температурным деформациям стали, что является непременным условием их совместной

работы в железобетоне. Все компоненты бетонной смеси и бетона имеют различные температурные коэффициенты расширения в интервале температур от +20 до +80°C: цемент (клинкер) – песок (кварцевый) - $1,1 \cdot 10^{-5}$; щебень (известняк) – $4 \cdot 10^{-6}$; вода - $(2,5...7,4) \cdot 10^{-4}$; воздух – $3,67 \cdot 10^{-3}$

Тепловая обработка бетона в электромагнитном поле - состоит в том, что железобетонные конструкции, предназначенные для формирования и транспортирования изделий. В поддоне форм делается дополнительно тепловой отсек, где крепят нагревательные элементы. Для уменьшения потерь тепла в окружающую среду и повышения равномерности прогрева изделия по объему борта форм и стенки теплового отсека теплоизолируют. В качестве нагревателей можно использовать трубчатостержневые, коаксиальные и другие. На нагреватели подается напряжение от сети в пределах 36 В. Режим термообработки рассчитывается конкретно для каждого вида конструкций. Рекомендуется поднимать температуру в (в бетоне) до 85° С в течение 5 часов, затем электрический ток отключается и изделия подвергаются термосному выдерживанию в течение заданного времени при постоянной температуре. Расход электроэнергии на 1 м³ железобетона 100±35 кВтч

Тепловлажностная обработка (или гидротермальная) - процесс одновременного воздействия на материал теплоты и влаги. В производстве бетонных и железобетонных изделий тепловлажностная обработка является основной технологической операцией, в процессе которой ускоряется твердение силикатных составляющих вяжущих. В качестве теплоносителей для тепловлажностной обработки применяют водяной пар, горячую воду и нагретый воздух с повышенной относительной влажностью. Тепловлажностная обработка может осуществляться при атмосферном давлении

нии в камерах, формах и при повышенном давлении в автоклавах и закрытых герметических формах

Тепловлажностные установки - установки, в которых в горячей и влажной среде бетонные, железобетонные, силикатные и другие изделия твердеют до прочности, близкой к стандартной, в десятки раз скорее, чем при твердении в нормальных условиях

Теплопроводность бетона - способность бетона передавать через свою толщу тепловой поток, возникающий вследствие разности температур на поверхностях, ограничивающих данный элемент или часть конструкции бетона. Теплопроводность бетона зависит от его структуры, плотности, влажности и оценивается величиной коэффициента теплопроводности, который является важной характеристикой бетонов и используется для теплотехнических расчетов ограждающих конструкций отапливаемых зданий

Термическое упрочнение арматурной стали - достигается изменением структуры стали путем ее закалки. Термическое упрочнение является эффективным способом повышения механических свойств арматуры

Тонкость помола - важнейшая характеристика цемента: чем тоньше цемент, тем быстрее и полнее протекает его взаимодействие с водой и тем выше его прочность. Тонкость помола портландцемента устанавливается ситовым анализом. Портландцемент обычно полностью проходит через сито с 900 отв./см² и имеет остаток не более 15% на сите с 4900 отв./см²

Торкретбетон - бетон, получаемый набрызгом (торкретированием) растворной или бетонной смеси на поверхность или в форму под давлением сжатого воздуха через сопло, к которому раздельно подводят сухую смесь вяжущего с заполнителем и воду

Трещиностойкость бетона - стойкость бетона против растрескивания, возникает под действием внутренних (физи-

ко-химических) процессов, протекающих в бетоне, и внешних факторов (силы сжатия, растяжения, изгиба, воздействия температуры). Трещины в бетоне появляются при условии, когда деформация растяжения превышает предельную растяжимость бетона. Интервал времени до появления трещин и характеризует трещиностойкость бетона, которая может определяться различными методами: кольцевым, прямоугольным, электросопротивлением и др

Тяжелый бетон - общее название наиболее распространенных бетонов (плотность 1800 - 2500 кг/м³), в которых крупным заполнителем обычно является каменный щебень, мелким - природные пески. В качестве вяжущих используются портландцемент, а также глиноземистый и другие цементы

Ударный метод испытания бетона - состоит в том, что измеряется скорость распространения звуковых волн в объекте испытаний

Удобоукладываемость бетонной смеси способность смеси растекаться и принимать заданную форму, сохраняя при этом монолитность и однородность. Удобоукладываемость определяется подвижностью (текучестью) бетонной смеси в момент заполнения формы и пластичностью, т. е. Способностью деформироваться без разрыва сплошности.

Ультразвуковой метод контроля - метод определения прочности бетона, наличия и глубины трещин, качества инъецирования каналов раствором, основанный на измерении времени распространения продольной волны колебаний в диапазоне частот от 20 до 150 к Гц. Метод назван ультразвуковым, поскольку используемые частоты относятся к ультразвуковому диапазону колебаний. Практическое применение этого метода осуществляется с помощью серийно изготавливаемых отечественной промышленностью приборов типа УКБ.

Уплотнение бетонной смеси - достижение наиболее компактного расположения твердых частиц бетонной смеси и отжатие из нее пузырьков воздуха, задерживающихся между твердыми частицами («воздушные карманы»), и воды, скапливающейся в крупных пустотах или на границе между крупным заполнителем и цементно-песчаным раствором, между бетонной смесью и арматурой и т. д.

Упрочнение арматуры - повышение прочности характеристик (предела упругости, текучести, прочности) арматурной стали путем наклепа, закалки или физико-термической обработки

Упругое последствие бетонной смеси - явление, суть которого заключается в том, что происходит некоторое расширение отформованной бетонной смеси в форме после снятия специальной нагрузки (пригрузочный щит) по окончании формования изделия.

Шприц-бетон - разновидность бетона, применяемого для закрепления горных выработок, создания обделок при подземном строительстве, для закрепления откосов и т.д. Для нанесения шприц-бетона используют цемент-пушки и пневмонагнетатели, которые под напором выбрасывают по трубам через сопло бетонную смесь.

Шунгизит - легкий пористый материал, используемый в качестве заполнителя. Шунгизит получают из шунгизитсодержащих сланцевых пород, в состав которых входит тонкораспределенный аморфный углерод-шунгит и обладающих способностью вспучиваться при обжиге

Шунгизитобетон - легкий бетон, в котором в качестве заполнителя используют шунгизит разных фракций.

Шунгизитовый гравий - искусственный пористый заполнитель, получаемый вспучиванием при обжиге шунгизитсодержащих сланцевых пород. Шунгизитовый гравий в качестве заполнителя для теплоизоляционных и конструктивно-теплоизоляционных легких бетонов

Экономия цемента в бетоне - может быть осуществлена несколькими способами, как напр.: применение жестких бетонных смесей; введение в бетонную смесь пластифицирующих и воздухововлекающих добавок; применение чистых заполнителей оптимального зернового состава и максимально допустимой крупности; применение смешанных цементов с микрозаполнителями для бетонов невысокой прочности; выбор рациональных режимов и условий твердения бетонов; повышение однородности бетонной смеси; правильное назначение требований к прочности и др. свойствам бетона с учетом реальных условий строительства, особенно в случаях, когда конструкции начинают воспринимать расчетные нагрузки в более поздние сроки, чем через сутки, при благоприятных условиях твердения

Электроактивация бетонной смеси - повышение конечной прочности бетона за счет пропускания асимметричного электрического тока через бетонную смесь. При этом, помимо явлений электроосмоса и электрофореза, происходит электрокинетическое колебание диффузионных оболочек цементных зерен, которые разрушают концентрирующиеся вокруг этих зерен новообразования, способствуют их дальнейшему растворению и более полной гидратации цемента. Воздействие осуществляют асимметричным током с градиентом потенциала 0,5...5 В/см до окончания формирования структуры. Обработку свежесуложенной бетонной смеси асимметричным током производят до окончания формирования структуры бетона, т.е. до тех пор, пока имеют место преимущественно коагуляционные связи, которые, будучи разрушенными под влиянием асимметричного тока, могут тиксотропно восстанавливаться после снятия наложенного воздействия

Электродный потенциал - разность потенциалов между металлом и раствором

Электродный способ прогрева бетона - способ прогрева, когда ток в бетон вводится через электроды, располагаемые внутри или на поверхности уложенного бетона. Противоположные электроды соединяются с проводами разных фаз. В результате между электродами в бетоне возникает электрическое поле. При помощи электродов бетон прогревают при пониженных (50...127 В), а иногда и повышенных (220...380 В) напряжениях. Электропрогрев бетона при напряжении свыше 127 В можно применять только для неармированных конструкций при условии тщательного соблюдения техники безопасности. В армированном бетоне при повышенных напряжениях тока возникают значительные местные перегревы, вызывающие интенсивное испарение влаги, что снижает прочность бетона. Поэтому электропрогрев железобетонных конструкций следует вести при пониженных напряжениях, обеспечивающих возможность более точного соблюдения заданного режима

Электрокоррозия железобетона - коррозия цементного камня, бетона и железобетона под действием электрического тока в результате электрохимических и электроосмитических процессов, которые возникают под действием постоянного или переменного тока. Этому воздействию подвержены все компоненты железобетона: цементный камень, заполнители и арматурная сталь. Скорость электрокоррозии железобетона зависит от вида и параметров тока, от свойств железобетона и окружающей его среды, температурно-влажностного режима, проводимости, наличия агрессивных компонентов. Чаще всего электрокоррозия железобетона вызывается блуждающими токами, источниками которых могут быть различные электроустановки: трамвайные линии, электрифицированные железные дороги, линии электропередачи постоянного тока системы провод – земля. Арматурные стержни (являющиеся

анодом) вследствие анодного растворения разрушаются. Прохождение тока через железобетон вызывает в нем глубокие физико-химические и структурные изменения. Во всех случаях на анодных участках арматуры протекает реакция растворения железа

Электромагнитная установка для тепловой обработки бетона и железобетона - работает на принципе разогрева вихревыми токами металлического сердечника, помещенного внутри индуктора. Индуктором служит обмотка установки, создающая переменное магнитное поле промышленной частоты, сердечник – металлоформа и стальная арматура железобетонного изделия. За счет перемagnичивания и вихревых токов в металле происходит выделение тепла, которое передается бетонной смеси.

Электропрогрев бетона - способ ускорения твердения бетона путем пропускания через него электрического тока или с помощью внешнего электрообогрева

Электроразогрев бетонной смеси - производится до укладки бетонной смеси в формы пропусканием через нее тока сетевого напряжения 220...380 В. Обычно электроразогрев бетонной смеси позволяет исключить подогрев заполнителей и ограничиться только их оттаиванием, увеличить допускаемую продолжительность транспортирования бетонной смеси при отрицательных температурах, обеспечить приобретение бетоном высокой прочности в сравнительно короткие сроки без прогрева его в форме

Электротермический способ натяжения арматуры - заключается в том, что арматурные заготовки, нагретые электрическим током до требуемого удлинения, фиксируются в таком состоянии в жестких упорах, которые препятствуют укорочению арматуры при остывании. Благодаря этому в арматуре возникают заданные напряжения. Нагрев арматурных заготовок производится электрическим током большой плотности. Арматурные заготовки, предназна-

ченные для натяжения их на упоры форм, поддонов или коротких стендов, снабжены по концам временным анкерами. Расстояние между опорными плоскостями анкеров на заданную величину меньше расстояния между наружными гранями упоров. Удлинение заготовок при электронагреве должно обеспечивать свободную укладку их в нагретом состоянии в опоры формы

Электрохимическая коррозия железобетона - происходит вследствие того, что арматурная сталь, представляющая собой твердый раствор железа с углеродом и примесью некоторых элементов (марганца, кремния, серы и фосфора), при погружении в раствор электролита (бетонную смесь) в силу наличия физических неоднородностей стали, имеющей на поверхности множество микроэлементов, состоящих из анодов и катодов, начинает корродировать. Скорость коррозии железа теоретически определяется разностью начальных анодного и катодного электронных потенциалов. Из-за сложной макро- и микрокапиллярной структуры бетонный электролит сильно отличается по физико-химическим свойствам от обычных жидких электролитов, причем свойства эти непрерывно изменяются во времени. Твердую структуру бетона можно считать неподвижной по отношению к корродирующей поверхности арматуры, хотя из-за продолжающихся процессов твердения цемента и взаимодействия продуктов гидратации с ионами среды возможны фазовые изменения в бетоне. Сильное воздействие на коррозию арматуры оказывают резкие колебания температуры

Эрозия бетона - процесс истирания поверхности слоя бетона в результате абразивного воздействия потока воды, насыщенного мелкими частицами каменных материалов; крупные фракции (валуны, булыжник) ускоряют процесс эрозии бетона, вызывая в результате ударных нагрузок местные повреждения в поверхности бетона

12. Заключение, информация для рекламодателей и авторов

На этом мы заканчиваем первую российскую книгу о пенобетоне. Мы надеемся, что приведенная в книге информация окажется не только полезной для производителей, но и поможет развитию пенобетонной отрасли в России. Теперь есть от чего отталкиваться и что улучшать, т.к. в книге представлена максимально полная информация о пенобетоне, которую остается дополнять и качественно улучшать. Мы не собираемся останавливаться на этой книге, и призываем к сотрудничеству авторов и фирмы, занимающиеся производством пенобетона и оборудования для него.

Во втором издании книги будут добавлены разделы:

- проекты коттеджей и домов из пенобетона (примеры, как правильно выбрать, к кому обращаться)
- перечень Российских и зарубежных производителей оборудования для производства пенобетона и химикатов для него
- нестандартные методы применения пенобетона (заливка подоконников, под пластиковые окна, дымоходов и т.п.)

а также кроме этих разделов все, которые станут актуальными к моменту выпуска книги. Ориентировочная дата выхода второго издания книги 1 марта 2004 года.

Мы заинтересованы во взаимовыгодном сотрудничестве и готовы платить авторские отчисления от тиража (а не от продаж). Ждем Ваших предложений!

Все предложения и статьи присылайте на адрес: all-beton@mail.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ:

1. ВВЕДЕНИЕ	1
2. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПЕНОБЕТОНА	3
3. ТЕОРИЯ БЕТОНОВ	6
<u>3.1. Что такое цемент и его виды</u>	6
<u>3.2. Виды бетонов и теория твердения</u>	10
4. ТЕОРИЯ ПЕНОБЕТОНА	17
<u>4.1. Что такое пенобетон, его отличия от газобетона и других материалов</u>	17
<u>4.2. Характеристики пенобетона</u>	26
<u>4.3. Требования к песку и воде</u>	27
<u>4.4. Области применения пенобетона</u>	28
5. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОБЕТОНА	32
<u>5.1. Методы получения пенобетона и общий обзор видов оборудования</u>	32
<u>5.2. Оборудование с пеногенератором</u>	35
<u>5.3. Установки кавитационного типа (с баросмесителями)</u>	40
<u>5.4. Сравнение методов производства и рекомендации по выбору оборудования</u>	43
<u>5.5. Разборные формы или резательные установки – сравнение и перспективы использования</u>	46
<u>5.6. Расчет экономической целесообразности открытия производства пенобетона</u>	47
6. ХИМИКАТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОБЕТОНА	51
<u>6.1. Пенообразователи (виды, отличия, варианты приготовления и использования)</u>	51
<u>6.2. Рецепт простейшего пенообразователя</u>	56
<u>6.3. Примеры пенообразователей</u>	56

<u>6.4. Ускорители твердения и смазки форм</u>	57
7. СЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ – ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЕНОБЕТОНА И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ	60
<u>7.1. Пенобетон и вибропрессование</u>	60
<u>7.2. Пенобетон и вибролитье</u>	64
8. СТРОИТЕЛЬСТВО КОТТЕДЖА ИЗ ПЕНОБЕТОНА	66
<u>8.1. Строительство фундамента</u>	66
<u>8.2. Возведение стен</u>	93
<u>8.3. Укладка крыши</u>	107
9. ЗАЛИВКА ПЕНОБЕТОНОМ РАЗЛИЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ	111
<u>9.1. Заливка пенобетоном крыш и полов</u>	111
10. ДОКУМЕНТЫ, НОРМИРУЮЩИЕ ПРОИЗВОДСТВО ПЕНОБЕТОНА	113
<u>10.1. ГОСТ 25485-89 Бетоны ячеистые. Технические условия.</u>	113
<u>10.2. СНиП II-3-79 Строительная теплотехника.</u>	137
11. СЛОВАРЬ БЕТОННЫХ ТЕРМИНОВ	198
12. ЗАКЛЮЧЕНИЕ, ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ И АВТОРОВ	252